

Juuso Kuusela (toim.)

C

KORAK

Korjausrakentamisen kehitysprojekti



Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisuja
C: 70

KORAK
Korjausrakentamisen kehitysprojekti

Juuso Kuusela (toim.)

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu
2012

Julkaisusarja C: 70
Julkaisusarjan
vastaava toimittaja Anna Liisa Westman

Taitto Miia Ahonen
Kansikuva Juuso Kuusela

© Tekijät ja Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain mukaisesti kielletty ilman nimenomaista lupaa.

ISBN 978-952-275-048-8 (painettu)
ISBN 978-952-275-049-5 (pdf)
ISSN 1797-3848 (painettu)
ISSN 1797-3856 (pdf)

Julkaisumyynti: Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu
julkaisut@pkamk.fi
<http://www.tahtijulkaisut.net>

Joensuu 2012

Sisällys

ESIPUHE	7
1 KORJAUSRAKENTAMISEN ASiantuntijakoulutukset	
RAKENNUSTEN KUNNON SELVITTÄMINEN JA KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT <i>Joni Rytönen</i>	9
KORJAUSHANKKEEN SOPIMUSMUODOT <i>Joni Rytönen</i>	13
KORJAUSRAKENTAMINEN PALVELUTOIMINTANA - TYÖMAAYHTEISTYÖ <i>Joni Rytönen</i>	17
RAKENTAMISEN PUHTAUDENHALLINNALLA TERVEELLISEMMÄT TYÖMAAOLOSUHTEET RAKENTAJILLE JA PUHTAAT TILAT KÄYTTÄJILLE <i>Juha Takkunen</i>	20
2 KORJAUSRAKENTAMISEN ALKUPÄÄN MALLINTAMINEN	
OPINNÄYTETYÖ KORJAUSRAKENTAMISEN TARVE- JA HANKESUUNNITTELUSTA AMMATTIOMISTUKSESSA JA ASUNTO-OSAKEYHTIÖSSÄ <i>Jarmo Tuupainen, Jaakko Suihko & Hannu Tyrväinen</i>	25
3 RAKENNUSTEKNISTEN JA -FYSIKAALISTEN KORJAUSRAKENTAMISRATKAISUJEN SELVITTÄMINEN	
RAKENNUSFYSIKAALISET KENTTÄTUTKIMUKSET <i>Aki Hytönen</i>	28
SELVITYKSET SANEERATTAVAN KERROSTALOKOHTEEN HANKESUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOIKSI <i>Harri Kettunen, Mikko Lepistö, Janne Repo & Kimmo Anttonen</i>	39
4 OPPILAITOSYHTEISTYÖN KEHITTÄMINEN TODELLISISSA KORJAUSRAKENTAMISKOHTEISSA	
PAIHOLAN SAIRAALA-ALUEEN LUHTITALOJEN KUNTOTUTKIMUKSET <i>Tuomas Nuutinen, Juuso Kuusela & Riku Tiira</i>	42
RAATEKANKAAN LIIKUNTAHALLIEN KUNTOTUTKIMUKSET <i>Tuomas Nuutinen</i>	47
TOIMEKSIANTAJAN NÄKÖKULMA OPPILAITOSYHTEISTYÖHÖN <i>Simo Väänänen</i>	48

5 TIETOMALLINTAMISEN KÄYTTÖ KORJAUSRAKENTAMISPROSESSISSA

KORJAUSRAKENTAMISPROSESSISSA TARVITTAVAN KOHDETIEDON
MUODOSTAMISEN, SIIRTÄMISEN JA HYÖDYNTÄMISEN SELVITTÄMINEN 49
Jenni Remes & Ville Kuusela

6 TALOTEKNINEN SANEERAUS

TALOTEKNISESSÄ SANEERAUKSESSA KÄYTETTYJEN
RATKAISUJEN SELVITTÄMINEN 54
Tapani Katainen

LUKIJALLE

Tämä julkaisu on tehty korjausrakentamisen kehittämishankkeessa, jossa kehitettiin yritysten ja koulutusorganisaatioiden henkilöstön osaamista korjaus- ja täydennysrakentamisessa. Osahanke toteutettiin pääosin vuonna 2012 yhteistyössä Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun (PKAMK), Savonia-ammattikorkeakoulun ja Savon ammatti- ja aikuisopiston (SAKKY) kanssa. Hankkeeseen osallistui myös runsas joukko itäsuomalaisia rakennusalan yrityksiä, jotka omalla aktiivisella panoksellaan mahdollistivat hankkeen tavoitteiden mukaisen toteutumisen.

Osahankkeen rahoitti Itä-Suomen rakennusalan kehityshanke, ISKE-hanke, joka toimi hankkeen tilaajana. Päähanke oli Manner-Suomen ESR-ohjelman rahoittama.

Julkaisun artikkeleissa ja kirjoituksissa tuodaan esille niitä teemoja, joita hankkeen aikana vietiin eteenpäin oppilaitoksissa ja yrityksissä. Osahankkeen oleellisena sisältönä olivat teemoitetut koulutukset, joista muutamasta on tähän julkaisuun tehty tiivistelmä. Kiitos julkaisun kirjoittajille ja toimituskunnalle.

Kiitän kaikkia hankkeen toteutukseen osallistuneita henkilöitä ja työyhteisöjä hyvin sujuneesta yhteistyöstä ja rakentavasta otteesta tehdä yhteistä itäsuomalaista tulevaisuutta myös korjausrakentamisen saralla. Erityinen kiitos ISKE-hankkeen projektipäällikölle Osmo Karvoselle ja Talonrakennusteollisuus ry:n Itä-Suomen aluetoimiston päällikölle Veikko Matikaiselle miellyttävästä yhteistyöstä.

Jyrki Kankkunen

1 KORJAUSRAKENTAMISEN ASiantuntijakoulutukset

RAKENNUSTEN KUNNON SELVITTÄMINEN JA KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT

*Ralf Lindbergin koulutusaineistosta referoimut
insinööriopiskelija Joni Rytönen, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu*

RAKENNUKSEN KUNNON SELVITTÄMINEN

Rakennus, jota aiotaan ryhtyä korjaamaan, tulee olla korjaamiseen ryhtyvällä kokonaisuudessaan todella hyvin hallinnassa ja hänen täytyy tuntea sen kaikki rakenteet ja mahdollisesti rakennukseen tehdyt muutokset ja laajennukset. Rakennukseen tehtävien korjausten tulee olla perusteltuja ja perustua itse kohteesta paikanpäällä aistinvaraisesti ja mittauksilla tehtyihin havaintoihin. Parhaiten korjattavat rakenteet saa selville henkilö, jolla itsellään on laaja tuntemus korjausrakentamisesta kokonaisuudessaan ja joka käyttää apunaan tiettyjen alojen erikoisosaamista omaavia henkilöitä. Suomessa on monia julkisia rakennuksia, joita on korjattu moneen otteeseen, mutta vaurioiden aiheuttajaa ei ole saatu selville. Tästä ei ole hyötyä kenellekään, sillä siitä kärsivät niin käyttäjät kuin muutkin osapuolet.

Epäonnistumiset johtuvat usein siitä, että ei ole tehty riittävän kattavia ja perusteellisia tutkimuksia ennen korjaamisen aloittamista. Toisin sanoen ei ole selvitetty vaurioiden syytä, on vain korjattu niiden aiheuttamat tuhot. Myös itse rakennusten käyttäjien oireiden aiheuttajat tunnetaan huonosti. Rakennuksista saatetaan etsiä mikrobeja tai muita epäpuhtauksia tietämättä, miten ne vaikuttavat yksittäisiin henkilöihin. Jokainen ihminen reagoi eri tavalla ilmassa oleviin mikrobeihin ja päästöihin, toiset saattavat saada oireita jo pienistäkin määristä toisten ollessa oireettomia raja-arvot ylittävienkin pitoisuuksien ollessa kyseessä. Tämä vaikeuttaa entisestään eri rakenteiden vaurioiden aiheuttajien löytämistä. Rakennuksista myös etsitään ja korjataan usein yksittäisiä vikoja kokonaiskuvan jäädessä vajaan. Tämä johtuu usein siitä, että on käytetty vain tiettyjen alojen asiantuntijoita ja unohdettu kokonaan jotkin rakennuksen toiminnan kannalta tärkeät osa-alueet, kuten ilmanvaihto. Siksi rakennusta tutkivan yrityksen tulisi tehdä yhteistyötä useiden eri tahojen (terveyspuoli, biologit, käyttäjät) kanssa ongelman selvittämiseksi.

KORJAUSRAKENTAMISEN LÄHTÖKOHTA

Lähtökohtana korjausrakentamisessa on rakennus, joka yleensä on jo vuosia tai vuosikymmeniä vanha. Tämä rakennuksen ikä tuo yleensä omat haasteensa ja ne on otettava huomioon korjausrakentamisen yhteydessä. Vanhaa rakennusta korjattaessa siihen asennetaan rakennuksen käyttötarkoituksesta riippuen jonkin verran uutta tekniikkaa, kuten koneellinen ilmanvaihto, jolla pyritään tekemään rakennuksesta parempi käyttäjilleen. Kaikkea nykyajan uusissa taloissa olevaa tekniikkaa ei kuitenkaan ole tarpeen tai edes taloudellisesti kannattavaa asentaa. Vanhojen rakennusten korjaaminen ja nykyajan päivittäminen on usein haastavaa ja vaativaa. Siksi korjausrakentamisen suunnittelijalla on hyvä olla kokemusta myös uudisrakentamiseen liittyvästä suunnittelusta, jotta hän osaa suunnitella vanhaan rakennukseen tarpeelliset korjaukset ja uuden tekniikan asentamisen. Suunnittelijalla tulee myös olla riittävästi tietoa vanhoista rakenteista, rakentamistavoista ja työmenetelmistä sekä rakennuksen rakentamiseen käytetyistä materiaaleista. Suunnittelijan tulee lisäksi perehtyä syvällisesti korjattavaan rakennukseen, hankkia suunnittelussa tarvittava suuri tietomäärä ja kehittää uusia ideoita ja ratkaisuja rakennuskohtaisiin ongelmiin.

KORJAUSRAKENTAMISEN SUUNNITTELU

Korjausrakentamisen suunnittelun kannalta olennaista on, että rakennuksen kunto tunnetaan. Tämä on ensiarvoisen tärkeää, jotta osataan suunnitella tarvittavat korjaustoimenpiteet ja niiden laajuus. Erilaisten rakenteiden rakennusfysikaalinen toiminta on myös hallittava. Korjausta vaativissa rakenteiden vaurioissa on yleensä kyse rakenteen vääränlaisesta lämpö- tai kosteusteknisestä toiminnasta. Juuri tämän vuoksi on erittäin tärkeää hallita rakennusfysikaalisen toiminnan perusteet. Korjausrakentaminen on yleensä haasteellisempaa kuin uudisrakentaminen, koska rakenteiden kantokyky täytyy ottaa rakenteita uusiessa huomioon. On osattava käyttää väliaikaisia tukia oikeissa paikoissa ja näiden asentaminen ja vaihtaminen on usein monivaiheinen ja haasteellinen tehtävä, josta rakennesuunnittelijan tulisi laatia kattava työohje.

RAKENNUKSEN VAURIOIDEN SELVITTÄMINEN JA KORJAAMINEN

Rakennuksen vaurioiden selvittämiseen voidaan käyttää sekä kuntoarviota, että kuntotutkimusta. Kuntoarvio on lähinnä aistinvarainen pintapuolinen tutkimus, jolla ei saada kuitenkaan kovin hyvin selville vaurioiden todellisia syitä. Usein on vielä niin, että rakenne näyttää päällepäin olevan aivan kunnossa, vaikka siinä oleva vaurio voi olla pitkällekin edennyt. Kaiken lisäksi kuntoarvio on suuresti riippuvainen tekijän ammattitaidosta ja kokemuksesta. Pelkän kuntoarvion pohjalta ei yleensä pitäisikään tehdä korjauspäätöstä, vaan avuksi tulisi ottaa kuntotutkimus. Kuntotutkimuksella saadaan selville myös rakenteissa syvällä olevat vauriot, joita ei silmällä tai muillakaan aisteilla voida havaita. Lisäksi kuntotutkimuksella saadaan konkreettisia arvoja ja lukuja, joita voidaan sitten verrata hyväksytyihin ja ennalta määriteltyihin lukemiin. Kaikkien vaurioiden syitä ei kuitenkaan aina pystytä selvittämään tyhjentävästi, johtuen korjattavien rakennusten ja rakenteiden erilaisuudesta. Tämän vuoksi tulisikin ongelmia lähestyä yksi kerrallaan järjestelmällisesti, kunnes saadaan selvitettyä jokaisen syntymekanismi.

Tällä tavalla kohteesta saadaan myös tehtyä luotettavat päätelmät, jotka oikeasti perustuvat johonkin konkreettiseen. Kuntoraporttia tehtäessä onkin hyvä mainita erikseen perusteet jokaiselle päätelmälle, jotka on kohteesta tehnyt. Rakennuksen tutkimusohjelman rakenne voi olla esimerkiksi seuraavanlainen:

1. *Suunnitelmat*
2. *Toteutus*
3. *Raportointi*
4. *Tarkistus*

Rakennuksen vaurion korjaamisen tulisi lähteä siitä, että selvitetään mahdollinen vaurio ja sen aiheuttamat oireet käyttäjille ja myös vaurion sekä oireiden syy pitäisi löytää ja poistaa. Yksi yleinen syy käyttäjien oireiluun löytyy ilmanvaihdosta ja sen mukanaan kuljettamista epäpuhtauksista. Pelkällä koneellisella poistolla varustetun ilmanvaihdon, joka on suuressa osassa asuinrakennuksia, ajatellaan olevan huonompi verrattuna koneelliseen tuloon ja poistoon sekä painovoimaiseen ilmanvaihtoon. Kuitenkin näissä rakennuksissa asuvat ihmiset kokevat oman asuntonsa asumiskelpoiseksi eivätkä oireile kovinkaan usein. ”Paras” järjestelmä olisi siis sekä koneellisella poistolla että tulolla varustettu järjestelmä, joka on suurimmassa osassa julkisista rakennuksista. Silti niissä esiintyy käyttäjillä usein erinäisiä oireita, huomattavasti enemmän kuin asuinrakennuksissa, joissa olevan järjestelmän pitäisi olla huonompi. Tähän voi olla monia eri syitä, myös rakennukseen liittymättömiä. Toinen yleinen oireiden aiheuttaja ovat erilaiset maanvastaiset rakenteet, joita löytyy sekä julkisista että asuinrakennuksista. Nämä kaikki edellä mainitut pitäisi siis ottaa huomioon rakennusta korjattaessa. Apuna voi käyttää erikoisosaajia, jotka kukin hoitavat oman alansa. Tiedonkulun pitäisi kuitenkin tässä tapauksessa olla aukotonta, tai muuten jokin vaurion syy saattaa jäädä korjaamatta. Myös käyttäjiä tulisi informoida korjauksiin liittyen ja antaa heille vaikutusmahdollisuuksia ja täten saada heidät sitoutumaan korjaukseen.

Korjauksen kulun yleisperiaate:

1. *Tutkittavat rakenteet on tunnettava läpikotaisin.*
2. *Kaikki mahdolliset vauriotavat pitää selvittää.*
3. *Erilaiset korjaustavat täytyy tuntea. (korjataanko vai puretaanko vai valitaanko jokin välimuoto, mikä saattaa olla haastavaa)*
4. *Kohteesta pitää tehdä havainnot joko suunnitelmien, aistinvaraisen tutkimuksen, kenttätutkimuksien tai laboratoriotutkimuksien pohjalta*
5. *Havainnot pitää analysoida ja löytää niistä oleellinen tieto.*
6. *Lopuksi tehdään raportti analyysiin perustuen (vauriot ja niiden eteneminen, korjausvaihtoehdot ja niiden merkitys).*

RAKENNUSTEN ENERGIATEHOKKUUS

Suomessa ollaan valmistelemassa määräyksiä, jotka koskisivat rakennusten energiakorjauksia. Rakennusten energiatehokkuutta parantamalla voitaisiin säästää jonkin verran varsinkin lämmitys- ja ehkä myös jäähdytyskustannuksissa. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi edellyttääkin, että myös jo rakennettujen talojen energiatehokkuutta olisi parannettava. Tämä ei kuitenkaan vanhojen rakennusten kohdalla ole kannattavaa, sillä

niiden energiansäästöpotentiaali on suhteellisen pieni verrattuna energiatehokkuuden parantamisen kustannuksiin. Lisäksi rakenteiden energiatehokkuuden parantaminen esimerkiksi lisälämmöneristämällä saattaa muuttaa rakenteen kosteusteknistä toimintaa ja aiheuttaa myöhemmin lisäongelmia. Vanhoihin rakennuksiin on kyllä olemassa myös rakennusfysikaalisesti toimivia vaihtoehtoja, mutta ne eivät yleensä kelpaa joko viranomaisille tai käyttäjille. Tietenkin niissä tapauksissa, joissa rakennuksen julkisivua joudutaan korjaamaan raskaasti, kannattaa harkita lämmöneristeen lisäämistä muun korjauksen yhteydessä. On kuitenkin selvää, että maamme rakennuskannassa on selvä energiansäästöpotentiaali. Tätä voi olla vaikea saavuttaa kustannustehokkaasti, mutta se on mahdollista, kunhan vain saadaan käyttäjät ja rakentajat kiinnittämään enemmän huomiota energiankäyttöön ja teknisten järjestelmien oikeaoppiseen säätöön.

VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET

Nykyiset määräykset ja ohjeet eivät ole suoraan voimassa korjausrakentamisessa, vaan niitä on käytettävä soveltuvin osin. Tietenkään käyttäjien terveellisyys ja turvallisuus eivät saa missään vaiheessa vaarantua niitä sovellettaessa. Tämä vaatii suunnittelijalta hyvää ja jatkuvaa yhteydenpitoa rakentamista ohjaaviin viranomaisiin. Näitä voivat olla rakennusvalvontaviranomaiset, paloviranomaiset sekä joissain vanhoissa kohteissa museovirasto. Viranomaisvalvonta on korjausrakentamiskohteissa vähäisempää kuin uudisrakentamisessa, johtuen tilanteiden muuttumisen ja kehittymisen nopeudesta. Tiukka valvonta vain hidastaisi työtä tarpeettomasti. Tämän vuoksi suunnittelijoilla ja urakoitsijoilla onkin suuri vastuu korjausrakentamiskohteissa.

KORJAUSHANKKEEN SOPIMUSMUODOT

*Paavo Mattilan koulutusaineistosta referoimut
insinööriopiskelija Joni Rytönen, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu*

RAKENTAMISTA KOSKEVAT LAIT JA MÄÄRÄYKSET

Erityistä urakoinnin, suunnittelun konsultoinnin tai valvonnan sopimussuhteita koskevaa lakia ei ole tällä hetkellä olemassa. Kuitenkin yleiset sopimusoikeudelliset periaatteet, eli sopimusvapaus, sopimuksen sitovuus sekä lojaliteettivelvoite ovat aina voimassa. Rakentamisen vakiosopimusehdot (KSE 1995, YSE 1998 ja RYHT 2000) ovat laajalti käytössä rakentamisessa, mutta ne saadaan vain viittaamalla osaksi sopimusta ja sopimuslomakkeen on oltava lisäksi täytetty ja allekirjoitettu. Näihin vakioehtoihin on kuitenkin oltava tutustumismahdollisuus ennen allekirjoittamista, mikä on osapuolten yleinen ja vakiintunut käytäntö rakennusalalla.

KONSULTTITOIMINNAN YLEISET SOPIMUSEHDOT

Konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja (KSE 1995) voidaan käyttää tilaajan ja konsultin välisissä tutkimus-, suunnittelu-, valvonta- ja konsultointitehtävissä. Sopimusehdot helpottavat sopimuksen laatimista, koska ne pitävät sisällään määräykset kaikista olennaisista konsultin ja tilaajan välisistä sovittavista asioista. Sopimusehdoissa sanotaan myös, että konsultin suoritusvelvollisuus tulee rajata riittävän tarkasti (kohde ja sen laajuus sekä käyttötarkoitus, konsultin asema ja veloituseruste). Lisäksi palkkioperusteet ja kokonaispalkkioon sisältyvät tehtävät tulee määritellä tarkasti.

KONSULTIN VASTUU

Konsultti on vastuussa tehtävän sopimuksenmukaisuudesta ja siitä, että se on suoritettu lakien, asetusten sekä viranomaismääräysten mukaisesti. Välillisesti aiheutuneet vahingot eivät kuitenkaan kuulu konsultin vastuuseen. Konsultin vastuun suuruus rajoittuu hänen palkkionsa suuruuteen, mutta jos virheen katsotaan olleen tahallinen ja törkeä, joutuu konsultti vastaamaan vahingoista kokonaisuudessaan. Konsultin vastuu loppuu rakennuskohteen takuajan jälkeen, mutta tahallisista ja törkeistä virheistä hän joutuu vastaamaan vielä 10 vuoden ajan.

URAKKASOPIMUKSEN SYNTYMINEN

Urakkasopimuksen synty lähtee siitä, että rakennuttaja järjestää ensin urakkakyselyn, eli lähettää valitsemilleen yrityksille urakkatarjouspyynnön, johon sitten yritykset vastaavat lähettämällä urakkatarjouksen. Yritysten valintaan vaikuttavat mm. yrityksen taloudellinen tilanne ja käytettävissä olevat resurssit, referenssit sekä imago. Kun tämä rakennuttaja on sitten saanut urakkatarjoukset näiltä valitsemiltaan yrityksiltä, järjestetään urakkatarjousten avaaminen. Se voi olla joko julkinen tai suljettu tilaisuus, mutta siitä on hyvän tavan mukaista kuitenkin ilmoittaa etukäteen tarjousten lähettäjille. Urakkatarjousten avaamisesta laaditaan pöytäkirja, johon merkitään jätetyt tarjoukset

ja niiden jättöaika, tarjousten sisältö sekä hylätyt tarjoukset. Tämän jälkeen käydään yleensä urakkaneuvotteluja. Urakkaneuvottelut ovat merkittävä keino vaikuttaa urakan onnistuneeseen läpimenoon. Niissä selvitetään tarjouksen sisältö (mm. urakkarajat, hinnat, ristiriidat, muutokset jne.). Hinnasta ei kuitenkaan ole hyvän tavan mukaista tinkiä. Lopuksi neuvotteluista laaditaan pöytäkirja, joka tulee liitteeksi urakkasopimukseen. Kun rakennuttaja on valinnut mielestään parhaan tarjouksen hän ilmoittaa tarjouksen hyväksymisestä sen lähettäneelle yritykselle, jolloin katsotaan urakkasopimuksen syntyneen.

SOPIMUSASIAKIRJOJEN PÄTEVYYSJÄRJESTYS

Sopimusasiakirjat täydentävät toisiaan, eli jos yhdessäkin asiakirjassa on annettu määräys urakkaan liittyen, sen katsotaan olevan pätevä, vaikkei sitä mainittaisi lainkaan muissa asiakirjoissa. Jos urakkaan on sisällytetty velvollisuuksia, jotka on määritelty muussa kuin urakan suoritusta koskevassa asiakirjassa, ne kuuluvat urakkaan vain, jos ne on mainittu kaupallisissa asiakirjoissa. Mikäli sattuu sellainen tilanne, että sopimusasiakirjoissa ei ole määritetty jonkin työsuorituksen osalta laatua tai määrää, täytyy noudattaa määräyksissä annettuja ohjeita tai samanlaisissa töissä yleensä noudatettavaa työtappaa, jotta saadaan hyvä työtulos. Jos taas jokin asiakirja on ristiriidassa toisessa asiakirjassa mainittujen tietojen osalta, noudatetaan pätevyysjärjestyksessä ylempänä olevaa asiakirjaa.

Kaupallisten asiakirjojen pätevyysjärjestys (YSE 13 §)

1. *urakkasopimus*
2. *urakkaneuvottelupöytäkirja*
3. *YSE 1998*
4. *tarjouspyyntö ja lisäselvitykset*
5. *urakkaohjelma tai muut sopimuskohdattavat urakkaehdot*
6. *urakkarajaliite*
7. *tarjous*
8. *määrä- ja mittaluettelot*
9. *muutostöiden yksikköhintaluettelo*

Teknisten asiakirjojen pätevyysjärjestys (YSE 13 §)

10. *työkohtaiset laatuvaatimukset ja selostukset*
11. *sopimuspiirustukset*
12. *yleiset laatuvaatimukset ja työselostukset*

LISÄ- JA MUUTOSTYÖT

Lisä- ja muutostöitä aiheuttavat usein muutostarpeet töiden edetessä, suunnitelmien muuttumiset tai virheelliset/puutteelliset suunnitelmat. Ne ovatkin silloin tällöin riidan aiheena, koska usein on vaikea määrittellä kuuluuko jokin työtehtävä urakkaan vai onko se maksullinen lisä- tai muutostyö. Myös YSE:n menettelytapojen noudattaminen tai noudattamatta jättäminen aiheuttavat riitaa. Lisä- ja muutostyö määritellään YSE 1998:ssa seuraavasti:

Lisätyö; urakoitsijan suoritus, joka urakkasopimuksen mukaan ei alun perin kuulu hänen suoritusvelvollisuuteensa.

Muutostyö (muutos, lisäys tai vähennys); sopimuksen mukaisten suunnitelmien muuttamisesta aiheutuva urakoitsijan suorituksen muutos.

Urakoitsijalla on velvollisuus suorittaa muutostyöt, mutta lisätöitä ei ole pakko tehdä. Muutostyöt tulee osoittaa selvästi urakoitsijalle ja urakoitsijan on tehtävä muutostyötarjous, joka tilaajan on käsiteltävä viipymättä. Pieniin muutostöihin ei tarvitse tehdä kirjallista sopimusta. Muutostyön vaikutuksista urakkahintaan on kuitenkin sovittava ennen työn aloittamista. Urakoitsijalla on lisäksi oikeus saada muutostyöstä johtuen kohtuullinen pidennys urakka-aikaan. Siitä on sovittava kirjallisesti muutostyötarjoituksen yhteydessä. Sekä lisäksi että muutostöistä kannattaa tehdä aina kirjallinen sopimus, jossa määritellään tarkasti työn laajuus ja hinnoittelu. Myös mahdollinen urakka-ajan pidennys kannattaa mainita. Mikäli muutostyö on riidanalainen, voi tilaaja kiistää muutostyön ja vaatia sen kuuluvaksi urakkasuoritukseen, jolloin urakoitsija on velvollinen tekemään riidanalaisen työn. Lisätyön ollessa riidanalainen rakennuttaja ei voi vaatia urakoitsijaa tekemään sitä.

REKLAMAATIOVELVOLLISUUS

Mikäli esimerkiksi urakoitsija näkee jonkin epäkohdan työmaalla, joka tulee vaikuttamaan hänen suoritukseensa, tulisi hänen tehdä asiasta reklamaatio, eli kirjallinen huomautus/ilmoitus, jolla hän turvaa oikeutensa ja asemansa. Jos reklamaatiota ei ole tehty, voi vastapuoli olettaa, ettei epäselvyyksiä ole ollut. Tällöin reklamaation tekemättä jättänyt menettää puhevallan asian suhteen. Reklamaatio on lisäksi ennakoedellytysten keskeyttämiselle ja urakkasopimuksen purkamiselle.

YSE:n 33 § sanoo seuraavaa:

Huomautusentekovelvollisuuden täyttämisen vaikutus vastuuseen

1. Kun urakoitsija havaitsee rakennussuorituksessa käytettäväksi määrätyissä rakennustavaroissa, rakennusosissa tai tilaajan antamissa määräyksissä virheellisyksiä, jotka saattavat vaarantaa rakennustyön sopimuksen mukaisen täyttämisen, hänen on tehtävä tästä viipymättä todistettavasti ilmoitus tilaajalle. Jos tilaaja tästä huolimatta vaatii sopimusmääräyksiä noudatettavaksi, urakoitsija tehdessään työn sopimuksen mukaisesti vapautuu vastuusta niihin seikkoihin nähden, joista hän on sanotulla tavalla tehnyt huomautuksen.

2. Jos urakoitsija ei ole havainnut sanotunlaisia virheitä, jotka kuitenkin ovat niin ilmeisiä, että hänen olisi kohtuuden mukaan pitänyt ne havaita ja ilmoittaa niistä 1. momentissa sanotulla tavalla tilaajalle, urakoitsija vastaa omaa tuottamustaan vastaavalta osin näistä virheellisyyksistä. Todistamisvelvollisuus vastuun urakoitsijalle siirtymisestä on tilaajalla.

SOPIJAOSAPUOLTEN VASTUU

Sopijapuolten vastuu käsittää vahingonkorvausvelvollisuuden toiselle sopijapuolelle, mikäli vahingot aiheutuvat siitä, että urakkasopimuksen mukaiset velvollisuudet jäävät

täyttämättä tai jotka toinen sopijapuoli on jollain muulla tavalla aiheutuvat toiselle sopijapuolelle aiheuttanut. Vastuu pitää sisällään sekä välittömät, että välilliset vahingot, tuottamustavastuun sekä täyden korvauksen periaatteen.

VIIVÄSTYSVASTUU

Viivästyksen johtuessa tilaajan myötävaikutusvelvollisuuden laiminlyönnistä, joutuu tilaaja vastaamaan kaikista vahingoista, sekä välillisistä, että välittömistä, kokonaisuudessaan. Mikäli viivästymisen syy on urakoitsijan puolella, tulee urakoitsijalle maksettavaksi viivästyssakko, joka on pääurakassa 0,05% sekä sivu- ja aliurakassa 0,1% urakkasummasta. Tästä menettelytavasta voi poiketa vain urakkasopimuksessa erikseen mainitsemalla.

TAKUUEHDOT

Takuuaika määritellään ajaksi, jona urakoitsija on velvollinen korjaamaan virheensä. Se alkaa joko vastaanottotarkastuksesta tai käyttöönottohetkestä, riippuen mitä on sovittu. Takuuaika päättyy kahden vuoden kuluttua pidettävään takuutarkastukseen, jossa havaitut virheet tulee urakoitsijan korjata. Urakoitsija on velvollinen korjaamaan virheen, ellei se ole aiheutunut urakoitsijasta riippumattomasta syystä, kuten tilaajan tai suunnittelijan virheestä, rakenteen normaalista kulumisesta, virheellisestä käytöstä tai huoltotoimenpiteiden laiminlyönnistä. Kahden vuoden takuuajan jälkeen on voimassa vielä niin sanottu 10 vuoden vastuu, jonka aikana urakoitsija on vastuussa törkeästä laiminlyönnistä, kuten täyttämättä jääneestä suorituksesta tai laadunvarmistuksen olennaisesta laiminlyönnistä. Tilaajan on kuitenkin näytettävä toteen, että laiminlyönti tai virhe on aiheutunut urakoitsijasta.

LÄHTEET

KSE 1995. Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot. Helsinki: Rakennustietosäätiö.

RYHT 2000. Rakennustuotteiden yleiset hankinta- ja toimitusehdot. Helsinki: Rakennustieto Oy.

YSE 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. Helsinki: Rakennustieto Oy.

KORJAUSRAKENTAMINEN PALVELUTOIMINTANA – TYÖMAAYHTEISTYÖ

*Tapani Eisasen koulutusaineistosta referoimut
insinööriopiskelija Joni Rytönen, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu*

HILMA

HILMA on työ- ja elinkeinoministeriön ylläpitämä maksuton ilmoituskanava netissä. Siellä eri hankintayksiköt voivat ilmoittaa julkisista hankinnoistaan. HILMA:sta on hyötyä myös yrityksille, sillä ne saavat sieltä reaaliaikaista tietoa käynnissä olevista hankintamenettelyistä ja ennakkotietoa tulevista hankinnoista. HILMA:ssa ilmoitetaan vain kansallisen ja EU-kynnysarvon ylittävät hankinnat. (HILMA Julkiset hankinnat.)

URAKKATARJOUSPYYNTÖAINEISTO

Urakkatarjouspyyntöaineisto sisältää sekä kaupallisia että teknisiä asiakirjoja. Kaupallisia asiakirjoja ovat määrälaskelma, urakkarajaliite, urakkatarjous, urakkaohjelma ja urakkasopimus. Teknisiin asiakirjoihin kuuluvat piirustukset, työselostukset sekä laatuvaatimukset. Niissä määritellään muun muassa urakan laajuus, kesto, hinnoittelu, urakkamuoto sekä monia muita urakan kannalta elintärkeitä asioita. Seuraavissa kappaleissa on kerrottu tarkemmin näiden asiakirjojen sisällöistä.

URAKKATARJOUS

Urakkatarjoukseen merkitään tarjoushinta tai muu pyydetty hinnanmääritysperuste ja muut pyydetyt tiedot. Jos tarjousta ei anneta, ilmoitetaan siitä rakennuttajalle. Tarjoukseen ei saa sisältyä tarjouspyynnöstä poikkeavia ehtoja ja sen tulee olla voimassa annetun määräajan loppuun asti. Vaihtoehtotarjouksen tekemahdollisuutta kannattaa tiedustella etukäteen. Vaihtoehtoiset ratkaisut ja niiden vaikutus urakkahintaan tulee esittää selvästi. Urakoitsijat voivat antaa myös yhteistarjouksia, mutta niistä on ilmoitettava etukäteen rakennuttajalle. Kaikkien urakoitsijoiden täytyy allekirjoittaa yhteistarjous ja he ovat siitä myös yhteisvastuullisia. Kun urakoitsijalle sitten on ilmoitettu tarjouksen hyväksymisestä, katsotaan urakkasopimuksen syntyneen.

URAKKARAJALIITE

Urakkarajaliite sisältää säännöt joiden mukaisesti kohteessa toteutetaan työmaan hallinto, yhteiset toiminnot ja urakkarajasuoritusten väliset urakkarajat. Se myös kuvaa työmaan hallintojärjestelyt, yhteistoimintavelvoitteet, yleiset järjestelyt ja palvelut. Urakkarajaliite lisäksi täsmentää vastaanottomenettelyyn ja käyttöönottoon liittyvät tehtävät sekä yksilöi urakoitsijoiden väliset urakkarajat, jotka eivät ilmene suunnitelma-asiakirjoista.

URAKKAOHJELMA

Urakkaohjelma sisältää tilaajan ja urakoitsijan väliset hankekohtaisesti esitetyt kaupalliset ehdot ja keskeiset tiedot, joista urakoitsija saa laskentavaiheessa selkeän kuvan ti-

laajan ja urakoitsijan välisestä vastuunjaosta sekä urakkahintaan vaikuttavista tekijöistä. Urakkaohjelma siis kuvaa urakan pelisäännöt. Se myös antaa tilaajalle mahdollisuuden vaikuttaa urakoitsijan toimintaan esim. määrittelemällä laadunvarmistusmenettelyt ja sakolliset välitavoitteet. Urakkaohjelma torjuu lisäksi ennalta urakkasuoritukseen liittyviä ongelmia esim. aliurakoitsijoiden hyväksyminen ja mallityövaatimukset. Se myös osoittaa asiat, joita tilaaja pitää itselleen tärkeänä, kuten urakka-aikaa koskevat erityiset vaatimukset ja urakoitsijan valinnan kriteerit.

URAKKASOPIMUS

Urakkasopimuksella määritellään sopimuspuolten urakkasuoritukseen liittyvät oikeudet ja velvollisuudet. Se laaditaan kirjallisesti yleisesti hyväksytyjä sopimuslomakkeita käyttäen. Urakkasopimukseen liitetään lisäksi yleiset sopimusehdot ja muut tarpeelliset asiakirjat.

MÄÄRÄLASKELMA, PIIRUSTUKSET JA TYÖSELOSTUKSET

Määrälaskelman avulla voidaan seurata rakennuskustannuksia ja se voidaan teettää myös ulkopuolisella. Määrälaskelma auttaa lisäksi urakoiden kilpailuttamisessa.

Piirustusten avulla esitetään rakennuskohteen mitalliset ominaisuudet, kuten muoto, sijainti, laajuus ja tarkat mitat. Työselostuksessa esitetään yhden tai useamman työläjien suorituksen ohjeet. Työselostuksia on monia erilaisia, kuten esimerkiksi:

- *Rakennustyöselostus*
- *Elementtityöselostus*
- *Maanrakennustyöselostus*
- *Maalaustyöselostus*
- *Jne. tarpeen mukaan myös muita selostuksia*

LAATUVAATIMUKSET

Laatuvaatimukset määrittävät työn lopputuloksen teknisen laadun. RYL määrittää hyvää rakennustapaa silloinkin, kun osapuolet ovat siitä erimieltä.

KORJAUSHANKKEESTA TIEDOTTAMINEN

Korjaushankkeesta tiedottaminen asukkaille ennen korjaustöiden aloittamista on aina suuri haaste. Korjaushanke, oli se sitten suuri tai pieni, rajoittaa aina jossain määrin ihmisten elämää. Työmiehet joutuvat työskentelemään asunnon sisätiloissa ja koko työmaa muutenkin on ihmisten piha-alueella. Korjaustyöt saattavat aiheuttaa odottamattomia ongelmia, kuten vesikatkoja tai kulkuteiden sulkemisia. Työmaata on liki mahdotonta täysin eristää ympäröivästä alueesta siten, että kukaan ei kokisi häiriötä. Kaiken lisäksi korjaustyö saattaa kestää useita kuukausia, mikä koettelee alueen asukkaiden elämää. Juuri tämän vuoksi tiedottaminen on yksi tärkeimmistä asioista korjaushankkeessa. Ennen korjauksen alkua olisi hyvä pitää niin sanottu alkuinfo, jossa kerrotaan yleisesti korjauksen laajuudesta, kestosta ja mahdollisista vaikutuksista asukkaiden arkeen. Tiedottamista ei suinkaan pitäisi lopettaa tähän, vaan se tulisi pitää mukana koko hankkeen ajan. Kaikista vähänkin suuremmista ja asukkaiden elämään vaikutta-

vista asioista, esimerkiksi pihatien kaivamisesta, vesikatkoksista tai meluisista työvaiheista pitäisi tiedottaa asukkaille hyvissä ajoin. Tiedottaminen lisää työmaan turvallisuutta, asukkaiden viihtyvyyttä ja ylipäättään koko hankkeen sujuvuutta. Tiedottaminen on yleensä urakoitsijan vastuulla ja sen voi hoitaa esimerkiksi ilmoitustaululla, postilaatikoon jaettavilla tiedotteilla, tekstiviesteillä puhelimeen tai taloyhtiön nettisivuille. Tiedottaminen olisi hyvä määritellä selkeästi jo tarjouspyyntöaineistossa, jotta varmistetaan osakkaiden yhdenvertaisuus ja kaikkien ihmisten tyytyväisyys.

ASUNTO-OSAKEYHTIÖN OSAKKAIDEN VELVOLLISUUDET URAKAN ELINKAAREN AIKANA

Ennen urakan aloittamista osakkaiden tulisi vastata mahdollisiin urakkaa koskeviin kyselyihin ja tehdä muutkin urakan aloittamisen kannalta välttämättömät asiat. Arkiset maksut tulisi myös hoitaa, samoin kuin ilmoitusvelvollisuus mahdollisista epäkohdista. Osakkaiden olisi hyvä osallistua yhtiökokouksiin ja valita urakan vastuuhenkilöt taloyhtiöstä. Nämä vastuuhenkilöt sitten toteuttavat urakan suurelta osin taloyhtiön puolelta ja tekevät mahdolliset urakkaa koskevat päätökset.

Osakkaiden velvollisuudet urakan aikana ja sen jälkeen ovat melko lailla samankaltaiset kuin ennen urakkaakin. Osakkaiden pitää edelleenkin hoitaa arkiset maksut ja ilmoitusvelvollisuutensa samoin kuin osallistua yhtiökokouksiin ja valita vastuuhenkilöt, mutta heidän tulee myös sitoutua alkaneeseen urakkaan ja noudattaa yhteisesti sovittuja pelisääntöjä (pitää ovet auki sovittuina aikoina, siirtää tavarat suojaan, pitää kulkutiet vapaina jne.). Osakkaiden tulisi myös ilmoittaa urakoitsijalle mahdollisista epäkohdista ja samalla osittain valvoa työn laatua sekä koko urakkasuoritusta. Osakkaiden olisi lisäksi hyvä malttaa rauhassa odottaa mahdollisia takuukorjauksia urakan jälkeen. Mikäli nämä kaikki edellä mainitut asiat tapahtuvat ja kaikki osakkaat noudattavat niitä, sujuu urakka todennäköisesti leppoisasti ilman suurempia ongelmia.

TAKUUAIKA

Rakennuskohteen takuu aika on yleensä 2 vuotta, ellei sopimuksissa ole muuta sovittu. Se alkaa kohteen vastaan- tai käyttöön otosta ja pitää sisällään myös lisä- ja muutostyöt. Urakoitsija on velvollinen korjaamaan takuuajana ilmenneet virheet, ellei hän sitten pysty osoittamaan niiden aiheutuneen käyttäjästä ja hänen toimistaan. Tämän 2 vuoden takuuajan jälkeenkin urakoitsija on vielä velvollinen korjaamaan 10 vuoden aikana havaitut mahdolliset törkeät virheet, joita ei ole voinut huomata 2 vuoden takuuajana. Edellä mainitun 2 vuoden takuuajan lopussa, kuitenkin aikaisintaan kuukautta ennen takuuajan päättymistä, tulisi pitää takuutarkastus, jossa käydään läpi asukkaiden havaitsemat virheet ja viat. Tästä takuutarkastuksesta pitää myös lähettää takuutarkastuspöytäkirja asukkaille viimeistään 14 päivän kuluessa takuutarkastuksesta.

LÄHTEET

HILMA Julkiset hankinnat. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö. <http://www.hankintailmoitukset.fi/fi/>. 28.11.2012.

RAKENTAMISEN PUHTAUDENHALLINNALLA TERVEELLISEMMÄT TYÖMAA-OLOSUHTEET RAKENTAJILLE JA PUHTAAT TILAT KÄYTTÄJILLE

Juha Takkunen, TPA Andersson Oy

Sisäilmastoluokitus 2008 -asiakirja toimii rakennuttajan, käyttäjien ja suunnittelijoiden työvälineenä valmiin rakennuksen sisäilmaston tavoitetasojen määrittämisessä (Sisäilmayhdistys 2008). Sisäilmastoluokituksen mukaisella rakennustöiden puhtausluokka P1:llä varmistetaan, että rakennuksen tilat ovat puhtaat kun se luovutetaan tilaajalle, eikä rakennuksen käytön aikana sisäilmaan kulkeudu rakentamisesta peräisin olevia epäpuhtauksia. Toimivalla puhtaudenhallinnalla parannetaan myös työmaan turvallisuutta.

SISÄILMASTOLUOKITUS JA RAKENTAMISEN PUHTAUSLUOKKA P1

Rakentamisen puhtausketjun tulee olla katkeamaton suunnittelusta käyttöön ottoon saakka, siksi hyvän sisäilman vaatimukset tulee ottaa huomioon jo hankesuunnitelmassa. Puhtaudenhallinta tulisi huomioida viimeistään luonnossuunnitteluvaiheessa. Pelkkä sisäilmastoluokan tai puhtausluokan mainitseminen asiakirjoissa ei riitä, vaan puhtaudenhallinta on kuvattava asiakirjoissa selkeästi vaatimuksineen purkuvaiheesta vastaanottoon.

Sisäilmastoluokituksen käyttäminen peruskorjauskohteissa asettaa haasteita hankkeen puhtaudenhallinnan suunnittelulle ja toteutukselle. Aina ei voida määritellä peruskorjauskohteen tavoitteeksi sisäilmastoluokaksi S1 tai S2-luokkaa. Tämä ei kuitenkaan estä puhtausluokan P1 käyttämistä rakentamisen aikana.

Selkeä kuvaus vaaditusta puhtaustasosta rakentamisen eri vaiheissa mahdollistaa puhtauden arvioinnin sekä dokumentoinnin hankkeen eri vaiheissa. Puhtaudenhallinnan puutteellinen kuvaaminen tarjouspyyntöasiakirjoissa vaikeuttaa urakoitsijoiden tarjouslaskentaa ja saattaa johtaa rakentamisen aikana ristiriitoihin rakennuttajan ja urakoitsijoiden välillä. Vaikeuksia on kokemusten mukaan erityisesti toimintakoevaiheen ja vastaanottovaiheen puhtauden todentamisessa. Puhtaustasovaatimusten riittävällä kuvauksella ja säännöllisellä arvioinnilla varmistetaan puhtaudenhallinnan onnistuminen. Lopputuloksena on puhdas lopputuote ja turvallisempi työympäristö rakentamisen aikana.

PURKUVAIHEEN PUHTAUDENHALLINNALLA JÄTTEET JA PÖLY KURIIN

Työmaan puhtaudenhallinta peruskorjauskohteessa alkaa jo ennen purkutyön käynnistämistä. Saneerattava alue osastoidaan ja alipaineistetaan. Jäivät pintamateriaalit sekä laitteet suojataan vaurioitumiselta ja likaantumiselta annetun ohjeistuksen mukaisesti. Purkujätteet poistetaan työmaalta ajantasaisesti ja varastoidaan ulkoalueella lavoilla jäte-

jakeen mukaan. Purkujätteitä ei varastoida työmaalla (kuva 1). Purkujäte tulee poistaa työmaalta niin, ettei sen kuljetuksen aikana ympäristöön leviä pölyä.

Työmaan alipaineistuksesta tulee huolehtia erityisesti niissä kohteissa, joilla on rajapintaa käytössä olevien tilojen kanssa. Rajapinnan tulee olla niin tiivis, ettei riskiä pölyn leviämisestä käytössä oleviin tiloihin synny (kuva 2). Rajapinnan tiiviyyttä voidaan varmistaa myös työmaan alipaineistuksella. Purkutöiden aikana työmaan ilmanvaihtoluvun tulisi olla noin 6-8 /h ja alipaineen käytössä oleviin tiloihin noin 10 - 20 Pa. Alipaineistuksen yhteydessä on aina huolehdittava korvausilman ohjaamisesta työmaalle hallittuja reittejä pitkin, ettei hallitsemattomia virtauksia synny esimerkiksi rakenteiden läpi.

Purkuvaiheen valmistuttua kaikki tilat siivotaan purkutyöstä aiheutuneesta hienosta irtoliasta ja pölystä kaikkien pintojen osalta ennen varsinaisten rakennustöiden aloit-



Kuva 1. Työmaan jätehuollon laiminlyönti vaikeuttaa myös työmaan siivousta.



Kuva 2. Raskas purkutyö tuottaa ilmaan runsaasti pölyä – peruskorjauskohteissa rajapinnan tiiviys ja työmaan alipaineistus on tärkeää.

tamista. Näin varmistetaan, ettei puretuista rakenteista syntyneitä epäpuhtauksia jää pinnoille kiertämään varsinaisen rakentamisen ajaksi. Erityisen tärkeää tämä on mikrobivaurioituneissa kohteissa. Ohjeita kosteusvauriokohteiden purkuun löytyy esim. Ratu-kortista ”Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku” (Ratu 82-0383).

RAKENNUSPÖLY

Työmailla kiinnitetään työturvallisuuteen yhä enemmän huomiota. Rakennustyömaan sisäilmassa on kuitenkin paljon hiukkasmaisia epäpuhtauksia, joita vastaan ei käytännössä suojauduta lainkaan. Rakennuspöly on hyvin usein kvartsia sisältävää betonipölyä. Työmaan sisäilmassa voi olla kuitumaisia epäpuhtauksia eristystyöstä, tiili- ja kivipölyä piikkaus- ja tasoitetyöstä sekä puupölyä. Rakennuspöly on hiukkaskooltaan erittäin pientä ja se saattaa joutua syvälle hengityselimiin. Pienimmät hiukkaset kulkeutuvat aina verenkiertoon saakka.

Rakennuspöly voi aiheuttaa ärsytysoireita, allergisia oireita ja kvartsin sekä kovapuu-pölyn osalta myös syöpää. Epäorgaanisen pölyn osalta haitalliseksi tunnettu pitoisuus 8 tunnin altistumisen osalta on 10 mg/m³. Rakennustyömaan ilmanlaadun arvioimista hankaloittaa ilmassa olevan pölyn koostumus (orgaaninen puupöly ja epäorgaaniset kivipölyt). Pölyn havainnoiminen ilmasta on vaikeaa, eikä helppoa ja edullista menetelmää ilman hiukkaspitoisuuden mittaamiseen ole. Siksi työmaan ilmanlaadun mittarina voidaan pitää pinnoilla olevan pölyn määrää.

TYÖMAAN PÖLYNHALLINTA

Tehokkain pölynhallinnan keino työmaalla on estää pölyn syntyminen. Työtapoja suunniteltaessa tulee miettiä, voidaanko työtehtävässä käyttää pölyämättömiä menetelmiä. Pölyn leviäminen työpisteestä ympäristöön on aina estettävä mahdollisimman lähellä sen syntypistettä. Pölyn leviämistä voidaan vähentää kohdepoistolaitteilla varustetuilla työvälineillä. Yksin kohdepoistolaitteiden käyttö ei kuitenkaan takaa pölynhallinnan onnistumista. Työmaalla saattaa törmätä toimimattomiin kohdepoistolaitteisiin ja syyksi paljastuu laitteen riittämätön huolto esimerkiksi suodatinten osalta.

Mikäli pölyn syntymistä ei voida estää eikä työvälineeseen ole saatavissa kohdepoistolaitetta, tulisi pölyn leviäminen työskentelypisteestä estää esimerkiksi osastoinnilla ja matalapaineisella kohdepoistolaitteella (kuva 3). Matalapaineisen kohdepoistolaitteen tehtävää voi hoitaa alipaineistaja tai il-



Kuva 3. Osastoitus ja alipaineistettu sekoituspiste estää pölyn leviämisen työmaalle.

manpuhdistaja. Alipaineistajalla poistoilma voidaan ohjata joko ulos rakennuksesta tai HEPA 13 -suodattimen läpi takaisin työmaan ilmaan. Ilmanpuhdistusmenetelmästä riippumatta, suodatinluokan riittävydestä on aina huolehdittava, mikäli ilma johdetaan käytössä oleviin tiloihin tai työmaalle. Johdettaessa alipaineistajan ilma ulos, tulee suodatinta valittaessa huomioida ympäröivät kiinteistöt raitisilmaottoineen sekä mahdollinen työmaa- tai käyttäjäliikenne.

Peruskorjaustyömailla pölynhallinnan merkitys korostuu, mikäli ympäröivät tilat ovat käytössä. Tehokkaalla pölynhallinnalla pölyn leviämisen riski käytössä oleviin tiloihin pienenee. Osastointia rakennettaessa on erityisen tärkeää huomioida myös alakaton yläpuoliset rakenteet ja tekniikan läpiviennit, jotta rajapinnasta saadaan todella pitävä.

Työmaan pölynhallinnan tärkeänä osatekijänä on myös työmaan siivous (kuva 4). P1 työmaalla siivouksen tehtävänä on poistaa työtä haittaavaa irtolikaa ja pölyä. Pölyn vähäisempi määrä pinnoilla parantaa myös työmaan ilmanlaatua ja vähentää pölyn leviämisen riskiä käytössä olevalle puolelle. P1 työmaalla jokainen urakoitsija huolehtii omat jätteensä jäteastioihin. Työpisteiden siisteydestä ja sijoittelusta huolehditaan, jotta työmaa pysyy siistinä ja siivottavissa.

TYÖMAAN PUHTAUDENHALLINTA JA ARVIOINTI VASTAANOTTOVAIHEEN AIKANA

P1 työmaan puhtaustaso nousee rakentamisen edetessä. Puhtaustasoa tulisi arvioida ja dokumentoida jo rakentamisen aikana, mutta ennen ilmanvaihdon toimintakokeiden aloitusta tulee suorittaa tilojen puhtauden arvioiminen Sisäilmastoluokituksen raja-arvojen todentamiseksi. Työmaa-alueen kaikki näkyvät ja ei-näkyvät pinnat arvioidaan toimintakoealueen osalta. Pinnoilla ei saa olla hienoa irtolikaa tai pölyä, joka voisi nousta ilmaan kosketuksen tai ilmavirtojen seurauksena. Menettelyllä varmistetaan, ettei puhtaana rakennettuun P1 puhtaustasokokluokan ilmanvaihtolaitteistoon kulkeudu ra-



Kuva 4. Puhtaudenhallinnalla työskentelyolosuhteet työmaalla paranevat.

kentamisestä aiheutunutta pölyä toimintakoevaiheessa. Rakennuksen pintojen ja ilmanvaihtolaitteiston pintapölyn määrää voidaan arvioida geeliteippimenetelmällä, jolloin tilanteesta saadaan objektiivisia mittaustuloksia. Toimintakoevaiheeseen Sisäilmastoluokitus 2008 antaa pintapölylle raja-arvon 5 % geeliteippimenetelmällä mitattuna kaikille pinnoille lukuun ottamatta lattiapintoja. Raja-arvo koskee myös piiloon jääviä pintoja esimerkiksi alakaton yläpuolella. Jotta vaadittu puhtaustaso saavutetaan ja sitä voidaan ylläpitää, ovat rakennustyöt toimintakokeiden alkaessa valmiit ja tiloissa tehdään enää pieniä viimeistely-, mittaus- ja säätötöitä. (Sisäilmayhdistys 2008.)

Vastaanotto puhtaus tulee arvioida ja dokumentoida hankkeen urakka-asiakirjoissa määritellyllä tavalla. Arviointi kattaa kaikki näkyvät ja ei-näkyvät pinnat, mutta alakaton yläpuolisia pintoja ei tarkasteta uudelleen, ellei ole syytä olettaa toimintakoevaiheen puhtauden petteä ja alakaton yläpuolisten pintojen likaantuneen toimintakoevaiheen siivouksen jälkeen. Tällaisissa tapauksissa myös ilmanvaihtolaitteiston puhtaus voidaan arvioida uudelleen. Tämän kaltaisen tilanteen tunnistamiseksi työmaan puhtaustasoa tulisi arvioida myös toimintakoevaiheen aikana ennen vastaanotto puhtauden arviointia. Toimintakoevaiheessa puhtaudenhallinnan merkitys korostuu, jotta saavutettu puhtaustaso säilytetään ja toisaalta mahdollistetaan loppusiivousurakoitsijalle olosuhteet, jossa vastaanotto puhtaus voidaan saavuttaa. Jokainen urakoitsija huolehtii töistä aiheutuneiden jälkien siivoamisesta välittömästi toimintakoe puhtaissa tiloissa, eikä pölyäviä töitä tehdä toimintakoealueella. Vastaanotto siivouksen valmistuttua Sisäilmastoluokituksen mukaiset pintapölyarvot ovat tasopintojen osalta 1 % ja lattiapintojen osalta 3 %. Vaatimustasoa on käytännössä täysin mahdoton saavuttaa, mikäli tiloissa työskennellään loppusiivouksen aikana. Myös loppusiivousurakoitsijan menetelmien ja välineiden on oltava asianmukaisia vaaditun lopputuloksen saavuttamiseksi. Vastaanotto puhtaissa tiloissa pinnoilla ei ole irtolian ja pölyn lisäksi kiinnittynyttä likaa tai tahroja, vaan tilat ovat kaikilta osin puhtaat.

KATKEAMATON PUHTAUSKETJU

Sisäilmastoluokituksen käyttö asettaa haasteita rakentamiseen erityisesti peruskorjauskohteissa suunnittelusta toteutukseen. Rakentajat saavat nauttia paremmista työskentelyolosuhteista kun P1 puhtausluokkaa toteutetaan onnistuneesti toteutusvaiheessa ja sisäilmanlaatu paranee valmiissa rakennuksessa. Kokonaisuudessaan sisäilmastoluokituksen mukaisen rakentamisen toteutuksen kuluja ja hyötyjä on vaikea mitata eikä tutkimustuloksia aiheesta ole. Valitettavasti taloudellisia hyötyjä tutkitaan usein hyvin lyhyellä aikajanelalla, kun P1 rakentamisella pyritään pitempiä aikaisia hyödyn saavuttamiseen rakennuksen koko elinkaaren ajalle.

LÄHTEET

Ratu 82-0383. Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sisäilmayhdistys. 2008. Sisäilmastoluokitus 2008 : sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Espoo: Sisäilmayhdistys

2 KORJAUSRAKENTAMISEN ALKUPÄÄN MALLINTAMINEN

OPINNÄYTETYÖ KORJAUSRAKENTAMISEN TARVE- JA HANKESUUNNITTELUSTA AMMATTIOMISTUKSESSA JA ASUNTO- OSAKEYHTIÖSSÄ

Insinööriopiskelija Jarmo Tuupanen, insinööriopiskelija Jaakko Suibko & yliopettaja Hannu Tyrväinen, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu

Opinnäytetyömme tavoitteena oli kuvata korjausrakentamisen tarve- ja hankesuunnitteluvaiheet asunto-osakeyhtiössä ja ammattiomistuksessa. Alkuperäinen tarkoituksemme oli tehdä kaksi erillistä opinnäytetyötä siten, että toinen meistä olisi tehnyt opinnäytetyön korjausrakentamisen alkupään prosessimallista asunto-osakeyhtiössä ja toinen ammattiomistuksessa. Huomasimme kuitenkin heti työn alussa, että aiheet liittyvät niin läheisesti toisiinsa ja erot prosessimallien välillä niin pienet, että meidän oli lopputuloksen kannalta järkevämpi tehdä opinnäytetyömme yhdessä, yksiin kansiin.

Opinnäytetyöhön haastateltiin kymmentä henkilöä, jotka edustivat korjausrakentamisen eri osapuolia. Haastattelussa käytettiin kyselylomaketta ja nauhuria. Kysymykset koskivat korjausrakentamisen laatua ja yhteistyön toimivuutta osapuolten välillä sekä muita keskeisiä kysymyksiä korjaushankkeen alkuvaiheista. Haastattelussa keskityttiin myös rakentamisvaiheen aikaisiin ongelmiin, koska ne johtuvat usein korjaushankkeen suunnitteluvaiheen puutteellisuudesta.

OPINNÄYTETYÖN ETENEMINEN KEVÄÄN AIKANA

Opinnäytetyöprosessimme alkoi maaliskuussa 2012, kun tuleva opinnäytetyöohjaajamme tuli luokkaamme esittelemään korjausrakentamisen kehitysprojektia (Korak). Projektilla oli tarjolla opinnäytetyön aihe korjausrakentamisen alkupään prosessimallintamisesta asunto-osakeyhtiössä ja ammattiomistuksessa olevissa kohteissa. Kiinnostuimme välittömästi aiheesta ja lähetimme hänelle vapaamuotoisen hakemuksen, jossa kerroimme kiinnostuksesta opinnäytetyön aihetta kohtaan sekä lyhyesti itsestämme. Saimme ohjaajaltamme tiedon seuraavalla viikolla, että meidät oli valittu opinnäytetyön tekijöiksi.

Sovimme opinnäytetyön toteutusajankohdaksi huhtikuun alusta lokakuun alkuun, jolloin valmis opinnäytetyö tuli palauttaa opinnäytetyön ohjaajallemme. Laadimme kuitenkin tiukemman aikataulun työn toteuttamisen suhteen itsellemme.

Aloitimme tiedonkeruun ja opinnäytetyösuunnitelman tekemisen huhtikuun alussa. Ensimmäisen viikon aikana olimme saaneet kaikki tarvittavat lomakkeet toimitettua koululle ja toisella viikolla opinnäytetyösuunnitelma oli valmis. Huhtikuun toisella viikolla pystyimme aloittamaan varsinaisen opinnäytetyön tekemisen. Teimme keskimäärin seitsemän tunnin pituisia päiviä ja saimme opinnäytetyön viitekehysten karkean rungon valmiiksi noin kahdessa viikossa.

Työ lähti huhtikuun alussa todella hyvin käyntiin ja saimme paljon aikaan, koska muun koulutyön loputtua pystyimme keskittymään työhön täysipäiväisesti. Opinnäytetyön tekemisen ajankohta oli mielestämme hyvin valittu, koska motivaatio oli korkealla. Opinnäytetyöohjaajamme ohjasi meitä varsinkin alkuvaiheessa paljon ja antoi meille materiaalia työtä varten. Hän oli aina tavoitettavissa ja antoi paljon aikaansa meidän ohjaamiseen.

Haastattelukysymysten laatimisessa meillä oli aluksi vaikeuksia muodostaa opinnäytetyötä tukevia kysymyksiä. Teimme alustavan luonnoksen kysymyslomakkeista, joihin ohjaajamme antoi korjausehdotukset. Korjasimme havaitut puutteet ja aloimme sopia haastatteluajkoja puhelimitse huhtikuun lopussa.

Haastatteluiden toteutuksessa kaikki meni hyvin. Kaikki kymmenen henkilöä, joilta pyysimme haastattelua, suostuivat siihen mielellään lyhyellä varoitusajalla. Nauhurin käyttäminen haastattelulomakkeen tukena oli hyvä päätös, koska saimme syntyneen keskustelun avulla huomattavasti laajemmat kommentit kysymyksiimme. Esiin nousi muitakin tärkeitä korjausrakentamiseen liittyviä aiheita ja ongelmia. Olimme molemmat paikalla haastattelujen aikana, mikä osaltaan paransi haastattelujen aikana käytyjä keskusteluja.

Kysymyksissä ja kysymyslomakkeissa olisi ollut vielä hiottavaa, mikä tuli esille haastatteluiden tuoman kokemuksen myötä. Kysymysten tarkentaminen ja oikeat sanavalinnat olisivat vähentäneet tulkinnanvaraa, eikä meidän olisi tarvinnut tarkentaa niitä haastattelutilanteissa niin paljon.

Toukokuun alussa aloitimme haastatteluissa saatujen lomakkeiden sekä tallennettujen äänitteiden analysoinnin. Teimme lomakehaastattelussa olleista kysymyksistä selkeitä kuvioita ja pylväsdiagrammeja sekä kirjoitimme tulokset opinnäytetyöhön. Johtopäätökset ja pohdinnan saimme valmiiksi toukokuun puolessa välissä. Viimeistelimme työn koulujen alkaessa syyskuussa korjaamalla kielioppia ja ulkoasua.

Haastatteluiden toteuttaminen oli meille molemmille uusi ja mielenkiintoinen asia. Niitä oli mukava tehdä ja jokaisen keskustelun tuloksena opimme uusia asioita korjausrakentamisesta. Haastatteluja helpotti se, että haastateltavat olivat ystävällisiä, helposti lähestyttäviä ja yhteistyöhaluisia.

Saimme työn edetessä idean korjaushankkeen tiedottamisen ja seurannan virtuaalisesta apuvälineestä, joka on kuitenkin vielä ajatuksen tasolla ja kaipaa jatkokehittämistä. Havaitimme, että tiedottaminen ja informaation kulku eri osapuolten välillä on tärkeää ja siinä on haastateltujenkin mielestä puutteita. Tietotekniikan laajempi hyödyntäminen korjaushankkeessa on mielestämme perusteltua tulevaisuudessa.

OPINNÄYTETYÖN KESKEISET TULOKSET

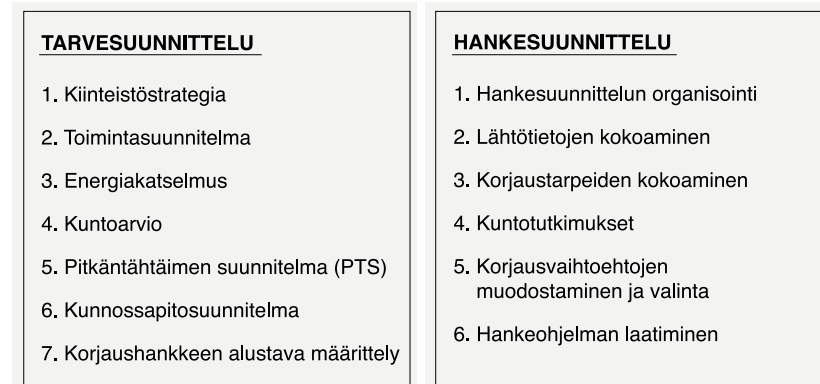
Keskeisin haastatteluissa esille noussut asia oli lähtötietojen ja ennakkotutkimusten tärkeys. Riittävän hyvät ja laajat kuntotutkimukset ja ennakkoselvitykset takaavat hyvän

lopputuloksen ja vähentävät ylikorjaamista sekä yllättävien lisä- ja muutostöiden syntyä. Kävi ilmi, että pahimmillaan tilaaja olisi purkanut rakennuksen jos olisi tiennyt ennen korjaushankkeen aloittamista, kuinka huonossa kunnossa kiinteistö todellisuudessa on.

Yhteistyön ja tiedottamisen merkitys on korjaushankkeessa erittäin suuri ja haastattelujen perusteella etenkin tiedottamista tulisi lisätä huomattavasti. Mielestämme yhteistyötä voisi kehittää luomalla virtuaalisen salasanalla suojatun sivuston, jonne kaikilla korjaushankkeen osapuolilla olisi pääsy. Sivustolle päivitetäisiin korjaushankkeen kulua koskevaa informaatiota, josta esimerkiksi tilaaja ja korjauskohteen asukkaat voisivat nähdä, missä vaiheessa hanke on menossa.

Hyvällä kiinteistöstrategialla voidaan ennakoida tulevaa korjaustarvetta. Tähän asiaan apua on tuonut asunto-osakeyhtiöissä pakolliseksi tullut pitkän aikavälin kunnossapitosuunnitelma eli PTS. Meille heräsi kysymys, voisiko pakollista PTS:aa soveltaa myös ammattiomistuskohdeissa.

Seuraava kuvio 1 esittää tarve- ja hankesuunnittelun vaiheet siinä järjestyksessä, kuin ne on opinnäytetyössämme esitetty.



Kuvio 1. Tarve- ja hankesuunnittelun vaiheet (Kiviniemi ym. 1995, 23-25 mukailen).

LOPUKSI

Kokonaisuutena opinnäytetyö oli hyvä ja opettavainen kokemus. Olemme oppineet työn aikana paljon uusia asioita tarve- ja hankesuunnittelusta sekä opinnäytetyöprosessin kulusta. Mielestämme tavoitteemme onnistui hyvin ja saimme koottua tiiviin, mutta kattavan paketin korjaushankkeen tarve- ja hankesuunnittelusta asunto-osakeyhtiössä ja ammattiomistuksessa. Työstä käy ilmi myös kymmenen Pohjois-Karjalassa vaikuttavan rakennusalan ammattilaisen mielipiteet korjausrakentamisen laadusta, yhteistyön toimivuudesta sekä muista ajankohtaisista asioista.

LÄHTEET

Kiviniemi, M., Karjanlahti, H., Himanen, H., Karppinen, A. & Tanninen-Ahonen, T. 1995. Korjaushankkeen laadun ja palvelujen kehittäminen. Helsinki: Rakennusteollisuuden Keskusliitto.

3 RAKENNUSTEKNISTEN JA –FYSIKAALISTEN KORJAUS- RAKENTAMISRATKAISUJEN SELVITTÄMINEN

RAKENNUSFYSIKAALISET KENTTÄTUTKIMUKSET

Projekti-insinööri Aki Hytönen, Savonia-ammattikorkeakoulu

TAUSTAA

Korjausrakentamisen laadunvalvontamittaukset ovat yleistyneet, koska rakennusten energiatehokkuuteen sekä kosteudesta aiheutuvien haittojen torjuntaan on kiinnitetty nykypäivänä yhä enemmän huomiota. Ääneneristävyyden kenttämittauksilla puolestaan todennetaan tilojen toimivuus, niin kuin ne on ääniteknisesti suunniteltu.

RAKENNUSTEN LÄMPÖKUVAUS

Lämpökuvaus on ainetta rikkomaton rakennusten laadun- ja kunnonarvointimenetelmä. Lämpökuvausta voidaan käyttää yhtenä tutkimusmenetelmänä niin uudisrakennusten laadunvalvontamittauksissa kuin vanhojen rakennusten kuntotutkimuksissakin. Lämpökuvauksella tarkoitetaan pinnan lämpötilajakauman määrittämistä ja kuvaamista mittaamalla pinnan infrapunasäteily ja tulkitsemalla lämpökuva (Ratu 1213-S 2010, 1-2.)

Rakennuksen sisäpinnat eivät koskaan ole tasalämpöisiä. Kaikki havaitut pintalämpötilaerot tai ympäristöstään poikkeavat pintalämpötilat eivät merkitse sitä, että rakenteissa tai eristeissä olisi sillä kohdalla puutteita tai virheitä. Rakenteissa on myös ns. kylmäsiltoja, jotka aiheuttavat luonnostaan pintalämpötilan laskua. Tyypillisesti tällaisia kohtia ovat ulkonurjat ja lattianrajat.

Sisäpuolisessa lämpökuvauksessa rakennuksen nurkat, katon ja seinän sekä lattian liitokset, läpiviennit yms. ovat aina ympäristöään joissain määrin hieman kylmempiä. Rakennusvirheet, kuten eristevirheet tai –puutteet aiheuttavat paikallista pintalämpötilojen laskua. Kastuneet rakenteet aiheuttavat pintalämpötilojen muutoksen samantyyppiseen, kuivaan rakenteeseen verrattuna.

Ulkoseinärakenteiden ilmanpitävyys voi paikoin vaihdella, jolloin rakenteiden vuotokohtien läpi tuleva kylmä ilma jäädyttää rakenteita aiheuttaen vedontunnetta, joka johtuu kylmän ilman liikkeen aiheuttamasta vedosta tai kylmien pintojen aiheuttamasta säteilyvedosta. Painesuhteista riippuen saattaa myös sisäilma kulkeutua rakenteisiin. Ulkopuolelta mitattuna eristevirheet ja kylmäsiltoja näkyvät ympäristöään lämpimämpinä.

Lämpökuvauksella voidaan määrittää nopeasti rakenteita rikkomatta lämpövuotokohdat sekä havaita, onko kyseessä eristyspuute, ilmavuoto, kylmäsilto tai joissakin tapauksissa myös kosteusvaurio. Lämpökuvauksella voidaan määrittää nopeasti suurien pintojen pintalämpötilajakauma. (Ratu 1213-S 2010, 2.)

Lämpökuvauksen tarkoituksena on määrittää rakennuksen kunnon- tai laadunvalvonnassa ulkovaipan lämpötekniinen kunto, lämmöneristyskerroksen toimivuus ja rakenteellinen tiiviys (ilmanpitävyys). Lämpökameran avulla voidaan samalla selvittää muita rakennuksen ja rakenteiden toimivuuteen sekä olosuhteisiin ja asumisviihtyvyyteen liittyviä tekijöitä, kuten ilman virtausreitit, rakenteiden fysikaalista toimintaa, tietyin edellytyksin kosteusvaurioita ja LVIS-laitteiden toimintaa. (Ratu 1213-S 2010, 2.)

OHJEARVOJA

Taulukossa 1 on esitetty huonetilojen ja huoneilman ohjearvot. Ohjearvot perustuvat mittausolosuhteisiin, joissa ulkoilman lämpötila on - 5 °C ja sisäilman lämpötila 21 °C. Jos mittausolosuhteet poikkeavat vertailuolosuhteista (- 5 °C, 21 °C), voidaan mitattuja pintalämpötiloja verrata ohjearvoihin lämpötilaindeksiä käyttäen.

Ohjearvojen hyvä taso vastaa pääosin uudisrakentamiselle asetettuja, rakentamismääräyskokoelman mukaisia vähimmäisvaatimuksia. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen kunnossapidossa ja käytössä tulee pyrkiä vähintään tähän tasoon. Ohjearvojen välttävän tason alittuminen voi aiheuttaa terveyshaittaa.

Asumisterveysohjeen pintalämpötilojen ohjearvot on asetettu mahdollisten terveyshaittojen kannalta. Ohje ei ota kantaa rakennusvirheisiin. Yleisesti hyväksytyt rakenteelliset ratkaisut (esim. nurkkaikkunat, yksinkertainen parvekeovi, ovien ja ikkunoiden tiivisteet jne.) voivat johtaa siihen, että välttävä taso ei täyty. Mikäli valitun ja hyväksytyyn rakennusratkaisun pintalämpötilat todennäköisimmin tulevat alittamaan kriteerit, voidaan näillä kohdin kriteeriä tarvittaessa väljentää, jos lämpöviihtyvyyden aleneminen voidaan korvata muulla tavoin eikä siitä aiheudu haittaa käyttäjille tai rakennukselle. Pääsääntöisesti käytetty minimikriteeri (TI=61 %) tulisi kuitenkin saavuttaa.

Rakentamismääräyskokoelmassa todetaan, että rakenteiden tulee toimia kosteus- ja lämpötekniisesti siinä käyttötarkoituksessa, johon ne on suunniteltu. Tulosten tulkinnan lähtökohdaksi on ensi sijassa tilan käyttötarkoituksen ja toiminnan vaatimat olosuhteet. Tämä otetaan huomioon, kun kohteena on muu kuin asuin- tai työtila tai niihin verrattava oleskelutila.

Johtopäätöksiä ja korjausluokituksia määritettäessä täytyy ottaa huomioon, kuinka laaja pintalämpötilapoikkeama on ja aiheutuuko siitä mahdollisesti joitain muita ilmiöitä, joita kameralla ei suoraan nähdä, esim. liian voimakas veto. Jos pintalämpötila on sinänsä riittävän korkea, mutta ilmavirtaus on suuri ja/tai vika on koko seinän ja lattian liitoksen matkalla, on luonnollista, että poikkeama on syytä luokitella tiukemman kriteerin kautta ja käyttää mahdollisesti apuna muita mittauksia (vetomittaus, painekoe tai tiiviysmittaus).

Kosteus- ja homevaurioiden paikantaminen sekä talotekniikan vikojen paikantaminen lämpökuvauksella jää aina kuvaajan asiantuntemuksen ja kokemuksen varaan ja tulkinta on tapauskohtainen.

Taulukko 1. Lämpötilojen, lämpötilaindeksien ja ilman virtausnopeuden ohjearvoja (Asumisterveysohje 2003, 17.)

Taulukko 1. LÄMPÖTILOJEN, LÄMPÖTILAINDEKSIEN JA ILMAN VIRTAAUSNOPEUDEN OHJEELLISIA ARVOJA					
Asunto ja muu oleskelutila	välttävä taso	TI	hyvä taso	TI	
Huoneilman lämpötila (°C)	18 1)2)		21		
Operatiivinen lämpötila (°C)	18 3)		20		
Seinän lämpötila (°C)	16 6)	81	18 6)		87
Lattian lämpötila (°C)	18 2)6)	87	20 6)		97
Pistemäinen pintalämpötila (°C)	11 4)6)	61	12 6)		65
Ilman virtausnopeus 5)	vetokäyrä 3		Vetokäyrä 2		

1) Huoneilman lämpötila ei saa kohota yli 26 °C, ellei lämpötilan kohoaminen johdu ulkoilman lämpimyydestä. Lämmityskaudella huoneilman lämpötilan ei tulisi ylittää 23 - 24 °C.

2) Palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa huoneilman lämpötilan ja operatiivisen lämpötilan välttävä taso on 20 °C sekä lattian pintalämpötilan välttävä taso 19 °C.

3) Keskiarvo standardin SFS 5511 mukaan määriteltynä, kun ulkoilman lämpötila on -5 °C ja sisäilman lämpötila +21 °C. Jos mittausolosuhteet poikkeavat vertailuolosuhteista, käytetään lämpötilaindeksiä.

4) Lämpötilaindeksiä 61 % vastaava pistemäinen pintalämpötila. Lämpötilaindeksi on laskettu lämpötilaindeksin laskentakaavan mukaan vastaamaan 9 °C pintalämpötilaa (huoneilman lämpötilaa 21 °C ja suhteellista kosteutta 45 % vastaava kastepistelämpötila) kun ulkoilman lämpötila on -10 °C ja sisäilman lämpötila 21 °C. Ikkunan, seinämurkkien ja putkien läpiviennin alin hyväksyttävä pistemäinen pintalämpötila.

5) Ilman virtausnopeuden enimmäisarvo, joka määräytyy standardin SFS 5511 kuvan 7 vetokäyrästä.

6) Jos huoneilman lämpötila on < 21 °C pintalämpötiloja mitattaessa, seinän ja lattian sekä pistemäisen pintalämpötilan arvioina käytetään mittaus tuloksista laskettua lämpötilaindeksiä, jota verrataan taulukon 1 arvoihin.

Lämpökuvauksessa havaitut selkeät poikkeamat, jotka vaikuttavat oleellisesti lämpöviivittävyyteen, rakennuksen tai rakenteiden toimivuuteen, pitkäaikaiskestävyyteen tai vaurioitumiseen, raportoidaan aina ja raportissa esitetään niiden korjaamista tai lisätutkimusta.

Tällaisia poikkeamia ovat mm:

- eristeiden puuttuminen, eristysvirheet, ilmansulun vuodot, suuret pintalämpötilojen poikkeamat
- ilmavuodot sisätiloista rakenteisiin
- ilmavuodot sisätiloihin, joista epäillään tulevan epäpuhtauksia sisäilmaan
- laajat kylmät sisäpinnat, jotka voivat aiheuttaa vetoa
- kosteusvaurioepäilyt
- talotekniikan mahdolliset viat ja puutteet

Poikkeamista (lämpötilaindeksi alle 70%) tehdään johtopäätöksiä korjausluokitusarvio, mikäli siitä on tilaajapuolen kanssa toimeksiannon yhteydessä sovittu.

Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus

1 Korjattava

Pinnan lämpötila ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa (ilmavuoto, eristevika). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa (esimerkiksi kosteusvaurio). TI < 61 %

2 Korjaustarve selvitettävä

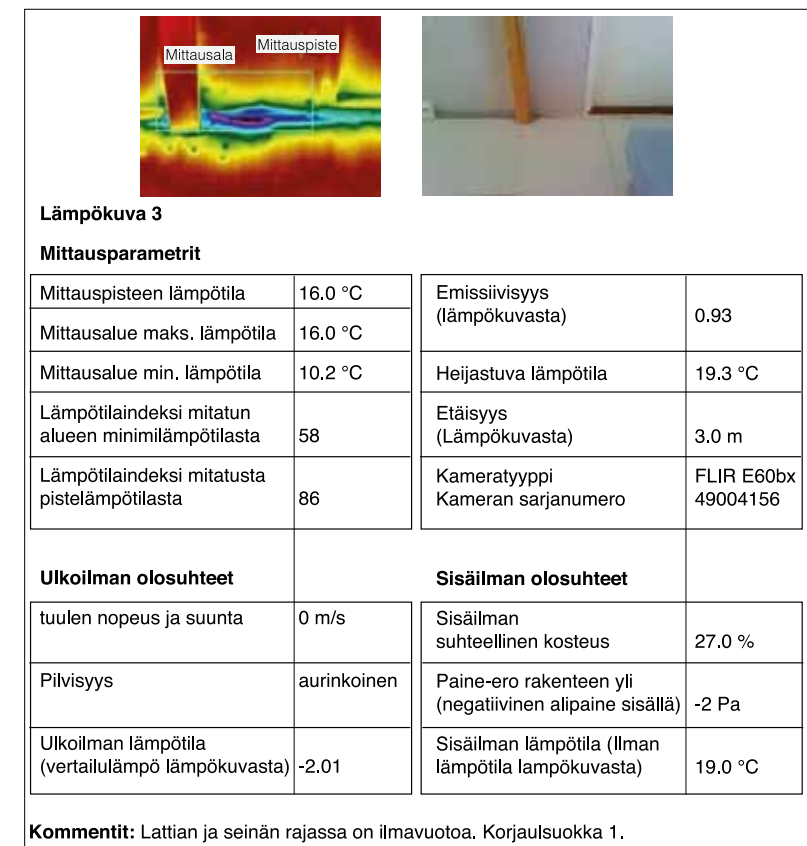
Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän taso, mutta ei täytä hyvää tasoa. TI 61 – 65 %

3 Lisätutkimuksia

Täyttää asumisterveydelle asetetun hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioiden kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan riski. On tarkastettava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia (esim. tiivysmittaus) TI > 65 %

4 Hyvä

Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä. TI > 70 %



Kuva 1. Ote rakennuksen lämpökuvauksen mittausraportista.

RAKENNUSTEN ILMATIIVIYDEN MITTAUS

Rakennuksen vaipan ilmatiiviyys on tärkeä rakenteiden kosteusteknisen toiminnan kannalta, sisäilmaston viihtyvyyden kannalta sekä energiakulutuksen vähentämisen kannalta.

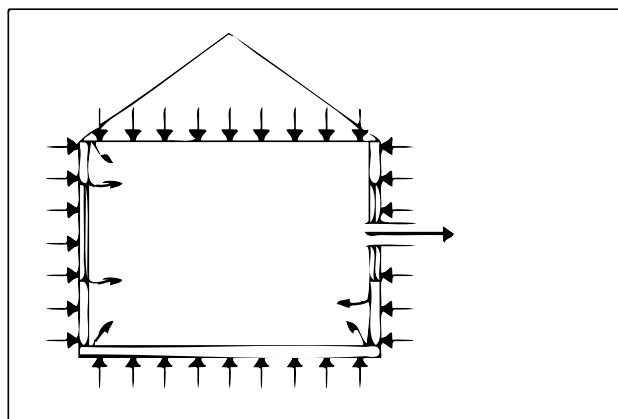
Siirryttäessä entistä paremmin eristäviin vaipparakenteisiin tulee hallitsemattoman vuotoilman kulkeutuminen rakenteen sisään estää, jotta vältetään rakenteiden kosteus, ja homevaurioriskeiltä. Nykyisten asumistottumusten seurauksena sisäilman kosteuslisä voi olla talviaikana jopa 4-5 g/m³ sisäilmassa, jolloin kosteuskonvektion riski kasvaa. Jos vaipparakenteissa on ilmapuoteiteja, voi sisäilman kosteus kulkeutua ilmapuoteiteiden mukana kylmiin rakenteiden osiin ja aiheuttaa kosteusvaurioriskin.

Kylmän ulkoilman virtaaminen sisätiloihin aiheuttaa vedon tunnetta ja pahimmilleen lisää terveyshaittariskejä. Vaipan hyvä ilmanpitävyys parantaa sisäilman laatua, koska vedontunne vähenee ja mahdollisten homeiden, epäpuhtauksien ja haitallisten aineiden kulkeutuminen talon rakenteista, maaperästä ja ulkoilmasta sisäilmaan vähenee. Lisäksi hyvä ilmanpitävyys parantaa rakenteiden kosteusteknistä toimintaa, koska kostea sisäilma ei pääse virtaamaan rakenteisiin ja toisaalta siksi, että kylmä ulkoilma ei pääse jäähtyttämään rakennetta ja aiheuttamaan materiaalikerrosten välisiin rajapintoihin homeen kasvulle otollisia olosuhteita tai kosteuden tiivistymisriskiä.

Hallitsemattomalla vuotoilmalla on suuri vaikutus rakennuksen kokonaisenergiakulutukseen. Esimerkiksi pientaloissa laskennallinen kokonaisenergiakulutuksen lisäys on keskimäärin 4 % jokaista q₅₀ -luvun kokonaisuusyksikön lisäystä kohti. Vuotoilman tarvitseman energian osuus suhteessa kasvaa siirryttäessä matalaenergiarakentamisen suuntaan.

ILMANVUOTOLUKU

Tiiviysmittauksen tuloksena saadaan rakennuksen ilmanvuotoluku q₅₀. Se kertoo rakennusvaipan keskimääräistä vuotoilmaa tunnissa 50 Pa:n paine-erolla kokonaissisämittojen mukaan laskettua rakennusvaipan pinta-alaa kohden [m³/(h m²)] (kuva 2).



Kuva 2. Vaipan tiiviysmittauksen periaate

$A =$ Vaipan ala

$Q_{50} =$ Poistoilmamäärä
50Pa alipaineen ylläpitä-
miseksi tunnin aikana

Ilmanvuotolukua käytetään rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon tarpeen laskennassa sekä energiatodistusta laadittaessa. Ilmanvuotoluku on nykyisissä asuinrakennuksissa keskimäärin neljä. Uusissa rakennuksissa päästään kuitenkin usein alle kahden. Mikäli halutaan käyttää pienempää lukua kuin 4, on se osoitettava mittamalla tai ilmoitusmenettelyllä.

Tiiviysmittauksessa aiheutetaan ulko- ja sisätilan välille 50 Pa:in alipaine (tai ylipaine) ja mitataan paine-eron ylläpitämiseen tarvittava ilmamäärä. Tämä ilmamäärä jaettu tutkittavan tilan kokonaissisämittojen mukaisella rakennusvaipan pinta-alalla antaa tulokseksi ns. ilmapuoteiteiluvun q₅₀. Mitä pienempi on luku, sen parempi ilmatiiviyys.

$$q_{50} = Q_{50}/A$$

missä q₅₀ = rakennuksen ilmapuoteiteiluku 50 Pa paine-erolla [m³/(h m²)]
Q₅₀ = painekokeella mitattu ilmapuoteite 50 Pa paine-erolla [m³/h]
A = rakennuksen/mitattavan osan ulkovaipan ala [m²]



Kuva 3. Teollisuushallin tiiviysmittaus käynnissä Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door tiiviysmittaus-laitteistolla.

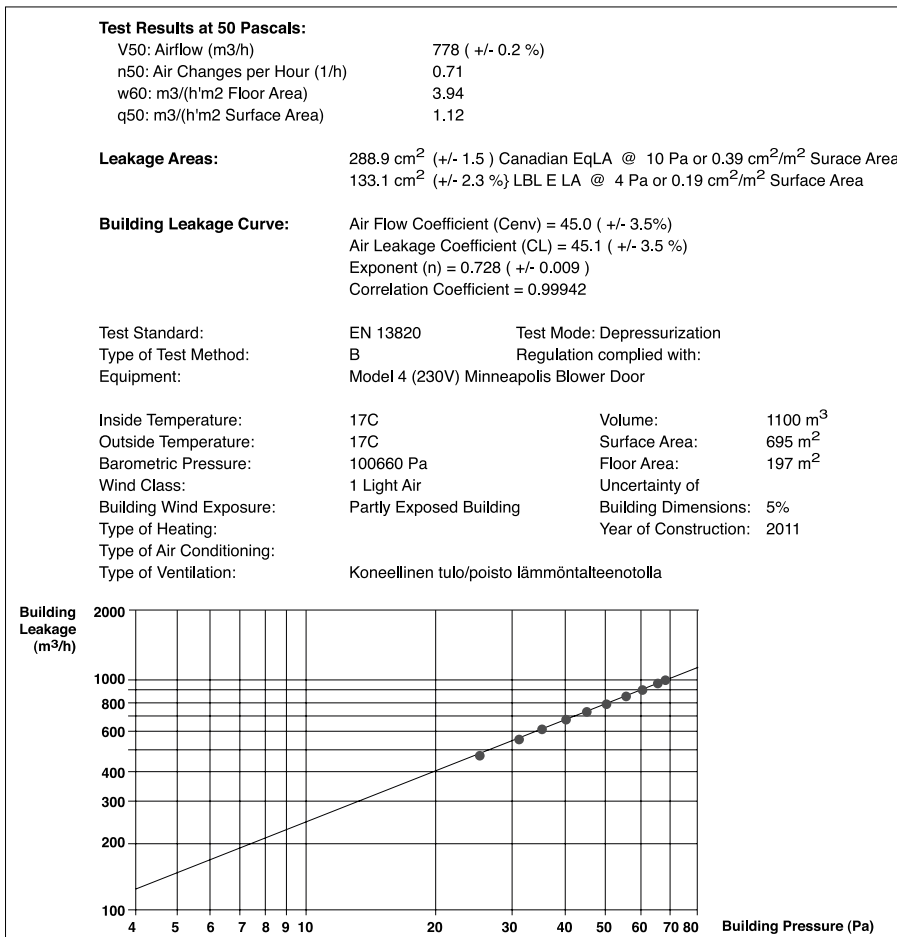
Rakennuksen mitattavaan alueeseen otetaan mukaan kaikki lämmitetyt ja jäädytetyt tilat tai tilat, joissa on koneellinen ilmanvaihto ja sellaiset tilat, jotka selkeästi ovat ilmanpitävän vaipan sisäpuolella (kuva 3).

Ilmanvuotoluvun laskennassa käytettävä rakennuksen vaipan alaan lasketaan ulkoisimpien pinta-ala sisämittojen mukaan laskettuna sekä yläpohjan ja alapohjan ala. Aukkoja ei vähennetä vaipan alasta.

Painekoe suoritetaan Standardin SFS-EN 13829 mukaisella tavalla. Suomessa mitauksissa käytetään yleisesti menetelmää B, jossa kaikki rakennusvaippaan kuuluvat aukot suljetaan mittauksen ajaksi (kuva 4).



Kuva 4. Teollisuushallissa on koneellinen tulo/poistoilmanvaihto. Tiiviysmittauksen ajaksi koneen raitisilma- ja poistoilmakanavat on tulpattu.

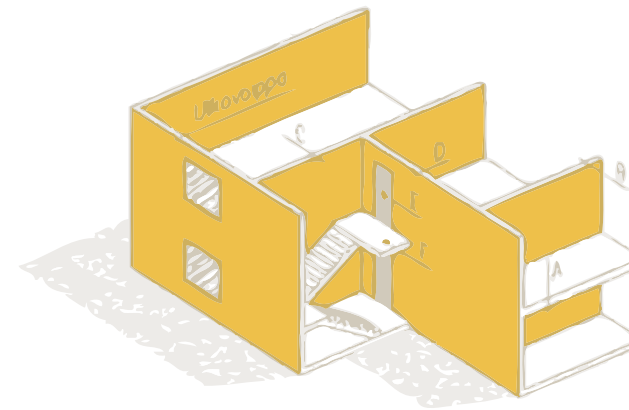


Kuva 5. Teollisuushallin tiiviysmittaustuloste. 50 Pa:n paine-eron saavuttamiseksi tarvittiin 778 m³/h ilmamäärä. Ilmanvuotoluku q₅₀ on tällöin 778 m³/h /695m² = 1,12 [m³/(h m²)]. Tulosteeseen on laskettu myös aikaisemmin käytetty rakennuksen ilmatilavuuteen perustuva n₅₀ luku. Ilmanvuotoluku n₅₀ (778m³/h/1100m³=0,71 1/h) käytöstä on luovuttu, koska ilmatilavuuden ollessa iso suhteessa rakennuksen vaipan pinta-alaan vääristää se tuloksia ts. antaa liian pieniä arvoja.

ÄÄNENERISTYSMITTAUKSET

Rakennukset on suunniteltava ja rakennettava siten, että melu, jolle rakennuksessa tai sen lähellä olevat altistuvat, pysyy niin alhaisena, että se ei vaaranna terveyttä ja että se antaa mahdollisuuden nukkua, levätä ja työskennellä riittävän hyvissä olosuhteissa. Olennainen vaatimus on täytettävä tavanomaisella kunnossapidolla rakennuskohteen koko taloudellisen käyttöajan ajan.

RakMK:n osa C1 1998 Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa määrittelee asuinrakennuksen rakenteille kuvan 6 mukaiset ääneneristävyyksivaatimukset, jotka eivät koske satunnaisesti käytävistä tiloista tai kylpy- ja löylyhuoneista aiheutuvia ääniä. Kyseiset tilat on kuitenkin otettava huomioon rakennuksen äänioloja suunniteltaessa.



Rakenteiden äänieristysvaatimukset asuinrakennuksessa

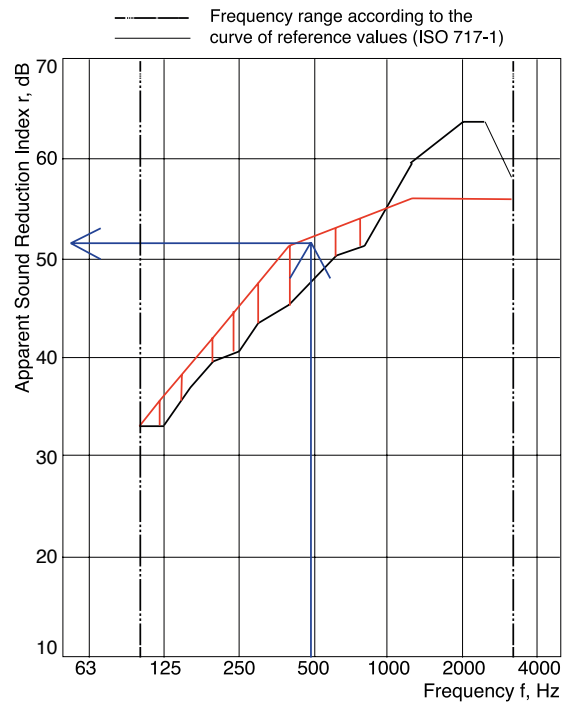
TUNNUS	SELITE	ILMAÄÄNEN ERISTYSLUKU	ASKELÄÄNITASOLUKU
a	Huoneistojen välinen välipohja	$R'_{w} \geq 55$ dB	$L'_{n,w} \leq 53$ dB
b	Huoneistojen välinen seinä	$R'_{w} \geq 55$ dB	–
c	Porrashuoneen ja huoneistojen välinen seinä yleensä	$R'_{w} \geq 55$ dB	–
d	Porrashuoneen ja huoneiston välinen seinä, kun seinässä on ovi ¹⁾	$R'_{w} \geq 39$ dB	–
e	Huoneiston ovi	$R'_{w} \geq 37$ dB	–
f	Uloskäytävästä huoneistoon	–	$L'_{n,w} \leq 63$ dB

¹⁾ Huoneiston ulko-ovena käytetään vähintään ääniluokan 30 dB ovea tai oviyhdistelmää. Tämä vaatimus saadaan täytettyä, kun käytetään huoneiston ulko-ovea tai oviyhdistelmää, jonka laboratorioissa mitattu ilmaaneneristysluku on ≥ 37 db.

Kuva 6. Suomen rakennusmääräyskokoelman osan C1 mukaiset asuinrakennusten ilmaaneneristävyyksiluvun ja askeläänitasoluvun raja-arvot (Lahtela 2004, 17.)

ILMAÄÄNENERISTYS

Ilmaaneneristyksen tarkoituksena on vähentää puheen, musiikin, soitinten, äänentoiston tai teknisten laitteiden huonetilaan synnyttämän äänen siirtymistä toiseen huoneti-



Kuva 7. Ilmaääneneristysluvun $R'w$ määrittäminen taajuuskaistaisista mittauksista. Mitatun rakenteen ilmaääneneristävyydessä ($R'w = 52\text{dB}$) on kolmen desibelin alitus rakennusmääräyskokoelmassa sallittuun arvoon ($R'w \geq 55\text{dB}$). Ensisijaisesti rakenne tulisi korjata ja suorittaa uusintamittaus. Mittauksen virhemarginaalin asettaa paikallinen rakennusvalvontaviranomainen ja voi päättää onko mitattu tulos virhemarginaalin sisällä.

laan. Ilmaääntä tuottava äänilähde saa ympärillään olevan ilman värähtelemään. Huonetta rajaavat seinä-, katto- ja lattiapinnat värähtelevät niihin kohdistuvan äänitehon vaikutuksesta. Rakenteen värähtely saa sen toisella puolella olevan huonetilan ilman värähtelemään, jolloin toiseen huonetilaan välittyy jokin ääniteho.

Ilmaääneneristävyys R [dB] on suure, joka kuvaa rakenteen kykyä vähentää sen pinnalle kohdistuvan äänen siirtymistä rakenteen toiselle puolelle. Se on määritelty pinnalle kohdistuvan äänitehon ja rakenteen toiselle puolelle siirtyvän äänitehon suhteena. Ääniteho puolestaan on suure, joka kuvaa äänienergian absoluuttista määrää. Sitä ei ole mahdollista määrittää suoraan mittauksilla, vaan se on selvitettävä välillisesti.

Rakenteen ilmaääneneristävyyteen vaikuttavat rakennusosan paino, kerroksellisuus, reiät, tiiviys ja liittyminen muihin rakennusosiin. Yksinkertaisen rakenteen ääneneristävyys on riippuvainen pääasiassa rakenteen m^2 -painosta, kun taas monikerroksisissa rakenteissa on merkitystä myös kerrosten keskinäisestä etäisyydestä.

Ilmaääneneristysluku, R_w tai $R'w$, on vertailukäyrän (kuva 7) lukema taajuudella 500 Hz, kun vertailukäyrää on siirretty 1 dB kerrallaan kohti mitattua käyrää ja vertailukäyrän ääneneristävyyksien poikkeamien summa vertailukäyrän alapuolella on mahdollisimman suuri, mutta enintään 32,0 dB (SFS-EN ISO 717-1).

ASKELÄÄNENERISTYSTYS

Kävelyn aiheuttamat iskut saavat välipohjarakenteet värähtelemään. Mitä kevyempi välipohjarakenne on, sitä helpommin se värähtelee kävelyn vaikutuksesta. Värähtely havaitaan alapuolisessa asunnossa äänenä. Raskaissa välipohjissa, kuten paikalla valetussa

teräsbetonilaatassa massa on suuri, jolloin kävelyn aiheuttama värähtely jää vähäiseksi ja rakenteen askelääneneristävyys on lähtökohtaisesti hyvä.

Askeläännet ovat kävelystä, esineiden putoilemisesta, huonekalujen siirtelystä ja muista vastaavista tapahtumista syntyviä runkoääniä. Tällaisen iskun saanut rakenne saa ympärillään olevan ilman värähtelemään, jolloin isku havaitaan rakenteen toisella puolella ilmaääninä. Askelääneneristystyksen tarkoituksena on vähentää rakenteisiin kohdistuvien iskujen aiheuttamaa ääntä.

Askelääneneristystä ei voida arvioida lähetystilassa ja vastaanottotilassa havaittavan äänitehon suhteen perusteella kuten ilmaääneneristystä, vaan sitä arvioidaan epäsuorasti: äänilähteenä on standardoitu askeläänikoje, jonka toiseen tilaan tuottamat äänenpainetasot mitataan taajuuskaistoittain (ISO 140-7 1998.) Rakenteiden askelääneneristyskyky on siten sitä parempi, mitä alhaisempia mitatut äänenpainetasot ovat. Useimmiten äänenpainetasot mitataan lähetystilan alapuolella sijaitsevassa huoneessa, mutta ne voidaan mitata viereisissä tai yläpuolisissa tiloissa. Esimerkiksi rivitaloissa vierekkäisten huoneistojen tulee täyttää määräykset askelääneneristyksestä (Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa C1 1998.)

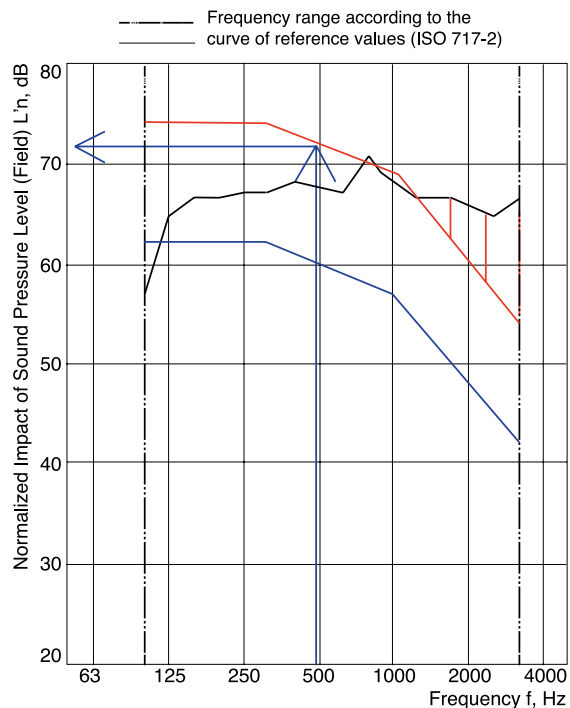
ASKELÄÄNENERISTYSMITTAUS

Mittauksissa äänilähteenä toimivassa askeläänikojeessa on viisi 0,5 kg painavaa vasaraa, jotka putoavat 40 mm korkeudelta lattialle (kuva 8). Kukin vasara aiheuttaa lattiaan iskun kahdesti sekunnissa, jolloin koko koje kohdistaa lattiaan 10 iskua sekunnissa. Äänenpainetasot mitataan vastaanottotilassa kolmannesoktaavikaistoittain 16 keskitaajuudella 100...3150 Hz. Standardit edellyttävät, että askeläänikojeella on lähetyshuoneessa vähintään neljä paikkaa ja sen tuottamaa ääntä mitataan vastaanottohuoneessa vähintään neljästä kohdasta. Mittausten vähimmäismäärä on kuusi, mutta on suositeltavaa sisällyttää mittauksiin enemmän kuin kuusi mittausta luotettavamman tuloksen saamiseksi (ISO 140-7 1998.)



Kuva 8. Askeläänikoje.

Ilmaääneneristävyyden tavoin myös askelääneneristystyksen mittaustulos ja vaatimus esitetään yhtenä lukuna. Taajuuskaistoittain mitattuja askeläänitasoja verrataan vertailukäyrään siten, että vertailukäyrää siirretään 1 dB portain sellaiseen asemaan, että taajuuskaistoittain mitattujen askeläänitasojen epäsuotuisien poikkeamien summa vertailukäyrän arvoihin on enintään 32 dB (ISO 717-2 1996). Epäsuotuinen poikkeama tarkoittaa sitä, että mitattu askeläänitaso on suurempi kuin vertailukäyrän arvo. Vertailukäyrän sijainnin määräävät siten vertailukäyrän arvoja korkeammat askeläänitasot. Kun vertailukäyrä on saatu sijoitetuksi alimpaan mahdollisimpaan asemaan, jossa poikkeamien summa ei ylitä 32 dB, askeläänitasoluku luetaan vertailukäyrältä 500 Hz kohdalta (kuva 9).



Kuva 9. Askeläänitasoluvun $L'_{n,w}$ määrittäminen taajuuskaistaisista mittaustuloksista. Mitatun rakenteen askelääneneristävyyttä ($L'_{n,w} = 72$ dB) voidaan pitää erittäin huonona. Rakenteen lattian pintamateriaalina oli klinkkerilaatta, joka oli liimattu suoraan kantavana rakenteena olleeseen teräsbetonilaattaan.

LÄHTEET

- Asumisterveysohje. 2003. Sosiaali- ja terveysministeriö. Helsinki: AT-Julkaisutoimisto Oy
- ISO 140-7. 1998. Acoustics – Measurement of sound insulation of buildings and of building elements – Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors. Geneve, International Organization for Standardization.
- ISO 717-2. 1996. Acoustics – rating of sound insulation in buildings and of building elements – Part 1: Impact sound insulation. Geneve, International Organization for Standardization
- Kylliäinen, M. 2006. Talonrakentamisen akustiikka. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.
- Kylliäinen, M. 2011. Kivitalojen ääneneristys. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.
- Kylliäinen, M. & Hongisto, V. 2007. RIL 243-1-2007, Rakennusten akustinen suunnittelu: akustiikan perusteet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- Lahtela, T. 2004. Ääneneristys puutalossa. Helsinki: Wood Focus Oy.
- Ratu 1213-S. 2010. Helsinki: Rakennusteollisuus RT ry.
- SFS-EN ISO 717-1
- SFS-EN ISO 717-2
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa C1. 1998. Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Ääneneristys rakennuksessa. 2003. Helsinki: Ympäristöministeriö ja Rakennustieto Oy.

SELVITYKSET SANEERATTAVAN KERROSTALOKOHTEEN HANKE-SUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOIKSI

Insinööriopiskelija Harri Kettunen, rakennusmestariopiskelija Mikko Lepistö, yliopettaja Janne Repo & pt. tuntiopettaja Kimmo Anttonen, Savonia-ammattikorkeakoulu

TAUSTAA

Selvityksillä tilaaja halusi saneeraukseen menevän kohteen hankesuunnittelun pohjaksi vaihtoehtoja eri tilajärjestelyiksi sekä siitä mitä tulisi kustantamaan kohteen purkutyöt.

Asuinkerrostalojen tilasuunnitelmien laatiminen sekä purkukustannukset selvitettiin kohteeseen johon kuuluu yhteensä kuusi kappaletta kolme- ja neljäkerroksista opiskelijasunnoiksi rakennettua kerrostaloa (kerrosala n. 7000m²). Talot ovat rakennettu vuosien 1982-1983 aikana.

SANEERATTAVAN ASUINKERROSTALON TILASUUNNITELMIEN LAATIMINEN

Kohteen asunnot ovat yksiöitä - neljän hengen soluasuntoja (n. 30-80m²). Asunnoista eniten on kolmen ja neljän hengen soluasuntoja, jotka eivät nykyään houkuttele opiskelijoita. Selvityksellä tutkittiin, kuinka isot soluasunnot saataisiin jaettua pienimmiksi asuntoyksiköiksi mahdollisimman kustannustehokkaasti. Lisäksi selvityksellä tutkittiin mahdollisuutta varastotilojen muuttamista asumiskäyttöön.

Nykytilanteessa (kuva 1) asuinkerroksen porrashuoneesta on kaksi sisäänkäyntiä kolmen sekä neljän hengen soluasuntohuoneistoihin.

Selvityksessä päädyttiin kahden hengen soluasuntoratkaisuun, joka on muodostettu yhdistämällä huoneita kolmen ja neljän hengen soluasunnoista. Laadittu tilasuunnitelma todettiin kustannustehokkaimmaksi, koska kantaviin väliseiniin tehtävät muu-



Kuva 1. Pohjapiirros kolmen ja neljän hengen soluasunno. Nykytilanne ja uusi tilasuunnitelma.

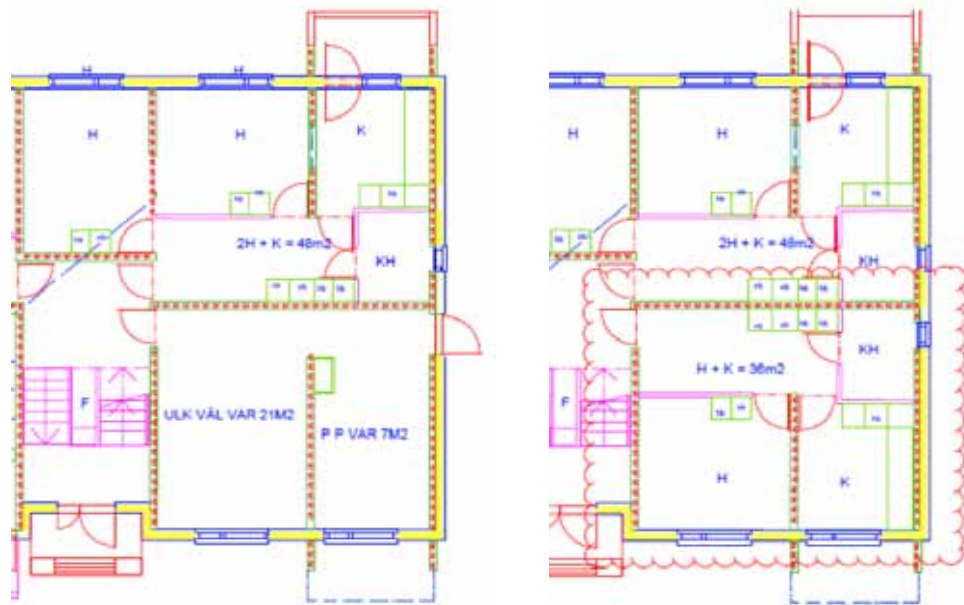
tokset rajoittuivat vain uusien oviaukkojen tekemiseen. Suunnitelmassa väliseinien paikat myös säilyvät pääosien ennallaan. Tällöin nykyisiä taloteknisiä asennuksia (esim. sähköjohtojen putkitus) voidaan hyödyntää korjaussuunnittelussa.

Suunnitelmassa kahden hengen huoneistoon tehdään kolme uutta oviaukkoa kantaviin väliseiniin. Huoneistojen väliset seinät tehdään osastoiviksi. Uusi kylpyhuone tulee suunnitelmassa sijaitsemaan nykyisen wc:n paikalla.

Varastotilojen nykytilanteessa (kuva 2) varastotiloista on ovet ulos sekä porras-huoneeseen.

Suunnitelmassa varastotilat muutetaan yksiöksi. Ulko-ovi poistetaan ja paikalle asennetaan uusi ikkuna. Kantaviin seiniin ei tehdä muutoksia. Huoneistoon tehdään uusi kylpyhuone sekä keittiö.

Selvityksessä päädyttiin siihen, että kohde voidaan ajanmukaistaa nykyopiskelijoiden mieltymysten mukaiseksi kohtuullisen vähillä muutoksilla.



Kuva 2. Pohjapiirros varastotiloista. Nykytilanne ja uusi tilasuunnitelma.

ASUINKERROSTALOJEN PURKUKUSTANNUSTEN SELVITTÄMINEN

Purkukustannusten hinta on laskettu €/m², sisältäen ALV:n. Selvityksessä päädyttiin €/m² hinnoitteluun, koska materiaalmääriin perustuvia tarkkoja menekkitiedostoja ei ole yleisesti laadittu. Neliöhinta on saatu vertailemalla kahta vastaavanlaista purkukohdetta (taulukko 1). Molemmat kohteet olivat ns. helppoja kohteita; rakennukset eivät ulottuneet syväälle maahan, olivat sijainniltaan hyviä sekä niissä oli työskentelyyn hyvin sopivat piha-alueet.

Taulukko 1. Selvityksessä käytetyt esimerkkikohteet.

	kerrosala m ²	purkukustannus €/m ²	€
Kohde 1. Teräsbetonielementtirakenteinen kolme asuinkerrosta.	1360	100	136000
Kohde 2. Teräsbetonielementtirakenteinen kolme asuinkerrosta.	1103	78	86034

Purkukustannuksiin vaikuttavia seikkoja:

- sijainti
- tontin tasaisuus, tarvitaanko tukiponttiseiniä
- tontin abtaus
- mahdolliset maanalaiset kerrokset hidastavat purkutyötä
- ongelma- ja erikoispurkua vaativien materiaalien olemassaolo
- elementtirakenteinen on helpompi purkaa kuin paikalla valettu
- kiviaineiset väliseinät ovat puu- ja levyrakenteisia nopeampia purkaa
- kaatopaikan ja tai betonimurskeen loppusijoitus etäisyys
- useampi samankaltainen talo, jolloin viimeiset talot ovat ensimmäisiä hieman nopeampia purkaa, kun työmaa on tuttu

Purkukustannusten laskennassa oleellisinta on huomioida, että betonimurskan loppusijoitus kaatopaikalle on ilmaista, kunhan murskeen raekoko on maksimissaan 150 mm sekä teräkset ovat poistettu. Myös rikota tiilet menevät ilmaisena kaatopaikalle. Pelkkä pulverointi ei riitä betonin käsittelyyn, koska terästä jää jonkin verran betonin sekaan. Betoni ja tiilet ajetaan murskaimen läpi, jolloin kaatopaikka ottaa ne vastaan maksutta. Kaatopaikkamaksuja voi kuitenkin kertyä maisemoinnista murskeen määrän ollessa suuri.

Esimerkkikohteiden kustannusten perusteella asuinkerrostalojen purkukustannukseksi laskelmissa päädyttiin arvoon 95 €/m² (taulukko 2). Kokonaishinnaksi kuuden kerrostalon purku-urakalle tulisi näin ollen 664 145 €.

Peruskorjattavan kiinteistön purkukustannukset kannattaa selvittää etenkin silloin, jos rakennuttajalla on mahdollisuus saada Asumisen rahoitus- ja kehittämisskeskukselta avustusta purkukustannuksiin. Avustus voi olla suuruudessaan 50% purkukustannuksista.

Taulukko 2. Selvityksen asuinkerrostalojen laajuustiedot sekä purkukustannukset.

	kerrosala m ²	purkukustannus €/m ²	€
Talo 1.	1389	95	131955
Talo 2.	981	95	93195
Talo 3.	1014	95	96330
Talo 4.	1281	95	121695
Talo 5.	1400	95	133000
Talo 6.	926	95	87970
Yhteensä.	6991		664145

4 OPPILAITOSYHTEISTYÖN KEHITTÄMINENTODELLISISSA KORJAUS-RAKENTAMISKOHTEISSA

PAIHOLAN SAIRAALA-ALUEEN LUHTITALOJEN KUNTOTUTKIMUKSET

*Insinööriopiskelija Tuomas Nuutinen, lehtori Juuso Kuusela & laboratorioinsinööri Riku Tiira,
Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu*

Sain tilaisuuden tehdä opinnäytetyön korjausrakentamisen kehitysprojektin (Korak) ja Mestarinikkarit Oy:n kautta. Opinnäytetyön tarkoituksena oli Paiholan sairaala-alueella sijaitseviin luhtitalojen kunnan selvittäminen. Luhtitalot ovat nykyisin Mestarinikkarit Oy:n omistuksessa.

Tutkimuskohteena toimii neljä lähes identtistä luhtitaloa, jotka on rakennettu vuonna 1965. Yhden rakennuksen pinta-ala on noin 360 m². Kaikki rakennukset sijaitsevat jyrkässä rinteessä samanlaisella paikalla, rakennukset on rakennettu samaan aikaan ja rakennuksien huolto on ollut samanlaista. Rakennukset on alun perin rakennettu



Kuva 1. Kuntotutkimuksen kohderakennus.

Paiholan sairaalan hoitajien asuinnoiksi, mutta viimeiset 20 vuotta rakennukset ovat olleet Kontiolahden Vastaanottokeskus Oy:n käytössä. Nykyisin tilat ovat pääosin tyhjiillään. Tarkemmat tutkimukset on rajattu vain yhteen luhtitaloon (kuva 1). Kohteessa ei ole vuosien aikana tehty juuri minkäänlaisia korjaustoimenpiteitä.

Tilaaajan pohdinnassa on rakennusten tulevaisuus: kannattaako rakennuksia korjata, kuka on tuleva käyttäjä vai ovatko rakennukset jo elinkaarensa päässä? Rakennuksien rakenteista ja kunnosta ei ollut juuri mitään tietoa. Rakennetutkimuksien tavoitteena oli saada selville rakennuksen kaikkien rakenteiden materiaalit ja materiaalivahvuudet. Rakennetutkimuksien pohjalta rakenteista piirrettiin rakennetyypit ja kaikille rakenteille laskettiin rakenteiden lämmöneristävyyttä kuvaavat U-arvot. Rakennetutkimukset antoivat pohjaa kuntoarvion tekemiselle ja rakennetutkimuksissa sai käsityksen rakenteista, jotka vaativat tarkempaa tutkimista.

Rakennetutkimuksien pohjalta ja muutoin pääasiassa silmämääräisellä tutkimuksella rakennuksesta laadittiin kuntoarvio, jossa rakenteet ja arvio niiden kunnosta on käyty läpi yksityiskohtaisesti. Tarkempia kuntotutkimuksia suoritettiin rakennetutkimuksien yhteydessä otettuihin betoninäytteisiin. Betonirakenteista selvitettiin puristuslujuudet, betonin karbonatisoituminen ja betonin rapautuminen. Lisäksi rakennukseen tehtiin kosteusmittauksia. Tavoitteena oli, että tehdyillä tutkimuksilla saadaan selville käytetyt rakenteet, mahdolliset sen aikaiset rakennusvirheet, rakenteiden nykyinen kunto, vauriot ja korjaustarpeet.

TYÖNKULKU

Projekti alkoi kesäkuussa 2012, jolloin kävin tutustumassa ensimmäistä kertaa tutkittavaan kohteeseen. Jo heti ensimmäisellä käynnillä sai käsityksen siitä, että rakennukset ovat alkuperäisessä kunnossa ja nämä lähes 50 kulunutta vuotta todella näkyi rakennuksissa. Ensimmäisen tutustumisvierailun jälkeen sovimme tapaamisen työn tilaaajan kanssa. Tapaamisessa tarkensimme työn sisältöä ja kasasimme työhön pohja-aineistoa.

Tutkimuksia vaikeutti se, että juuri mitään asiakirjoja rakennuksesta ei löytynyt. Löysimme käyttöömmme vain suuntaa antavia pohjapiirustuksia ja rakennuksen leikkauksesta. Rakentajasta tai tarkasta rakennusajankohdasta ei ollut tietoa. Löysin kuitenkin kirjallisuutta, jossa oli kerrottu hyvin seikkaperäisesti sairaala-alueen rakentamisesta ja elämisestä siihen aikaan. Kyseisestä kirjasta sain selville rakennusten suunnittelijan, rakentajan ja tarkan valmistusajankohdan. Lisäksi suurena apuna tiedon keräämisessä toimi Eero Nykänen, joka on työskennellyt sairaala-alueella lähes koko ikänsä. Hänellä oli tarkkojakin muistikuvia rakennusajankohdasta ja tehdyistä muutostöistä.

Kun tarvittavat pohja-aineistot alkoivat olla kasassa, aloimme tehdä tutkimussuunnitelmaa. Suunnittelimme mitä rakenteista on tärkeä selvittää ja miten rakenteita tutkitaan. Kesäkuun aikana kävimme tekemässä rakennetutkimuksia ja lähes kaikki rakenteet saatiin selville endoskooppitutkimuksilla, jolloin rakenteita ei tarvinnut purkaa niin paljon. Yläpohjan, alapohjan ja sokkelin rakenteet tarkastettiin poraamalla timanttiporalla rakenteista näytteet. (kuva 2)

Rakennuksen rakenteen kantavana runkona toimii betonireikätiili. Päätuseinät on tiiliverhoiltu ja sivuseinillä julkisivuna toimii rapattu kevytbetoni. Eristeenä on pääasiassa käytetty 70 mm mineraalivillaa ja Toja-levyä. Rakennetutkimusten lisäksi halusimme tutkia perustamistapaa ja perustamissyvyyttä sekä mahdollisen salaojan sijaintia ja

kuntoa pistokoeluontoisesti lapiokaivuna. Talon perustuksena toimii levennetty perusmuuri, eli rakennuksessa ei ole erillistä anturarakennetta. Perusmuuri on vesieristämätön ja ulottuu 1400 mm syvyyteen. Salaojana toimii savitiilinen salaojaputki, joka on säilynyt hyväkuntoisena.



Kuva 2. Näytteenottoa tutkimuskohteessa.

Kun rakenteet oli selvitetty, teimme rakennukselle tarkemman kuntoarvion. Kuntoarviossa kävimme läpi rakenteita yksityiskohtaisesti ja tarkastelimme niiden tämän hetkistä kuntoa, toimivuutta ja peilasimme rakenteiden kuntoa niille ilmoitettuun käyttöikänsä. Lisäksi teimme rakenteisiin tarkempia kuntotutkimuksia elokuun aikana. Teimme pesuhuoneisiin kosteusmittauksia, ja tutkimme paremmin betonirakenteiden kuntoa. Betonirakenteista otettuihin näytteisiin suoritimme puristus- ja vetolujuuden määrittämiä sekä karbonatisoitumissyvyyden määrittämiä.

TULOKSET

Kokonaisuudessaan rakennuksen suurimmat epäkohdat johtuvat rakennuksen normaalista ikääntymisestä ja siitä, että rakennuksen huoltoa ja kunnossapitoa on laiminlyöty. Yksi suurimmista epäkohdista on rakennusten voimakas altistuminen ulkopuolisille kosteusrasituksille. Keväisin ja runsaiden sateiden aikaan jyrkkä pohjoisrinne aiheut-

taa voimakasta kosteusrasitusta rakenteille. Muita merkittäviä epäkohtia on putkistojen huono kunto. Runkoputkistot ovat alkuperäisiä. Pohja- ja pystyviemärien materiaali on valurautaa. Rakennusten ulkopuoliset viemärit ovat betonia. Kaikki putkistot ovat käyttökänsä päässä ja joistakin materiaaleista käyttökänsä on jo saavutettu. Lisäksi rakennusten sähköjärjestelmä on alkuperäinen ja nykyisiin käyttövaatimuksiin alimitoitettu.

Rakennuksen painovoimainen ilmanvaihto on estetty. Ilmanvaihtoventtiilit ja ikkunat on tukittu niin, että ilmanvaihto on puutteellista. Puutteellinen ilmanvaihto näkyy yleisesti pesuhuoneissa, joissa on runsaasti kosteuden tiivistymisestä jääneitä jälkiä. Suhteellisen kosteuden mittauksissa pesuhuoneista löytyi merkittävää kosteutta, joka vaatii korjaamista ja lattiarakenteiden kuivattamista.

Yleisesti rakenteiden lämmöneristävyyden ja eristepaksuudet ovat nykyisellä mitta-
puulla auttamatta vanhanaikaiset ja huonot, mutta 60-luvun rakentamiselle hyvin tyyppilliset. 60-luvulla elettiin aikaa jolloin lämmitysenergia ei maksanut juuri mitään eikä lämmöneristävyyteen juuri kiinnitetty huomiota. Nykyisiin vaatimuksiin verrattuna olemassa olevien rakenteiden U-arvo on keskimäärin noin 30 % nykypäivän vaatimuksista.

LOPUKSI

Kokonaisuudessaan työ oli erittäin mielenkiintoinen ja haastava. Opin projektin aikana paljon uutta rakentamisen historiasta, vauriotyypeistä ja ennen kaikkea kuntotutkimusten suorittamisesta. Työ eteni hyvin ja lähes suunnitellusti. Haasteita tulee vastaan kaikissa projekteissa, eikä niiltä voinut välttyä tämänkään projektin aikana. Omat haasteensa projektiin toi pienet kaluston hajoamiset, kesälomat, ammattikorkeakoulun henkilökunnan lomautukset ja valitettavat sairauslomat. Näiden aikana henkilökohtaisen panostuksen määrä oli tärkeää, sillä kaikkiin mieltä askarruttaviin kysymyksiin täytyi etsiä itse vastaus. Kaikesta huolimatta työ on nyt valmis ja olen tyytyväinen lopputulokseen. Toivon, että tekemäni työ antaa myös tilaajalle vastauksia niihin kysymyksiin, jotka askarruttivat vielä projektin alussa.

RAATEKANTAAN LIIKUNTAHALLIEN KUNTOTUTKIMUKSET

Insinööriopiskelija Tuomas Nuutinen, Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu

Työskentelin kesän 2012 Korak-projektin kautta PKAMK:n rakennuslaboratoriossa. Korak-projektin ja Lemminkäinen Talo Oy:n kautta sain mahdollisuuden tehdä kunto-
tutkimuksia Joensuussa sijaitseviin liikuntahalleihin.

Työn tarkoituksena oli selvittää liikuntahallien nykyiset rakenteet sekä niiden kunto. Hallin olemassa olevat rakenteet selvitettiin avaamalla rakenteita. Havainnot dokumentoitiin ja kohteeseen tehtiin kuntoarvio. Lisäksi rakenteisiin tehtiin tarkempia kuntotutkimuksia. Näiden tutkimusten pohjalta pyrittiin selvittämään rakenteissa mahdollisesti esiintyvät vauriot ja niiden laajuudet. LVI- ja sähköjärjestelmien, perustusten ja maan alle piiloon jäävien rakenteiden tarkempi tutkiminen rajattiin projektin ulkopuolelle.

Tutkittavat liikuntahallit muodostuvat kahdesta eri rakennuksesta A-hallista ja B-hallista, jotka on nykyisin yhdistetty yhdyskäytävällä. Rakennukset on rakennettu 1976, jolloin tiloissa toimi puualan yritys. Joensuun Raatekankaantien tiloissa toimi höyläämö, joka sijaitsi B-hallissa. Samaan aikaan A-halli toimi kylmänä varastona. Yrityksen toiminta loppui vuonna 1986, jonka jälkeen hallien käytöstä ei ole täyttä varmuutta. Ennen vuotta 2004 B-halli on toiminut pitkään urheilukäytössä ja A-halli on välillä pellettivarastona, ratsastusmaneesina ja jalkapalloilijoiden käytössä. Vuonna 2004 A-halli muutettiin lämpimäksi ja salibandykäyttöön, jonka lisäksi halliin tehtiin sosiaalitalat.

TYÖNKULKU

Projekti alkoi kesäkuussa 2012. Kesäkuussa kävin tutustumassa kohteeseen ensimmäistä kertaa. Hallien iästä ja historiasta ei juuri ollut tietoa. Saimme käyttöömmme piirustuksia rakennusten eri ajankohdista ja joitakin piirustuksia suunnitelluista muutoksista, joita ei kuitenkaan ollut toteutettu. Yksikään piirustuksista ei vastannut täydellisesti rakennusten tämän hetkistä tilannetta. Käytössämme oli rakennuksien pohjapiirustuksia, asemapiirros, pääleikkaukset sekä muutamia rakennepiirroksia, mutta yksikään niistä ei ollut alkuperäinen. Sähkökeskuksesta löysimme vanhan sähkökaavion, josta rakentamisvuodeksi varmistui 1976. Hallin käyttäjältä saimme paljon tietoa rakennusten historiasta.

Kesä- ja heinäkuun aikana suoritimme rakennukseen rakenteita avaavia tutkimuksia, jotta saimme selville rakenteet ja käytetyt lämmöneristeet ja niiden materiaalivahvuudet. Pääosa rakennetutkimuksista suoritettiin pienen porareian kautta endoskooppitutkimuksilla. Alapohjan rakenne varmistettiin timanttiporauksella.

Molempien hallien yläpohjan rakenteet varmistettiin avaamalla yläpohjarakenteet (kuva 1). Rakennetutkimusten yhteydessä yläpohjan lämmöneristetilaa tehtiin suhteellisen kosteuden mittauksia (kuva 2). Lisäksi teimme tarkempia rakennetutkimuksia alapohjaan, josta tarkastelimme betonin puristuslujuutta ja sokkelipalkkeihin, joista tutkimme karbonatisoitumissyvyyttä ja betonin rapautumista vetokokeella.



Kuva 1. Yläpohjan rakennetutkimus.



Kuva 2. Liikuntahallin kattorakenteiden kosteusmittaus.

TULOKSET

Kokonaisuudessaan hallien suurimmat epäkohdat ja riskit sijaitsevat rakenteiltaan alkuperäisen B-hallin puolella. A-hallin rakenteet ja muut tilat on vuoden 2004 muutostöissä saatettu tyydyttävään kuntoon. Suurimmat lämpöhäviöt tapahtuvat luultavasti seinän ja yläpohjan liittymäkohdista sekä suoraan yläpohjan läpi. Näitä mahdollisia lämpöhäviöitä olisi hyvä tarkastella talvella lämpökamerakuvauksin, jonka jälkeen mahdolliset korjaukset olisi helpompi kohdentaa. B-hallissa on lukuisia epätiiviitä kohtia, jotka aiheuttavat lämpöhäviötä, kuten puutteellisesti peitettyjä vanhoja läpivientejä, joista osa pienimpien johtojen läpivienneistä on peittämättä kokonaan. Pohjoisseinällä on viisi suurta puutteellisesti peitettyä oviaukkoa. Katolla on vanhoja epätiiviitä ja huonossa kunnossa olevia savunpoistoluukkuja, joiden määrä ylimitoitettu nykyiseen käyttöön. Lisäksi B-hallin ikkunoita on peitetty puutteellisesti ja osista ikkunoita eristeet puuttuvat kokonaan. Kokonaisuudessaan seinien ja yläpohjan lämmöneristeen määrä on pieni nykyisiin vaatimuksiin verrattuna ja ainakin seinäeristeiden asennuksessa on ollut puutteita, koska rakoja on havaittavissa.

LOPUKSI

Projekti oli erittäin mielenkiintoinen ja opetti minulle paljon uutta korjausrakentamisesta, 70-luvulle tyypillisistä rakenteista ja kuntotutkimuksien suorittamisesta. Kokonaisuudessaan työ eteni minusta hyvin ja johdonmukaisesti. Olen tuloksiin tyytyväinen ja toivon, että tehty työ antaa vastauksia myös työn tilaajalle sekä auttaa heitä eteenpäin suunniteltaessa rakennusten tulevaisuutta.

TOIMEKSIANTAJAN NÄKÖKULMA OPPILAITOSYHTEISTYÖHÖN

Projektipäällikkö Simo Väänänen, Mestarinikkarit

Korak-projektin oppilaitosyhteistyö ollut meille antoisaa. Me Mestarinikkarit ja olemme saaneet tehdä hedelmällistä yhteistyötä ammattikorkeakoulun kanssa jo muutama vuoden ajan. Työntekijämme ovat osallistuneet Korak-projektin koulutuksiin aktiivisesti.

Meidän kokemuksen mukaan teoria ja käytäntö ovat olleet sopusoinnussa. Koulutus on ollut käytännön työssä oleville työntekijöillemme mielenkiintoista ja antanut hyvän tietopaketin. Koulutus on tarjonnut asiantuntevaa näkemystä tulevalle korjausrakentamiselle.

Luennoitsijat ovat olleet kokeneita ja heillä on ollut opetuksessa käytännönläheinen ote. Opetus ei ole ollut paperinmakuista. Nuoremmat luennoitsijat ovat tuoneet korjausrakentamiseen mukavasti eurooppalaista näkökulmaa.

Koulutuksen järjestäjät ovat luoneet positiivista ilmapiiriä, josta meidän porukka on saanut ilahduttavasti osansa.

Tuomas Nuutisen kanssa teimme vuonna 1963 rakennetusta luhtitalosta kuntoarvion ja tuntotutkimuksen. Ne on ammattitaidolla tehty, riittävän laajasti. Tutkimukset antavat meille hyvät lähtökohdat suunnitella rakennuksen ja muiden samanlaisten rakennusten jatkokäyttöä.

Tällä hetkellä teemme kolmen insinööriopiskelijaryhmän kanssa suunnitelmia neljän luhtitalon käyttömahdollisuuksista asumiseen, matkailuun ja hoivapalveluihin.

Olemme olleet erittäin tyytyväisiä nuorien opiskelijoiden innokkuudesta ja avarakatseisuudesta korjausrakentamisen yhteisprojektissa. Heidän ajatusmaailmansa ei ole niin urautuneita kuin meillä, jotka olemme työskennelleet pidempään yritysmaailmassa.

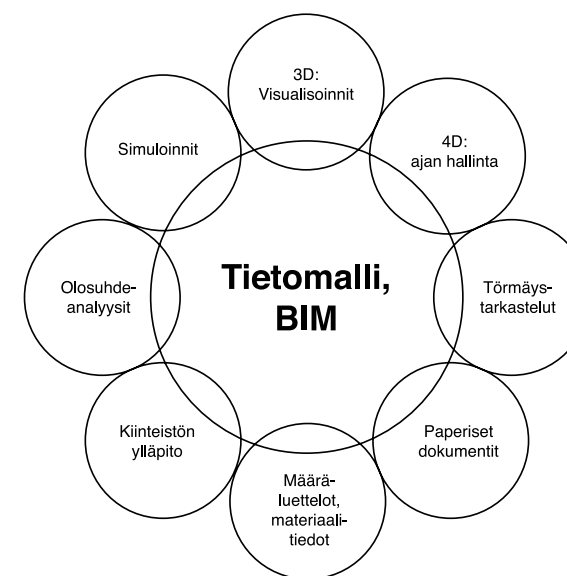
5 TIETOMALLINTAMISEN KÄYTTÖ KORJAUSRAKENTAMISESSA

KORJAUSRAKENTAMISPROSESSISSA TARVITTAVAN KOHDETIEDON MUODOSTAMISEN, SIIRTYMISEN JA HYÖDYNTÄMISEN SELVITTÄMINEN

Insinööriopiskelija Jenni Remes & lehtori Ville Kuusela, Savonia-ammattikorkeakoulu

TAUSTAA

Tietokonepohjainen mallintaminen ja sen hyödyntäminen suunnittelutyössä ja kiinteistön ylläpidossa on yleistymässä. Käynnissä on murros, jossa ollaan siirtymässä perinteisestä 2D -suunnittelusta tietomallintamisen kokonaisvaltaiseen käyttöön. Suuret yritykset panostavat kaikkialla maailmassa tietomallintamisen käyttöönottoon niin rakennus- kuin infra -alalla. Sen käyttö havainnollistamisessa helpottaa luomaan yhteisen näkemyksen tavoitteista, ratkaisusta ja ongelmista, sekä mahdollistaa suunnittelutiedon paremman hallinnan ja suuremman suunnittelijaryhmän osallistumisen saman kohteen suunnitteluun (kuva 1).



Kuva 1. Tietomallin hyödyntämiskohteet kiinteistössä

TIETOMALLINTAMISEN KÄYTTÖ KORJAUSRAKENTAMISESSA

Alati lisääntyvä korjausrakentaminen kasvattaa tarvetta tehokkaampaan suunnitteluun ja rakentamiseen korjauspuolella: tietomallintamista ollaankin kovaa vauhtia siirtämässä uudisrakentamisesta myös korjausrakentamisen saralle. Sitä pystytään hyödyntämään korjausrakentamisessa samoin kuin uudisrakentamisessa. Tietomallintamisen tuomat edut rakennuksen dokumentoinnissa, eri suunnitteluvaihtoehtojen vertailussa ja koko rakennushankkeen läpiviennissä olisi hyvä tiedostaa ja ottaa käyttöön myös korjausrakentamisessa. Varsinkin nykyisten energiatehokkuusvaatimusten

myötä tietomallintamista voitaisiin hyödyntää erilaisten korjausratkaisujen vertailussa ja analysoinnissa. Korjausrakentamisen suunnittelumenetelmien kehittäminen on erityisen tärkeää, sillä jos energiataloudellista rakentamista sovelletaan vain uudistuantoon, suurin osa rakennuskannasta jää tältä osin huomioimatta.

Korjauskohteen tietomallissa suunnittelupohjana ja lähtötietona on olemassa oleva rakennus ja siitä tehty inventointimalli tarvittavine lähtötietoineen. Uudishankkeen verrattuna korjaushankkeen aikatiotojen ulottuvuus on laajempi: tietomallin tulee sisältää tietoa olemassa olevista, purettavista, väliaikaisista, siirrettävistä ja uusista rakennusosista. Kohteessa suoritettavan korjauksen luonne voi vaihdella kevyestä pintaremontista lähes uudisrakentamisen kaltaiseen peruskorjaukseen, joten suunnittelun tarkkuustaso vaihtelee ja hankevaiheiden tietosisällöt ovat erilaisia.

Tässä artikkelissa tarkastellaan muutettavien ja poistettavien rakennusosien esittämistä tietomallinnettavassa korjauskohteessa yhtenä osa-alueena suunnitteluprosessia.

MUUTETTAVIEN JA POISTETTAVIEN RAKENNUSOSIEN ESITTÄMINEN TIETOMALLINNETTAVASSA KORJAUSKOHTEESSA

Muutos- ja korjauskohteen piirustusten piirustusmerkinnöille ei ole yhtenäistä ”koodikieltä”; eri suunnittelutoimistoilla voi olla erilaiset käytännöt ja omat merkkikielensä. Rakennustiedon ohjekortissa RT 15-10849 Muutos- ja korjausrakentamisen piirustukset (2005) annetaan ohjeita muutos- ja korjausrakentamisen piirustusten piirustusmerkinnöistä ja esitystavasta, joita tarvitaan rakennuksen muutos- ja korjaustöiden kuvaamiseen pääpiirustusvaiheessa (kuva 2).

Esimerkkikohteessa tavoitteena oli perehtyä korjauskohteen tietomalliin ja siinä esiintyvien olemassa olevien ja muuttuvien rakennusosien esittämiseen. Arkkitehdin rakennusosamallin tarkkuudella mallinnettuja rakennusosia tutkittiin Revit Architecture 2012

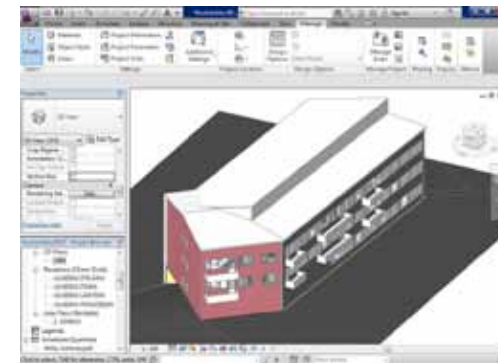
NIMI JA MERKITYS	MERKINTÄ
- pisteiviiva on poistuvan osan symboli
- levennetty viiva on paikalleen jäävän osan symboli	=====
- ylivaiivasta käytetään poistuvan tekstin osoittamiseen	—TEKSTI—
- kolmpistekatkoviivalla rajataan tarvittaessa muutos- ja korjaustöiden kohdealue	— — — — —
- purkupiiirustuksissa poistettavat rakenteet tai osat yllirastitetaan	====X====

Kuva 2. Ote RT 15-10849 Muutos- ja korjausrakentamisen piirustukset –ohjekortista.

–sovelluksella, Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 -ohjeen antamalla vähimmäiskriteereillä. Työssä käytiin läpi Talon 2000 hankenimikkeistön mukaiset, oleellimmat talo-osat.

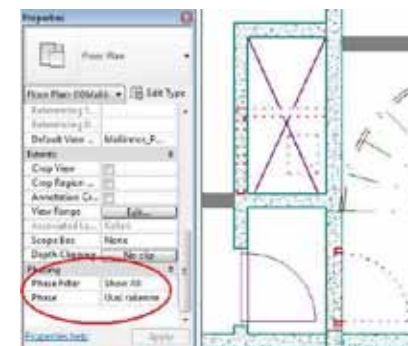
Työssä käytettiin esimerkkituotteena Kuopiossa, Huuhankatu 14:ssä sijaitsevaa kerrostaloa. Rakennukseen on suunniteltu julkisivuremonttia ja hissien lisäämistä on tutkittu. Kerrostalosta oli luotu alustava rakennusosamalli, jota täydennettiin tutkittavien rakennusosien osalta rakennusosamalliksi (kuva 3).

Mallintamistyökaluna käytetyssä Revit Architecture 2012 -sovelluksessa pystytään hallitsemaan ajallista tietoa phasing (suomenn. ”vaiheistus”) -ominaisuuden asetuksilla. Jokaiselle objektille, esimerkiksi ikkunalle, voidaan määrittää rakentamisajankohta

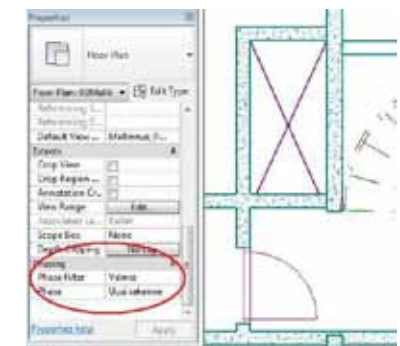


Kuva 3. Kerrostalon alustava rakennusosamalli Revit Architecture 2012 –sovelluksessa.

(phase created) ja mahdollinen purkuajankohta (phase demolished). Kun jokaiselle objektille on määrätty oma ajallinen sijaintinsa, voidaan määrätä mitä vaihetta/vaihetta (phase) halutaan kussakin näkymässä tarkastella. Esimerkiksi pohjakuvassa voidaan määrittää näkyväksi muun muuassa olemassa olevat rakennusosat, purettavat rakennusosat tai vaikkapa valmis kohde (kuva 4 ja 5).

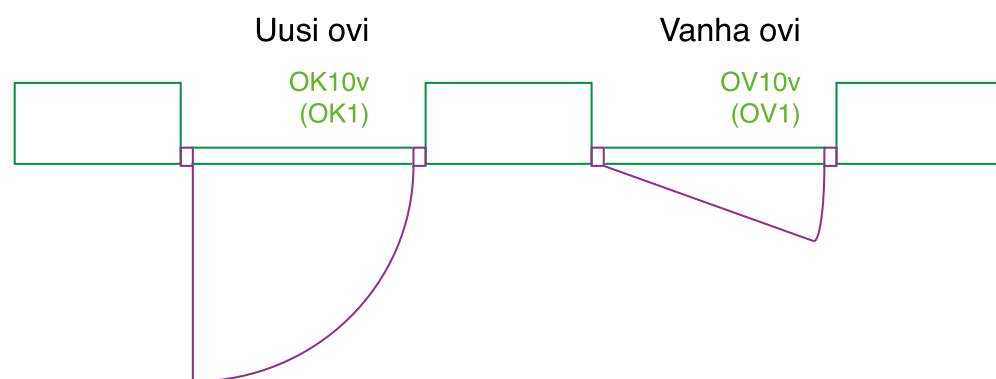


Kuva 4. Uudet ja purettavat rakennusosat.



Kuva 5. Valmis, uusi ratkaisu.

Eri rakennusosien kohdalla tutkittiin viivamerkintöjen, täyttökuvioiden ja -värien, sekä materiaalien näkyvyyttä eri näkymissä. Mahdolliseen julkisivuremonttiin liittyen selvitettiin pystyykö rakenteita ”osittamaan” ja liittämään näille osille eri aikatieoa. Tutkimuksessa käytiin läpi myös Revit-sovellukseen saatavaa suomalaista lokalisoitua. Sen sisältämää projektin aloituspohjaa käytettiin tietomallin pohjana. Työn edetessä osottautui, että aloituspohjaan on jo tallennettu valmiiksi RT-ohjekortin mukaiset, muutos- ja korjauspiirustusten viivamerkinnot. Tarkastelussa olivat myös lokalisoitua sisältävät ”vanha ovi” -objektit, jotka erottuvat pohjakuvassa ”uusista” ovista (kuva 6).



Kuva 6. Tavallinen ovi -objekti ja ”vanha ovi” -objekti. Ovet ovat samanlaiset, mutta eroavat pohjakuvassa toisistaan.

POHDINTAA

Esimerkkikohteen työstämisessä todettiin, että mallinnustyökaluna käytetyllä Revit Architecture 2012 -sovelluksella vaikuttaisi olevan hyvät edellytykset korjauskohteen tietomallin luontiin: vaiheistus –toiminto mahdollistaa jouhevan työskentelyn olemassa olevien ja uusien rakennusosien kanssa. Selvittämättä kuitenkin työssä jäi, mitä Revit:n phasing –toiminnolla luodulle aikatieodolle käy siirrettäessä sitä muihin ohjelmistoihin tai Revit:n vanhempiin versioihin. Tietomalliohjelmistot kehittyvät kuitenkin koko ajan ja vuosittain tulee uusia ohjelmistopäivityksiä, jotka saattavat sisältää uusia tai täysin poikkeavia ominaisuuksia. Muilla rakennussuunnitteluohjelmistoilla on omat erilaiset tapansa esittää aikatieoa.

Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 antaa minimikriteerit arkkitehdin rakennusosa-mallin sisällölle, mutta ei vetoa millään tavalla esittämistapoihin. Rakennustiedon ohjekortti antaa hyvät raamit viivojen ja täyttöväreiden käytöstä perinteisiä piirustuksia

varten, mutta kolmiulotteiselle rakennuksen mallille tulisikin sopia yhtenäiset esittämistavat olemassa oleville ja muuttuville rakennusosille.

Tietomallin käyttö korjausprojektissa antaa monia etuja verrattuna perinteisten piirustusten käyttöön: kaikki tieto on tallennettuna samaan paikkaan, eikä suunnittelun aikana pääse tapahtumaan ristiriitaisuuksia, koska tietomallin yhteen näkymään tehty muutos tallentuu kaikkialle malliin. Tietomallin käyttö edellyttää kuitenkin suunnittelijan lisäksi osaamista ja ohjelman ymmärrystä myös muilta käyttäjiltä, jotta mallin käytöstä saadaan kaikki hyöty irti. Lisäksi hyvä inventointimalli olemassa olevasta rakennuksesta edesauttaa merkittävästi korjaushankkeen valmistelussa ja itse suunnittelussa.

LÄHTEET

- RT 15-10849 Muutos ja Korjausrakentamisen Piirustukset 2005. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 10-11066 Yleiset Tietomallivaatimukset 2012: osa 1. Yleinen osuus. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 10-11067 Yleiset Tietomallivaatimukset 2012: osa 2. Lähtötilanteen mallinnus. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 10-11068 Yleiset Tietomallivaatimukset 2012: osa 3. Arkkitehtisuunnittelu 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 10-11076 Yleiset Tietomallivaatimukset 2012: osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Talo 2000 –nimikkeistö: Yleiseloste. 2008. Tampere: Rakennustieto Oy.

6 TALOTEKNINEN SANEERAUS

TALOTEKNISSÄ SANEERAUKSESSA KÄYTETTYJEN RATKAISUJEN SELVITTÄMINEN

Kouluttaja Tapani Katainen, Savon ammatti- ja aikuisopisto

SELVITYS ERI VUOSIKYMMENINÄ RAKENNETTUJEN OMAKOTI-, RIVI- JA KERROSTALOJEN ”LVI-TYYPPIVIOISTA” JA NIIDEN KORJAUKSET

Vaikka tämän ajan näkökulmasta katsottuna talotekniikan kehitys on ollut nopeaa joiltakin osin, niin varsinaisia ”tyyppivioja” on vain muutamia. Vanhat järjestelmät voivat täyttää tehtävänsä teknisesti kymmeniä vuosia. Esimerkkinä lämpöputkisto pattereineen saattaa kestää sata vuotta, mikäli se on tiivis, eikä uutta happirikasta vettä ole tarvinnut lisätä kuin äärimmäisen harvoin. Joskus jopa vanhojen valurautapatterien kauneus on säästänyt ne turhalta remontti-innolta. Ilmanvaihtokanavat voivat kestää myös pitkään sopivissa olosuhteissa. Vesi- ja viemäriverkosto ovat suuremman rasituksen alaisena ja niiden tekninen toiminta-aika on lyhyempi. Järjestelmissä olevat liikkuvat tai pyörivät laitteet, kuten pumput ja puhaltimet, tai tiivisteelliset osat kuten venttiilit, hanat ja sekoittajat ovat tietoisesti lyhyempiä tuotteita. Toisin sanoen niiden lyhyempi elinkaari ei ole esimerkiksi asennusvirhe, vaikka niitäkin esiintyy.

Varsinaisiksi tyyppivioiksi voidaan ajatella putkiverkoston asentaminen lattioiden tai seinien sisään ilman suojaputkea, jolloin ne voivat vuotaa piilossa pitkän aikaa, aiheuttaen kosteusvaurion, mikä teknisten ongelmien lisäksi voi vaikuttaa ihmisten terveyteen hyvinkin suuresti. Ongelmaa pahentaa omakoti- ja rivitalorakentamisessa 60- ja 70-luvulla käytössä ollut rakennustapa puurakenteissa, jolloin seinien alaosat voivat jäädä betonivalun sisään. Kastuessaan rakenne ei kuivu helposti, vaan alkaa lahomaan ja sitä kautta mikrobien pääsy sisäilmaan voi tapahtua. Toinen terveyteen vaikuttava ongelma on asbestin käyttö. Sitä ei onneksi enää ole kuin äärimmäisen harvoin tuloilma-kanavissa, josta se voi levitä hengitysilmaan. Sitä on vanhoissa putki- ja kattilaeristeissä vieläkin jonkin verran. Eristeistä asbesti ei normaalisti leviä sisäilmaan, kuin purkutöiden yhteydessä. Siksi kaikki asbestin purkutööt ovat aina tehtävä siihen erikoistuneiden ammattilaisten toimesta. Työ on luvanvaraista toimintaa.

Tässä työssä on esitetty kullekin ajanjaksolle tyyppillistä asennustekniikkaa ja sitä säädellyttä normistoa. Ajatuksena on ongelmien lisäksi esitellä yleistietona mitä kiinteistöistä voi odottaa löytävänsä ilman tarkempaa tutkimista.

VAIHTOEHTOISET PUTKISANEERAUSMENETELMÄT

Putkisaneerauksien tarve on kasvamassa rajusti lähivuosina. Työn hinta on yllättänyt monet asukkaat ja kiinteistöjen haltijat. Etsittäessä edullisempia vaihtoehtoja, viemärien uudet saneerausmenetelmät ovat vallanneet markkinoita lisääntyvässä määrin. Niissä vanhan viemärin sisään työnnetään uusi putki tai sinne muodostetaan eri menetelmillä uusi pinnoitus tai uuden veroinen putki. Vaikka epäonnistumiakin on esiintynyt toteutuksessa, niin onnistumisia ja sitä kautta tyytyväisiä asukkaita löytyy enenevässä määrin. Vesijohtojen pinnoitus on myös vallannut alaa, mutta hitaammin. Menetelmien etuna ovat asukkaiden kannalta työn nopeus ja siisteys ja lisäksi remontin hintaa laskee rakennusteknisten töiden oleellinen väheneminen pelkkiä putkitöitä varten. Eri tason kustannuksista puhutaan, jos samaan aikaan korjataan tai rakennetaan talon muita järjestelmiä, kuten hissejä, sähkö-/tietoyhteyksiä, julkisivuja, ikkunoita tai kattoja. Silloin ei ole enää kysymys pelkästään putkisaneerauksesta ja sen kalleudesta.

Edellä esitettyjen menetelmien lisäksi perinteisen tavan rinnalle ovat tulleet asennusseinät kylpyhuoneeseen ja kerroskorkuiset sopivaan paikkaan asennettavat putkielementit. Radikaalimpaa vaihtoehtoa edustaa vanhan kylpyhuoneen ja vessan ottaminen muuhun käyttöön ja uusien tilojen rakentaminen valmistilatorniksi kerrostalon ulkopuolelle. Viimeksi mainituissa asennetaan aina uudet putket.

Kiinteistön vesijohtojen pinnoitusmenetelmä edellyttää korjattavan verkoston olevan mekaanisesti riittävän lujan, koska pinnoitus ei vahvista putkea. Puhdistettuun putkeen levitetään paineilman avulla pinnoitusaine. Kuivuttuaan putki on valmis käyttöön. Menetelmän etuna ovat samat asiat kuin viemäripuolella.

Oman lisänsä vesijohtojen pinnoitukseen on tuonut keskustelu haitallisten aineiden liukenemisesta talousveteen. Suurimpana epävarmuutena pidetään bisfenoli A:n sallittua suurinta turvallista pitoisuutta. Heikoimpana kohtana pidetään toteutuksen laadunvalvonnan puutetta. Työtapaa ei ole kielletty toistaiseksi muualla, kuin Saksassa. Kyseinen aine esiintyy myös muissa elintarvikkeiden kanssa kosketuksissa olevissa tarvikkeissa. Sen vuoksi asiaa tutkitaan mahdollisimman perusteellisesti. Euroopan kemikaaliviraston odotetaan ottavan kantaa talousveden suurimpiin sallittuihin haitta-ainepitoisuuksiin ja eri aineiden käyttöön pinnoituksissa vuoden 2012 aikana. Vanha neuvo elintarvikkeeksi käytettävän veden ottamiseksi riittävästi juoksutetulta kylmältä puolen pitänee kutinsa lausunnon jälkeenkin.

Uusien menetelmien käyttöönotossa on vakuutusyhtiöillä oma roolinsa. Varsinaista yhtenäistä linjaa ei yhtiöillä ole menetelmien hyväksynnässä. Viemärien korjaukseen suhtaudutaan kuitenkin selvästi suopeammin, kuin vesijohtojen pinnoitukseen, johon vain yksi yhtiö antaa 25 vuoden ikähyvityksen.

IV-KORJAUKSET JA PUHDISTUKSET VANHOISSA RAKENNUKSISSA

Sisäilman epäpuhtauksista ja niiden aiheuttamista oireista saa lukea ja kuulla päivittäin. Yhtenä osana ongelmavyöhyteä on ilmastointi/ilmanvaihto. Pahimmillaan se on ongelmien aiheuttaja ja parhaimmillaan niiden poistaja. Jo vuonna 1889 Suomen Teollisuuslehdessä asiasta on todettu tänäkin päivänä pätevästi: ”Puhdas ilma on kaikkien taudinsiemenien vihollinen”. Oikein jaettu puhdas tuloilma yhdessä tehokkaan pois-

toilmajärjestelyn kanssa mahdollistavat terveen sisäilman huonossakin ympäristössä.

IV-järjestelmän korjauksia tehdään monilla erilaisilla motiiveilla. Laitteiden normaalin vanhenemisen lisäksi syynä voi olla esimerkiksi energiansäästö lämmön talteenotolla tai sisäolosuhteiden parantaminen tuloilmanjärjestelmän rakentamisella tai siihen jäähdytyksen lisäämisellä.

Ilmakanavien lisääminen valmiiseen rakennukseen on usein vaikeaa. Pystylinjojen asennus entisiin ahtaisiin tekniikalle varattuihin hormeihin ei yleensä onnistu. Porrashuone saattaa olla joskus niin tilava, että sinne uusi pystykanava voi mahtua. Ronskein ratkaisu on vetää linja jonnekin asuntojen nurkkaan. Yhtenä vaihtoehtona voidaan myös käyttää pieniä huonekohtaisia iv-koneita korvaamaan vanhaa pelkkää poistoilmajärjestelmää.

Järjestelmän nykykunnan selvittämiseksi kannattaa teettää asiantuntijalla kuntokartoitus ja sen perusteella tehdä ratkaisu toimenpiteistä. Joskus pelkällä kartoituksella voi löytyä laitteistosta merkittäviä parannuksia toimintaan ja siten ratkaisu alkuperäiseen ongelmaan. Niitä voivat olla väärät käyttöajat, ilman virtaus väärinpäin, ilmamäärien säätöjen muuttuminen ajan kuluessa jne. Vähintä mitä järjestelmälle on tehtävä, on sen saattaminen toimimaan siten kuin se on suunniteltu.

Osana saneerausta ja erillisenä ylläpitotyönä IV-järjestelmä on pidettävä puhtaana. Palomääräyksissä annetaan järjestelmän palveleman tilan mukaan puhdistusvälit eräille palovaarallisia toimintoja palveleville järjestelmille. Hygieniasyistä ei pakollisia puhdistusvälejä ole lainsäädännössä. Käytännössä suunnittelija määrittelee uusille kanaville Sisäilmayhdistyksen laatimien ohjeiden mukaisen puhtaustason. Kun pölykertymä kaksinkertaistuu, tulee kanavat ja koko järjestelmä puhdistaa. Vanhempien kiinteistöjen kanavistoille ei ole määritelty yleensä puhtaustasoa, vaan se on päätettävä tarkastuksen aikana. Yleisenä ohjeena voitaneen pitää ajatusta, että rakennuksen ikä ei ratkaise IV-järjestelmän hygieniatasoa. Asuinrakennusten kanavien nuohoukselle kaupungit voivat antaa suosituksia, esim. 10 vuotta Kuopiossa.

IV-järjestelmän toimiessa, lähinnä tuloilmareitti voi tuoda epäpuhtauksia sisäilmaan. Käytännössä on kuitenkin havaittu yöaikana ja viikonloppuina tilanteita, joissa ilmapuhdus muuttuu. Määräyksissä on ollut pitkään kohta, jossa esimerkiksi WC-tilojen poisto on pidettävä päällä jatkuvasti. Kun samaan aikaan varsinainen tulo-/poistojärjestelmä kytketään pois päältä säästösyistä, niin korvausilma voi tulla mistä tahansa: poistoilmakanavasta, alapohjan tai seinien raoista – pahimmillaan viemäreistä.

Puhdistustyö on yleensä erikoisfirmojen hoidettava siinä tarvittavien erikoistyökalujen ja ammattitaidon vuoksi. Puhdistusta suorittavalta henkilöltä vaaditaan suoritettu näyttötutkinto. Jos puhdistuksen osasyynä on todettu liiallinen mikrobikasvusto, niin kanavisto voidaan myös desinfioida. Toimenpidettä ei ole kuitenkaan syytä tehdä varmuuden vuoksi, koska osa aineista voi jopa syövyttää kanavia ja ainakin ne lisäävät kemiallista kuormaa sisäilmassa.

VANHOJEN RAKENNUSTEN ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN TALOTEKNIIKAN KEINAIN

Rakennusten osuus kaikesta Suomessa käytettävästä energiasta on noin 40 %. Luku on suuri, ajattelipa sitä prosentteina, energiayksikköinä tai euroina. Siksi erilaisia energiatehokkuustoimenpiteitä on tehty ja pyritään myös tulevaisuudessa tekemään. Ensimmäi-

senä toimenä kiinteistön energiankäytön hallinnassa on tutkia käytetäänkö järjestelmiä suunnitelman mukaan (käyttöajat ja säädöt). Tähän yhteyteen kuuluu myös ihmisten asenteen seuraaminen ja säästävyyden ohjaaminen. Seuraavaksi voi tarkastella onko suunniteltu käyttö enää ajan tasalla, esimerkiksi ilmanvaihdon käyttöajat. Viimeisenä keinona voidaan tarkastella onko järjestelmät ajan tasalla energiakäytöltään, ja mitkä ovat vaihtoehdot ja niihin investointien kannattavuudet.

Nykyisin kiinnitetään rakennuksissa enenevässä määrin huomiota niiden tiiviyteen. Rakennuksen läpi menevä ilma on lämmitettävä sisään tullessaan huoneiden lämmitysjärjestelmällä, mutta rakenteiden kautta poistuessaan sen sisältämää energiaa ei voida ottaa enää talteen millään menetelmällä. Vuotoilman lämmitystarve nousee helposti suuremmaksi, kuin suunnitellun ilmanvaihdon. Vaipan tiivistyksellä voidaan päästä joskus pienellä rahalla ja vaivalla huomattavaan energian säästöön. Joskus ”parempien” ikkunoiden vaihdon yhteydessä suurin hyöty voikin olla pelkkä vuotoilmojen väheneminen.

Pelkällä poistoilmavaihdolla oleva IV-järjestelmä voidaan varustaa poistoilmalämpöpumpulla, joka ottaa talteen ulospuhallettavan ilman lämpöenergiaa ja siirtää sitä lämmitys- tai käyttöveteen. Mikäli kiinteistössä on tulo- ja poistoilmakoneet, niin sisään otettavan ulkoilman esilämmitys voidaan tehdä erityyppisillä poistoilman lämmön talteenottolaitteilla.

Lisäinvestoinneilla tehtäviä energiaa säästäviä ratkaisuja on lukemattomia. Maalämpöpumppu ja ilmalämpöpumppu ovat vallanneet nopeasti markkinoita kiinteistöjen lämmönlähteenä. Edellinen voidaan mitoittaa ja käyttää kattamaan koko lämmöntarpeen. Ilmalämpöpumppu sen sijaan on aina Suomen olosuhteissa vain energiansäästölaite ja tarvitsee rinnalleen 100 % päälämmitysjärjestelmän huippupakkasilla. Kallioon poratuilla lämpökaivoilla ja maalämpöpumpuilla voidaan lämmittää kerrostaloja ja jopa suuria liikekeskuksia. Yleisesti voidaan sanoa lämpöpumppuratkaisujen olevan jo nyt oikein mitoitettuna kannattavia ratkaisuja.

Aurinkoenergian hyväksikäyttö on myös edennyt käytännön asteelle. Sen sovellusten taloudellinen kannattavuus on vielä heikkoa, mutta on oletettavaa tarvittavien komponenttien hintojen laskun ja energianhinnan nousun muuttavan tilannetta paremmaksi.

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun C-sarjassa ilmestyneitä julkaisuja

- C:64 Kuokka - Korkeakouluista uutta osaamista Keski-Karjalaan : Loppuraportti
Niina Hattunen, Tiina Hyvärinen, Katja Hirvonen. 2012.
- C:63 Luovien alojen managerointi ja alueellinen kehitys: kokemuksia Pohjois-Karjalasta.
Jari Kupiainen & Marja-Liisa Ruotsalainen. 2012.
- C:62 Creative Managers – luovan talouden kansainvälinen erikoisosaja- ja tuottajavalmennus :
Loppuraportti. Marja-Leena Ruotsalainen.
- C:61 Kortteli 48 - luova osaamisyhteisö 2011-2012 : Loppuraportti. Niina Hattunen,
Jouni Erola, Sirpa Hyttinen. 2012.
- C:60 KuTu - Kulttuurista tulevaisuutta : Loppuraportti. Niina Hattunen. 2012.
- C:59 Luova Pohjois-Karjala II : Loppuraportti. Niina Hattunen. 2012.
- C:58 Enterprise portals in e-learning. Jari Järvelä, Juha Kareinen, Jyri Pötry, Stanley Fobugwe.
2012.
- C:57 Klaavi-hanke. Musiikin perusteiden verkostopohjainen kehittäminen. Raija Pesonen-
Leinonen (toim.) 2012
- C:56 Käytäntölähtöisen innovaatiotoiminnan edistäminen Pielisen Karjalassa. Minna
Sarkkinen. 2011.
- C:55 Outdoors Finland -strategian mukainen matkailuaktiviteettien kehittäminen ja
imagomarkkinointi Pohjois-Karjalassa. Raija Ruusunen & Tero Taatinen. (toim.). 2011.
- C:54 Kurkistus kulisseihiin: näkökulmia Pohjois-Karjalan elokuvamaakunnan rakentumiseen.
Petri Raivo. (toim.). 2011.
- C:53 Kalliojärven vesistöalueen järvialtaiden vedelaatu ja fosforikuormitus vuonna 2010 sekä
fosforimallitarkastelu kunnostussuunnittelun lähtökohdaksi. Tarmo Tossavainen. 2011.
- C:52 Kolin Purnulamman limnologinen tila vuonna 2010 kunnostussuunnittelun
lähtökohdaksi: tutkimusraportti. Tarmo Tossavainen. 2011

Julkaisumyynti
Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu
Tikkarinne 9, 80200 Joensuu
julkaisut@pkamk.fi
<http://www.tahtijulkaisut.net>



Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu yhdessä Savonia-ammattikorkeakoulun ja Savon ammatti- ja aikuisopiston kanssa toteuttivat Korjausrakentamisen kehitysprojektin (KORAK) osana Talonrakennusteollisuuden Itä-Suomen piiri ry:n hallinnoimaa Itä-Suomen rakennusalan kehittämishanketta (ISKE). Korak-projektin kohderyhmänä olivat rakennuttajaorganisaatiot, suunnittelijat, isännöitsijät, korjausrakentamista harjoittavien yritysten henkilöstö sekä koulutusta antavien oppilaitosten opettajat ja opiskelijat.

Korak-projektin päätavoitteet ja -tehtävät olivat:

- Korjausrakentamisen aihealueiden asiantuntijakoulutusten järjestäminen
- Korjausrakentamisen kokonaisuuden prosessimallintaminen
- Oppilaitosyhteistyön kehittäminen todellisessa korjausrakentamiskohteessa

Projektia rahoitti Pohjois-Savon ELY-keskuksen kautta Manner-Suomen ESR-ohjelma.

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisuja
C: 70

ISBN 978-952-275-048-8 (painettu)

ISBN 978-952-275-049-5 (pdf)

ISSN 1797-3848 (painettu)

ISSN 1797-3856 (pdf)