

Jan Ritanoro

# Betonilattian haitta-ainekapselointi korjauskohteessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

30.10.2015

## ALKULAUSE

Tämä mestarityö tehtiin YIT Rakennus Oy Korjausrakentamispalvelut-yksikölle. Haluan kiittää YIT Rakennus Oy:tä tämän mestarityön mahdollisuudesta. Erityiskiitokset haluan osoittaa vastaava työnjohtaja Rauno Aitalle tähän mestarityöhön kipinän sytyttämisestä ja hyvän työnjohtajan esimerkin näyttämisestä. Kiitokset tämän mestarityön ohjaamisesta kuuluvat kehitysinsinööri Mikko Moilaselle.

Nöyrimmän kiitokseni ansaitsee lehtori Juha Virtanen kaikesta avustaan ja hyvistä neuvoistaan työn eteenpäin viemisessä ja valmiiksi saattamisessa.

Lopuksi haluan rakkaudella kiittää puolisoani ja perhettäni kaikesta tuesta ja kannustavasta rinnalla kulkemisesta erityisesti koulutyöni aikana.

Tämä mestarityö on omistettu Joonatanille ja Rasmukselle.

Helsingissä 20.11.2015

Jan Christian Ritanoro

Tekijä Otsikko	Jan Ritanoro Betoni lattian haitta-ainekapselointi korjauskohteessa
Sivumäärä Aika	33 sivua + 10 liitettä 20.11.2015
Tutkinto	rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaajat	lehtori Juha Virtanen kehitysinsinööri Mikko Moilanen
<p>Mestarityön tarkoituksena oli kehittää helppokäyttöinen valvonnan apuväline YIT Rakennus Oy Toimitilat -liiketoimintaryhmän Korjausrakentamispalvelut-yksikön työnjohtajien käyttöön. Tutkimustyössä selvitettiin yrityksen nykyisiä toimintatapoja haitta-ainekorjauksiin liittyvien lattiapinnoitusten työvaiheiden valvonnan, seurannan ja raportoinnin suhteen sekä toimintatapojen mahdollisia kehitystarpeita. Lähtökohtana opinnäytetyölle toimi oletamus siitä, että Korjausrakentamispalvelut-yksikön käytännöt valvontatoimenpiteiden muistiin kirjaamisen suhteen ovat vaihdelleet työmaittain ja että asiassa saattaisi olla kehittämisen mahdollisuus. Oletuksena oli, että dokumentointiin liittyvien asiakirjojen parissa on jouduttu tekemään ylimääräistä työtä.</p> <p>Mestarityön toissijaisena tavoitteena oli selvittää haasteita tai ongelmakohtia, joita kapselointitöiden valvonnassa ja toteutuksessa saattaisi ilmetä. Haitta-ainekorjaustöiden toteutus on usean ammattiryhmän ja asiantuntijan yhteistyötä, ja näiden toimijoiden keskinäisiä vaikutussuhteita tutkimalla voitiin olettaa löytyvän korjaustöiden laadullista ja taloudellista onnistumista kehittäviä tekijöitä.</p> <p>Tutkimustyön menetelminä käytettiin henkilöhaastatteluja, arkisto- ja kirjallisuustutkimusta sekä työmenetelmiin perehtymistä. Yrityksen käytössä olevia valvonta- ja raportointikäytäntöjä lattiapinnoitustöissä tarkasteltiin vuosien 2006 ja 2014 väliseltä ajalta.</p> <p>Tämän mestarityön tuloksena kehitetty tarkastuspöytäkirja luovutettiin YIT Rakennus Oy:n käyttöön tehostamaan työvaiheiden seurantaa.</p>	
Avainsanat	Kapselointi, korjausrakentaminen, haitta-aine, valvonta

Author Title Number of Pages Date	Jan Ritanoro Capsulation of Concrete Floor to Close in Volatile Compounds 33 pages + 10 appendices 20 September 2015
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Building Construction
Instructors	Juha Virtanen, Senior Lecturer Mikko Moilanen, Development Engineer
<p>The main objective of this Bachelor's thesis was to develop a simple tool to aid construction site managers in their work in controlling and supervising floor surfacing works in the Renovation Service department of YIT Construction Corporation.</p> <p>The company's existing practices concerning flooring works supervision, monitoring and reporting when executing repairs related to harmful substances were examined and possibilities in developing these practices were reviewed.</p> <p>The basic hypothesis for this thesis was that YIT Renovation Service department had been lacking a uniform practice when recording on-site control procedures and therefore, extra work had been required with documentation procedures. Also it was suggested that the current company practices required development solutions.</p> <p>Secondly, the purpose of this study was to find out the possible challenges or problems occurring when supervising and implementing encapsulation works. Renovation projects related to harmful substances require the collaboration of several different professionals and experts. Investigating the interaction between these parties was assumed to reveal factors that could assist in developing the qualitative and economic success in renovation projects.</p> <p>The research project was carried out by conducting interviews and familiarizing with the archives and topic-related literature. Construction working methods were also investigated. In addition, the existing operations models of YIT Renovation Service department concerning on-site construction management between the years 2006 - 2014 were examined.</p> <p>The supervision log sheet created as a result of this thesis was handed over to YIT Construction Corporation to support the tracking and controlling of on-site operations.</p>	
Keywords	Encapsulation, renovation, harmful substance, supervision

## Sisällys

Sanastoa	1
1 Johdanto ja työn rajaus	1
2 Yrityksen esittely	2
2.1 YIT Rakennus Oy	2
2.2 YIT Toimitilat, korjausrakentamispalvelut	2
3 Tutkimusmenetelmät	3
3.1 Kirjallisuus ja arkistomateriaali	3
3.2 Haastattelututkimus	4
4 Haitta-aineet	5
4.1 Määritelmä	5
4.2 Kemialliset aineet rakenteissa ja niistä aiheutuvia epäpuhtauksia	6
4.3 Pitoisuusarvojen määritelmiä	6
4.4 Haitta-ainetutkimus	9
4.5 Mittausmenetelmät	10
4.6 Toimenpidesuositukset	11
5 Saastuneiden betonilattioiden haitta-ainekorjausmenetelmiä	11
5.1 Tuuletettavan rakenteen menetelmä	12
5.2 Purku ja uuden rakentaminen	13
5.3 Kapselointimenetelmä	13
6 Kapselointimenetelmä	15
6.1 Työmenetelmät	15
6.2 Työnaikainen valvonta	17
6.2.1 Raaputuskokeet	17
6.2.2 Ainemenekit	18
6.2.3 Työvälineet	18
6.3 Raportointi	18
6.4 Dokumentointi	19
6.5 Jälkimittaukset	19
6.6 Kapseloinnin työvirheistä aiheutuvat korjaustyöt	20

6.7	Päätoteuttajan työnjohtajan tehtävät kapselointihankkeessa	20
6.7.1	Aikataulun laatiminen ja seuranta	20
6.7.2	Resurssien järjestäminen	21
6.7.3	Risteävien muiden töiden yhteensovittaminen	21
6.7.4	Kustannusten seuranta	21
6.7.5	Valvonnan järjestelyt	22
6.7.6	Muistioiden laatiminen	22
6.7.7	Taloudellisen loppuselvityksen asioita	23
7	Esimerkkikohteet ja niissä käytetyt valvontamenettelyt	23
7.1	Työmaa A	24
7.2	Työmaa B	25
7.3	Työmaa C	26
8	Valvonnan haasteita	27
9	Valvonnan tarkastuspöytäkirja	28
10	Yhteenveto	29
	<b>Lähteet</b>	33

## Liitteet

Liite 1. Malli haastattelukysymyksistä

Liite 2. Kapseloinnin pikaohje, Uzin-tuotteet/Betton Oy

Liite 3. Korjaustapaehdotus, Betton Oy

Liitteet 4—10 (Vain tilaajan käyttöön)

Liite 4. Muistio, Työmaa A

Liite 5. Tutkimusraportti, Työmaa A

Liite 6. Toimenpidesuositus, Työmaa A

Liite 7. Valvontaselvitys, Työmaa A

Liite 8. Ote kapseloinnin asennuspöytäkirjasta, Työmaa C

Liite 9. Loppuraportin täydennys, Työmaa C

Liite 10. Tuote-, asennus ja mallikatselmus/tarkastus, Työmaa B

## Sanastoa

### Sisäympäristö

Fyysisen ympäristön osa, joka muodostuu sisätiloissa aistittavissa olevien fyysisten tekijöiden muodostamasta kokonaisuudesta. Sisäympäristöön kuuluvat lämpöolot ja sisäilman laatu sekä akustinen ja visuaalinen ympäristö.

### Haitta-aine

Haitta-aineilla tarkoitetaan rakennusmateriaaleissa olevia tai niihin imeytyneitä orgaanisia tai epäorgaanisia yhdisteitä. Tiettyinä pitoisuuksina ne aiheuttavat terveys- ja ympäristöriskin sekä sisäilmaongelmia.

### Emissio

Emissio tarkoittaa kemiallisten yhdisteiden haihtumista ympäröivään ilmaan. Emissio ilmoitetaan massayksikkönä pinta-ala- ja aikayksikköä kohden eli  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  tai vaihtoehtoisesti massayksikkönä massayksikköä kohden eli  $\text{mg}/\text{kg}$ .

### PAH-yhdisteet

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt ovat orgaanisia yhdisteitä, joiden molekyyli rakentuu hiilen ja vedyn muodostamista aromaattisista renkaista. PAH-yhdisteitä syntyy orgaanisen aineen epätäydellisen palamisen seurauksena ja niitä esiintyy myös luonnossa. Osan PAH-yhdisteistä tiedetään olevan syöpävaarallisia.

### BTEX-yhdisteet

Yhteisnimitys bentseenille, tolueenille, etyylibentseenille, orto-ksyleenille eli oksyleenille, meta-ksyleenille eli m-ksyleenille ja para-ksyleenille eli p-ksyleenille.

### Kapselointi

Korjausrakentamisessa kapseloinnilla tarkoitetaan menetelmää, jossa haitalliset yhdisteet suljetaan rakenteen sisään päällystämällä rakenne tiiviisti kapselointimateriaalilla, joka hidastaa tai estää haitallisten aineiden pääsyä sisäilmaan.

Epoksi      Epoksi on kertamuovi, joka kovettuu kovettajan avulla. Yleisesti sen osia kutsutaan komponenteiksi, joista toinen on perusosa ja toinen osa toimii kovettajana. Kapselointiaineena epoksi muodostaa kosteus- ja vesitiiviin kalvon esimerkiksi betonin pinnalle estäen veden haihtumista ylöspäin sekä pintahalkeilujen syntymistä.

Työselostus

Hankeasiakirja, joka kuvaa yhden työlajin menetelmät

## 1 Johdanto ja työn rajaus

Haitta-aineet sisäympäristössä saattavat nousta merkittäväksi tekijäksi rakennuksen käyttötarkoituksen muutostöiden yhteydessä. Aiemmin teollisuus- ja tuotantotiloina toimineita rakennuksia tai niiden osia muutetaan vuosittain runsaasti mm. toimisto-, liike-, asuin- ja koulutiloiksi. Rakenteisiin on vuosien mittaan saattanut imeytyä mittavia määriä kemikaaleja, liuottimia ja muita terveydelle haitallisia päästöjä tuottavia aineita. On melko selvää, että esimerkiksi tilat, joissa on pitkään harjoitettu vaikkapa konepajatoimintaa, ovat sellaisenaan kelvottomia asuinkäyttöön. Laaja peruskorjaus on usein tarpeen, jolloin rakennus- ja talotekniset työt tehdään kattavasti. Tavanomaiset pintakäsittelyt eivät kuitenkaan pysty estämään voimakkaasti haihtuvia yhdisteitä tunkeutumasta rakenteiden läpi huoneilmaan.

Sisäympäristön laatua heikentävät aineet täytyy saada poistettua tai suljettua ne rakenteisiin siten, etteivät ne pääse vaikuttamaan rakennuksen tai sen osan uusien käyttäjien sisäilmaan heikentämällä ilman laatua ja vakavimmillaan aiheuttamaan tilojen käyttäjille huomattavia terveysriskejä. Kyseisten aineiden aiheuttamat päästöt voidaan luotettavasti mitata huoneilmasta ja tietojen perusteella arvioida toimenpiteiden tarpeellisuus. Toimenpidesuosituksot johtavat työmenetelmien valintaan ja työsuorituksiin, jotka oikein toteutettuna johtavat turvalliseen ja terveelliseen asuin- tai toimitilaan. Matkan varrelle mahtuu kuitenkin monta vaihetta, joissa tarvitaan erikoisosaamista ja asiantuntemusta. Hankkeiden eri osapuolten yhteistyön tulisi olla tiivistä. Valvonnan merkitys kaikissa työn vaiheissa näyttelee tärkeää osaa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää kapselointityön valvonnan apuväline työjohtajien käyttöön. Tavoitteena on myös tutkia haitta-aineiden kapselointiin liittyvien valvontatoimenpiteiden yksityiskohtia ja kapselointityössä mahdollisesti esiintyviä riskitekijöitä, jotka saattavat vaarantaa hankkeiden onnistumista tai johtaa ylimääräisiin korjaustöihin.

Työ rajataan koskemaan toimitilahankkeita. Asunto- ja liikerakentaminen rajataan tämän opinnäytetyön ulkopuolelle. Tutkittavat esimerkkikohteet ja niissä esiintyneet valvonnan haasteet esitetään ensisijaisesti pääurakoitsijan työnjohdon näkökulmasta käsin. Työ käsittelee erityisesti saastuneen betonilattian korjaamista kapselointimenetelmällä. Vaihtoehtoista korjausmenetelmää tarkastellaan vain pintapuolisesti, ja siitä

mainitaan kustannus- ja aikatauluvaikutukset. Kiviaineiset seinärakenteet kuuluvat työn piiriin vain niiltä osin, kuin ne liittyvät lattiarakenteeseen. Muut rakennusaineiset pinnat kuten esimerkiksi puulattiat ja -pinnat rajataan opinnäytteen ulkopuolelle.

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan saastuneen betonilattian korjaustyön vaiheita keskittyen erityisesti valvonnan ja työnjohdon tehtäviin ja haasteisiin. Työn alussa esitellään tilaajayritys ja opinnäytetyön tutkimusmenetelmät. Haastattelututkimukseen liittyvän osion jälkeen esitellään haitta-aineiden määritelmiä ja haitta-ainetutkimusta. Seuraavaksi käsitellään betonilattian haitta-ainekorjaukseen liittyviä menetelmiä. Työ etenee lähempään tarkasteluun valittua haitta-ainekorjausmenetelmää toteutettaessa suoritettavien laadunvalvontatehtävien tutkimiseen ja työmaatason esimerkkikohteiden sekä niissä käytettyjen valvontamenettelyjen tarkasteluun. Tämän jälkeen seuraa työnjohtajan tehtävien ja laadunvalvonnan haasteiden selostaminen. Lopuksi esitellään mestarityön päätavoite, joka on työn yhteydessä laadittava laadunvalvonnan apuväline.

## **2 Yrityksen esittely**

### **2.1 YIT Rakennus Oy**

YIT on rakennusalan toimija, joka luo kestävää kaupunkiympäristöä rakentamalla asuntoja, toimitiloja, infrastruktuuria sekä kokonaisia alueita. YIT:llä on yli 100 vuoden kokemus ja vahva markkina-asema: Suomessa YIT on suurin asuntojen rakentaja ja Venäjällä suurin ulkomainen asuntorakentaja. YIT on myös Suomen suurimpia toimitilaja infrarakentajia. Toiminta-alue kattaa Suomen, Venäjän, Baltian maat, Tšekin ja Slovakian. [1.]

Vuonna 2014 YIT:n liikevaihto oli noin 1,8 miljardia euroa työllistäen noin 6 000 henkilöä. YIT:n osake noteerataan NASDAQ OMX Helsinki Oy:ssä. [1.]

### **2.2 YIT Toimitilat, korjausrakentamispalvelut**

YIT:n Korjausrakentamispalvelut toteuttaa korjauskohteita monipuolisesti kevyistä pintaremonteista suuriin, koko kiinteistöä koskeviin peruskorjauksiin. Korjausrakentamisella pidennetään kiinteistön teknistä elinkaarta ja luodaan viihtyisiä, tehokkaita sekä ny-

kyaikaisia tiloja käyttäjille. Korjausrakentamisen avulla rakennus palautetaan elinkaarensa alkuun, uudelle kierrokselle. Rakennus saattaa korjausrakentamisen keinoin myös saavuttaa uuden käyttötarkoituksen. Peruskorjauksella voidaan myös parantaa merkittävästi rakennuksen energiataloutta. Vaikka tyhjää toimistotilaa on tarjolla, riittää kysyntää nykyajan vaatimukset täyttävälle ja hyvillä paikoilla sijaitseville toimistotiloille. Tiivis yhteistyö asiakkaan kanssa ja laaja-alainen osaaminen on tärkeää korjausrakentamisen kohteissa ja YIT:llä on vahva kokemus sekä työvälineet tämän saavuttamiseksi. [2.]

### **3 Tutkimusmenetelmät**

Opinnäytetyön taustatutkimus suoritettiin kvalitatiivisin menetelmin ja tutkimustiedon lähteinä käytettiin seuraavia asioita: kirjallisuus, verkkoaineisto, henkilöhaastattelut, esimerkkikohteiden valvontaan liittyneet asiakirjat, aineitoimittajalta saatu materiaali ja esimerkkikohteiden haitta-ainetutkimuksia suorittaneen yrityksen raportit.

#### **3.1 Kirjallisuus ja arkistomateriaali**

Kirjallisuuden lähteinä opinnäytetyössä hyödynnettyä aineistoa olivat mm. aiheeseen liittyvät lait ja asetukset, alan julkaisut, sosiaali- ja terveysministeriön ohjeet sekä Rakennustietosäätiön julkaisemat oppaat.

Arkistomateriaali, joka sisälsi etupäässä työmaiden valvonta- ja raportointimateriaalia, saatiin YIT Rakennus Oy:n arkistoista. Käytännön esimerkkeinä ja tutkimustiedon lähteinä toimivat kolme YIT:n toteuttamaa toimitilahanketta vuosina 2006 — 2012.

Kapselointiainetietouteen liittyvän tutkimusmateriaalin pääasiallinen lähde oli kapselointiaineita maahantuova yritys. Haitta-ainetutkimuksista esimerkkikohteissa vastannut yritys toimi lähteenä tämän opinnäytetyön tutkimustyössä käytetyille haitta-ainetutkimusraporteille.

### 3.2 Haastattelututkimus

Tämän mestarityön haastattelututkimus järjestettiin osittain strukturoituna asiantuntija-haastatteluna ja siinä pyrittiin pitäytymään rajattuihin kysymyksiin ja aiheisiin. Kullekin haastateltavalle oli ennalta laadittu yksilölliset kysymykset ja ne esitettiin valikoiduille asiantuntijoille. Kysymykset olivat yksilölliset siitä syystä, että ne liittyivät kunkin asiantuntijan oman työnkuvan mukaiseen tietämykseen tai opinnäytetyössä tarkasteltavien rakennushankkeiden mukaan määräytyviin tehtäviin. Myös haastateltavien keskinäisten vuorovaikutussuhteiden selvitystyö vaati, että kysymykset olivat yksilölliset. Esimerkkinä mainittakoon, että esimerkiksi rakennuttajan edustaja ei mahdollisesti ollut laisinkaan suoraan tekemisissä kaikkien muiden haastateltavien kanssa. Siitä syystä rakennuttajalta olisi ollut turhaa kysyä, kuinka hän kokee yhteistyön sujuneen esimerkiksi kapselointiainetoimittajan kanssa.

Haastattelujen painopiste oli korjausrakentamisen laadulliseen toteuttamiseen ja työn valvontaan liittyvissä seikoissa ja työssä mahdollisesti esiintyvissä ongelmakohtissa. Hankkeiden eri osapuolten välisiin vuorovaikutussuhteisiin ja niissä mahdollisesti ilmeneviin ristiriitaisuuksiin pyrittiin saamaan selvyttä. Haastateltaviksi valittiin esimerkkikohteiden haitta-ainekapselointitöissä mukana olleiden organisaatioiden osapuolia.

Tilaaajan valvonnan osalta haastateltiin esimerkkikohteen päävalvojana toimineen yrityksen toimihenkilöä. Pääurakoitsija-osapuolena toimineen YIT:n Toimitilayksikön Korjausrakentamispalvelujen toimihenkilöistä haastateltiin kohteen työmaainsinööriä. Haitta-ainetutkimuksen suorittaneen yrityksen haastatteluun valittiin kohteen vastuullinen tutkimusinsinööri, joka toimi myös kohteen paikallistyövalvojana. Kapselointiainetoimittajan puolesta haastattelun antoi saksalaisen Uzin-tuotemerkin tuotteita maahantuovan yrityksen Betton Oy:n toimihenkilö, joka vastasi kohteen kapselointiaineiden ja tarvikkeiden toimittamisesta sekä antoi asiantuntija-apua esimerkkikohteen työohjeiden laadimisessa ja toteutuksen laadunvalvonnassa. Malli haastattelukysymyksistä löytyy tämän opinnäytetyön liitteistä (LIITE 1).

## 4 Haitta-aineet

### 4.1 Määritelmä

Terveysuojelulaissa (763/94) määritellään asuntojen ja muiden oleskelutilojen olosuhteiden haitat terveydelle. Sisäilman laadun tulee olla sellaista, ettei se aiheuta terveyshaittaa. Lain 1 §:n mukaan terveyshaitta on oire, sairaus tai sairastumisen vaara. Laissa ja erityisesti sen 26 §:ssä ja 27 §:ssä luetellaan terveyshaittaa tuottavia tekijöitä ja määrätään, että oleskelutilojen sisäilman tulee olla puhdasta. [3, s.9.] Puhtaudella tarkoitetaan muun muassa sitä, ettei sisäilmassa ole terveyshaittaa aiheuttavia kemiallisista aineista johtuvia epäpuhtauksia. Terveyshaittaa aiheuttavia kemiallisia aineita kutsutaan yleisesti haitta-aineiksi, ja ne saattavat tuottaa esimerkiksi sisäilmaan haihtuessaan merkittävän terveysriskin tilojen käyttäjille. Haihtumistuotteita kutsutaan emissioiksi. Emissioita voidaan havaita mm. aistinvaraisin ja kokeellisin menetelmin, ja niiden tutkimisesta vastaa alan ammattilainen. [4, s.11—12.]

Terveysuojeluviranomainen on velvoitettu valvomaan oleskelutilojen terveydellisiä olosuhteita ja tarvittaessa määräämään ko. tilat korjattaviksi sellaisiksi, ettei niiden käyttäjille aiheudu terveyshaittaa. Terveysuojeluviranomainen on velvoitettu lain 51 §:n nojalla tarvittaessa asettamaan oleskelutilat käyttökieltoon, kunnes terveelliset olosuhteet on saavutettu ja varmistumaan siitä, että oleskelutila sopii käyttötarkoitukseensa. Kohteen jälkivalvontatiedot, joista ilmenee korjaustapa ja korjaustöiden onnistumisen varmentavat mittaukset, on toimitettava viranomaiselle. [5.]

Haitta-aineilla tarkoitetaan rakennusmateriaaleissa olevia tai niihin imeytyneitä orgaanisia tai epäorgaanisia yhdisteitä. Tiettyinä pitoisuuksina ne aiheuttavat terveys- ja ympäristöriskin sekä sisäilmaongelmia. Haitta-aineet täytyy aina huomioida korjaus- ja purkutöissä sekä rakennusjätteiden lajittelussa. Haitta-aineita on käytetty rakennusmateriaaleissa 1800-luvun lopulta lähivuosiin saakka. Tyypillisimpiä rakennusmateriaalien haitta-aineita ovat asbesti, PAH-yhdisteet (kreosootti), PCB-yhdisteet ja haitalliset metalliyhdisteet (esim. lyijy). [6.]

#### 4.2 Kemialliset aineet rakenteissa ja niistä aiheutuvia epäpuhtauksia

Rakennuksen rakenteisiin on saattanut joutua haitallisia aineita myös käytönaikaisista kontaminaatioista. Kontaminaatiolla tarkoitetaan saastumista eli ei-toivotun osatekijän läsnäoloa esimerkiksi materiaalissa, kappaleessa tai luonnonympäristössä. Yleensä kontaminaatiosta seuraa erilaisia haittavaikutuksia tai riskejä. Tiloissa on teollisen toiminnan yhteydessä käsitelty esimerkiksi öljyjä, jolloin öljyhiilivetyjä on saattanut joutua rakenteisiin. Kiinteistössä on myös voinut olla käytössä tai säilytettävänä laitteita tai varusteita, joista haitallisia aineita on valunut tai roiskunut ympäröiville lattioille ja seinille. [7, s.18.]

Tyypillisiä materiaaleihin imeytyneitä haitta-aineita, jotka haihtuessaan voivat aiheuttaa sisäilmaongelmia, ovat öljyhiilivedyt (esim. voiteluaineet, polttonesteet), PAH-yhdisteet, BTEX-yhdisteet ja muut haihtuvat yhdisteet. [6.]

#### 4.3 Pitoisuusarvojen määritelmiä

Sisäilmaston haitta-ainepitoisuuksien sallitut raja-arvot oleskelutiloissa kertovat lukuina ja yksiköinä tilojen käyttäjille terveellisiksi todetut määrät. Mitatun altisteen ylittäessä sille asetetun viitearvon tulee tavallisesti aiheelliseksi tutkia kyseisen altisteen tai altisteryhmän haittavaikutuksia tilan käyttäjille tietyssä ajanjaksossa. Kemiallisten, sisäilmassa esiintyvien aineiden kokonaismäärää kuvataan usein haihtuvien orgaanisten aineiden pitoisuuksien määrällä (VOC eli Volatile Organic Compounds) ja mittaustulos ilmoitetaan kaikkia haihtuvia orgaanisia aineita kuvaavalla termillä TVOC (Total Volatile Organic Compounds). Yleensä TVOC-mittaustulos on kuitenkin melko epätarkka, joten sitä ei voida sellaisenaan käyttää arvioitaessa terveyshaittaa. Toisaalta, TVOC-pitoisuuden kohotessa esimerkiksi yli 600  $\mu\text{g}$ :aan kuutiometriä kohden kertoo tulos kemiallisten aineiden epätavallisen suuresta määrästä sisäilmassa. Tällaisessa tapauksessa lisäselvitykset yksittäisten aineiden tutkimiseksi ovat tarpeen. Tavanomaisena pitoisuutena voidaan pitää määrää 200–300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . [3, s.136.] Ohjearvot, joita nimitetään vaihtelevasti eri muuttujien mukaan esimerkiksi tavoitearvoiksi, enimmäispitoisuuksiksi jne., perustuvat etupäässä terveydenhoitolakiin nojaaviin suosituksiin, terveydensuojeluviranomaisten suorittamassa valvontatyössä karttuneeseen kokemukseen ja päätöksiin, kansainvälisiin julkaisuihin sekä varsinkin mikrobiologisten ohjearvojen osalta Kansanterveyslaitoksen tutkimuksiin. [3, s.10.]

Esimerkkitaulukko viitearvoista Työterveyslaitoksen mukaan on kuvassa alapuolella (Kuva 1).

Mitattu altiste (lähdejulkaisussa käytetty mittaus- ja analysointi- menetelmä)	Viitearvo	Lähdejulkaisu
<b>Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC-yhdisteet)</b>  (ISO 16017-2, 16000-6)  <b>-TVOC</b>	<b>&gt; 250 µg/ m<sup>3</sup></b> * <b>kohonnut pitoisuus, viittaa sisäilman epätavanomaisiin lähteisiin<sup>1</sup></b>	Salonen et al. 2009. Airborne concentrations of volatile organic compounds, formaldehyde and ammonia in Finnish office buildings with suspected indoor air problems. J Occup Env Hyg, 6:200-9.
<b>-Yksittäiset yhdisteet<sup>1</sup></b>		Salonen et al. 2009. Common VOCs and formaldehyde in indoor air of Finnish office buildings. Indoor Air 2008. 17-22.8.2008. Köpenhagen, Denmark - paper ID:17.
<b>Aromaattiset hiilivedyt</b>	<b>Kohonnut &gt; 5 µg/m<sup>3</sup></b>	
<b>Alkoholit</b>	<b>Kohonnut &gt; 5 µg/m<sup>3</sup></b>	
<b>Alifaattiset hiilivedyt</b>	<b>Kohonnut &gt; 5 µg/m<sup>3</sup></b>	Salonen et al. 2009. Volatile organic compounds (VOCs) in the indoor air of Finnish office buildings without exceptional VOC sources. In: Proceedings of the Healthy Buildings 2009. Paper 16. Syracuse, NY USA, September 13-17, 2009.
<b>Aldehydit</b>	<b>Kohonnut &gt; 5 µg/m<sup>3</sup></b>	
<b>Glykolit/glykoleet- terit</b>	<b>Kohonnut &gt; 10 µg/m<sup>3</sup></b>	
<b>Terpeenit</b>	<b>Kohonnut &gt; 5 µg/m<sup>3</sup></b>	

*Kuva 1 Sisäympäristön ongelmien viitearvoja toimistotyöympäristöissä [8].*

Pitoisuusarvot voidaan jakaa asiayhteyteen perustuen kahteen luokkaan: ohjearvoihin ja raja-arvoihin. Jako perustuu mittausmenetelmin todettuihin haitta-ainemääriin suhteutettuina tilavuusyksiköihin. Ohjearvo ilmaisee haitta-aineen suurimman pitoisuuden, jota pidetään ihmiselle ja ympäristölle vaarattomana. Sisätilaa tai aluetta, jonka haitta-ainepitoisuudet ovat ohjearvon rajoissa, voidaan käyttää rajoituksetta. [9.] Raja-arvo ilmaisee haitta-aineen pitoisuuden, jonka ylittyminen yleensä edellyttää kunnostustoimenpiteitä. Jäte suositellaan käsiteltäväksi ongelmajätteenä. [10.]

Kun haitta-aineen pitoisuus on ohje- ja raja-arvon välissä, alue voidaan jättää kunnostamatta, jos sen käyttö- ja puhdistustarve on vähäinen. Alueen maankäyttöä on silloin rajoitettava ja jos purku- ja rakennustoimenpiteisiin ryhdytään, on syytä neuvotella viranomaisten kanssa jätteen käsittelystä. [11.]

Viranomaiset voivat riskien arvioinnin perusteella päätyä muihinkin haitta-aineiden pitoisuusvaatimuksiin. Ympäristökeskus ohjeistaa, että mikäli jäte voidaan toimittaa kaatopaikalle, työturvallisuuden minimitasona on, että jätteet on pakattu tiiviisiin ja lujiin

pakkauksiin. Kaatopaikkaa on lisäksi informoitava öljyhiilivetyjä sisältävästä jätteestä ja sen määrästä. [10.]

Esimerkkitaulukko Ympäristökeskuksen laatimista ohjearvoista ja joistakin valikoiduista haihtuvista haitta-aineista nähdään kuvassa alapuolella (Kuva 2). Valikoiminen on suoritettu sillä perusteella, että kyseiset haitta-aineet liittyvät läheisesti tämän opinnäytetyön esimerkkikohteisiin.

Aine (symboli)	Kynnysarvo mg/kg	Alempi ohjearvo mg/kg	Ylempi ohjearvo mg/kg
<b>Aromaattiset hiilivedyt</b>			
Bentseeni	0,02	0,2 (t) SHP <sub>ter</sub> [sisäilman hengitys 95 %]	1 (t) SHPT <sub>ter</sub> [sisäilman hengitys > 99 %]
Tolueeni		5 (t) SHP <sub>ter</sub> [sisäilman hengitys 92 %]	25 (t) SHPT <sub>ter</sub> [sisäilman hengitys > 99 %]
Etylibentseeni		10 (t) SHP <sub>ter</sub> [sisäilman hengitys 88 %]	50 (t) SHPT <sub>ter</sub> [sisäilman hengitys > 99 %]
Ksyleenit		10 (t) SHP <sub>ter</sub> [säädetty alaspäin etyylibentseenin perusteella, sisäilman hengitys 83 %] ja SHP <sub>eko</sub> [HC50 <sub>aq</sub> x K <sub>d</sub> ]	50 (e) SHPT <sub>eko</sub> [HC50 <sub>aq</sub> x K <sub>d</sub> ]
TEX	I		
<b>Öljyhiilivetyjakeet ja oksygenaatit</b>			
MTBE	0,1	5 (e) SHP <sub>ter</sub> [säädetty alaspäin TDI-arvon perusteella, sisäilman hengitys 91 %]	50 (e) SHPT <sub>eko</sub> [säädetty alaspäin TDI-arvon perusteella, sisäilman hengitys 91 %]
Bensiinijakeet (C4-C10)		100 SAMASE-ohjearvo, ei riskiperusteinen	500 SAMASE-raja-arvo, ei riskiperusteinen
Keskitisleet (>C10-C21)		300 SAMASE-ohjearvo, ei riskiperusteinen	1000 SAMASE-raja-arvo, ei riskiperusteinen
Raskaat öljyjakeet, (>C21-C40)	300	600 SAMASE-ohjearvo, ei riskiperusteinen	2000 SAMASE-raja-arvo, ei riskiperusteinen
<b>Määritelmä</b>		<b>Viitearvo Ohjearvo</b>	
Suurin vaikutukseton pitoisuus, ekologiset perusteet		SVP	Kynnysarvo
Suurin vaikutukseton pitoisuus, ekologiset perusteet (välilliset vaikutukset)		SVP <sub>v</sub>	Kynnysarvo
Suurin vaikutukseton pitoisuus, pohjaveden pilaantumisriski		SVP <sub>pv</sub>	Kynnysarvo
Suurin vaikutukseton pitoisuus, pysyvän jätteen liukoisuuskriteerit		SVP <sub>lk</sub>	Kynnysarvo
Suurin hyväksyttävä pitoisuus, ekologiset perusteet		SHP <sub>eko</sub>	Alempi ohjearvo (e)
Suurin hyväksyttävä pitoisuus, terveysperusteet		SHP <sub>ter</sub>	Alempi ohjearvo (t)
Suurin hyväksyttävä pitoisuus teollisuusalueella, ekologiset perusteet		SHPT <sub>eko</sub>	Ylempi ohjearvo (e)
Suurin hyväksyttävä pitoisuus teollisuusalueella, terveysperusteet		SHPT <sub>ter</sub>	Ylempi ohjearvo (t)

Kuva 2 Kynnys- ja ohjearvoja sekä viitearvojen määritelmiä [12].

#### 4.4 Haitta-ainetutkimus

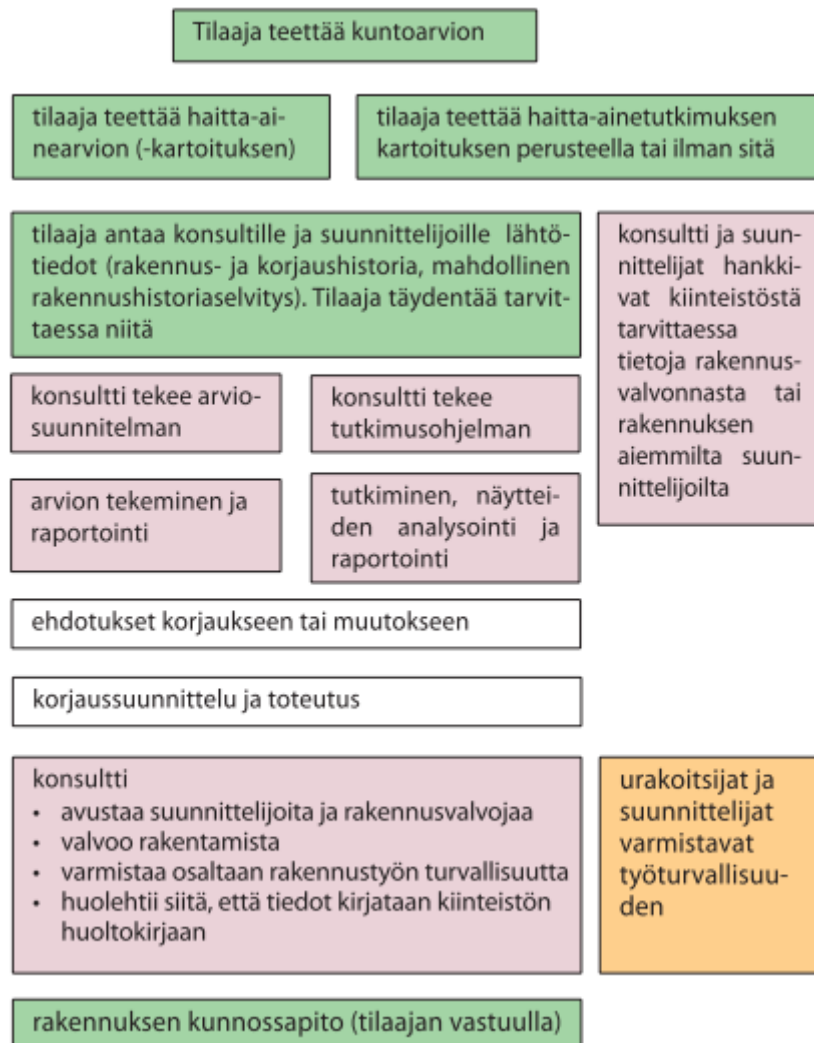
Haitta-ainetutkimus on menetelmä, jonka avulla saadaan selvitettyä kiinteistöjen rakennneosien ja taloteknisten järjestelmien sisältämät terveydelle haitalliset materiaalit, niiden määrät ja esiintymispaikat. Tutkimuksessa selvitetään myös haitta-aineita sisältävien materiaalien mahdollisesti aiheuttama riski nykyisille käyttäjille ja rakennustyön aikainen riski sekä tehdään jäteluokitus. Tutkimuksessa arvioidaan myös mahdollista ympäristöriskiä.

Tutkimuksen sisältöön kuuluu selvitys haitta-aineisiin liittyvistä kiireellisistä korjaustarpeista, ja siinä esitetään ehdotus korjausten kiireellisyysjärjestyksestä [13, s.2].

Kiinteistön korjaus- tai purkuhankkeen hankesuunnitteluun kuuluu oleellisena osana teettää haitta-ainetutkimus, ja sen tuottamat tiedot viedään hankkeen peruskorjaus- tai purkusuunnitelmiin. Kaikkiin vanhoihin tai purettaviin rakennuksiin on aina tehtävä haitta-ainetutkimus. Haitta-ainetutkimuskohteita ovat tyypillisesti asuin-, teollisuus-, liike- ja toimistorakennukset sekä koulut ja päiväkodit kuin myös uima- ja urheiluhallit.

Kun haitta-ainetutkimus tehdään ajoissa ja kattavasti, saattaa se tuottaa tilaajalleen merkittäviä rahallisia säästöjä, kun haitta-aineisiin osataan varautua riittävän ajoissa. Siten voidaan myös minimoida työn aikaiset ja peruskorjauksen jälkeiset riskit. [6.]

Kuvassa alapuolella on esitetty rakennuksen kunto- ja haitta-aineselvityksen ja korjaushankkeen pääpiirteet kaavion muodossa (Kuva 3).



Kuva 3 Rakennuksen kunto- ja haitta-aineselvitys ja korjaushanke [14, s.4].

#### 4.5 Mittausmenetelmät

Haitta-ainetutkimuksen yhteydessä suoritettavien standardoitujen ja hyväksyttyjen mittausten tapoja, mittausvälineitä ja mittauksiin liittyviä laboratoriotutkimuksia on laaja valikoima. Kuhunkin kohteeseen valitaan yksilöllisesti sopivin menettelytapa ja laitteisto. Eräs hyvin yleisesti käytetty menetelmä on nk. FLEC (Field and Laboratory Emission Cell). FLEC on materiaaliemissioiden tutkimiseen tarkoitettu laitteisto. FLEC-menetelmällä voidaan selvittää VOC-yhdisteiden, ammoniakkin, formaldehydin ja haih-

tuvien PAH-yhdisteiden emissioita. FLEC-mittaukset tehdään pääasiassa kenttämittauksina ehjän materiaalin päältä. [15, s. 49.]

Rakennustietosäätiö on julkaissut haitta-ainetutkimuksiin ja niiden tilaamiseen liittyviin seikkoihin kattavasti perehdyttäviä oppaita, joita ovat ”Haitta-ainetutkimus, tilaajan ohje, RT” sekä ”Haitta-ainetutkimus, Rakennustuotteet ja rakenteet”. Näissä ohjeissa muun muassa määritellään tilaajan ja suunnittelijan vastuut ja velvoitteet sekä ohjeistetaan, miten haitta-ainetutkimus tulee suorittaa kunkin rakennusaineen, rakennusosan ja rakenteen osalta. Ohjeissa haitta-aineet jaetaan luokkiin niiden ilmenemismuotojen, materiaaliominaisuuksien ja fysikaalisen käyttäytymisen perusteella.

#### 4.6 Toimenpidesuosituksiset

Mittauksissa todettuja arvoja vertailtaessa asetettuihin raja-arvoihin saatetaan huomata raja-arvojen ylittyneen. Toimenpidesuosituksilla tarkoitetaan menetelmäehdotuksia, joilla haitta-ainepitoisuudet sisäilmassa voidaan saattaa raja-arvot alittaviin määriin tai eliminoiduiksi täysin sisäilmasta. Toimenpidesuosituksiset tämän opinnäytetyön esimerkkikohteisiin on laatinut haitta-ainemittaukset suorittanut taho. Mittaukset suorittanut yritys on luovuttanut tutkimuksen tilaajalle toimenpidesuosituksiset laatimiensa mittausraporttien liitteinä. Kunkin kohteen haitta-ainetutkimuksen tilaaja on toimittanut asiakirjat rakennuttajalle ja sitä kautta korjausprojektin suunnittelijalle. Rakennuttaja puolestaan on määrännyt rakennusurakoitsijan toteuttamaan työ suunnitelmissa esitettyjen työmenetelmien mukaisesti. Menetelmäohjeiden pohjana on käytetty haitta-ainemittaukset suorittaneen tahon raporttia ja sen liitteenä saatuja menetelmäsuosituksia. Toimenpidesuosituksien laadinnassa on usein käytetty myös kapselointiaineita toimittavan yrityksen erikoisosaamista ja ainetietoutta. [16.]

### 5 Saastuneiden betonilattioiden haitta-ainekorjausmenetelmiä

Betonilattioiden haitta-ainekorjauksia voidaan toteuttaa lukuisin eri menetelmin. Lattiarakenteen korjaustoimenpiteillä pyritään lattian emissiotaso saamaan lasketuksi mahdollisimman alas. Päälysteitä ja tasoitteita poistamalla voidaan pintarakenteita päästä avaamaan siten, että haitallisia yhdisteitä voidaan haihduttaa. Rakenteen lämmityksen, kuivatuksen ja tuuletuksen keinoin voidaan nopeuttaa yhdisteiden poistumista.

[15, s. 65–66.] Keinovalikoimaan kuuluu myös erilaisten kemikaalien käyttäminen rakenteiden puhdistamiseen. Aiemmin mainittuja menetelmiä voidaan myös yhdistellä ja siten tehostaa haitta-aineiden poistumista. Kun emissiot on saatu riittävän alhaiselle tasolle, voidaan rakenteet pinnoittaa uudelleen ja saada haitta-aineita pois sisäilmasta vieläkin enemmän.

Tämän opinnäytetyön perustana toimivien esimerkkikohteiden lattioiden saastuneisuus on ollut niihin imeytyneiden haitta-aineiden määriltään ja laaduiltaan siinä määrin vakavaa, että tavallisimmin käytössä olevien menetelmien valikoimasta em. hankkeissa päätettiin ottaa tarkasteluun vain kolme eri menetelmää. Näitä menetelmiä ovat tuuletuvan lattiarakenteen toteuttaminen, purkamisen ja uuden rakentamisen menetelmä sekä kapselointimenetelmä. Muilla, niin sanotusti kevyemmillä toteutustavoilla, ei haitta-aineita olisi opinnäytetyön yhteydessä tehdyn tutkimustyön perusteella kyetty eliminoimaan korjauskohteen sisäilmastosta riittävän luotettavasti.

## 5.1 Tuuletettavan rakenteen menetelmä

Saastuneen betonilattian päälle tehdään tuuletusrako esimerkiksi käyttämällä metallia, puukoolaamalla, isorakeisella soralla tai komposiiteilla. Päälle asennetaan levyrakenne ja pinta päällystetään. Vaihtoehtona voidaan käyttää pakettiratkaisun tapaan myös erityistä uritettua mattoa, jonka alla ilma pääsee liikkumaan. Uuden lattiapinnan ja alapuolisen, saastuneen betonilattian välinen tila täytyy saada tuulettumaan esimerkiksi koneellisesti. Uuden rakenteen liittyminen seiniin on tiivistettävä huolellisesti, jotta haihtuvat yhdisteet poistuvat ilmavirtauksen mukana. Tuulettuvan lattian toteuttamisen kustannukset ovat hieman käytetyistä materiaaleista riippuen varsinaisen rakenteen osalta 30–70 €/m<sup>2</sup> [17]. Rakenne voidaan liittää rakennuksen koneelliseen ilmanvaihtojärjestelmään, jolloin tuulettamisen kustannukset jäävät verrattain pieniksi. Jos rakenne liitetään erilliseen, tarkoitusta varten hankittuun ilmanvaihtojärjestelmään, nousevat kustannukset huomattavasti enemmän.

Aikatauluvaikutus ei ole kovinkaan raskas tuuletettavan rakenteen menetelmää hyödynnetessä. Tilat ovat nopeasti käytössä, kun pohjan kunnostuksen jälkeiset rakennustyöt ovat lähes yksinomaan selkeää asennustyötä, jossa eri rakenneosat voidaan latoa toistensa päälle heti käyttövalmiiksi. Menetelmän ajallinen kesto on laskennallisesti alle 1,5 tth/m<sup>2</sup> [17].

Menetelmän soveltuvuus esimerkiksi tämän opinnäytetyön esimerkkikohteiden tapaisissa hankkeissa on kyseenalaista johtuen rakenteen täydellisestä riippuvuudesta suhteessa ilmanvaihtojärjestelmään ja sen luotettavaan toimimiseen. Myös haitallisia aineita huomattavassa määrin sisältävän poistoilman reititys aiheuttaa ongelmia.

## 5.2 Purku ja uuden rakentaminen

Rakenteen purkamisen ja uuden lattian rakentamisen menetelmässä betonilattia puretaan kokonaan esimerkiksi timanttisahaamalla laatta osiin ja tarvittaessa piikkaamalla osien irrottamiseksi toisistaan. Puretun lattiarakenteen kappaleiden pois kuljettamisen jälkeen tutkitaan laatan alapuolisten rakenteiden saastuneisuus ja haitta-ainepitoisuudet. Niiden eliminoimiseksi suunnitellaan menetelmät, joilla voidaan estää haitta-aineiden kulkeutuminen päälle rakennettavan uuden lattian lävitse rakennuksen sisäilmaan. Kun pohjarakenteiden kunto on selvitetty ja tarvittavista toimenpiteistä on huolehdittu, rakennetaan päälle uusi lattia.

Purkamisen ja uudelleen rakentamisen menetelmää käyttäen kustannukset voivat korjattavan lattiarakenteen kerrospaksuudesta riippuen kohota jopa 350 euroon lattianeliötä kohden. Lisäkustannuksia saattaa aiheutua mahdollisesti lattiarakenteen alapuolisen maaperän pilaantuneisuudesta ja siihen liittyvistä korjaustöistä. [17;18.]

Aikatauluvaikutus on merkittävä, kun haitta-ainekorjaus toteutetaan purkamisen ja uuden betonilattian rakentamisen menetelmällä. Työn toteutus kestää esimerkkikohteiden tapaisessa hankkeessa useita viikkoja. Laskennallisesti työn ajallinen kesto on luokkaa 3 tth/m<sup>2</sup> [18;19, s.38]. Lisäksi tulee ottaa huomioon massiivisen betonilaatan kuivumisaika. Riittävä rakenteellinen lujuus täytyy ensin saavuttaa ja lattian päällystäminen vaatii betonilta riittävän matalan kosteustason saavuttamisen.

## 5.3 Kapselointimenetelmä

Kapselointimenetelmää käytettäessä saastunut rakenne tiivistetään ja eristetään ilmatiiviisti rakennuksen sisäilmastosta. Kohteen kapseloinnista laaditut suunnitelmat ja työohjeet määrittelevät menetelmän yksityiskohdat. Tämän mestarityön luvussa 6 esitellään tarkemmin kapselointimenetelmää ja sen toteutukseen liittyviä seikkoja.

Alla oleva kuva havainnollistaa kapseloitua ja lopullista maalattua lattiapintaa (Kuva 4).



*Kuva 4: Kapseloitua lattiapintaa, työmaa A. Ympärillä oleva alue on kapseloinnin päälle maalattua, valmista pintaa*

Kapselointimenetelmällä toteutettaessa haitta-ainekorjauksen kustannus vaihtelee välillä 50—100 € neliötä kohden. Kustannuksiin vaikuttavat yhtenäisten käsiteltävien pintojen laajuus, kulmien lukumäärä ja tyyppi, lattiarakenteen eheys, liittyvien seinärakenteiden tyyppi ja lattia-seinäliittymien rakenteet, jalkalistat yms. Kustannuksiin vaikuttavat myös voimakkaasti kapseloitaviksi määrättyjä tiloja ympäröivien tilojen ominaisuudet. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, joudutaanko kapseloitavat alueet eristämään muista tiloista tai joudutaanko tiloihin johtavat kulkutiet toteuttamaan erikoisjärjestelyin. Myös kaluston ja materiaalien siirrot kohdealueelle ja sieltä pois joudutaan toisinaan toteuttamaan erityisjärjestelyin, jotka osaltaan kohottavat kustannuksia. [17;18.]

Kapselointi on nopea tapa toteuttaa haitta-ainekorjaus. Betonipinta voidaan heti alustan puhdistamisen jälkeen käsitellä kertaalleen kapselointiaineella, toinen kerros jo kuuden tunnin kuluttua siitä ja lopullinen pintamateriaali seuraavana päivänä. Toisin sanoen, kapselointiaineiden vaatimat kuivumisajat ovat erittäin lyhyet. Kaikkine töineen kapselointi voidaan toteuttaa muutamassa päivässä valmiille pinnalle saakka. Tarkempi erittely menetelmän työvaiheista ja kuivumisajoista selviää tämän opinnäytetyön liitteestä [LIITE 2]. Laskennallisesti kapselointimenetelmän ajallinen kesto on 0,7 tth/m<sup>2</sup> [18; 19, s. 38].

## 6 Kapselointimenetelmä

Kapselointimenetelmällä tarkoitetaan rakenteen sulkevaa tiivistämistä, jolla voidaan esimerkiksi eristää saastuneet rakennusosat ilmatiiviisti vesieristämiseen verrattavalla tavalla rakennuksen muista osista ja sisäilmastosta [3, s. 143].

### 6.1 Työmenetelmät

Kapselointityötä varten laaditaan kohteeseen yksityiskohtaiset suunnitelmat ja työohjeet, joista ilmenevät menetelmän toteutustavat. Tämän mestarityön liitteenä on kapselointiainetoimittajan laatima selonteko kapselointityön vaiheista (LIITTEET 2 ja 3).

Yksinkertaistettuna, menetelmään kuuluu useita vaiheita, joista ensimmäisessä puhdistetaan kapseloitavan pinnan alusta. Tämä tehdään tyypillisesti hiomalla tai sinkopuhaltamalla lattiarakenteen pintakerros.

Toisessa vaiheessa lattiapinnan halkeamat ja epätasaisuudet täytetään soveltuvin menetelmin, yleisimmin epoksilla tai betonimassalla ja sopivilla lattiatasoiteilla tasaisen ja yhtenäisen pinnan saavuttamiseksi.

Kolmannessa vaiheessa käsitellään lattian ja seinän liittymäkohdat ja muut mahdolliset epätiiveyskohdat, kuten rakenteessa olevat ja rakenteeseen jäävät läpiviennit ja lattia-kaivot. Sitä seuraa itse lattiapinnan käsitteleminen kapselointiin tarkoitettulla aineella kapselointisuunnitelman ja työohjeen edellyttämällä tavalla.

Esimerkkikohteessa otettu valokuva havainnollistaa lattian kapselointityössä tärkeiden tehtävien kuten läpivientien ja liittymien huolellisen tiivistämisen yksityiskohtia (Kuva 5).



*Kuva 5: Kapseloinnin yksityiskohtia, työmaa A. Seinän ja lattian yhtymäkohdan tiivistäminen butyylinauhalla.*

Viimeisessä vaiheessa kapseloitu lattia pinnoitetaan lopullisella näkyviin jäävällä materiaalilla. Alla olevassa kuvassa nähdään kapseloinnin vaiheita ja erilaisten pintojen malleja (Kuva 6).



*Kuva 6: Kapselointipintojen malleja esitteillä ainetöimittajan laboratoriossa.*

## 6.2 Työnaikainen valvonta

Työnaikaista laadunvalvontaa suorittavat ensisijaisesti kohteen työnjohtaja yhteistyössä kapselointia suorittavan yrityksen työnjohtajan sekä paikallistyövalvojan kanssa. Kohteen työselostuksen mukaisten menetelmien, ainemenekkien, työvälineiden, kuivumisaikojen ja valmiin pinnan tarkkaileminen ovat keskeisessä roolissa valvontaa suoritettaessa.

Tilaaajaosapuolta edustavan valvojan, tavallisesti rakennuttajakonsultin kanssa tehdään tiivistä yhteistyötä ja ko. valvojalle pyritään aktiivisesti osoittamaan sovitun laadun toteutuminen.

### 6.2.1 Raaputuskokeet

Kapseloitavan kohteen pinnan lujuusvaatimukset niin kapselointiaineen kuin myös tasoite- ja muiden pintakäsittelyjen suhteen tulee saavuttaa. Perustasoitteet kestävät tyypillisesti esimerkiksi kalustepyörien kuorman mutta joissakin kohteissa kapseloinnin ja tasoitekerroksen lujuudelle asetetaan korkeampia vaatimuksia, esimerkiksi mahdollisia teollisten logistiikka-ajoneuvojen aiheuttamia kuormia silmälläpitäen. Saavutettu lujuus voidaan pinnan kuivuttua ja lujuuden kehittyttyä todeta yksinkertaisella raaputuskokeella, jossa pinnalle asetetaan uritettu metallilevy ja kynän tyypisellä piikillä tehdään pintaan toisensa ylittäviä viiltoja. Viiltojen muodostaman suorakulmion koossapysyvyydestä voidaan todeta, täyttääkö koestetun kerroksen lujuus sille asetetut vaatimukset. Kuvassa näkyviä raaputuskokeessa käytettäviä työkaluja ja niiden käyttöohjeita toimittavat muun muassa kapselointiaineiden valmistajia edustavat yritykset (Kuva 7).



Kuva 7: Raaputuskoe ja työvälineet

### 6.2.2 Ainemenekit

Kapselointiaineiden menekkiä seuraamalla saadaan hyvä peruskäsitys siitä, että kohteeseen määritellyt kapseloinnin kalvokerrospaksuudet täsmäävät toteutuneen pinnan kerrospaksuuden kanssa. Hyväksi käytännöksi on todettu työmaalle toimitettujen täysien kapselointiainepakkausten laskeminen työmaalla ennen työtä ja jätteeksi toimitettavien tyhjien pakkausten laskeminen työn edetessä ja lisätilauksia tehtäessä.

### 6.2.3 Työvälineet

Kohteen toimenpide-ehdotuksessa ja työselostuksessa on määritelty työvälineet, joilla kapselointiaineiden levitys tulee suorittaa. Toimenpide-ehdotus on, kuten aiemmin todettiin, laadittu useimmiten yhteistyössä ainetoimittajan suosituksen kanssa ja ehdotuksessa määritellyt työvälineet on testattu kapselointiaineiden kanssa parhaiten toimiviksi laatuvaatimusten täyttämiseksi.

Laadukkaan ja tiiviin rakennekerroksen toteutumisen kannalta ratkaisevaa on, että työssä todella käytetään siihen määrättyjä työvälineitä. Esimerkiksi kapselointiaineen levittäminen on saatettu määrätä tehtäväksi telaamalla aine samaan tapaan kuin maalatessa tai vedeneristystöissä. Tällöin ei levittämisessä saa käyttää esimerkiksi lastaa. Työohjeissa ja valmistajan käyttöohjeissa ilmoitetaan myös työvälineiden oikeaoppiset käsittelytavat ja hyvän laadullisen lopputuloksen varmistamiseksi on huolehdittava myös, että välineiden huoltaminen ja puhdistaminen työvaiheiden välissä tehdään asiakuuluvalla tavalla.

## 6.3 Raportointi

Raportoinnin kohteena hankkeessa on työn eteneminen vaiheittain ja siihen liittyvät valvontatiedot. Raportoinnista vastaa hankkeen kapselointityöstä vastaava kohdemies-tari työmaan vastaavan työnjohtajan määräämänä. Katselmuksia järjestetään sovitusti työsuorituksen edetessä siten, että tietyt työvaiheet tulevat katsastetuiksi. Kustakin katselmuksesta laaditaan muistio, josta ilmenevät katselmukseen osallistuneet henkilöt, osakohteen sijainti, työvaiheen tiedot, työssä käytettyjen aineiden tavoite- ja toteutuneet menekit sekä tieto siitä, onko työvaiheen suoritus hyväksytty, hyväksytty sovituin korjauksin tai hylätty. Katselmuksien yhteydessä laadittavista muistioista käy ilmi, voi-

daanko seuraavat työvaiheet suorittaa vai täytyykö ennen niitä tehdä korjaustoimenpiteitä. Esimerkkikohteeseen laadittu muistio on tämän mestarityön liitteenä (LIITE 4). Muistioiden kopiot toimitetaan tilaajalle tai tilaajan valvojalle, kapseloinnin valvojalle, pääurakoitsijalle ja kapselointityötä suorittavalle yritykselle.

#### 6.4 Dokumentointi

Dokumentointi kuuluu oleellisena osana kapselointikohteen laadunvarmistustoimenpiteisiin. Kohde valokuvataan ennen työn aloittamista, työvaiheiden edetessä ja työn valmistuttua. Myös kapselointityössä käytettävien aineiden, työvälineiden ja työmenetelmien valokuvaaminen on suositeltavaa. Kuvat liitetään kohteen valvonta-asiakirjoihin ja niitä käytetään muistioiden, raporttien ja pöytäkirjojen laatimisen yhteydessä ja niiden tukena. Kapselointityössä käytettyjen aineiden pakkauksista voidaan irrottaa pakkausmerkinnät ja taltiota ne myöhempää laatukansioiden laatimista silmälläpitäen. Kohteen laadunvarmistusvaatimuksista riippuen saatetaan myös teettää koepaloja, joista selviävät kapseloinnin kalvopaksuudet ja lopullisen pinnan lujuus.

#### 6.5 Jälkimittaukset

Haihtuvien yhdisteiden mittaamista sisäilmasta suoritetaan kapselointitöiden valmistuttua tyypillisesti kolmessa vaiheessa. Ensimmäiset mittaukset voidaan tehdä jo viikon kuluttua kapselointityön valmistuttua. Tavallista on, että ensimmäisellä jälkimittauskeralla havaitaan vielä kapselointityössä käytetyistä aineista haihtuvia epäpuhtauksia mutta mittaus antaa silti hyvän käsityksen siitä, ovatko alkuperäiset rakenteeseen imeytyneet haitta-aineet poistuneet sisäilmasta. Toinen mittaus tehdään yleisesti kuuden kuukauden kuluttua työn valmistumisen jälkeen, ja se antaa jo erittäin luotettavan tiedon kapselointityön onnistumisesta, sillä siihen mennessä kapselointiaineiden tuottamat emissiot ovat täysin haihtuneet ja tuuletuksen avulla poistuneet huoneilmasta. Kolmas mittaus toteutetaan tyypillisesti vuoden kuluttua työn valmistumisesta, ja mittauksulokset kertovat pysyvästä sisäilman laadusta ja kapseloinnin onnistumisesta erittäin luotettavasti. Myöhempiä mittauksia ja pitkän ajan seuranta on hyvä suorittaa mutta niiden toteutuminen käytännössä on melko harvinaista. Kaikkien jälkimittausten tilaamisesta kohteisiin ja varsinkin pitkän ajan seurantamittauksista päättää kohteen tilaaja, joka usein on myös kohdekiinteistön omistaja.

## 6.6 Kapseloinnin työvirheistä aiheutuvat korjaustyöt

Vuosittain ilmenee useita tapauksia, joissa kapselointi ei ole onnistunut suunnitellulla tavalla. Opinnäytetyön haastattelututkimuksen yhteydessä on selvinnyt, että monet epäonnistumiset havaitaan ja korjaavat toimenpiteet saadaan käyntiin jo kapselointityön toteutusvaiheessa. Tällaisissa tapauksissa virheet ovat tyypillisesti aiheutuneet vääristä, työohjeiden vastaisista työmenetelmistä. Pieleen mennyt alue saatetaan esimerkiksi kapseloida uudelleen ohjeen mukaisesti.

Toisinaan työvirheestä aiheutunut korjaustarve on niin vakava, että kapseloidun alueen pinta joudutaan puhdistamaan uudelleen alkuperäiseen betonipintaan saakka. Esimerkiksi väärä sekoitussuhde kapselointiaineen komponentteja sekoitettaessa saattaa johtaa siihen, että aine ei kovetu lainkaan tai siihen, että se kovettuu liian nopeasti muttei muodosta riittävän suurta lujuutta tai jää levittymättä tasaisesti. Kovettumatta jäänyt aine saatetaan onnistua kaapimaan pois, jonka jälkeen betonipinta voidaan puhdistaa tarkasti uudelleen esimerkiksi hiomalla. Kovettunut kapselointiaine puolestaan muodostaa niin kovan pinnan, että sitä on ilman piikkaamista tai jysintää lähes mahdotonta poistaa alustastaan.

## 6.7 Päättöteuttajan työnjohtajan tehtävät kapselointihankkeessa

Hankkeen osapuolten keskinäinen vastuunjako määritellään kohteen urakkasopimuksissa ja kunkin osapuolen vastuut tarkentuvat urakkarajaliitteessä. Esimerkkikohteissa YIT Rakennus Oy on toiminut päättöteuttajana, ja työnjohtajan tehtäviä tässä opinnäytetyössä tarkastellaan päättöteuttajan näkökulmasta.

### 6.7.1 Aikataulun laatiminen ja seuranta

Työnjohtaja laatii kapselointityölle aikataulun. Aikataulun tiedot perustuvat kapselointityöt suorittavan urakoitsijan kanssa sovittuun urakka-aikaan ja työsaavutukseen. Aikataulu sovitetaan työmaan yleisaikatauluun. Työn alettua sen edistymistä seurataan päivittäin ja tietoa verrataan aluekohtaisesti työstä laadittuun työvaiheaikatauluun.

### 6.7.2 Resurssien järjestäminen

Tyypillisesti kapselointityössä tarvittavien miehistö- ja kalustoresurssien järjestämisestä vastaa kapselointityön suorittava yritys. Tavallista on, että pääurakoitsijan vastuisiin kuuluviksi sovitaan aine- tai materiaalihankinta sekä avustaminen kaluston ja materiaalien siirroissa. Myös suojaustoimenpiteiden kuten ympäröivien pintamateriaalien, sään-, kosteuden- ja pölynsuojauksen toteuttaminen jää usein pääurakoitsijan vastuulle. Näiden resurssien järjestäminen on merkittävässä roolissa kapselointityön ajallisen, laadullisen ja taloudellisen toteutumisen kannalta. Kapselointityötä suorittavan yrityksen on päästävä esteettä toimimaan kohteessa ja kerralla tulee saada suorittaa mahdollisimman laajan alueen käsittely. Työnjohtajan laatimasta tehtäväsuunnitelmasta tulee ilmetä näiden resurssien ennakosuunnittelu ja oikea-aikaisen toteutumisen varmistaminen.

### 6.7.3 Risteävien muiden töiden yhteensovittaminen

Rakentamisesta vastaavan pääurakoitsijan työnjohtajan vastuulla on sovittaa kapselointitöiden kanssa samanaikaisesti tehtävien rakennusteknisten töiden sekä mm. LVI- ja sähköasennusten eteneminen siten, ettei minkään osapuolen työ merkittävästi häiriintyisi. Tämä tarkoittaa esimerkkikohde A:n tapaisessa toimitilahankkeessa käytännössä sitä, että kapselointityö jaetaan pienempiin osakohteisiin ja että kukin alue voidaan antaa ennalta sovituissa tapaamisissa töitä suorittavien tahojen käyttöön. Tällaisia tapaamisia ovat erityisesti työnjohto- ja aliurakoitsijapalaverit sekä toisinaan myös työmaakokoukset. Työskentelyalueiden selkeästi merkitty rajaaminen sekä kuivumisaikojen, siivousten ja valmiiden pintojen suojausten ajoittaminen ovat tärkeässä roolissa. Eri osapuolten täsmällinen tiedottaminen muodostuu tärkeäksi tekijäksi tämän kaltaisessa osakohteisiin jaetussa toteutustavassa.

### 6.7.4 Kustannusten seuranta

Kustannuksia voidaan varsinaisen urakkasuorituksen osalta ennustaa ja seurata tarkasti aliurakkasopimukseen ja sovittuihin maksueriin perustuen. Kapselointityöhön liittyy tyypillisesti kuitenkin myös sellaisia tekijöitä, joiden kustannusvaikutus kokonaisuu- den kannalta saattaa muodostua merkittäväksi. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi apu- työt, joita joudutaan tekemään työn edetessä. Ensinnäkin, paikkaustöiden laajuus saat-

taa selvitä vasta, kun työskentelyalueen pinnat on puhdistettu sinkopuhaltamalla tai hiomalla. Halkeamat ja pintojen epätasaisuudet tuottavat lisätöitä, jotka täytyy suorittaa ennen kuin varsinainen kapselointiaine voidaan levittää tai saumauksessa käytettävät nauhat voidaan kiinnittää. Toiseksi, kapselointiainemenekki saattaa kasvaa suunnitelmasta johtuen esimerkiksi käsiteltävien pintojen huokoisuudesta, ts. imevyydestä tai pintojen epätasaisuudesta. Kohteen valvoja saattaa myös määrätä kapselointiainetta lisättäväksi pintoja tarkasteltuaan tai vaatia muita toimenpiteitä tehtäväksi laadullisen toteutuksen varmistamiseksi. Työn edetessä saattaa ilmetä myös tarvetta laajentaa kapseloitavaa aluetta. Esimerkkikohteessa A määrättiin urakan loppuvaiheessa kapseloitaviksi myös alueelta löydettyt läpiviennit ja kaivot. Määräys aiheutti lisäkustannuksia, joita ei urakan laskentavaiheessa osattu ennakoida.

Kaluston ja materiaalien ylimääräiset nosto- ja siirtotyöt vaikuttavat osaltaan kustannuksiin ja niiden suunnittelu, oikea-aikainen toteuttaminen ja seuraaminen ovat seikkoja, joilla on huomattava vaikutus kustannusten kertymiseen.

#### 6.7.5 Valvonnan järjestelyt

Kapseloinnin sopimuksenmukaisia valvontakäyntejä suorittavat työmaan kohdemestari yhdessä paikallistyövalvojan kanssa. Paikallistyövalvojana toimii tavallisesti haitta-ainetutkimuksen toimittanutta yritystä edustava asiantuntija. Kohdemestari valvoo työn toteutusta kohteessa päivittäin. Paikallistyövalvojan kanssa suoritettavat valvontatoimet ovat tavallisesti ennalta sovittuja katselmuskäyntejä, joissa yhdessä todetaan valvottavan työvaiheen laadullinen onnistuminen. Käyntien yhteydessä tutkittavia työvaiheita dokumentoidaan usein valokuvaamalla. Katselmusten ajankohdat ja tulokset kirjataan valvontapäiväkirjaan. Työn jatkuminen riippuu paljolti tällaisten katselmusten tuloksista. Jos katselmuksessa todetaan laadullisia puutteita, täytyvät virheet korjata ennen siirtymistä seuraaviin työvaiheisiin.

#### 6.7.6 Muistioiden laatiminen

Työn edetessä laaditaan muistioita esimerkiksi työvaiheita edeltävien katselmusten yhteydessä sovituista asioista. Muistiot laatii aiemmin sovittun mukaan joko työnjohtaja tai paikallistyövalvoja. Muistioiden tarkoituksena on pitää hankkeen osapuolet ajan tasalla urakan etenemiseen ja työvaiheiden laadulliseen toteutumiseen liittyvistä seikois-

ta. Muistiodien kopiot toimitetaan esimerkiksi hankkeen päätoteuttajan kyseisellä työmaalla asianosaisille työmaatoimihenkilöille, hankkeen päävalvojalle, paikallistyövalvojalle ja kapselointiyrityksen vastuuhenkilöille.

#### 6.7.7 Taloudellisen loppuselvityksen asioita

Talouden loppuselvitys kutsutaan koolle, kun urakka on valmis luovutettavaksi. Tyypillisesti pääurakoitsijan vastaava työnjohtaja toimii koollekutsujana ja tilaisuuteen ottavat osaa yleensä pääurakoitsijan työmaainsinööri ja kohdemestari sekä kapseloinnin suorittaneen urakoitsijan työnjohtaja ja ko. yrityksen päätäntävaltainen edustaja. Tilaisuudessa käsitellään laskutetut maksuerät ja sovitaan laskuttamattomien erien hyväksymisestä laskutettaviksi sekä esimerkiksi laskuttamatta jääneiden lisä- ja muutostöiden aiheuttamien kustannusten korvaaminen. Osapuolten toisilleen esittämät taloudelliset vaateet pyritään sopimaan tilaisuuden aikana. Tässä tilaisuudessa sovitaan työnaikaisen vakuuden vapauttamisesta, takuuajan alkamisesta ja päättymisestä sekä takuuajan liittyvistä vakuuksista.

## 7 Esimerkkikohteet ja niissä käytetyt valvontamenettelyt

Esimerkkikohteiksi valittiin kolme YIT Rakennus Oy Toimitilat -liiketoimintaryhmän Korjausrakentamispalvelut-yksikön toteuttamaa työmaata, joissa haihtuvien yhdisteiden haitta-ainekorjaukset tehtiin kapseloimalla. Kaikkien työmaiden kapselointityöt toteutettiin keskenään hyvin samankaltaisilla tekniikoilla, kun taas työmaiden valvontamenettelyt poikkesivat toisistaan valvonnan yhteydessä laadittujen pöytäkirjojen ja raportointikäytäntöjen osalta.

Pääasiallinen esimerkkitapaus, johon paneudutaan syvällisemmin, on vuonna 2011 toteutettu korjaushanke, jossa kapseloitiin 2000 neliömetrin alalta saastunutta betonilattiaa. Kohde esiintyy tässä opinnäytetyössä nimellä Työmaa A. Toinen tarkasteltava hanke, Työmaa B toteutettiin vuonna 2012 ja se käsitti 600 neliömetriä kapseloitavaa betonilattiapintaa. Työmaa C:ksi nimetyssä hankkeessa kapseloitiin yli 700 neliömetrin alalta betonilattiaa vuonna 2006. Kohteille tyypillistä on se, että tilojen käyttäjät viettävät tiloissa aikaa rajatusti, useimmiten normaalin työajan puitteissa. YIT Rakennus Oy on toiminut pääurakoitsijana kaikissa tarkasteltavissa hankkeissa.

## 7.1 Työmaa A

Keväällä 2011 käynnistyi opetus- ja liiketiloiksi suunnitellun rakennuksen peruskorjaus- ja laajennushanke. Täysin uutta rakennusosaa valmistui 4000 neliometriä. Vanhat tilat peruskorjattiin ja niitä muunnettiin paremmin käyttötarkoitusta vastaavaksi. Entinen autokorjaamo, pesula ja muita tiloja, yhteispinta-alaltaan noin 2000 neliometriä, olivat suunnitellut muutettaviksi opetusluokka-, liikunta- ja toimistotiloiksi.

Kohteen haitta-ainetutkimus osoitti, että rakennuksessa toimineiden teollisuus- ja tuotantotilojen alueilla oli lattiarakenteisiin imeytyneitä haitta-aineita, joiden haihtuminen täytyi ehkäistä kapseloimalla. Kohteesta laadittiin kapselointityöhön liittyviä osakohdekarttoja käyttäen apuna pohjakuvia, niistä alueita erivärisillä tusseilla osakohdejaon mukaisesti rajaamalla. Valvontaa suoritettiin päivittäin työmenetelmiä, ainemenekkejä, työvälineitä ja työn laatua sekä ajankäyttöä havainnoimalla. Kriittisten työvaiheiden yhteydessä järjestettiin katselmuksia. Näistä valvontakäynneistä laadittiin kustakin pöytäkirjansa, joista ilmenivät mm. työvaiheen tyyppi, työn laadullisen toteutumisen onnistuminen ja sijainti osakohdekartalla. Työn vaiheet ja yksityiskohdat dokumentoitiin valokuvaamalla. Myös työvälineitä, työssä käytettävien aineiden pakkaustietoja ja työs kentelyalueiden suojaustapoja kuvattiin. Alla näkyvä kuva havainnollistaa kapseloitua lattiapintaa, työalueen rajauksen ja lopullisen pinnan suojausmenetelmän (Kuva 8).



*Kuva 8: Kapseloitua pintaa ja työalueen rajaus, työmaa A.*

## Katselmuspäiväkirjan ote, työmaa A

1.6.2011 / Aloituskatselmus  
 7.6.2011 / Aloituskatselmus + alueen 1 (233) pohjan tarkastus – ok, UZIN PE 480 1. sively  
 8.6.2011 / alueen 1 (223) kapseloinnin tarkastus (UZIN PE 480 + väri siveltyinä).  
 Alueen 2 pohjan tarkastelua  
 15.6.2011 / Alueen 2 valmiin (punaisen) epoksin pinnan tarkastus. Alueen 3 pohjan tarkastus.  
 22.6.2011 / Alueen 3 valmiin (punaisen) epoksin pinnan tarkastus  
 29.6.2011 / Alueen 4 valmiin (punaisen) epoksin pinnan tarkastus  
 6.7.2011 / Alueen 5 valmiin (punaisen) epoksin pinnan tarkastus  
 2.8.2011 / Loppukatselmus. Kaivojen tarkastus (kaivot jäivät punaiselle epoksin pinnalle). Loppujen lattiapintojen tarkastus (alueet 6).

Katselmuspäiväkirjan otteen kohtaan ”Loppukatselmus” liittyvä kuva esittää punaisella merkkiaineella värjättyä kapseloitua pintaa betonilaatan pinnan alla olevassa hiekanerotuskaivossa (Kuva 9).



Kuva 9: Kapseloitu kaivo, työmaa A

## 7.2 Työmaa B

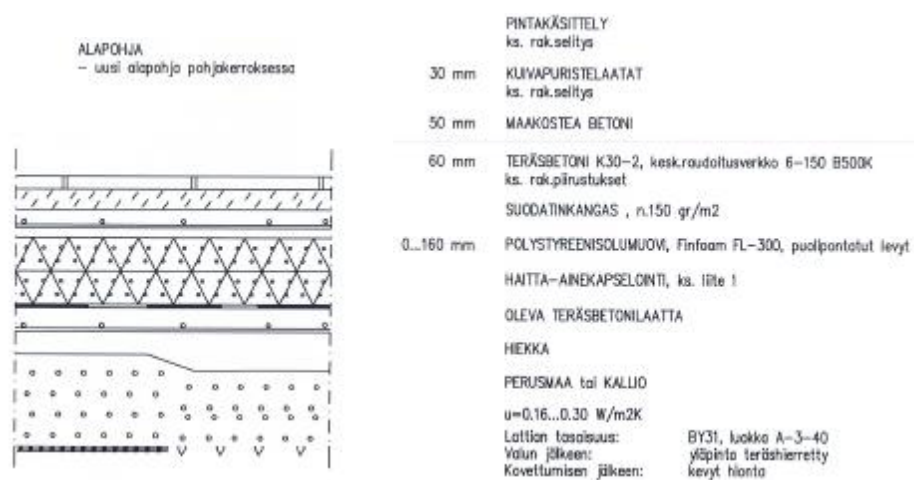
Teollisen tuotannon tiloja muutettiin toimistotiloiksi vuonna 2006. Kapseloitavaa teollisuushallin välipohjarakenteen yläpinnan lattiaa valmistui noin 700 neliometriä. Valvon-

taa suoritettiin päivittäisillä havaintokäynneillä. Kohteen laadunvalvonnan ja työn etenemisen raportoinnissa käytettiin apuna katselmuspöytäkirjoja, joita laadittiin useita kappaleita - jokaiselle työvaiheelle tai kriittiselle työvaiheen osalle omansa. Työn etenemistä dokumentoitiin myös valokuvaamalla.

### 7.3 Työmaa C

Kiinteistön peruskorjaus toteutettiin vuonna 2011. Kohteeseen laaditussa haitta-ainetutkimuksessa ilmeni, että rakennuksen pohjakerroksen pysäköinti- ja konetoimintakäytössä olleiden alueiden lattioissa ja niiden alapuolisissa rakennekerroksissa voitiin havaita haitta-aineita. Kiinteistön saattaminen korjauksen jälkeisille käyttäjilleen terveelliseen tilaan vaati raskaita toimenpiteitä saastuneiden aineiden poistamisen muodossa ja uusi lattiapintakin määrättiin tiivistettäväksi kapseloimalla. Kohteen laadunvalvonnan ja työn etenemisen raportoinnissa käytettiin urakan yhteydessä laadittua tehtäväsuunnitelmaa, jota päivitettiin työvaiheiden edetessä ja niihin liittyvien katselmusten tai muiden valvontatoimenpiteiden yhteydessä. Joidenkin kriittisten työvaiheiden yhteydessä tehtiin myös lisämerkintöjä ja täydennyksiä tehtäväsuunnitelmapohjaan. Työn etenemistä, työvälineitä, työskentelytapoja ja työssä käytettävien kapselointiaineiden pakkauksia dokumentoitiin valokuvaamalla. Valokuvat liitettiin lopulliseen raporttiin urakkasopimusten ja kirjallisesti tuotetun valvontamateriaalin kanssa.

Seuraava kuva esittää rakennedetaljin, jossa haitta-ainekapselointikerros nähdään vanhan, saastuneen betonilaatan ja uusien pintarakenteiden välissä (Kuva 10).



Kuva 10: Rakennekerrokset, detailji, työmaa C

## 8 Valvonnan haasteita

Valvonnan haasteiden selvittämisen perustana toimivat pääosin haastattelututkimuksen yhteydessä hankittu tieto sekä opinnäytetyön tekijän omat kokemukset ja muistiinpanot haitta-ainekorjaustyömaan työnohtotehtävissä. Valvonnan tarkoituksena on varmistaa, että kapselointityöhön määritellyt laadulliset tavoitteet saavutetaan. Kapseloinnin tulee onnistua siten, että korjattu rakenne on haitta-aineet tiiviisti sisäänsä sulkeva. Jälkimittausten tulokset kertovat, onko kapselointityö onnistunut tavoitteissaan. Kapseloinnin tuloksena tulisi saavuttaa mahdollisimman alhainen lattian emissiotaso ja sisäilmalle asetettujen raja-arvojen alittava tulos, josta seuraa tilan käyttäjille terveellinen toimintaympäristö [15, s. 65].

Työnaikaista valvontaa huolellisesti suorittamalla voidaan ennaltaehkäistä mahdolliset jälkikorjaukset, joista saattaisi seurata haittaa kaikille osapuolille. Työn suorituksesta vastaaville osapuolille jälkikorjaukset ovat miehistön, kaluston ja talouden resursseja sitovia. Tilaajalle jälkikorjausten aiheuttamista haittavaikutuksista kenties merkittävin on tilojen käytöstä poisto jälkikorjausten ajaksi. Kiteytettynä, jälkikorjaukset haittaavat kaikkien osapuolten liiketoimintaa. Kapselointityön suorittavan urakoitsijan omavalvonta on tärkeässä roolissa ja yksi mittari työn hyvästä laadullisesta etenemisestä on työssä käytettävien kapselointiaineiden kulutuksen määraseuranta. Haitta-ainetutkimusraportin osana laadittavassa toimenpidesuosituksessa määriteltävä kapselointiainemenekki ohjeistaa työssä käytettävän kapselointiaineen määrän litroina neliötä kohden ja ohjemenekkiä noudattamalla päästään yleensä hyvään lopputulokseen.

Kohteesta riippuen valvonnan haasteet ovat moninaiset. Kapselointityöhön liittyy useita eri työvaiheita, joista jokainen tulisi katselmoida. Kohteen jako lukuisiin osakohteisiin tuottaa helposti useita valvontakäyntejä, joissa paikalla tulee tyypillisesti olla valvojan edustaja sekä kohteesta vastaava työnohtaja ja mahdollisesti kapselointiurakoitsijan työnohtaja tai työntekijöitä. Valvontakäynnillä valmiit työvaiheet dokumentoidaan esimerkiksi valokuvaamalla, pintatestauksin ja aistinvaraisen havainnoinnin keinoin ja katselmuksesta laaditaan pöytäkirja, jonka liitteeksi toimitetaan dokumentaatio ja mahdolliset huomautukset ja poikkeamat.

Jos kohde on jaettu useisiin osakohteisiin eikä työvaiheita pääse toteuttamaan johdonmukaisessa järjestyksessä johtuen esimerkiksi muiden työvaiheiden aiheuttamista häiriöistä on vaarana, että valvontakäyntejä joudutaan järjestämään lukuisia ja usein.

Kun jokaisesta käynnistä laaditaan erillinen pöytäkirja, seurauksena on raskaasti paperityötä, joka puolestaan sitoo merkittävästi työnjohdon ja valvojan resursseja sekä mahdollisesti hidastaa työn suorittajan saavutuksia. Vaikka työ etenisi jouhevasti, syntyy valvontaan liittyvien tehtävien hoitamisessa runsaasti materiaalia. Valvonnan ensisijainen tarkoitus on kuitenkin laadunvalvonta eikä niinkään valvontamateriaalin tuottaminen. Liiallisen kuormittava paperityö ja valvontakäyntien lukumäärä saattavat kuormittaa usein muutenkin tiukalla olevia ajallisia resursseja ja niistä vastuullisia työnjohtajia sekä sitä kautta heikentää varsinaisen valvontatyön tehokkuutta.

## 9 Valvonnan tarkastuspöytäkirja

Opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena laadittava tarkastuspöytäkirja kokoaa yhteen erilliset osakohteiden valvontapöytäkirjat ja toimii valvontakäyntien yhteydessä mittauspöytäkirjana. Taulukon käyttö on yksinkertaista ja nopeaa. Ennalta täytettävä lomake sisältää kohteen tiedot, työhön liittyvien osapuolten tiedot sekä mahdollisen osakohdejaon. Työvaiheiden edetessä voidaan lomaketta täydentää käsin kirjoittamalla ja sarakkeiden koot on mitoitettu tätä tapaa silmällä pitäen.

Lomakkeesta ja siihen yhdistettävistä liitteistä selviävät kapselointityössä käytettävien suunnitelmien ja työohjeiden sekä työhön liittyvien yleisten laatuohjeiden, kuten esimerkiksi RYL-oppaiden ja RT-ohjekorttien tiedot. Kapselointityön käynnistyttyä lomaketta täydennetään jokaisen valvontatoimenpiteen yhteydessä saaduista tiedoista ja samalla lomakkeeseen kirjataan valvontakäyntien ajankohdat ja osapuolet.

Huomautukset, kuten esimerkiksi katselmuksen yhteydessä havaitut puutteet kirjataan niille varattuihin sarakkeisiin samoin kuin huomautuksiin liittyvät sovitut toimenpiteet. Toimenpiteitä ovat tyypillisesti työn laatua parantavat suoritukset kuten esimerkiksi saumojen huolellisempi tiivistäminen tai kapselointiaineen lisäkerroksen levittäminen lattiapinnoille.

Excel-muotoisen tarkastuspöytäkirjan lisälehdeltä löytyvät taulukon käyttöön laaditut ohjeet. Tarkastuspöytäkirjan sivuja voidaan lisätä sen mukaan, kuinka moneen osakohteeseen kapselointityö jaetaan työn tehtäväsuunnitelmassa. Yhdelle tarkastuspöytäkirjan sivulle voidaan kirjata kahden osakohteen valvontatiedot.

Pöytäkirjan sivu on nähtävillä kuvassa alapuolella (Kuva 11).

YIT RAKENNUS OY		TARKASTUSPÖYTÄKIRJA	
Rakennuskohte	Työnumero	Tarkastusmiehen	
Tilaaja		Puhelinnumero	
Tarkastettavan kohteen tai tarkastuskohtien nimi		Päivämäärä	
Tarkastuksen ajankohta			
<input type="checkbox"/> Sopimustarkastus <input type="checkbox"/> Komen pöytäkirja			
OSALLISIJAT			
OSARJOHTAJAN NIMI	TYÖVAIHE	HUOMAUTUKSET / TOIMENPITEET	VALVONNAN ALLEKIRJOITUS JA PVM
W010 A2-B4	Alustan puhdistus		
	Pinnoitus, parhokuitu, laatu		
	Primer, täytteenäyttö, laatu		
	1. kappaleen laatu		
	2. kappaleen laatu		
	Valmistus tai muu pinnatus		
W010 A5-B5	Alustan puhdistus		
	Pinnoitus, parhokuitu, laatu		
	Primer, täytteenäyttö, laatu		
	1. kappaleen laatu		
	2. kappaleen laatu		
	Valmistus tai muu pinnatus		
LIITTEET	Työselitys	Pohja piirustus, suokanta	Toimenpiteet
	Alustuskokouksen muistio	Valokuvat	RT XXX-XXXXX
ALLEKIRJOITUKSET			
Tarkastus ja ohjeistus		Tarkastus ja ohjeistus	
Tarkastus ja ohjeistus		Tarkastus ja ohjeistus	
Tarkastus ja ohjeistus		Tarkastus ja ohjeistus	

Kuva 11: Tarkastuspöytäkirja

## 10 Yhteenvedo

Opinnäytetyön keskeisenä tavoitteena oli kehittää valvonnan apuväline työnjohtajien käyttöön haitta-ainekorjaustöiden valvontatehtävissä. Tavoitteeseen päästiin ja tuloksena syntyi Excel-lomakemuotoinen valvontapöytäkirja. Tavoite saavutettiin kokoamalla yhteen tietoa eri työmaiden käytännöistä ja niiden pohjalta muovautui lomakemuotoinen työmailla täytettävä pöytäkirja, johon onnistuttiin sisällyttämään laadunvalvonnan ja työvaiheiden seurannan edellyttämät keskeiset kohdat. Olennaisen tärkeää tavoitteen saavuttamisen kannalta oli se, että tutkimuksen yhteydessä saatiin käyttää YIT Rakennus Oy:n työmaiden arkistotietoja ja henkilökohtaista ohjausta tarvittavien asiakirjojen löytämiseksi. Arkistotutkimus osoitti, että kaikkien työmaiden osalta oli taltioitu laadunvalvonnan todistamisen kannalta oleelliset asiakirjat. Toisaalta tutkimus osoitti myös, että valvonta- ja dokumentointikäytännöt kapselointitöiden toteutusvaiheessa olivat vaihdelleet suuresti. Voitiin todeta, että joillakin työmailla oli selvästi tehty ylimää-

räistä työtä asioiden muistiin kirjaamisen yhteydessä ja voitiin myös päätellä, että yhtenäinen dokumentointikäytäntö ja siihen sopiva pöytäkirjapohja olisi tulevaisuudessa hyödyksi lattiapinnoitustöitä valvoville työnjohtajille. Työmaiden vaihteleviin valvonnan toimenpiteiden muistiin merkitsemisen käytäntöihin tutustuminen arkistomateriaalin avulla auttoi kehittämään laadunvalvonnan dokumentoinnin sisällölliset tarpeet täyttävä lomake sellaiseen muotoon, että työnjohtajat pystyisivät ohjeistettuina hyötymään sen käyttämisestä ja keskittymään paremmin itse valvontatyöhön. Opinnäytetyö luovutettiin kokonaisuudessaan YIT Rakennus Oy:n käyttöön. Työn yhteydessä kehitetyn ja niin ikään yritykselle luovutetun tarkastuspöytäkirjan käyttöönotto Korjausrakentamispalvelut-yksikössä tapahtuu myöhemmin, oletettavasti siinä vaiheessa, kun seuraava kapselointikorjauskohde saataisiin urakoitavaksi.

Opinnäytetyön tavoitteisiin kuului myös kapselointitöiden valvonnassa ja toteutuksessa ilmenevien haasteiden tai ongelmakohtien selvittäminen. Tavoite saavutettiin ja tuloksena kertyi tietoa, jota käsiteltiin erityisesti opinnäytetyön luvuissa 6 ja 8. Tutkimustyön yhteydessä selvisi, että haitta-ainekorjaustyöt olivat viime vuosina yleistyneet selvästi ja että niihin liittyvää tietoa, laatuvaatimuksia ja osaamista sekä tutkimus- ja työohjeita oli julkaistu enenevässä määrin mitä lähemmäs nykypäivää saavuttiin. Varsinkin henkilöhaastatteluiden selvisi myös, että lisääntyneestä tiedosta ja monen eri osa-alueen osaamisen kehittymisestä huolimatta kapselointitöissä on tehty virheitä yllättävän usein ja epäonnistumisen seurauksena on vakavimmillaan päädytty tilanteisiin, joissa lopputulos ei ollut kohentanut sisäilman laatua mainittavasti tai ollenkaan. Joihinkin virheisiin on päästy puuttumaan ajoissa ja kalliilta korjaustöiltä on välttytty muuttamalla työmenetelmiä tai vaihtamalla työvälineitä kesken urakan. Pahimmillaan on päädytty tilanteisiin, joissa jo kapseloitujen alueiden pintarakenteita on jouduttu purkamaan, puhdistamaan ja kapseloimaan uudelleen. Kuten kapselointiaineita toimittavan yrityksen asiantuntija haastattelussa asian ilmaisi: "Ei ymmärretty mitä oltiin tekemässä" tai kuten tilaajan haitta-ainetutkimuksista ja toteutuksen asiantuntijavalvonnasta vastannut henkilö haastattelun yhteydessä totesi: "Joskus vaikuttaa siltä, ettei ymmärretä mitä ollaan valvomassa tai mitä ollaan oltu suunnittelemassa". Kapseloinnin laadun vaarantavia työn valvontaan liittyviä tekijöitä voidaan yksiselitteisesti todeta olevan tilanteet, joissa ei ole ymmärretty mitä ollaan oltu valvomassa ja mihin olisi ollut syytä kiinnittää enemmän huomiota työn laadun tarkkailutehtävissä valvojan roolissa. Nämä seikat laatuvirheiden suhteen olivat osaltaan vahvistamassa valvonnan dokumentaatiovaiheiden kehittämistarpeissa ja valvontapöytäkirjan yksinkertaisuuden ja helppokäyttöisyyden sisällyttämisessä asiakirjapohjaan sitä laatiessa. Aikaisemminkin on tullut esille, että työn valvon-

taa suorittavan osapuolen olisi kyettävä siirtämään painopistettä itse työn laadunvalvontaan pikemmin kuin työläiden ja monimutkaisten asiapapereiden täyttämiseen tai ikävimmillään siihen, että tekijän täytyisi nähdä vaivaa luodakseen valvonta-asiakirjoja alusta loppuun asti lähes tyhjästä.

Kapselointityön onnistuminen parhaimmillaan takaa lopputuloksen, jossa sisäilmasta saadaan eliminoiduksi haitta-aineet kokonaan ja sisäympäristö ilmanlaadun osalta niin terveelliseksi käyttäjilleen kuin se suinkin on kussakin rakennuksessa korjausrakentamisen keinoin mahdollista. Kapselointi saatetaan silti kokea epämiellyttäväksi asiaksi, sillä tilan käyttäjälle saattaa olla epämiellyttävä pelkkä ajatuskin tai tieto siitä, että myrkyllisiä aineita on suljettu lattian alle tai muiden rakenteiden sisään. Jälkimittauksia toki tehdään ja sisäilman laatua tarkkaillaan haitta-aineiden varalta usein vuosienkin päästä mutta Suomessa ei tiettävästi ole esimerkiksi yli 10 vuoden seurantatutkimuksista saatavilla olevaa tietoa. Vaikka jälkimittauksista on annettu selkeät määräykset, jää niiden toteutuminen yleisesti tilaajan vastuulle ja mittauksen tilaaminen saatetaan kokea turhaksi menoeräksi. Jälkimittauksista tyypillisesti sovitaan alustavasti jotain mutta toisinaan ne jätetään kuitenkin tilaamatta, tiesi haitta-ainetutkimusasiantuntija haastattelussa kertoa. Ongelmalliseksi kapselointitöiden maineen ja luotettavuuden suhteen voitiin havaita myös se, että toisinaan kiinteistöihin kapselointitöitä tilanneet tahot eivät ole halunneet julkiseen tietoon mitään yksityiskohtia hankkeeseen liittyen, eivät mielellään edes mainintaa siitä, että kyseisiä töitä on kohteessa suoritettu. Näin jäävät valitettavasti usein tiedot hankkeiden pitkän aikavälin jälkimittaukset tilaamatta ja suorittamatta eikä tieto kapseloinnin laadullisesta pätevyydestä päädy yleiseen tietouteen.

Kapselointiaineita toimittavilla yrityksillä on hallussaan valtavan arvokasta asiantuntijatietoa ja osaamista, jota he mielellään tarjoavat tilaajien ja urakoitsijoiden käyttöön, monesti ilman eri veloitusta. Opinnäytetyön yhteydessä haastatellun maahantuojayrityksen edustaja kertoi tilaajan pyynnöstä tulevansa jokaiseen kohteeseen mielellään jopa näyttämään, miten heidän edustamiaan aineita ja materiaaleja käytetään oikeaoppisesti ja kertomaan kaikesta aiheeseen liittyvästä, aina kapselointiaineiden käyttäytymisestä työvälineiden puhdistamiseen saakka. Tämän kaltaista palvelua ja asiantuntijoiden osoittamaa innokkuutta projekteihin osallistumiseen tulisi hyödyntää mahdollisimman paljon, jotta työn laatu voitaisiin taata paremmin ja esimerkiksi ylimääräisiltä ainemenekeiltä ja sitä kautta syntyviltä ylimääräisiltä kustannuksilta välttyä. Jopa mahdolliset työnaikaiset laaturvirheet ja niistä koituvat korjauskustannukset voitaisiin ennaltaehkäistä toimimalla tiiviissä yhteistyössä em. palveluntuottajien kanssa.

Haitta-ainetutkimuksia suorittavien yritysten asiantuntijat tulisi ottaa mukaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa jo kohteiden haitta-ainekorjausten suunnittelun avuksi. Tutkimuksia suorittavien yritysten asiantuntijoilla on usein erityisen laaja tietämys siitä, miten haitta-aineet käyttäytyvät rakennusfysikaalisten tekijöiden suhteen. Monesti suunnitteluvaiheeseen liittyväksi ongelmaksi on voitu havaita, että korjauksia suunniteltaessa ei ole otettu rakennusta tai rakennuksen osia huomioon kokonaisuutena. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että jos yhden osan sulkee täysin tiiviiksi, saattavat haitta-aineet aja mittaansa kulkeutua viereisiin tiloihin, jos ne on jätetty huomioimatta korjaussuunnitelmia laadittaessa. Hyvin harvoin on sattunut niin, että urakoitsija olisi ryhtynyt vaatimaan kapseloitavaa aluetta laajennettavaksi tai ainakaan niin, että tilaaja olisi kustannusten kasvamista pelätessään niihin laajennuksiin innokkaasti suhtautunut. Järkevää olisi toimia samoin suhteessa kapselointiainetoimittajiin eli ottaa myös aineita toimittava yritys mahdollisimman kattavasti mukaan hankkeen läpiviemiseen. Näin toimitaessa saataisiin paras varmuus siitä, että työn merkittävin lopputulos eli terveellinen sisäilma toteutuisi tilojen käyttäjille lyhyen ja pitkän aikavälin tarkasteluissa.

## Lähteet

- 1 Tietoa YIT:stä. Verkkodokumentti. YIT Rakennus Oy. <[www.yit.fi/yit\\_fi/Tietoa YITsta/Perustietoa\\_YIT\\_sta/YIT lyhyesti](http://www.yit.fi/yit_fi/Tietoa_YITsta/Perustietoa_YIT_sta/YIT_lyhyesti)>. Luettu 6.4.2015.
- 2 Kiinteistökehitys ja korjausrakentaminen. Verkkodokumentti. YIT Rakennus Oy <[www.yit.fi/yit\\_fi/toimitilat/palvelumme/kiinteistokehitys-ja-korjausrakentaminen](http://www.yit.fi/yit_fi/toimitilat/palvelumme/kiinteistokehitys-ja-korjausrakentaminen)>. Luettu 6.4.2015.
- 3 Asumisterveysopas. 2009. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö.
- 4 Asumisterveysohje. 2003. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö.
- 5 Terveysturvallisuuslaki TSL 763/94. 1994. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö.
- 6 Haitta-aineet. Verkkodokumentti. Vahanen Yhtiöt Oy. <[www.vahanen.com/fi/palvelut/kuntotutkimukset-rakennusfysiikka/haitta-aineet/www.vahanen.com](http://www.vahanen.com/fi/palvelut/kuntotutkimukset-rakennusfysiikka/haitta-aineet/www.vahanen.com)>. Luettu 15.3.2014
- 7 Sirviö, Salla. Rakennusten haitta-aineet. 2007. Opinnäytetyö. Lahden ammatti- korkeakoulu.
- 8 Sisäympäristön ongelmien viitearvoja toimistotyöympäristöissä. 2014. Verkkodokumentti. Työterveyslaitos. 18.3.2014. <[www.ttl.fi](http://www.ttl.fi)> . Luettu 6.10.2015.
- 9 EU-DIREKTIIVI 76/769/ETY. Raja-arvot maan saastuneisuuden arviointiin.
- 10 Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittäysperusteet. 2007. Suomen ympäristö 23/2007. Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima
- 11 Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007. Annettu Helsingissä 1.3.2007.
- 12 Kynnys- ja ohjearvoja sekä viitearvojen määritelmiä. 2007. Suomen ympäristö 23/2007. Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima.
- 13 RT 20-11160. Haitta-ainetutkimus, rakennustuotteet ja rakenteet. 2014. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- 14 RT 20-1115 Haitta-ainetutkimus, tilaajan ohje. 2014. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
- 15 Karvinen, Kirsi. 2008. Lattiarakenteet sisäilmatekijänä. Opinnäytetyö. Savonia-ammattikorkeakoulu.
- 16 Betton Oy:n edustaja. 2014. Betton Oy, Espoo. Haastattelu 16.5.2014.
- 17 Rakennusosien kustannuksia 2014. 2014. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 18 YIT Rakennus Oy / Toimitilat, Korjausrakentamispalvelut
- 19 Koskela, Joni. 2013. Betonilaattalattian korjaustapojen tarkastelu. Opinnäytetyö. Savonia-ammattikorkeakoulu.

## 1. Malli Haastattelukysymyksistä

HAASTATTELUKYSYMYKSET Päivämäärä  
Haastateltavan nimi, yritys ja tehtävä yrityksessä

1. Miten olette toteuttaneet haitta-ainekapseloinnin laatu- ja materiaalidokumenttien toimittamisen prosessit tilaajan suuntaan
2. Mitä tehtäviinne kuuluu kapselointihankkeissa?
3. Mikä on toteuttamienne kapselointihankkeiden määrä vuodessa?
4. Hanketyypit?
5. Erityisiä huomioita liittyen toimitilahankkeisiin?
6. Voitteko mainita erityisiä huomioita liittyen asuntorakentamishankkeisiin?
7. Voitteko mainita erityisiä huomioita liittyen liiketilahankkeisiin?
8. Miten kapselointiin liittyvät menetelmät ovat kehittyneet aikananne?
9. Jälkitarkastukset ja korjaukset - miten tarkastetaan ja miksi tyypillisesti korjataan?
10. Mitkä ovat kapselointiin liittyvät tiedon lähteet, joita työssänne käytätte?
11. Mitä standardeja liittyy työhönne ja kuinka hyväksytätte laadun?
12. Minkälaisia ovat yhteistyöhön liittyvät haasteet, joita olette kohdanneet muiden kapselointihankkeisiin osallistuneiden kanssa toimiessanne?
13. Pohdintoja, yhteenveto

## 2. Kapseloinnin työohjeet

### UZIN-TIIVISTYSJÄRJESTELMÄ



UZIN PE 460 & UZIN PE 480



1. Avaa astia, pitkällä ruuvimeisselillä muovisen korkin ja kaksoispohjan läpi. Anna kovetinosan valua kokonaan perusosan sekaan.



2. Sekoitus aina koneellisesti hitailla kierroksilla, 300-400 kr/min vähintään 2 min.



3. Kaada massa lattialle aloittaen seinän vierustoista. Tarvittaessa nosta ainetta pensselillä seinälle. Levitä massa lattialle esim. telalla tasaiseksi kerrokseksi.



4. BST 75 nauhan asennus, liimaa ensin lattiaan jonka jälkeen on helppo poistaa toinen suojapaperi ja asentaa nauha seinälle.



5. Väriaine on tarkoitettu työn ja menekin seuraamiseen. Lisää väriä snapsilasillinen 10 kg astiaan.

UZIN PE 460 työaika 30 min  
UZIN PE 480 työaika 45 min

Suojavarustus: käsineet & suojalasit.

Työkalut, kädet ja roiskeet voi puhdistaa UZIN Clean-Box-liinoilla.

Tyhjät astiat voidaan kierrättää.

Tekninen tuki: Kapu/050 357 8900



|Betton Oy | Fallåker 1 D | 02470 Espoo | (09) 5102 517| [www.betton.fi](http://www.betton.fi)|

### 3. Korjaustapaehdotus

#### UZIN KAPSELOINTIJÄRJESTELMÄ, LATTIAT JA SEINÄT, KAPILLAARISEN KOSTEUDEN NOUSUA JA ONGELMAYHDISTEITÄ VASTAAN, KORJAUSTAPAEHDOTUS

Betonirakenteisen lattiarakenteen / seinien ohjeellinen korjaustapaehdotus, muokattavissa valitun materiaalin mukaan. Tekstin joukossa on käyttöohjeita suunnittelijalle, jotka on kommentoitu ..... *kursiivilla*..... Nämä ohjaavat eri vaihtoehtojen valinnassa ja on tarkoitettu poistettaviksi lopullisesta suunnitelmasta, kuten myös ylimääräiset vaihtoehtoiset tuotteet.

**Korjaustapaehdotus ei ole korjaussuunnitelma, eikä vapauta suunnittelijaa rakenteiden kuntotutkimuksesta ja korjauksen kokonaissuunnittelusta.**

**Tämän korjaustapaehdotuksen kaikki oikeudet kuuluvat Betton Oy:lle, mutta se on suunnittelijoiden vapaasti käytettävissä korjaussuunnitelmia laadittaessa.**

BETONILATTIAT, KÄSITTELY KOSTEUDEN NOUSUA TAI VOC- JA PAH YHDISTEITÄ VASTAAN

##### 1.0 Alustan kunnostus

1. Poista kaikki pehmeät tai huonosti alustassa kiinni olevat kerrokset, sementtiliima, liimajäämät, tasoitteet, vanhat pinnoitteet, hoitoaineet ja maalit vaurioitumattomaan betoniin asti.
2. Betoni- tai hyvin alustassa kiinni olevat tasoitepinnat hiotaan.
3. Pinnat imuroidaan huolellisesti. Alustan tulee olla riittävän luja, puhdas ja vapaa tartuntaa heikentävistä aineista (lika, öljy, rasva).
4. Täytä alustassa olevat kolot tai porareitit **UZIN NC 181** -korjauslaastilla (0-30 mm).
5. Lattian ja seinän liittymäkohta täytetään tarvittaessa elastisella tiivistemassalla.

##### 2.0 Diffuusiosuojatun höyrynsulkupohjustimen levitys, UZIN PE 460, M 1 – ja EC 1 päästöluokitus

1. Säilytä kaksoisastia huoneenlämmössä ennen levitystä. Lävistä ylimmän kansiastian muovikorkin läpi pohja useita kertoja esim. ruuvimeisselillä. Anna kovettajaosa B:n valua alempaan hartsia sisältävään astiaan. Poista tyhjä kansiastia. Sekoita komponentit perusteellisesti, kunnes seos on yhtenäistä. Sekoita porakoneella käyttäen epoksin sekoitukseen tarkoitettua vispilää, joka ei muodosta seokseen ilmakuplia, vältä pieniä maalin sekoitukseen tarkoitettuja spiraalin muotoisia vispilöitä.

Kaada materiaali vielä puhtaaseen astiaan ja sekoita lyhyesti uudelleen. Varmistu, että pohjustin on kauttaaltaan sekoitettu pohjia ja reunoja myöten. Sekoitus on tehtävä aina koneellisesti, älä tee osasekoituksia.

2. Levitä pohjustin tasaisesti alustalle liuotinaineita kestäväällä telalla. Tasaiselle alustalle pohjustin voidaan levittää myös hammaslastalla (B2), jonka jälkeen pohjustin telataan. Tee täysin tiivis pinta. Levitä pohjustin työstettävyyssajan puitteissa. Tarvittaessa pohjustimella tehdään seinille nostot n. 50 mm lattian ja seinän rajapinnan tiivistyksessä käytettävän butyylikumisaumanauhan tartunnan varmistamiseksi.
3. Seinien ja lattioiden liittymäkohdat tiivistetään kaasutiiviillä **codex BST 75-** butyylikumisaumanauhalla, joka liimataan pohjustimen ensimmäisen levityskerroksen päälle, kun ensimmäinen kerros kestää kävelyn. Saumanauha jää näin ensimmäisen ja toisen pohjustin kerroksen väliin, jolloin saadaan hyvä tartunta alempaan kerrokseen ja toinen kerros suojaa nauhaa mekaaniselta rasitukselta. Saumanauha on itseliimautuva ja siinä on kaksiosainen taustan suojapaperi. Ensin poistetaan leveämpi taustapaperi ja liimataan nauha lattiaan, sen jälkeen poistetaan toisen puolen suojapaperi ja varmistetaan ettei nurkka jää ”pyöreäksi” ja painetaan nauha seinään kiinni. Vältä nauhan nurkkaan painelussa teräviä lastoja, jotka voivat rikkoa nauhan.
4. Kun ensimmäinen kerros kestää kävelyn tai **enintään 48 tunnin kuluessa**, levitä toinen kerros **UZIN PE 460** -pohjustinta. Tee pohjustimen toisen kerroksen levitys poikittain ensimmäiseen kerrokseen nähden. Lisää toiseen kerrokseen n. 1 % **UZIN EPOXI COLOURANT** –väriainetta havainnoinnin vuoksi, jotta toinen kerros tulee joka paikkaan. Näin varmistetaan käsittelyn tiiveys ja onnistunut lopputulos sulkevana käsittelynä.

#### Menekki:

Uzin PE 460, käytettäessä sulkevana kerroksena, levitetään 2-kerrosta.

n. 350 g / m<sup>2</sup> / 1. Kerros

n. 250 g / m<sup>2</sup> / 2. Kerros

Vahanan Oy:n haitta-aineiden läpäisevyytustutkimuksen (2009) mukainen menekki 600 g / m<sup>2</sup>. Epätasainen, karhea alusta lisää menekkiä.

5. Puhdista työkalut ja roiskeet välittömästi käytön jälkeen **UZIN Cleanbox** -liinoilla tai ksyleenillä. Kovettunut materiaali voidaan poistaa vain mekaanisesti.

Jos pohjustimen päälle tulee tasoite, tarvitaan mekaaninen tai kemiallinen tartunta:

#### 6 a. Mekaaninen tartunta

Ripottele **UZIN PE 460:sen kovettumattomaan pintaan** kvartsihiekkää (raekoko 0,1 – 0,6 mm) kynsikerrokseksi niin paksu kerros ( n. 2 - 3 kg / m<sup>2</sup>), että hiekkakerroksen päällä voi kävellä pohjustimen tarttumatta kenkiin. Toisen kerroksen kuivuttua poista ylimääräinen hiekka harjaamalla ja imuroimalla se puhtaaseen imuriin, jolloin voit käyttää sen uudelleen. Alustaan jää hiekkaa n. 1 – 1,5 kg / m<sup>2</sup> ja lopputulos näyttää karkealta hiekkapaperilta.

*Vaihtoehtoisesti.....*

#### 6 b.

##### Kemiallinen tartunta

Levitetään **UZIN PE 460:sen kovettuneeseen pintaan UZIN PE 280** -tartuntapohjustin tasoitteen kiinnittymisen varmistamiseksi. Levitä ohut yhtenäinen kerros käyttäen lyhytkarvaista telaa. Tee pohjustus ennen tasoitteen levitystä, kuivumisaika n. 45 minuuttia. Tasoitekerroksen maksimipaksuus on 10 mm, jos kerrospaksuus ylittyy, käytetään kvart-

sihiekkalla tehtävää mekaanista tartuntaa. Myös keraamisen laatoituksen tullessa pintamateriaaliksi on syytä käyttää mekaanista tartuntaa.

Työkalut voidaan pestä vedellä. UZIN PE 280 pohjustin on EC 1 plus – päästöluokiteltu.

Menekki:

Uzin PE 280, 70 – 100 g / m<sup>2</sup>

### 3.0 Tasoitteen levitys UZIN NC 170 LevelStar, M 1 – ja EC 1 plus -päästöluokitus

1. Mittaa 6,3 - 6,8 litraa kylmää puhdasta vettä puhtaaseen sekoitusastiaan. Lisää jauhe voimakkaasti sekoittaen ja tee juokseva kokkareeton massa käyttäen porakoneeseen tai sekoittimeen kiinnitettyä itsesiliäville tasoitteille sopivaa vispilää.
2. Kaada juokseva massa alustalle ja levitä se tasaisesti käyttäen **UZIN-**korkeudensäätölastaa. Leviämistä ja pinnan sileyttä voidaan parantaa piikkitelauksella. Piikkitelauksella voidaan korvata jälkihionta. Haluttu kerrospaksuus levitetään, mikäli mahdollista, yhdellä levityskerralla. Mikäli kerroksia levitetään enemmän kuin yksi, jatka levittämistä kun ensimmäinen kerros kestää kävelyn. Muussa tapauksessa anna tasoitteen kuivua. Pohjusta tämän jälkeen **UZIN PE 360**:llä, anna pohjusteen kuivua n. 2 tuntia, jonka jälkeen voidaan levittää seuraava kerros. Lisäkerroksen paksuus ei saa ylittää alemman kerroksen paksuutta.
3. Mahdolliset pintaan jääneet kokkareet on helpointa poistaa teräslastalla 2,5 – 4 tunnin kuluessa levityksestä. Hionta tarvittaessa.

Menekki:

UZIN NC 170 LevelStar 1,4 kg / mm / m<sup>2</sup>

### 4.0 Pinnoitteen liimaus, linoleum, kumi-, PVC-matot ja laatat UZIN KE 2000 S New -liimalla, M 1 – ja EC 1 plus -päästöluokitus

1. **UZIN** -liima levitetään hammaslastalla. Hammastus valitaan pinnoitteen ja alustan mukaan:  
PVC-pinnoitteet / tasoitettu alusta, hammastus A1/A5, menekki 150-250 g / m<sup>2</sup>,  
kumimatot tai karhennettu PVC-pohjainen pinnoite, hammastus A 2, menekki n. 300 g / m<sup>2</sup>.  
**Tiiviin sulkevan käsittelyn päällä kiinnitettävä huomiota liimamäärään ja liimausmenetelmään**, koska alusta ei ime liiman mukana menevää kosteutta.  
Suositus esim. tasapohjaiset PVC matot ja laatat, 180 – 200 g / m<sup>2</sup>.  
Levitä liimaa alueelle, johon ehdit asentaa pinnoitteen työstettävyyssajan sisällä.
2. Puhdista työkalut ja liimatahrat tuoreena lämpimällä vedellä.

*Vaihtoehtoisesti.....*

### 4.0 Laatoitus keraamisilla- tai luonnonkivilaatoilla UZIN Codex Power CX 3-laatoituslaastilla,

**EC 1 plus -päästöluokitus**

1. Mittaa kylmää vettä 7,5 – 8,5 litraa puhtaaseen sekoitusastiaan. Kaada säkin sisältö (25 kg) astiaan sekoittaen voimakkaasti, kunnes massa on tasalaatuinen ja kokkareeton. **Codex Power CX 3** laasti on valmis työstettäväksi välittömästi sekoituksen jälkeen, ilman vettymisaikaa.
2. Levitä lastalla ohut kynsikerros alustalle.
3. Lisää laastia tarvittava määrä märkää märälle periaatteella käyttäen hammaslastaa. Levitä laastia vain sen verran, kun ehdit työstöajan (n. 30 min) sisällä laatoittaa.
4. Paina laatat kevyen pyörähdysliikkeen avulla tasaisesti alustaan. Saumattavissa n. 12 tunnin kuluttua.

Menekki:

Lastan hammas	6 mm	1,7 kg / m <sup>2</sup>
	8 mm	2,5 kg / m <sup>2</sup>
	10 mm	3,0 kg / m <sup>2</sup>

**5.0 Saumaus UZIN codex Brilliant Color Xtra-saumauslaastilla.**

1. Poista saumoista ylimääräinen kiinnityslaasti ja puhdista saumat huolellisesti.
2. Mittaa n. 1,3 – 1,4 litraa kylmää vettä puhtaaseen sekoitusastiaan. Kaada säkin sisältö (5 kg) samalla voimakkaasti sekoittaen. Sekoita kunnes massa on tasalaatuinen ja kokkareeton. Sekoita vain sen verran laastia, minkä ehdit levittää n. 15 minuutin kuluessa.
3. Anna massan vettyä n. 3 minuuttia. Sekoita uudelleen kevyesti.
4. Levitä massa saumaan kumilastalla siten, että sauma täyttyy pohjaa myöten. Viimeistele kumilastalla viistosti yli sauman. Toista tarvittaessa, että sauma tulee täyteen.
5. Kun sauma on kovettunut (kokeile sormella), pese ylimääräinen saumauslaasti pois kostealla sienellä. Viimeistele saumat vinottain saumaan nähden. Huuhtelee sieni riittävän usein.
6. Kun sauma on kuivunut mattapintaiseksi, jäljelle jääneet epäpuhtaudet pestään kevyesti kostutetulla sienellä, joka huuhdellaan usein.

*Vaihtoehtoisesti UZIN NC 170 LevelStar tasoite voidaan pinnoittaa maalaamalla pinta Betofloor EPM epoksimaalilla, uivilla lattiapäällysteillä tai liimaamalla parketti suoraan tasoitepintaan.*

**SEINÄT, MAALATTU TIILI TAI BETONIPINTA, VOC YHDISTEITÄ VASTAAN****1.0 Alustan kunnostus**

1. Vanha maali tiilen pinnasta poistetaan käyttäen esim. saneerausjyrsintä, jossa on pyörivät kovapalaterät. Betonipinnoista maali poistetaan esim. timanttilaikalla tai saneerausjyrsimellä.
2. Pinnat imuroidaan huolellisesti.

## 2.0 Diffuusiosuojatun höyrynsulkupohjustimen levitys, UZIN PE 460, M 1- ja EC 1 -päästöluokitus

1. Säilytä kaksoisastia huoneenlämmössä ennen levitystä. Lävistä ylimmän kansiastian muovikorkin läpi pohja useita kertoja esim. ruuvimeisselillä. Anna kovettajaosa B:n valua alempaan hartsia sisältävään astiaan. Poista tyhjä kansiastia. Sekoita komponentit perusteellisesti, kunnes seos on yhtenäistä. Sekoita porakoneella käyttäen epoksin sekoitukseen tarkoitettua vispilää, joka ei muodosta seokseen ilmakuplia, vältä pieniä maalin sekoitukseen tarkoitettuja spiraalin muotoisia vispilöitä. Kaada materiaali vielä puhtaaseen astiaan ja sekoita lyhyesti uudelleen. Varmistu, että pohjustin on kauttaaltaan sekoitettu pohjia ja reunoja myöten. Sekoitus on tehtävä aina koneellisesti, älä tee osasekoituksia.
2. Levitä pohjustin tasaisesti alustalle liuotinaineita kestäväällä telalla tai siveltimellä. Tee täysin tiivis pinta. Levitä pohjustin työstettävyyssajan puitteissa.
3. Kun ensimmäinen kerros on kuivunut, mutta enintään 48 tunnin kuluessa, levitä toinen kerros. Seinien ja lattioiden liittymäkohdat tiivistetään **codex BST 75** butyylikumisaumanauhalla, joka liimataan pohjustimen ensimmäisen levityskerroksen päälle. Tee pohjustimen levitys poikittain ensimmäiseen kerrokseen nähden. Lisää toiseen kerrokseen n. 1 % **UZIN EPOXI COLOURANT**-väriainetta havainnoinnin vuoksi, jotta toinen kerros tulee joka paikkaan. Näin varmistetaan käsittelyn tiiveys ja onnistunut lopputulos sulkevana käsittelynä.
4. Tarvittaessa levitä kolmas ohut kerros **UZIN PE 460** pohjustinta.

### Menekki:

Käytettäessä sulkevana kerroksena, levitetään 2-kerrosta. Seinillä ja katoissa tarvittaessa 3 ohuempaa kerrosta valumien välttämiseksi.

n. 350 g / m<sup>2</sup> / 1. Kerros

n. 250 g / m<sup>2</sup> / 2. Kerros

tai

n. 300 g / m<sup>2</sup> / 1. kerros

n. 150 g / m<sup>2</sup> / 2. Kerros

n. 150 g / m<sup>2</sup> / 3. kerros

5. Puhdista työkalut ja roiskeet välittömästi käytön jälkeen **UZIN Cleanbox** -liinoilla tai ksyleenillä. Kovettunut materiaali voidaan poistaa vain mekaanisesti.

## 3.0 Tartuntapohjustimen levitys, UZIN PE 280, EC 1 plus -päästöluokitus

**UZIN PE 460** -diffuusiopohjustimen toisen levityskerroksen päälle levitetään kovettu-neeseen pintaan **UZIN PE 280** -tartuntapohjustin tasoitteen kiinnittymisen varmistamiseksi. Levitä ohut yhtenäinen kerros käyttäen lyhytkarvaista telaa ennen tasoitteen levitystä, kuivumisaika n. 45 min..

Työkalut voidaan pestä vedellä.

### Menekki:

Uzin PE 280, 70 – 100 g / m<sup>2</sup>

## 4.0 Seinäpintojen tasoitus, sementtipohjainen UZIN NC 181 tasoite

1. Mittaa puhtaaseen sekoitusastiaan 3,5 – 4,5 litraa kylmää vettä. Kaada säkin sisältö (12,5 kg) astiaan samalla voimakkaasti sekoittaen, tee massasta tasainen ja kokkareeton. Sekoitettaessa pienempiä määriä, sekoita 1 osa vettä ja 3 osaa jauhetta.

Sekoita sopiva määrä, jonka ehdit levittää työstöajan puitteissa n. 10 minuutissa.

2. Massa levitetään alustalle haluttuun kerrospaksuuteen käyttäen teräslastaa. Anna kovettua n. 15 minuuttia ja viimeistele tarvittaessa.
3. Hio tarvittaessa, voidaan pinnoittaa n. 1 tunnin kuluttua / 2 mm:n kerrospaksuus.

Menekki:

1,4 kg / mm / m<sup>2</sup>

#### **5.0 Seinäpintojen maalaus, Betofloor EPM lattia- ja seinäpinnoitteella**

1. Ohenna **Betofloor EPM** puhtaalla vedellä 10 paino%. Levitä telalla tai siveltimellä. Anna ensimmäisen kerroksen kovettua (8 - 24 tuntia).
2. Levitä toinen kerros ohentamatonta **Betofloor EPM** –pinnoitetta enintään 24 tunnin kuluessa.

*Vaihtoehtoisesti seinäpinnat voidaan tasoittaa kipsitasoitteella UZIN PE 280 tartuntapohjustimen päälle ja maalata tarkoitukseen sopivalla sisämaalilla.*

