

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Kiinteistönpitotekniikka

Opinnäytetyö

Ville Ojanen

AS OY ANNALANMÄEN BETONIRAKENTEIDEN KUNTOTUTKIMUS

Työnvalvoja
Työn teettäjä
Tampere 2008

DI Pekka Väisälä
As Oy Annalanmäki, isännöitsijä Riku Pönkänen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

Kiinteistönpitotekniikka

Ojanen Ville

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Toukokuu 2008

Hakusana

As Oy Annalanmäen betonirakenteiden kuntotutkimus

21 sivua + 71 liitesivua

DI Pekka Väisälä

As Oy Annalanmäki, isännöitsijä Riku Pönkänen

Kuntotutkimus

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössäni käsiteltiin Tampereella Ylisenkatu 4:ssä sijaitsevan As Oy Annalanmäen betonirakenteiden kuntoa. Rakennukselle suoritettiin betonirakenteiden osalle kuntotutkimus. Tarkoitukseni oli antaa As Oy Annalanmäen isännöitsijälle, hallitukselle ja asukkaille selkeä kuva betonirakenteiden kunnosta ja mahdollisista korjaustarpeista: mahdollisimman käyttökelpoinen tutkimus rakennusalan ammattilaisille kuin maallikoillekin.

Opinnäytetyössäni paneuduttiin myös hieman syvällisemmin vaurioihin ja niiden syntymiseen, esimerkiksi teräskorroosio- ja betoninrapautumisvaurioihin. Työssä otettiin myös kantaa vuosina 1960–1980 rakennettuun asuinkerrostalokantaan, rakennuskannan ominaispiirteeseen, sekä aikakauden rakennusten tyypillisiin ongelmakohtiin. Opinnäytetyössäni pohdittiin myös kuntotutkimusten tärkeyttä ja niiden tulevaisuudennäkymiä.

TAMPERE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Construction Technology

Facility Management

Ojanen Ville

Housing Corporation Annalanmäki condition inspection
of concrete structures

Engineering thesis

21 pages + 71 appendices

Thesis supervisor

M.Sc. Pekka Väisälä

Commissioning Company

Housing Corporation Annalanmäki,
The Housing Manager Riku Pönkänen

May 2008

Keyword

Condition inspection

ABSTRACT

In my thesis I have studied the condition of concrete structures of Housing Corporation Annalanmäki located at Ylisenkatu 4 at Tampere. The building was given a condition inspection for the concrete structures. It was my intention to give Housing Corporation Annalanmäki's Housing Manager, board and residents a clear picture of the condition of the concrete structures and the possible repair needs - a useful report for the building professionals and layman.

In the thesis I have studied more deeply to the damages and causes of the damages, for example steel corrosion and concrete weathering damages. Apartment buildings from 1960-1980, their defining features and common building problems of the era were also studied in thesis. The thesis also dealt with importance and future prospects of the condition inspection.

ALKUSANAT

Tämän kuntotutkimuksen toimeksiannon sain As Oy Annalanmäen hallitukselta ja isännöitsijä Riku Pönkäseltä, joita kiitän johdattamisesta mielekkääseen, monitahoiseen ja opettavaiseen opinnäytetyöhön. Lisäksi osoitan kiitokseni Tampereen ammattikorkeakoulun mittauspalvelulle, jolta sain tarvittavan laitteiston käyttööni ja opastusta aina tarvittaessa. Erityinen kiitos kuuluu Tampereen ammattikorkeakoulun diplomi-insinööri Pekka Väisälälle, joka saattoi aiheen tietoisuuteeni ja toimi tutkintotyöni ohjaajana.

Tampereella 2.5.2008

Ville Ojanen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	6
2 ASUINKERROSTALOT/ RAKENNUSKANTA	6
3 KUNTOTUTKIMUSTEN TÄRKEYS	8
4 KUNTOTUTKIMUKSET NYT JA TULEVAISUUDESSA	10
5 TERÄSKORROOSIO	10
5.1 Raudoitteiden korroosio	10
5.2 Betonin karbonatisoituminen.....	11
5.3 Kloridit.....	11
6 BETONIRAKENTEIDEN VAURIOITUMINEN.....	11
6.1 Betonin rapautuminen.....	11
6.2 Pakkasrapautuminen	12
6.3 Ettringiittireaktio	12
6.4 Alkalirunkoainereaktio	13
6.5 Puutteet rakennuksen kosteusteknisessä toimivuudessa.....	13
6.7 Parvekkeiden tyypillisimmät vauriot.....	15
7 VAURIOIDEN AIHEUTUMINEN	15
8 1960- 1980 -LUKUJEN KERROSTALORAKENTAMINEN	17
8.1 Tyypillisiä virheitä ja teknisiä puutteita	17
8.2 Tyypillisiä rakenteita	17
9 TUTKITTAVA KOHDE.....	18
9.1 Kohteen rakenteet	18
9.2 Havaitut vauriot rakenteissa	19
10 PÄÄTELMÄT	20
11 LÄHTEET	21

LIITE

1 JOHDANTO

Asuinrakennuksen elinkaaren aikana rakennus altistuu monenlaisille rasituksille, joka aiheuttaa korjaustarpeita. Korjaustarve syntyy, kun rakennus vuosien saatossa kuluu ja rapistuu. Järjestelmällisellä kiinteistönhoidolla, -ylläpidolla, suunnittelulla ja oikea-aikaisella korjaustoimenpiteillä saavutetaan pitkäikäisiä rakennuksia. On kuitenkin huomioitava, että liiallinen korjaustarpeiden siirtäminen johtaa ylläpitokustannusten kasvuun ja kasautumiseen. Suuremmat korjaustoimenpiteet voidaan ajoittaa esimerkiksi kuntotutkimuksen pohjalta tehdyn pitkántähtäimen suunnitelman mukaan.

Työn aihe on peräisin As Oy Annalanmäen hallitukselta ja isännöitsijä Riku Pönkäselältä. Työn tavoitteena on selvittää betonirakenteiden kunto mahdollisimman selkeästi, sekä antaa korjaustoimenpide ehdotuksia. Kohde on vuonna 1973 rakennettu asuinkerrostalo, kohteen rakennusmateriaalina on betoni niin elementtinä kuin paikallavaluina ja se edustaa rakennusajankohdalleen tyypillistä rakennetta. Lähdeaineistona on käytetty alan kirjallisuutta ja internet julkaisuja.

2 ASUINKERROSTALOT/ RAKENNUSKANTA

Suomessa on yhteensä noin. 1,4 miljoonaa rakennusta, joista asuinrakennuksia on noin 1,2 miljoonaa kappaletta. Asuinrakennuksista suuri osa on pientaloja, rivitaloja ja ketjutaloja, yhteensä runsaat 1,1 miljoonaa kappaletta. Asuinkerrostaloja on vain noin 55 000 kappaletta, joka on vain noin 4 %. Asuinkerrostaloissa asuu kuitenkin noin 44 % suomalaisista, eli kerrostaloasuminen on merkittävä osa suomalaista asumista. Asuinkerrostalojen lukumäärä tulee vain nousemaan vuosi vuodelta, koska kaupungistuminen on yleistymässä. /1/

Asuinkerrostalojen ns. massiivinen tuotanto alkoi 1960-luvulla, kun oli tarve saada nopeasti paljon asuntoja kaupunkeihin muuttaville asukkaille, mm. opiskelijoille. Tästä alkoi elementtirakentamisen kausi./7/

Rakennusliikkeet, grynderit ja arkkitehdit sekä insinöörit kehittivät yhdessä sellaisen rakentamisen tavan, jolla saatiin aikaiseksi paljon asuntoja lyhyessä ajassa ja edullisesti. Kunnat tukivat toimintaa antamalla käyttötarkoitukseen sopivaa tonttimaata rakentajille, sekä valtion asuntorahasto (arava) tuki rakentamista edullisilla ja pitkäaikaisilla lainoilla. Asunnot oli ensisijaisesti tarkoitettu pienituloisille, joilla ei ollut mahdollisuutta rakentaa esimerkiksi omaa taloa.

Elementtituotanto perustui pitkiin sarjoihin, joissa käytettiin paljon samoja elementtimuotteja, jolloin tuotanto saatiin mahdollisimman tehokkaaksi. Työmailla oli erittäin tiukat aikataulutavoitteet, ja elementtirakentamisella saatiin työmaa-aika mahdollisimman lyhyeksi.

Kaikki edellä mainitut seikat huomioiden saatiin asuntoja aikaiseksi nopeasti ja edullisesti; arkkitehdit toimivat usein elementtituotannon ehdoilla. Käytettiin samoja elementtimalleja, joten talot muistuttivat toisiaan ja useimmiten vain kerrosten lukumäärä vaihteli kaavamääräysten mukaan. Myös eri kaupungeissa rakennettiin taloja samoilla piirustuksilla ja samoilla elementtimalleilla./7/

Kun rakentamisen tavoitteet olivat nopeus ja edullisuus, siitä aiheutui myös ongelmia. Ne ovat nyt meidän ratkaistavinamme. Rakennusten laatuvaatimukset 1960- ja 1970-luvuilla eivät myöskään vastanneet nykyisiä vaatimuksia. Kiireen takia yritettiin tehdä ratkaisuja, joiden avulla elementit saataisiin nopeammin työmaalle. Tästä seuranneita ongelmia ovat esimerkiksi lämpökäsittelyn aiheuttama ettringiittireaktio ja kloridien aiheuttama betoniraidoitteiden korroosio. Elementtien suoruudet heittelivät, elementtien lämmöneristyksen villapaksuudet vaihtelivat, terästen suojaetäisyydet vaihtelivat. Rakennusratkaisut eivät aina täyttäneet edes sen aikaisia vaatimuksia. Töiden valvonta ei ollut erityisen korkeata luokkaa. Viemärijohdot upotettiin pääsääntöisesti betonirakenteisiin, mikä on osoittautunut myöhemmin erittäin hankalaksi korjaus- ja saneeraustilanteissa. Yleisesti voidaan todeta, että monissa 1960-1980 luvuilla rakennetuissa elementtitaloissa on mittava korjausvelka./7/

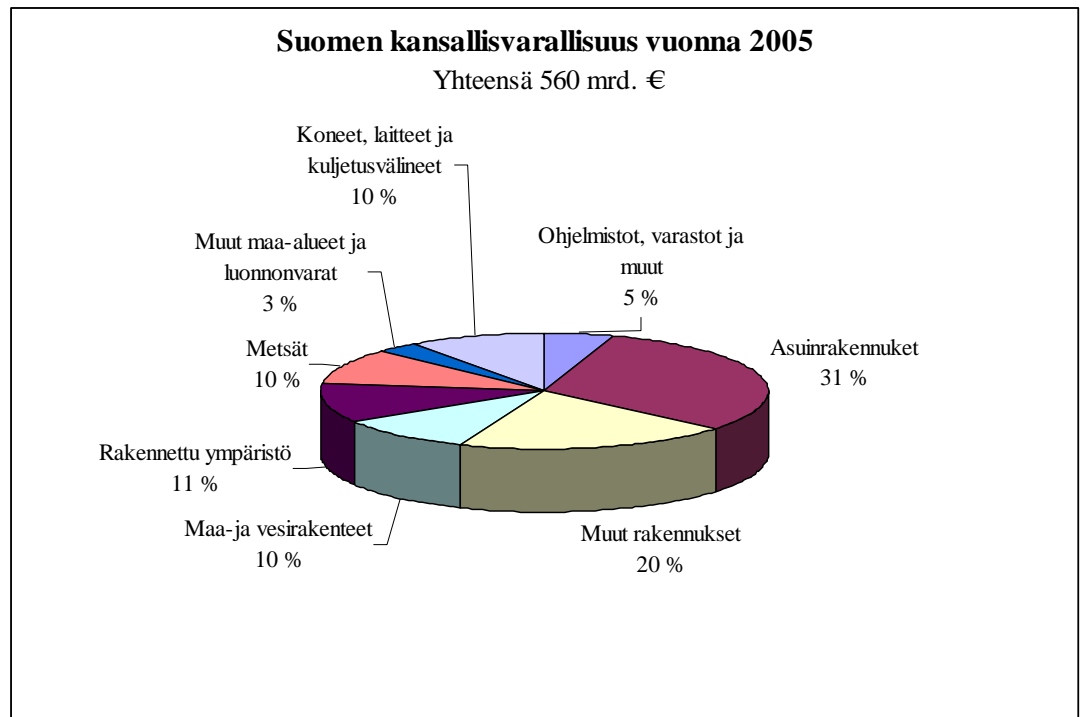
Vuosina 1960 - 1980 rakennettujen elementtitalojen korjausmenetelmistä ollaan vieläkin monta mieltä, koska yleensä korjaus- ja rahoitusvastuu ovat asukkailla eli

osakkeenomistajilla. Asukkaat eivät tarkastele rakennusten korjaustöitä aina rakennustekniseltä kannalta, vaan osakkeenomistajilla on usein varsin erilaiset lähtökohdat ja erilaiset tavat suhtautua rakennusten kunnostamiseen./7/

Onneksi nykyään on mahdollista selvittää entistä tarkemmin rakenteiden kunto erinäisin kuntotutkimuksin. Tällöin vältetään joko turhan pieniltä tai turhan suurilta korjauksilta ja erityisesti saadaan ajoitettua eri korjaustoimenpiteet järkevälle aikavälille. Kuntotutkimukset helpottavat myös asioiden selvittämistä osakkeenomistajille, koska ne antavat selkeitä tutkimustuloksia rakenteiden kunnosta. Kuntotutkimusten ja -arvioiden laatiminen vaatii kuitenkin erittäin kovaa rakennusalan tietämystä ja kokemusta, koska väärillä olettamuksilla ja tutkimuksilla, joita ei osata analysoida, voidaan saada aikaan väärää korjausratkaisuja. /7/

3 KUNTOTUTKIMUSTEN TÄRKEYS

Suomen kansallisvarallisuudesta suurin osa on rakennetussa ympäristössä (kuva 1). Tämä rakennuskanta on saavuttamassa korjaustarpeen. Tähän tarvitsemme kuntotutkimuksia, jotta voimme ajoittaa korjaukset pitkällä aikavälillä oikeaan periodiin. On turha tehdä lyhytkantoisia korjaustoimenpiteitä rakennuksille, koska se tulee pitkällä aikavälillä erittäin kalliiksi ja rakenteita kuluttavaksi vaihtoehdoksi.



Kuva 1 Kansallisvarallisuus vuonna 2005. /8/

Koti on ihmisen suurimpia hankintoja, ja olisi suotavaa, että tämän hankinnan kunto olisi edes jossain määrin ostajan tiedossa. Moni suomalainen kiinnittää liikaa huomiota vain oman huoneistonsa kuntoon, joka on kuitenkin vain pieni osa rakennusta. Rakennuksesta tulisi saada kokonaisvaltainen kuva, eli kuinka rakennusta on huollettu, korjattu ja ylläpidetty. Tärkeintähän kokonaistaloudellisessa ajattelussa on, kuinka rakennusta on hoidettu. Onko rakennukseen kasautunut huomattava korjausvelka, ja kuinka tulevat korjaukset on otettu huomioon? Se, että mietitään vain pari vuotta eteenpäin, aiheuttaa juuri korjausvelan kasautumisia. Asuinkerrostaloissa asuu paljon vanhempia ihmisiä, jotka eivät halua, että heidän aikanaan aloitetaan isoja korjaustöitä. Tämä ajatusmalli ei sovi nykyisen rakennuskantamme kunnan kanssa yhteen.

Nykyään korostuukin ammattitaitoinen kiinteistöhuolto, joka tietää, miten rakennusten huolto ja pienehköt korjaustyöt tehdään ja joka osaa ne myös toteuttaa. Kuukausittainen rahamäärä on hyvin pieni siihen nähden mitä hyötyjä saavutetaan. Esimerkiksi kiireellisiin toimenpiteisiin löytyy työntekijä heti. Moni ei varmasti tule ajatelleeksi, minkä tasoista osaamista talotekniikka nykypäivänä vaatii.

4 KUNTOTUTKIMUKSET NYT JA TULEVAISUUDESSA

Rakennusala on tyypillisesti ala, jolla päivitetään edellisten sukupolvien tekemiä virheitä, ratkaisuja ja ongelmia. Tosiasia on kuitenkin, että rakennusalan ammattilaiset tekevät ratkaisuja, jotka ovat yleensä sinä aikana paras ja oikea tapa rakentaa. Toki joukkoon mahtuu myös vähän ihan konkreettisia rakennusvirheitä. Mutta koska tietämys alalla kasvaa koko ajan voidaan osoittaa, että jotkin menetelmät ovat olleet virheellisiä. Nyt on aika korjata 1960–80-luvuilla rakennetut talot. Tulevat rakennusalan ammattilaiset laativat aikanaan raportteja siitä, tehtiinkö 2000-luvulla kuntoarviot, kuntotutkimukset ja korjaustyöt oikein. Eli tänä päivänä tehdyt ratkaisut voivat osoittautua vielä tulevaisuudessa virheellisiksi, vaikka ne ovat olleet oikeita tämän hetkiselällä tietämyksellä. Yhteenvetona todettakoon, että kuntotutkimusten ja muiden rakennusten kuntoa selvittävien tutkimusten tarve tulee kasvamaan.

5 TERÄSKORROOSIO

5.1 Raudoitteiden korroosio

Betonin ympäröivät raudoitteet ovat normaalisti hyvin korroosiolta suojattuina. Betonin korkeasta alkalisuudesta johtuen teräksen pinnalle muodostuu ohut oksidikalvo, joka estää sähkökemiallisen korroosion (ns. teräksen passivoituminen). Toisaalta riittävän paksu ja tiivis suojaava betonikerros estää aggressiivisten aineiden (mm. hapot ja kloridit) pääsyn kosketuksiin raudoituksen kanssa./2/

Betonin sisällä olevan teräksen passiivisuus voidaan menettää ja korroosio voi alkaa pääasiassa seuraavien kahden tekijän vaikutuksesta:

- 1) betonin karbonatisoituminen
- 2) kloridien läsnäolo raudoitusta ympäröivässä betonissa. /1/

5.2 Betonin karbonatisoituminen

Karbonatisoitumiseksi sanotaan betonin neutraloitumisreaktioita, joiden seurauksena betonin huokosveden pH-arvo alenee. Reaktiot aiheutuvat ilman sisältämien hiilidioksidien CO₂ tunkeutumisesta betoniin. Karbonatisoituminen etenee vähitellen rintamana betonin pinnasta alkaen. Betonin pH-arvo karbonatisoituneella vyöhykkeellä laskee likimain arvoon 8,5. /1/

5.3 Kloridit

Betonissa oleva riittävän korkea, ns. kynnyksarvon ylittävä kloridipitoisuus voi käynnistää betoniraudotteiden korroosion sellaisessakin betonissa, joka ei ole karbonatisoitunut. Kynnyksarvona pidetään noin 0,03...0,07 p-% kloridipitoisuutta betonin painosta. /1/

6 BETONIRAKENTEIDEN VAURIOITUMINEN

6.1 Betonin rapautuminen

Betoni voi rapautua seuraavien turmeltumisolmiöiden vaikutuksesta:

- 1) pakkasrapautuminen
- 2) ettringiittireaktio
- 3) alkalirunkoainereaktio.

Suomen olosuhteissa ja suomalaisissa betonijulkisivuissa ja parvekkeissa pakkasrapautuminen on selvästi merkittävin rapautumisilmiö. Yksittäistapauksina muutkin rapautumisilmiöt ovat kuitenkin mahdollisia. Eri rapautumisilmiöiden aiheuttamat näkyvät vauriot ovat hyvin samankaltaisia, joten rapautumisen syytä on vaikea tunnistaa silmämääräisesti. Yhdistävänä tekijänä ilmiöissä on kuitenkin niiden vaatima korkea kosteusrasitus. /1/

6.2 Pakkasrapautuminen

Pakkasrasitus aiheutuu betonin huokosverkostossa olevan veden jäätymislaajenema synnyttämästä paineesta, jota kasvattaa edelleen jääkiteen tilavuuden kasvu lämpötilan jälleen noustessa./1/

Vapaa vesi laajenee jäätyessään noin 9 tilavuus-%. Jotta jäätymislaajeneman aiheuttama ei vaurioittaisi betonia, betonissa on oltava ilmahuokosia. Näiden ns. suojahuokosten keskinäisen välimatkan on oltava riittävän pieni, eli suojahuokosia on oltava tasaisesti jakautuneena sementtikivessä./1/

Pakkasenkestävyyden kannalta riittävän tiheä suojahuokostus saadaan aikaan ainoastaan lisähuokostusainetta käyttämällä. Julkisivuissa ei lisähuokostusta ole käytetty systemaattisesti ennen 1970-luvun puoliväliä. Vanhat huokostamattomat betonirakenteet ovat kuitenkin voineet kestää sen pakkasrasituksen, jolle ne ovat altistuneet, mikäli betoni on ollut riittävän lujaa (tiivistä) ja kosteusrasitus on ollut riittävän alhainen. Vanhojen rakenteiden korjausten yhteydessä on aina pyrittävä alentamaan rakenteiden kosteusrasitustasoa. Pakkasenkestävyyteen vaikuttaa lisähuokostuksen ohella erityisesti betonin tiiviys. /1/

6.3 Ettringiittireaktio

Ettringiittireaktio on kovettuneessa sementtikivessä tapahtuva sulfaattimineraalien kemiallinen reaktio, johon liittyy reaktiotuotteiden voimakas tilavuuden kasvu. Syntyvä ettringiittimineraali kiteytyy ilmatäytteisten huokosten (suojahuokosten) seinämille, jolloin suojahuokosten tilavuus pienenee ja betonin pakkasenkestävyys heikkenee. Ettringiittireaktio voi siten johtaa rapautumiseen joko pakkasrapautumisen kautta tai jopa siten, että huokosten täyttymisen seurauksena syntyvä paine aiheuttaa säröjä betoniin. Reaktion edellytyksenä on runsas kosteusrasitus. Ettringiittireaktion aiheuttama rapautuminen muistuttaa ulkoasultaan tavanomaista pakkasrapautumaa. Ettringiittireaktion syynä on yleensä betonin liian voimakas lämpökäsittely kovettumisen aikana, mikä aiheuttaa häiriöitä sementin kovettumisreaktiossa. Tämän johdosta ettringiittireaktion

mahdollisuus on suurin niissä elementtityypeissä, joita on lämpökäsittely voimakkaasti ja jotka joutuvat ankaraan kosteusrasitukseen. /1/

6.4 Alkalirunkoainereaktio

Alkalirunkoainereaktio (alkalikiviainesreaktio) on betonin kiviaineksessa tapahtuva sementtikiven alkalisuudesta aiheutuva paisumisreaktio, joka voi rapauttaa betonia. Alkalikiviainesreaktio on Suomessa harvinainen reaktio. Murskatun kiviaineksen lisääntyvä käyttö voi kuitenkin kasvattaa alkalikiviainesreaktion riskiä, sillä kallioperän mahdolliset vaihtelut ovat homogenisoituneet irtomaalajeissa. Ulkomaisen kiviaineksen käyttö lisää niin ikään alkalirunkoainereaktion riskiä. Alkalikiviainesreaktiolle on tyypillistä pinnan kosteudesta johtuva laikkuus, suunnaltaan epäsäännöllinen ja tiheä verkkohalkeilu ja paisuminen. Halkeamista tunkeutuu ulos geelimäistä reaktiotuotetta. Alkalikiviainesreaktion vauriot muistuttavat pakkasrasituksen aiheuttamaa halkeilua. Alkalikiviainesreaktio ja pakkasrasitus vaikuttavat myös usein yhdessä. /1/

6.5 Puutteet rakennuksen kosteusteknisessä toimivuudessa

Julkisivujen ja parvekkeiden rakenteet altistuvat voimakkaalle kosteusrasitukselle, joka aiheutuu erityisesti sääolosuhteista. Ulkoseinissä myös sisätilasta tuleva kosteusvirta saattaa olla merkittävä, jos niihin rajoittuu kosteita tiloja. Kosteusrasituksen intensiteetillä on merkittävä vaikutus useimpien vauriomekanismien käynnistymiseen ja etenemisnopeuteen. /1/

Useimpiin julkisivujen ja parvekkeiden osiin liittyy rakenteita tai kerroksia, joiden tehtävänä on hallita kosteuden kulkua (kastumista ja kuivumista). Tällaisia osia ovat mm:

- elementtien väliset erilaiset saumat (esim. julkisivusaumat, ikkuna- ja oviliitokset ja parveke-elementtien väliset laastisaumat) ja liitokset muihin rakenteisiin yms.
- rakenteiden tuulettavuuteen ja eristetilojen vedenpoistoon liittyvät rakenteet

- erilaiset pellitykset
- räystäsrakenteet
- betonipintojen erilaiset maalaus- ja pinnoituskäsittelyt
- parvekkeiden vedenpoistoon liittyvät järjestelyt
- parvekelasitukset./1/

Mainittujen osien kunto ja toimivuus vaikuttavat merkittävästi rakenteiden kosteusrasitustasoon ja kuivumismahdollisuuksiin./1/

Julkisivujen kosteustekniseen toimivuuteen liittyviä tyypillisiä puutteita ovat erilaisten liitosten (elementtisaumojen, ikkuna- ja räystäspellitysten, parveke- ja ikkunaliitosten, perusmuuriliitosten) heikko tiiviys (sadevedenpitävyys), betonin pintakäsittelykunto (yhtenäisyys) ja puutteet eristetilojen vedenpoistossa ja tuuletuksessa./1/

Parvekerakenteissa tärkeitä kosteusteknisiä yksityiskohtia ovat laatan vedeneristys ja sen liitokset ympäröiviin rakenteisiin, kallistukset ja vedenpoistojärjestelyt, pellitysten toimivuus sekä erilaiset laastisaumat, jotka ovat usein heikkolaatuisia ja johtavat helposti vettä rakenteiden sisään./1/

6.6 Saumojen turmeltuminen

Saumojen tiiviydellä on keskeinen merkitys seinän kosteusrasitukseen. Elastisilla saumaussmassoilla tehtyjen saumojen kestävyys vaikuttavat mm. seuraavat asiat:

- ulkoiset rasitusolosuhteet
- saumaussmassan laatu, massakerroksen oikea paksuus ja sauman poikkileikkauksen muoto
- sauman liikkeet (sauman leveys)
- saumattavien pintojen materiaali, laatu, esikäsitely, puhtaus ja kosteus (vaikuttavat massan tartuntaan)
- työolosuhteet
- saumaussmassojen pinnoitus./1/

Karkeasti voidaan todeta, että suhteellisen nopeasti syntyneet saumavauriot johtuvat yleensä työvirheistä ja huonoista työolosuhteista, noin 5 - 10 vuoden iässä syntyvät saumojen halkeamat taas liian suurista muodonmuutoksista (kapeista saumoista) ja yli 15 vuoden ikäisten saumojen vauriot massan kovettumisesta, jolloin massa ei enää kestä sauman liikkeitä./1/

6.7 Parvekkeiden tyypillisimmät vauriot

Parvekkeiden ongelmakohtia ovat ohuet kaidarakenteet ja erilaiset pieliteräkset, joissa raudoitteiden peitepaksuudet ovat usein riittämättömiä. Näissä korroosion vaikutukset ovat usein kuitenkin esteettisiä. Ympäristön turvallisuutta saattavat kuitenkin vaarantaa betonin lohkeilun seurauksena irtoavat kappaleet. Hoikissa pilareissa terästen korroosio voi vaikuttaa rakenteen toimintaan lähinnä betonin lohkeilun seurauksena. Parvekelaattojen alapinnoissa korroosio on yleensä varsin hidasta, koska kosteusrasitus on alhainen. Näin ollen aktiivinen korroosio voi jatkua vuosia, ennen kuin näkyviä korroosiovaurioita syntyy./1/

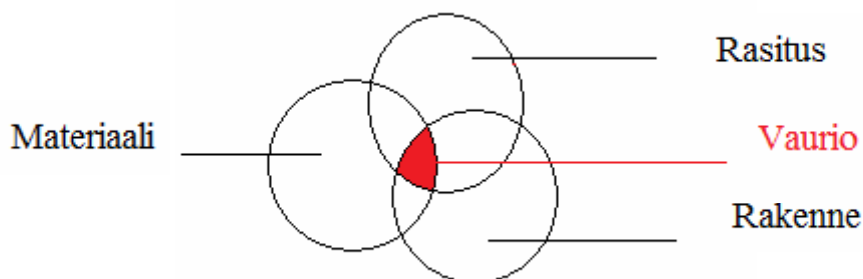
Parvekkeiden tyypillisimpiä vaurioita ovat

- uloketerästen (kiskot tai betoniteräkset) korroosiovauriot ulkoseinän tasolla
- laatoissa riittämättömät betoniterästen peitepaksuudet
- parvekelaattojen ja pintalaattojen turmeltuminen, kun laatan vedeneristys on puutteellinen tai vaurioitunut
- karbonatisoitumisen aiheuttamat raudoitteiden korroosiot erityisesti laattojen reuna-alueilla ja pohjassa
- huonot vedenpoistojärjestelyt ja kallistukset
- huonosti toimivien parvekkeiden ja seinärakenteiden liitos, joka lisää kosteusrasituksia erityisesti ulkoseinissä
- pinnoitteiden hilseily ja irtoaminen/1/

7 VAURIOIDEN AIHEUTUMINEN

Betoni on yleisesti ottaen erittäin kestävä rakennusmateriaali. Väärin tehty rakenne tai virheelliset ratkaisutkaan eivät aina aiheuta vaurioita. Rakenteiden

vaurioitumiseen vaikuttavat rasitukset, materiaali ja rakenne. Vaikka kaksi tekijää edellä mainituista olisivat huonoja, niin vaurioita ei synny, jos kolmas tekijä on hyvä. Esimerkiksi jos rasitukset ovat voimakkaita ja materiaali huonoa, niin vaurioita ei synny, jos rakenne on erinomainen. Toisaalta jos taas rasitukset ovat voimakkaita ja rakennekin huono, mutta materiaali on erinomainen, vaurioita ei synny. Vaurio voi siis syntyä vain, kun kaikki kolme muuttujaa -rasitus, materiaali ja rakenne- ovat huonoja, kuten alla oleva kuva 2 osoittaa./1/



Kuva 2 Vaurion aiheutuminen./6/

Yleisimpiä syitä betonirakenteiden vaurioitumiseen on rakennusaikainen kiire. Siksi rakenteet eivät välttämättä ole täyttäneet edes sen aikaisia määräyksiä mikä taas johtaa siihen, että esimerkiksi teräkset voivat olla liian pinnassa.

Elementtirakentaminen on ollut erinomainen keksintö, ja se on mahdollistanut tarvittavan määrän rakennuksia nopeassa tahdissa. Kiire on kuitenkin aiheuttanut monia vaurioita, joita pyritään selvittämään nykyisissä kuntotutkimuksissa.

Vaurioita ovat tehneet muun muassa lämpökäsittely, joka aiheuttaa betoniin ettringiittiä, tai kloridien käyttö, joka aiheuttaa teräskorroosiota.

Elementtitehtaissakin on ollut kova kiire, kun elementit on pitänyt saada pikaisesti työmaalle. Elementtien tekeminen on kuitenkin käsityötä, ja sen laatuun on vaikuttanut paljon myös tekijä. Esimerkiksi teräkset nostellaan elementteihin oikeaan korkeuteen manuaalisesti. Myös vielä 70-luvullakin käytettiin liian pehmeitä villoja kuorien välissä, mikä on aiheuttanut eristeiden painumista./1/

8 1960- 1980 -LUKUJEN KERROSTALORAKENTAMINEN

8.1 Tyypillisiä virheitä ja teknisiä puutteita

Kerrostalorakentaminen oli voimakasta 1960- 1980-luvuilla. Kiire ja kova asuntojen tarve aiheutti monia ongelmia kerrostalorakentamiseen. Yleisimpiä teknisiä virheitä olivat ulkoseinien heikko betonilaatu, raudotteiden riittämättömät suojabetonipaksuudet ja niin sanotun mustan teräksen käyttö vaurioalttiissa rakenteissa. Yksi tyypivirheistä oli myös ilmanvaihdon yhteiskanavajärjestelmän toimimattomuus. Myös aluekokonaisuuksien keskeneräiseksi jättäminen voidaan myös lukea aikakauden virheisiin. Torninosturin sijoittelu saattoi vaikuttaa rakennusten ulkoasuun, koska nosturin kapasiteetti ei esimerkiksi riittänyt nostamaan vastakkaiselle sivulle muita kuin kevyitä ulkoseinäelementtejä. /4/

8.2 Tyypillisiä rakenteita

Vuosien 1960- 1980 kerrostalorakentamisen tekniikassa on koko maata ajatelleen suuria paikallisia eroja. Eroja löytyy tekniikoissa ja siinä, milloin kyseinen tekniikka on otettu käyttöön. Kasvukeskuksissa käytettiin jo 1970-luvun alussa täyselementtirakentamista, saatettiin pienemmillä paikkakunnilla rakentaa 1950-luvun mukaan paikalla rakentamisen keinoin. Suomalaisen elementtirakentamisen muoto, osaelementtitalo, kehittyi 1960-luvun aikana kasvukeskuksissa. Siihen kuului suurmuotein tehty kirjahyllyrunko ja ruutuelementti ulkoseinä. Osaelementtitalon ratkaisun laajaan käyttöön vaikuttivat suomalaisten rakentajien vankka paikallateko rakentamisen kokemus sekä kerrostalotyypin soveltuvuus laajaan yleiseen urakkalaskentaan. Tämä mahdollisti myös sen, että valtaosalla rakentajista oli mahdollisuus tällaiseen kerrostalorakentamiseen. Osaelementtitalossa oli ulkoseinien lisäksi elementtisi porrassyöksyjä, hormeja, parvekkeita ja 1960-luvun puolivälistä lähtien vähitellen kylpyhuoneet ja WC-tilat. Tätä osaelementtitaloa voidaan pitää vuosisadan alussa alkaneen kehityksen johdonmukaisena lopputuloksena. /3,4,5/

Rakentamisen paikallisesta kirjavuudesta huolimatta voidaan suurmuoteilla toteutettua kirjahyllyrunkoista ruutuelementtitaloa pitää vuosien 1960 -1980

kerrostalon suomalaisena perustyyppinä. Paikalla rakentaminen alkoi korvautua elementeillä entistä enemmän tultaessa 1970-luvulle. Ajanjakson rakentamiselle antoi vahvimman ilmeen ruutuelementti, vuosien 1960- 1980 suomalaisen kerrostalorakentamisen symboli. /3,4,5/

9 TUTKITTAVA KOHDE

As Oy Annalanmäki on rakennettu vuonna 1973. Se on kolmikerroksinen asuinkerrostalo, joka sijaitsee Tampereella Ylisenkatu 4:ssä. Rakennuksen kerrosala on 2092,5 m², huoneistoala 1750,0 m² ja tilavuus 7550,0 m³.

9.1 Kohteen rakenteet

Tutkittavan kohteen rakenteet olivat hyvin tyypillisiä aikakaudellaan. Talojen julkisivut ovat sandwinch-elementtejä. Huoneistoparvekkeet koostuvat elementtipielestä, parvekelaatasta sekä elementtikaiteesta. Kohteen välipohjat olivat toteutettu paikallavaluina. Katemateriaalina tasakatolla toimii huopa. Seuraavaksi on eritelty eri rakenneosien keskeisimpiä vahvuuksia.

Betonisandwich-elementtien rakenne pitkillä sivuilla:

- ulkokuori 70 mm teräsbetoni,
- eristeen nimellisyvahvuus 80 mm ja
- sisäkuori 70 mm.

Betonisandwich-elementtien rakenne päädyissä:

- ulkokuori 70 mm teräsbetoni,
- eristeen nimellisyvahvuus 80 mm ja
- sisäkuori 150 mm.

Parvekekaiteiden rakenne:

- nimellisyvahvuus 80 mm teräsbetonia.

Parvekepielien rakenne:

- nimellisyvahvuus 150 mm teräsbetonia, ns. raudoittamaton elementti

Parvekelaatan rakenne:

- nimellisivahvuus 190- 120 mm teräsbetonia kallistuksineen

9.2 Havaitut vauriot rakenteissa

Aistinvaraiset havainnot:

Aistinvaraisissa tutkimuksissa pyritään selvittämään tyypillisiä vaurioita.

Tarkastetaan esimerkiksi ovatko elementit kaareutuneet, näkykö pinnoilla

kalkkihärme valumia, ovatko saumat puristuneet kokoon ja havaitaanko

elementeissä halkeamia. Seuraavassa eritellään tutkittavan kohteen keskeisimpiä ilmenneitä vaurioita.

- osassa elementeissä oli selviä halkeamia ja maali on paikoin hieman kulunut tai likaisen oloinen,
- elementtien pinnalla on havaittavissa vähäistä kasvustoa,
- erityisesti päätyelementtien reunoilla halkeilua,
- pitkillä sivuilla on muutaman ikkunan alapuolella havaittavissa halkeilua,
- paikoin reunahalkeamia, joka aiheutunut mitä ilmeisimmin teräskorroosion vaikutuksesta.
- ikkunapellitysten tiivistämisessä pieniä puutteita
- elementtisaumoja uusittu vain osittain
- osa parvekkeista lasittamattomia
- lasittamattomien parvekkeiden kaiteissa havaittavissa kovan säärasituksen merkkejä
- asennusvaiheessa pielielementteihin asennetut vaneriset korokelaput aiheuttavat rakenteisiin vaurioita
- parvekekatteen ja laatan vedenpoistossa puutteita

Laboratoriotutkimukset:

Laboratoriotutkimuksissa pyritään tarkempaa tietoa rakenteiden kunnosta.

Näytteiden tutkimukset rajautuvat tyypillisesti kuitenkin hyvin pieneen

näytemäärään. Seuraavassa eritellään tutkittavan kohteen keskeisimpiä ilmenneitä vaurioita.

- ohuheitutkimuksissa ei ollut mitään merkittävää suuntaan tai toiseen
- vetolujuuskokeiden tulokset olivat hyviä
- rakenteista ei löytynyt klorideja
- yhdessä sandwich-elementissä ulkopuolinen karbonatisoitumissyvyys oli poikkeavan korkea
- yhdestä parvekekaiteesta löytyi myös korkea karbonatisoitumissyvyys ulkopinnasta
- raudoitteet sijaitsivat pääsääntöisesti hyvässä syvyydessä
- maalipinnat eivät sisällä asbestia

10 PÄÄTELMÄT

1960–1980 -luvun rakentamisessa on esiintynyt paljon puutteita ja vaurioita, joita nykyään korjataan. Puutteet johtuvat osittain kiireestä ja aikakauden voimakkaasta rakennusten tarpeesta. Tämä rakennuskanta on vasta saavuttamassa suurimman korjaustarpeen. 1960–1980 -luvun rakennuksissa on todella iso korjausvelka, joka odottaa tutkijoita, rahoittajia ja rakentajia. Kuntotutkimuksille ja -arvioille löytynee siis jatkossakin entistä enemmän tarpeita. Tutkimukset kehittyvät kokoajan ja parempia korjausratkaisuja kehitetään vauhdilla.

Tutkittavan kohteen rakenteet olivat pääsääntöisesti hyvässä kunnossa. Aikakauden rakenteisiin verrattuna ne ovat jopa poikkeuksellisen hyvässä kunnossa.

Rakenteisiin ei tarvitse tehdä lyhyellä aikavälillä isoja korjaustoimenpiteitä. Jotkut pienetkin vauriot voivat kuitenkin aiheuttaa isoja korjaustoimenpiteitä, jos niihin ei reagoida.

11 LÄHTEET

- /1/ Betonijulkisivujen kuntotutkimus - BY 42, Suomen Betonitieto Oy, Helsinki.
- /2/ Betonirakenteiden korjausohjeet – BY 41, Suomen Betonitieto Oy, Helsinki.
- /3/ Betonitekniikan oppikirja – BY 201, Suomen Betonitieto Oy, Helsinki
- /4/ Kerrostalot 1960 - 1975, Rakennustieto Oy, Helsinki
- /5/ Rakennusten korjaustekniikka ja talous, Tampereen Teknillinen Korkeakoulu ja Rakennustieto Oy, Helsinki
- /6/ Tampereen ammattikorkeakoulu, Pekka Väisälän luentomoniste
- /7/ Vuoden 2007 - 2008 aikana haastatteluin saatuja tietoja eri rakennusalan ammattilaisilta.
- /8/ [www.sivut]. [viitattu keväällä 2008] Saatavissa: www.rakennusteollisuus.fi
- /9/ [www.sivut]. [viitattu keväällä 2008] Saatavissa: www.stat.fi

As Oy Annalanmäen betonirakenteiden kuntotutkimus



SISÄLLYSLUETTELO:

1 KOHTEEN TUNNISTE- JA YLEISTIEDOT	4
1.1 Kohteen yleistiedot	4
1.2 Kuntotutkijat ja raportin laatija.....	4
1.3 Kohteen kuvaus	4
2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA RAJAUKSET	5
3 TUTKIMUKSESSA SUORITETUT TOIMENPITEET RAKENNUSOSITTAIN	5
3.1 Sandwich-elementit	5
3.2 Parvekelaatat.....	5
3.3 Parvekekaiteet.....	5
3.4 Parvekepielet	6
3.5 Kiireelliseksi havaitut työt.....	6
4 KENTTÄ- JA LABORATORIOTUTKIMUKSET	6
4.1 Kenttätutkimukset.....	6
4.2 Laboratoriotutkimukset	7
4.3 Käytetyt laitteet ja menetelmät	7
5 TUTKIMUSMENETELMÄT JA VAURIOITUMISTAVAT.....	7
6 TUTKIMUSTULOKSIEN LUOTETTAVUUS JA EPÄVARMUUSTEKIJÄT	8
7 TULOKSET	9
7.1 Laboratorio tulokset.....	9
7.2 Betonisandwich-elementit yleisesti:	9
7.3 Betonisandwich-elementit pitkällä sivulla.....	10
8.4 Betonisandwich-elementit päädyissä.....	12
8.5 Parvekekaiteet.....	14
8.6 Parvekepielet	17
8.7 Parvekelaatta.....	20
8.8 Liittyvät rakenteet.....	22
9 RAKENTEIDEN KORJausehdotus / Korjaustarve.....	24
9.1 Betonisandwich-elementit	24
9.2 Parvekkeet	24
9.3 Pielet.....	25
9.4 Liittyvät rakenteet.....	26

LIITTEET

- 1 Ohuthietutkimustulokset
- 2 Asbestimääritys
- 3 Laboratoriotulokset
- 4 Näytteenottoaikat
- 5 Kloriditutkimustulokset
- 6 Valokuvia
- 7 Näytteiden tarkastelulomakkeet
- 8 Tutkimustulosten analysointiohjeet

1 KOHTEEN TUNNISTE- JA YLEISTIEDOT

1.1 Kohteen yleistiedot

As Oy Annalanmäki
Ylisenkatu 4
33710 Tampere

1.2 Kuntotutkijat ja raportin laatija

Kenttä- ja laboratoriotutkimukset: Ville Ojanen
Ohuthietutkimukset: WSP Finland Oy
Asbestianalyysi: WSP Finland Oy
Tutkija ja raportoiija: Ville Ojanen

1.3 Kohteen kuvaus

Kohde on 1973 rakennettu kolmikerroksinen asuinkerrostalo. Rakennuksen kerrosala on 2092,5 m². Talojen rungot ovat sandwinch-elementtejä. Huoneistoparvekkeet koostuvat elementtipielestä, parvekelaatasta sekä elementtikaiteesta.

Kohteeseen suoritettut korjaukset ja perusparannukset:

- Vesikaton pinnoitus vuonna 1991
- Rakennuksen maalaus vuonna 1994
- Lämmönvaihtimet ja patteriventtiilit on uusittu
- Ikkunapuitteet ja ovet maalattu
- Jätekatos rakennettuvuonna 1999
- Porrashuoneiden ja yhteistilojen käytävien maalaus vuonna 2001
- Sokkelin vedeneristyksen korjaus vuonna 2002

2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA RAJAUKSET

Tarkastelu kohdistetaan kaikkiin elementti- ja rakennetyyppeihin erikseen.

- Sandwich-elementit: päädyn umpielementit ja pitkäsivun ruutuelementit
- Parveke-elementit: pieliseinäelementit, parvekelaatat sekä kaide-elementit
- Raudoitetyypit: verkkoraudoitteet, pieliteräkset, ylä- ja alapinnan teräkset sekä kiinnitysteräkset

3 TUTKIMUKSESSA SUORITETUT TOIMENPITEET RAKENNUSOSITTAIN

3.1 Sandwich-elementit

Päädyistä ja pitkiltä sivuilta porattiin yhteensä 9 poralieriönäytettä. Kloridinäytteitä otettiin yksi kappale. Betonipeitepaksuuksia mitattiin useita satoja pieli- ja verkkoteräksistä eri rakennetyypeittäin. Kaikki sandwich-elementit tutkittiin aistinvaraisin havainnoin.

3.2 Parvekelaatat

Huoneistoparvekelaatoista porattiin kaksi poralieriönäytettä. Toinen näytteistä lähetettiin laboratoriotutkimuksiin.

Kloridinäytteitä otettiin laatoista yksi. Betonipeitepaksuuksia mitattiin laattojen alapinnasta. Parvekelaattoja tutkittiin myös aistihavainnoin.

3.3 Parvekekaiteet

Huoneistoparvekekaiteista porattiin kaksi poralieriönäytettä. Toinen näytteistä lähetettiin laboratoriotutkimuksiin.

Kloridinäytteitä otettiin laatoista yksi. Betonipeitepaksuuksia mitattiin kaiteiden ulkopuolelta verkko- ja pieliteräksistä. Parvekekaiteita tutkittiin myös aistihavainnoin.

3.4 Parvekepielet

Parvekepielistä porattiin kaksi poralieriönäytettä. Toinen näytteistä lähetettiin laboratoriotutkimuksiin.

Kloridinäytteitä otettiin pielistä yksi. Betonipeitepaksuuksia mitattiin pielistä ulkopuolelta verkko- ja pieliteräksistä. Pielä tutkittiin myös aistihavainnoin.

3.5 Kiireelliseksi havaitut työt

Välittömiä korjaustoimenpiteitä kaipaavia rakenteita ei havaittu silmämääräisesti tutkimalla, eikä eri tutkimuksissakaan. Pitkällä aikavälillä jotkut vauriot voivat muuttua kiireellisiksi.

4 KENTTÄ- JA LABORATORIOTUTKIMUKSET

4.1 Kenttätutkimukset

Kenttätutkimuksia tehtiin kohteelle kolmena eri kertana. Ensimmäisellä kerralla käytiin tutustumassa kohteeseen ja tehtiin aistihavaintoja sekä otettiin kohteesta valokuvia. Toisella kerralla kohteella käytiin isännöitsijän Riku Pönkäsen ja Pekka Väisälän kanssa. Pekka Väisälä toimii ohjaavana opettajana kuntotutkimuksessa. Kolmannella kerralla suoritettiin näytteenotto.

Näytteenottosuunnitelman mukaan päätin ottaa seuraavat näytteet:

- | | |
|------------------------------|---------------|
| 1. Betonisandwich-elementit: | AM/SW-1...9 |
| 2. Parvekekaiteet: | AM/PK-10...11 |
| 3. Parvekelaatat: | AM/PL-12...13 |
| 4. Parvekepieli: | AM/PP-14...15 |

Poranäytteitä otettiin yhteensä 15 kpl.

Elementtisaumoista päätettiin olla ottamatta näytteitä, koska ne vaikuttivat aistihavainnoin olevan vielä hyvässä kunnossa. Saumat pitää kuitenkin tutkia mahdollisten ongelmajätteiden varalta ennen niiden uusintaa.

Maalien mahdollinen asbestipitoisuus määritettiin rakennusosittain poratuista lieriöistä, jotka lähetettiin WSP Finland Oy tutkimus – laboratorioon Ouluun.

Kloridinäytteitä porattiin 4 kappaletta, yksi näyte jokaisesta eri rakennusosasta.

Elementtien raudoitteiden peitepaksuuksia mitattiin peitepaksuusmittarilla eri rakennusosista useita satoja, jotta saatiin mahdollisimman laaja ja kattava otos.

4.2 Laboratoriotutkimukset

Vetolujuuskokeet, karbonisoitumissyvyyksien määrittäminen ja kloridien tutkiminen suoritettiin Tampereella TAMK:in rakennus- ja kemianlaboratoriotiloissa.

Jokaista rakennetyypistä lähetettiin poralieriönäyte ohuthietutkimukseen WSP Finland Oy tutkimus – laboratorioon Ouluun.

4.3 Käytetyt laitteet ja menetelmät

Karbonisoituminen – fenoliftaleiini

Lieriön vetotesti – Alfred J. Amsler & Co:n vetokoe

Kloridipitoisuus – titrausmenetelmä

Terästen peitevahvuus – Profometer 4

5 TUTKIMUSMENETELMÄT JA VAURIOITUMISTAVAT

Kuntotutkimuksen tarkoituksena on selvittää rakenteissa mahdollisesti esiintyvät vauriot ja toiminnalliset puutteet, sekä muodostaa käsitys niiden tilasta, etenemisestä, syistä ja vaikutuksista.

Käytössä ovat seuraavat keinot:

- piirustusten ja muiden käytettävissä olevien asiakirjojen tarkastelu,
- käyttäjien havainnot ongelmista,
- silmämääräinen tarkastelu,
- kenttätutkimukset ja
- laboratorio tutkimukset.

6 TUTKIMUSTULOKSIEN LUOTETTAVUUS JA EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Kattava silmämääräinen tarkastelu, pohjautuen useisiin kohteesta otettuihin valokuviin, on hyvä menetelmä. Kokemuksen määrä ja tiettyjen asioiden painotus voi kuitenkin näkyä tuloksissa, sekä valokuvien tulkinta on jokaisella erilaista.

Betonipeitepaksuuden mittauksiin käytetyt laitteet olivat yksinkertaisia käyttää, mutta epävarmuustekijä voisi olla väärin lähtötietojen syöttäminen laitteeseen tai liian nopea liikuttaminen betonin pinnalla.

Jokaisen eri puolilta rakennuksia poratun poralierion karbonatisoitumissyvyys mitattiin itse. Epävarmuustekijöitä ovat otannan edustavuus ja mittatarkkuus. Näytemäärä vaikuttaa tulosten analysoinnissa, koska ei voi tietää minkä kuntoiseen kohtaan betonia näytteen poraa. Eri elementeissäkin voi siis olla isoja vaihteluita rakennuksen sisällä. Tuloksia voitaneen pitää kuitenkin melko luotettavina.

Näytteiden kloridipitoisuuden määrittäminen tehtiin hyvissä tiloissa. Punnitukset ja nesteiden mittaukset saattoivat aiheuttaa vähäistä virhettä tuloksiin.

Vetokoe suoritettiin asianmukaisella laitteella, joten tuloksia voidaan pitää luotettavina. Mahdollisuus virheellisiin tuloksiin voisi olla olemassa, sillä lieriö hajosi monesti ison kiven kohdalta. Vetokokeisiin sisältyy kuitenkin luonteenomainen epätarkkuus.

Ohuthientutkimus, asbestianalyysi, PCB- ja lyijymääritys tehtiin WSP Oy:ssä, joten käytettyjä menetelmiä ja saatuja tuloksia voidaan pitää luotettavina. Näytteiden kattavuus on jää kuitenkin pieneksi ja rajoittuu vain porattuihin näytteisiin.

7 TULOKSET

7.1 Laboratorio tulokset

Laboratorio tulokset ovat taulukoituna liitteissä. Laboratoriotuloksia käsitellään tarkemmin rakenneosittain.

7.2 Betonisandwich-elementit yleisesti:

Teräskorroosio:

Elementtien karbonatisoitumissyvyyteen vaikuttaa myös näytteen sijainti. Jos näyte oli otettu läheltä ikkunaa tai saumaa, arvo oli korkeampi.

Betonisandwich-elementeistä poratuista näytteistä ei löytynyt klorideja.

Rapautuminen:

Betonisandwich-elementeistä porattiin yhdeksän näytettä, joista seitsemän tutkittiin koululla. Näytteiden vetolujuus arvot ovat hyviä (1,5 – 4,0 MPa) ja niiden perusteella elementeissä ei ole merkittävää rapautumaa.

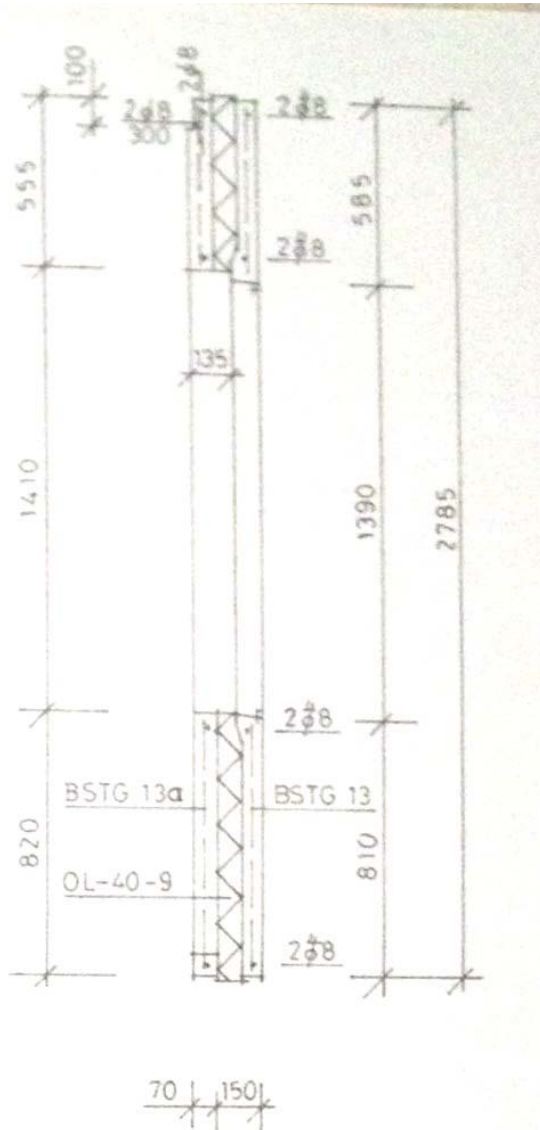
Ohuthietutkimustulokset:

Kaksi poralieriönäytettä oli ohuthietutkimuksissa, jonka perusteella niissä ei havaittu pakkasrapautumaa. Näytteistä toinen oli jopa pakkasen kestävä. Kaiken kaikkiaan tutkimusten perusteella näytteet olivat hyvässä kunnossa ja maalipinta tiivistä kiinni pinnoitteessa.

7.3 Betonisandwich-elementit pitkällä sivulla

Rakenne (kuva1):

- ulkokuori 70 mm teräsbetoni,
- eristeen nimellispaksuus 80 mm ja
- sisäkuori 70 mm.



Kuva 1

Betonisandwich-elementin rakennepiirros.

Aistihavainnot:

Pitkillä sivuilla on muutaman ikkunan alapuolella havaittavissa halkeilua, kuten kuvasta 2 voi havaita. Elementeissä on havaittavissa paikoin reunahalkeamia (kuva 3), joka aiheutunut mitä ilmeisimmin teräskorroosion vaikutuksesta.



Kuva 2 Elementin halkeilua ikkunan alla.



Kuva 3 Betonin halkeilua elementin reunoilla.

Teräskorroosio:

Karbonatisoituminen on ulkopinnassa edennyt 5 mm:stä noin 35 mm:iin, keskimäärin 17 mm. Sisäpinnassa karbonatisoitumissyvyys edennyt 0 mm:stä noin 17 mm:iin,

keskimäärin 3 mm. Yhdestä elementistä poratusta näytteestä löytyi poikkeavan korkea karbonatisoitumissyvyys.

Suurin osa pieliteräksestä (8mm) eli noin 87 % teräksestä sijaitsee 26 - 35 mm syvyydessä. Karbonisoituneella alueella sijaitsee noin 7 % teräksestä.

Suurin osa verkkoteräksestä (4mm) eli noin 84 % teräksestä sijaitsee 26 - 35 mm syvyydessä. Karbonisoituneella alueella sijaitsee noin 3 % teräksestä.

Lämmöneristys:

Mitatut eristepaksuudet pitkällä sivuilla on 53 - 82 mm.

Liittyvät rakenteet:

Ikkunapellitysten tiivistämisessä elementtiin oli paikoin pieniä puutteita.

Johtopäätökset:

Elementeissä havaittiin vähäisimmääärin halkeamia. Karbonisoituneella alueella ei sijaitse merkittävästi teräksiä. Yhdestä elementistä poratusta näytteestä löytyi poikkeuksellisen korkea karbonatisoitumissyvyys. Eristepaksuudet vaihtelivat melko paljon, joka on tyyppillistä. Rapautumaa ei havaittu millään tutkimusmenetelmällä.

8.4 Betonisandwich-elementit päädyissä

Rakenne:

- ulkokuori 70 mm teräsbetoni,
- eristeen nimellisympäisyys 80 mm ja
- sisäkuori 150 mm.

Aistihavainnot:

Silmämääräisesti elementit vaikuttivat olevan kohtalaisessa kunnossa. Osassa elementeissä oli selviä halkeamia ja maali on paikoin hieman kulunut tai likaisen oloinen (kuva 4). Elementtien pinnalla on havaittavissa vähäistä kasvustoa. Kokonaisuudessaan elementtien maalipinta on kuitenkin vähintäänkin tyydyttävässä kunnossa. Havaitsin

kohteella erityisesti päätyelementtien reunoilla halkeilua, kuten kuvasta 5 voi havaita. Nämä raudoitteet ovat erityisesti vaaravyöhykkeellä.



Kuva 4 Likainen ja nuhrainen pääty.



Kuva 5 Päätyelementin halkeilua.

Teräskorroosio:

Karbonatisoituminen on ulkopinnassa edennyt 2 mm:stä noin 21 mm:iin, keskimäärin 13 mm. Sisäpinnassa karbonatisoitumissyvyys edennyt 0 mm:stä noin 6 mm:iin, keskimäärin 1 mm.

Suurin osa pieliteräksistä (8mm) eli noin 94 % teräksistä sijaitsee 26 - 35 mm syvyydessä. Karbonatisoituneella alueella ei sijaitse vielä juuri ollenkaan teräksiä.

Suurin osa verkkoteräksistä (4mm) eli noin 89 % teräksistä sijaitsee 26 - 35 mm syvyydessä. Karbonatisoituneella alueella ei sijaitse vielä juuri ollenkaan teräksiä.

Lämmöneristys:

Mitatut eristepaksuudet päädyssä on 65 - 78 mm.

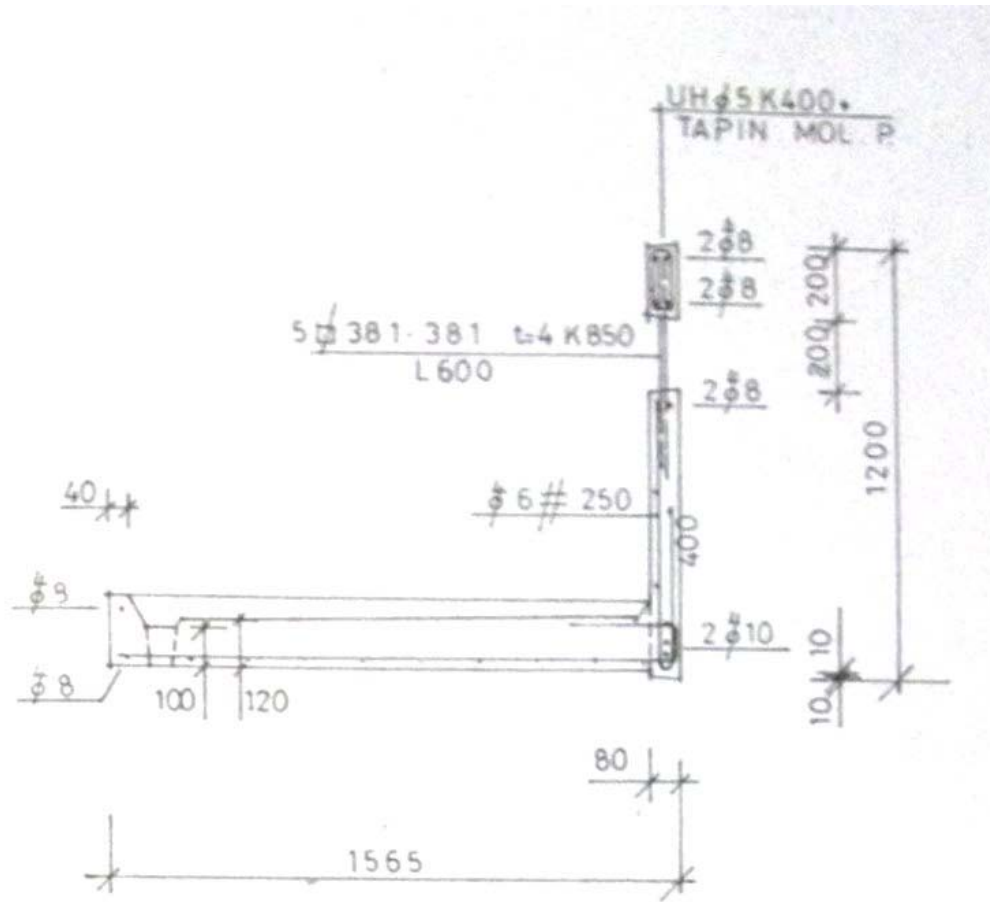
Johtopäätökset:

Erityisesti päädyt vaikuttivat kovin nuhruisilta, joka johtuneen ympäröivästä kasvillisuudesta. Mitatut eristepaksuudet vaihtelivat melko vähän. Rapautumaa ei havaittu millään tutkimusmenetelmällä. Teräksiä ei sijaitse karbonatisoituneella alueella ollenkaan.

8.5 Parvekekaiteet

Rakenne:

- nimellisvahvuus 80 mm teräsbetonia(kuva 6).



Kuva 6 Parvekekaiteen rakennepiirros.

Aistihavainnot:

Kuvasta 7 voi todeta, että lasittamattoman parvekkeen kaiteet joutuvat kovalle rasitukselle. Jo olemassa olevissakin lasituksissa oli eroja pellitysten osalla, sekä kaiteen aukon tiivistämisessä.



Kuva 7 Voimakkaan säärasituksen alainen parvekekaide.

Teräskorroosio:

Betonisandwich-elementeistä poratuista näytteistä ei löytynyt klorideja.

Karbonatisoituminen on ulkopinnassa edennyt 11 mm:stä noin 31 mm:iin, keskimäärin 21 mm. Sisäpinnassa karbonatisoitumissyvyys edennyt 6 mm:stä noin 15 mm:iin, keskimäärin 11 mm. Yhdestä parvekekaiteesta löytyi poikkeuksellisen korkea karbonatisoitumissyvyys ulkopinnalta.

Suurin osa pieliteräksistä (8mm) eli noin 52 % teräksistä sijaitsee 26 - 35 mm syvyydessä. Karbonisoituneella alueella sijaitsee noin 16 % teräksistä.

Suurin osa verkkoteräksistä (4mm) eli noin 58 % teräksistä sijaitsee 26 - 35 mm syvyydessä. Karbonisoituneella alueella sijaitsee noin 29 % teräksistä.

Rapautuminen:

Parvekekaiteista porattiin kaksi näytettä, joista toinen tutkittiin koululla. Näytteen vetolujuus arvo oli hyvä (2,5 MPa) ja sen perusteella elementissä ei ole merkittävää rapautumaa.

Ohuthietutkimustulokset:

Toinen poralieriönäyte oli ohuthietutkimuksessa, jonka perusteella siinä ei havaittu pakkasrapautumaa. Epäjatkuvaa mikrosäröilyä esiintyy vähän. Kaiken kaikkiaan tutkimusten perusteella näyte oli hyvässä kunnossa.

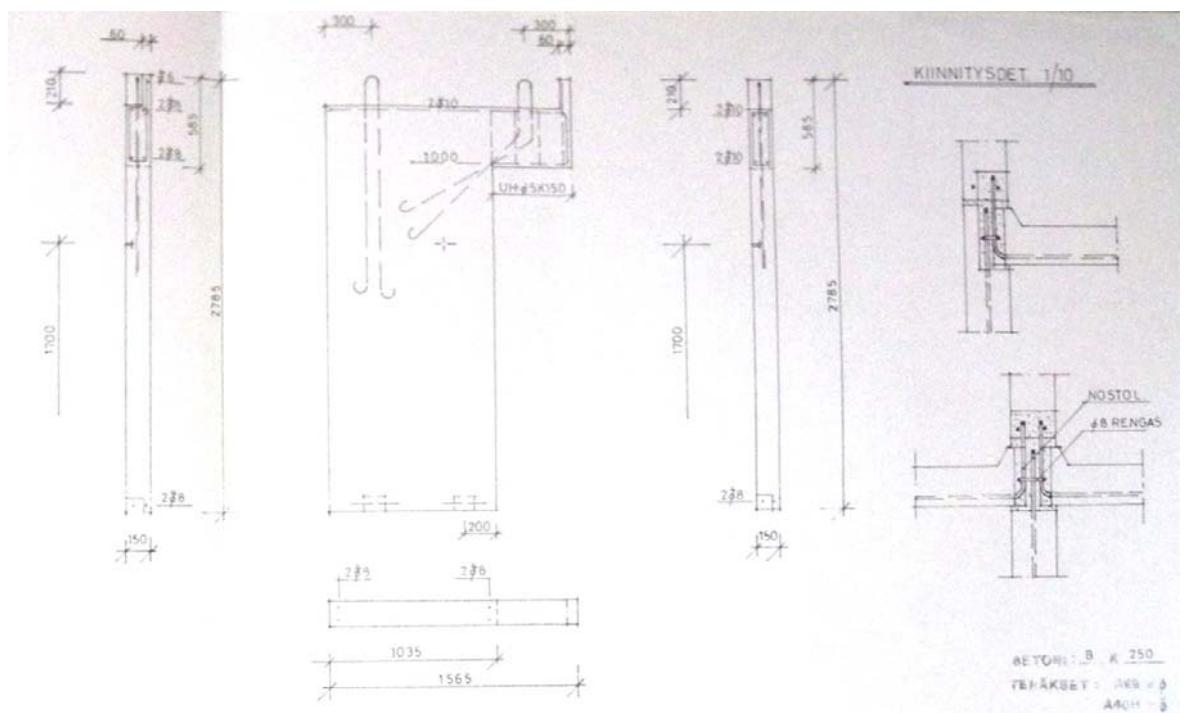
Johtopäätökset:

Lasittamattomien parvekkeiden kaiteet joutuvat todella suurille säärasituksille ja lasituksissa parvekkeiden välillä oli suuria eroja. Pakkasrapautumaa ei havaittu millään tutkimusmenetelmällä. Teräksistä oli karbonatisoituneella alueella merkittävä osa, ja todellisuudessa kaiteen raudat ovat suurella rasituksella, koska betoni pääsee kolmelta suunnalta karbonatisoitumaan.

8.6 Parvekepielet

Rakenne:

- nimellisvahvuus 150 mm teräsbetonia,
- ns. raudoittamaton elementti,
- kantavia elementtejä ja ne kannattavat parvekelaattaa(kuva 8).



Kuva 8

Parvekepielen rakennepiirros.

Aistihavainnot:

Havaitsin kohteella erityisesti parvekepielien reunoilla halkeilua ja nämä raudoitteet ovat erityisesti vaaravyöhykkeellä (kuva 9). Tutkimustulokset eivät anna tässä tapauksessa aivan todellista kuvaa, koska otata oli niin pieni.

Pielien asennusvaiheessa elementtien alle on laitettu vanerisia korotelappuja.

Vanerilappujen turpoaminen aiheuttaa pieliementtien halkeilua alareunassa, sekä tästä aiheutuva kosteuden pääsy rakenteisiin parvekelaatan ja pieliementin yläreunan maalin hilseilyä (kuva 10).



Kuva 9

Pielielementin halkeilua.



Kuva 10 Parvekelaatan ja pielitelementin maalin hilseilyä.

Teräskorroosio:

Betonisandwich-elementeistä poratuista näytteistä ei löytynyt klorideja.

Karbonatisoituminen on ulkopinnassa edennyt 4 mm:stä noin 27 mm:iin, keskimäärin 11 mm. Sisäpinnassa karbonatisoitumissyvyys edennyt 4 mm:stä noin 30 mm:iin, keskimäärin 12 mm.

Suurin osa pieliteräksistä (8mm) eli noin 60 % teräksistä sijaitsee 26 - 35 mm syvyydessä.

Karbonatisoituneella alueella sijaitsee noin 2 % teräksistä.

Rapautuminen:

Parvekekaiteista porattiin kaksi näytettä, joista toinen tutkittiin koululla. Näytteen vetolujuus arvo oli hyvä (1,7 MPa) ja sen perusteella elementissä ei ole merkittävää rapautumaa.

Ohuthietutkimustulokset:

Toinen poralieriönäyte oli ohuthietutkimuksessa, jonka perusteella siinä ei havaittu pakkasrapautumaa. Kaiken kaikkiaan tutkimusten perusteella näyte oli hyvässä kunnossa.

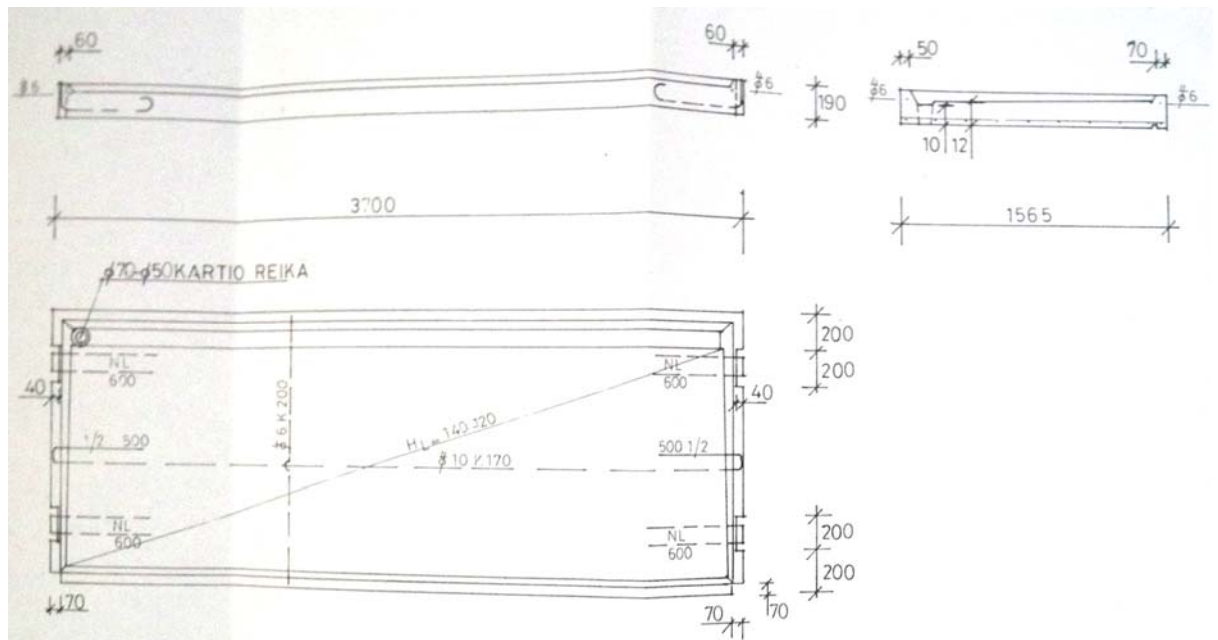
Johtopäätökset:

Parvekepielien teräkset eivät tutkimusten perusteella ole vielä karbonisoituneella alueella. Vaurioalttiit raudotteet sijaitsevat elementin etureunassa, joten karbonisoituminen pääsee etenemään kahdelta sivulta. Silmämääräisten havaintojen perusteella teräkset ovat kuitenkin jo korroosoituneet, koska etureunassa on havaittavissa paljon halkeamia. Pakkasrapautumaa ei havaittu millään tutkimusmenetelmällä.

8.7 Parvekelaatta

Rakenne:

- nimellisvahvuus 190- 120 mm teräsbetonia kallistuksineen (kuva 11).



Kuva 11

Parvekelaatan ja parvekekattoen rakennepiirros.

Aistihavainnot:

Parvekelaattojen vedenpoisto on osittain puutteellinen. Katoilta tuleva vesi kulkeutuu parvekelaattojen kautta pois, joka aiheuttaa kovia rasiuksia rakenteille.

Vedenpoistoputkesta johdettu vesi rasittaa seinä- ja pieliementtiä, kuten kuvasta 12 voi todeta.



Kuva 12 Parvekkeiden vedenpoistoputken alareuna.

Teräskorroosio:

Betonisandwich -elementeistä poratuista näytteistä ei löytynyt klorideja.

Karbonatisoituminen on yläpinnassa edennyt 0mm:stä noin 4 mm:iin, keskimäärin 2 mm. Alapinnassa karbonatisoitumissyvyys edennyt 9 mm:stä noin 29 mm:iin, keskimäärin 19 mm.

Suurin osa verkkoteräksistä (4mm) eli noin 72 % teräksistä sijaitsee 16 - 25 mm syvyydessä.

Karbonatisoituneella alueella sijaitsee noin 55 % teräksistä.

Rapautuminen:

Parvekekaiteista porattiin kaksi näytettä, joista toinen tutkittiin koululla. Näytteen vetolujuus arvo oli kohtalainen (1,4 MPa) ja sen perusteella laatussa voi olla vähäistä rapautumaa.

Ohuthietutkimustulokset:

Toinen poralieriönäyte oli ohuthietutkimuksessa, jonka perusteella siinä ei havaittu pakkasrapautumaa. Runkoainekappaleet olivat rapautumattomia ja runkoainekappaleiden sideaine tartunnat olivat pääosin tiiviit ja kiinni. Tartuntojen epätasaisuuksiin oli paikoin kiteytynyt vähäisessä määrin portlandiittia.

Johtopäätökset:

Parvekelaatat olivat silmämääräisesti kohtalaisessa kunnossa, eikä niissä näkynyt korroosioituneita teräksiä. Teräskorroosio on kuitenkin merkittävä riski rakenteille, koska karbonatisoituneella alueella sijaitsee jo 55 % teräksistä. Vedenpoistossa parvekekatteelta ja -laatalta oli myös puutteita. Vetolujuuskokeiden perusteella laatussa saattaa olla vähäistä rapautumaa.

8.8 Liittyvät rakenteet

Aistihavainnot:

Tarkemmissa aistinvaraisissa tutkimuksissa havaittiin, että saumoja on ilmeisesti uusittu vain paikoittain. Eli rakenteista löytynee eri-ikäisiä saumoja, jotka vaatisivatkin lisäselvityksiä. Saumoja on uusittu mitä ilmeisimmin vain huonokuntoisiin kohtiin, sekä niihin on asennettu tuuletusputket. Vanhemmat saumat on virheellisesti ylimaalattu ja uudet saumat ovat maalaamattomia, tämän voi havaita alla olevista kuvista (kuvat 13 ja 14). Saumoja on siis täytynyt uusida vuoden 1994 jälkeen jolloin julkisivu on maalattu.



Kuva 13 Oletettu vanhempi sauma.



Kuva 14 Uuden ja vanhan sauman limittyminen.

Terveydelle vaaralliset aineet:

Elementtisaumat päätettiin jättää laboratoriotutkimusten ulkopuolelle, koska ne vaikuttivat olevan alustavissa tutkimuksissa vielä hyvässä kunnossa.

Johtopäätökset:

Rakenteista löytynee eri-ikäisiä elementtisaumoja, joten rakenteissa oletettavasti huonokuntoisia saumoja.

9 RAKENTEIDEN KORJausehdotus / KORJAUSTARVE

9.1 Betonisandwich-elementit

Kevyt korjausehdotus:

Lyhyellä aikavälillä sandwich-elementit eivät kaipaa kuin hyvin pieniä paikallisia laastipaikkaus korjauksia ja uuden maalipinnoitteen. Ikkunoiden vesipellitykset tulee tarkistaa ja saumata puutteelliset kohdat hyvin kiinni julkisivuun ja varmistaa niiden toimivuus.

Keskiraskas korjausehdotus:

Pitemmällä aikavälillä rakenteiden lisälämmöneristäminen tulee energian hinnannousun myötä hyväksi vaihtoehdoksi. Siinä vanha julkisivu verhotaan lämmöneristyslevyillä ja lämmöneristeen päälle tehdään pintakäsittely tai asennetaan levyverhous. Samassa yhteydessä voi myös miettiä vaihtoehtoa, jossa lisälämmöneristetään vain päädyt ja pitkille sivuille tehdään perusteellinen laastipaikkaus. Tällöin rakenne saa uuden pinnan, joka kestää rasituksia erittäin hyvin. Ratkaisu on myös esteettisesti erityisen hyvä.

9.2 Parvekkeet

Kevyt korjausehdotus:

Parvekelaatoille tulisi tehdä vedeneristys yläpintaan ja alapintaan mahdollisimman huokoinen maalipinta. Tämä pidentää laatan ikää ja parantaa toimivuutta.

Kaikki loputkin parvekkeet tulisi ehdottomasti lasittaa. Lasitukset antavat parvekkeille lisää elinikää, käytettävyyttä ja tekee julkisivusta yhtenäisen. Parvekelasitus parantaa samalla julkisivun ja kaiteiden elinikää, koska kosteusrasitukset vähenevät. Uusia lasituksia asennettaessa tulisi kaikki lasitukset yhdenmukaistaa, sekä tarkistaa pellitysten tiiviys. Jos lasitukset eivät ole tällä hetkellä yhtiön korjausvastuulla, niin nyt olisi aika muuttaa käytäntöä. Lasitukset ovat tärkeä osa rakenteiden toimivuutta, joten mielestäni yhtiön pitäisi olla vastuussa niiden korjauksesta ja huollosta.

Parvekekaton vedet tulisi ohjata pois erillisellä vedenpoistoputkella, eikä johtaa parvekkeiden kautta. Tämä rasittaa parvekkeita kohtuuttoman paljon ja voi aiheuttaa pahimmillaan kosteusvaurioita jopa asuntoon. Parvekkeiden katolta ja laatoilta tuleva vesi tulisi ohjata erillisiin sadevesiviemäriin. Tällä hetkellä vedet kulkeutuvat rakenteen alle, sekä likaavat ja rasittavat maalipintaa.

Keskiraskas korjausehdotus:

Pitemmällä aikavälillä kaiteiden myös uusintaa tulisi harkita ja tehdä tarkempia tutkimuksia laatan kunnosta ja harkita koko parvekelinjan uusintaa. Sillä saavutettaisiin yhtenäinen, esteettinen ja toimiva pinta.

9.3 Pielet

Kevyt korjausehdotus:

Pielet vaatisivat reunoille perusteellisen laastipaikkauksen ja vanerilappujen poiston rakenteista.

Keskiraskas korjausehdotus:

Pitemmällä aikavälillä rakenteiden uusintaa tulisi harkita.

9.4 Liittyvät rakenteet

Kevyt korjausehdotus:

Elementtisaumat uusitaan vain huonokuntoisten osalta, joka on pitkällä aikavälillä melko huono ratkaisu. Saumoja uusittaessa ne on tutkittava terveydelle vaarallisten aineiden osalta.

Keskiraskas korjausehdotus:

Saumat uusitaan kauttaaltaan. Saumoja uusittaessa ne on tutkittava terveydelle vaarallisten aineiden osalta.

LIITTEET

Liite1	Ohuthietutkimustulokset
Liite 2	Asbestimääritys
Liite 3	Laboratoriotulokset
Liite 4	Näytteenottoaikat
Liite 5	Kloriditutkimustulokset
Liite 6	Valokuvia
Liite 7	Näytteiden tarkastelulomakkeet
Liite 8	Tutkimustulosten analysointiohjeet

WSP Finland Oy
Tutkimus
Ratakatu 12
90100 OULU
Puhelin 0207 864 11
Faksi 0207 864 800

07.02.2008

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennuslaboratorion mittauspalvelu
Jarno Oravasaari
Teiskontie 33
33520 TAMPERE

OHUTHIETUTKIMUS

Yleistiedot näytteistä Tilaja on toimittanut kohteesta Asunto Oy Annalanmäki, Ylisenkatu 4, Tampere, viisi (5) betonilieriönäytettä ohuthietutkimuksia varten, näytteet nrot. AM/SW7, AM/SW2, AM/PK11, AM/PP15 ja AM/PL13.

Tutkimukset Näytelieriöistä valmistettiin ohuthiet (paksuus 0,025–0,030 mm) betonin pintaa vastaan kohtisuorassa suunnassa. Hieen koko on noin 48 x 25 mm².

Betoninäytteiden yleispiirteiden tarkastelu suoritettiin ensin Nikon SMZ-2B stereomikroskoopilla, minkä jälkeen ohuthiet tutkittiin Nikon E400 POL polarisaatiomikroskoopilla.

Ohuthietutkimuksessa käytettiin apuna standardia ASTM C856.

Tulokset **Näyte AM/SW7**, julkisivu, näytteen pituus on noin 57 mm. Teräkset ($\varnothing = 4$ mm) sijaitsevat noin 33 ja 37 mm ulkopinnasta. Ulkopinnassa on ohut pinnoite, joka on tiiviisti kiinni betonissa. Ohuthie on tehty ulkopinnasta alkaen.

Betoni on rakenteeltaan tiivis ja tasalaatuinen. Runkoaine koostuu pääosin pyörityneistä ja osin pyörityneistä 0,02–12,0 mm:n kokoisista amfiboliitti-, graniitti- ja gneissikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia ja ehjiä.

Sideaine on portlandsementtiä, joka on tasaisesti hydratoitunut. Karbonaatioituminen on edennyt ulkopinnasta 10,0–15,0 mm, keskimäärin 12,0 mm ja sisäpinnasta 1,0–10,0 mm, keskimäärin 2,0 mm.

Runkoainekappaleiden ja terästen sideainetartunnat ovat yleisesti tiiviit ja kiinni. Terästen pinnoilla ei ole ruostesyöpyä.

Merkittävää mikrorakoilua/ -säröilyä ei ole havaittavissa.

Pyöreitä, 0,02–0,8 mm:n kokoisia suojahuokosia on vähän ja 0,8–3,0 mm:n kokoisia tiivistyshuokosia on erittäin vähän. Huokosten seinämällä ei ole kiteytymiä.

Näyte JP/SW2, julkisivu, näytteen pituus on noin 82 mm. Teräs ($\varnothing = 4$ mm) sijaitsee noin 24 mm ulkopinnasta. Ulkopinnassa on ohut pinnoite, joka on tiiviisti kiinni betonissa. Ohuthie on tehty ulkopinnasta alkaen.

Betoni on rakenteeltaan tiivis ja tasalaatuinen. Runkoaine koostuu pääosin pyörityneistä ja osin pyörityneistä 0,02–12,0 mm:n kokoisista amfiboliitti-, graniitti- ja gneissikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia ja ehjiä.

Sideaine on portlandsementtiä, joka on tasaisesti hydratoitunut. Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 28,0–37,0 mm, keskimäärin 32,0 mm ja sisäpinnasta 1,0–9,0 mm, keskimäärin 3,0 mm.

Runkoainekappaleiden tartunnat sideaineeseen ovat pääosin tiiviit ja kiinni, yksittäisesti osin auki huokostilojen yhteydessä. Teräksen tartunta on tiivis, eikä sen pinnalla ole ruostesyöpyä.

Merkittävää mikrorakoilua/ -säröilyä ei ole havaittavissa.

Pyöreitä, 0,02–0,8 mm:n kokoisia suojahuokosia on paljon (kuva 1) ja 0,8–2,0 mm:n kokoisia tiivistyshuokosia on jonkin verran. Huokostiloissa ei ole havaittavissa kiteytymiä.

Näyte AM/PK11, parvekekaide, näytteen pituus on noin 84 mm. Teräs ($\varnothing = 6$ mm) sijaitsee noin 54 mm ulkopinnasta. Ulko- ja sisäpinnoilla on ohuet pinnoitteet, jotka ovat tiiviisti kiinni betonissa. Ohuthie on tehty ulkopinnasta alkaen.

Betoni on rakenteeltaan tiivis ja tasalaatuinen. Runkoaine koostuu pääosin kulmikkaista ja osin pyörityneistä 0,02–12,0 mm:n kokoisista amfiboliitti-, graniitti- ja gneissikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia ja ehjiä.

Sideaine on portlandsementtiä, joka on tasaisesti hydratoitunut. Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 11,0–26,0 mm, keskimäärin 15,0 mm ja sisäpinnasta 7,0–15,0 mm, keskimäärin 10,0 mm.

Runkoainekappaleiden tartunnat sideaineeseen ovat pääosin tiiviit ja kiinni, yksittäisesti osin auki huokostilojen yhteydessä (kuva 2). Teräksen tartunta on tiivis, eikä sen pinnalla ole ruostesyöpyä.

Jatkuvaa mikrorakoilua ei ole. Epäjatkuvaa mikrosäröilyä esiintyy vähän.

Pyöreitä, 0,02–0,8 mm:n kokoisia suojahuokosia on vähän, kuten myös 0,8–4,5 mm:n kokoisia tiivistyshuokosia. Huokosten seinämällä ei ole kiteytymiä.

Näyte AM/PP15, parvekepieli, näytteen pituus on noin 150 mm. Ulko- ja sisäpinnoissa on ohuet pinnoitteet, jotka ovat tiiviisti kiinni betonissa. Ohuthie on tehty ulkopinnasta alkaen.

Betoni on rakenteeltaan tiivis ja tasalaatuinen (kuva 3). Runkoaine koostuu pääosin kulmikkaista ja pyöristyneistä 0,02–22,0 mm:n kokoisista amfiboliitti-, graniitti- ja gneissikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat pääosin rapautumattomia ja ehjiä.

Sideaine on portlandsementtiä, joka on tasaisesti hydratoitunut. Karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 11,0–25,0 mm, keskimäärin 17,0 mm ja sisäpinnasta 12,0–22,0 mm, keskimäärin 18,0 mm.

Runkoainekappaleiden tartunnat sideaineeseen ovat pääosin tiiviit ja kiinni (kuva 3), paikoin osin auki huokostilojen yhteydessä.

Jatkuvaa mikrorakoilua ei ole. Epäjatkuvaa mikrosäröilyä esiintyy vähän.

Pyöreitä, 0,02–0,8 mm:n kokoisia suojahuokosia on jonkin verran ja 0,8–4,0 mm:n kokoisia tiivistyshuokosia on erittäin vähän. Huokosten seinämällä ei ole kiteytymiä.

Näyte AM/PL13, parvekelaatta, näytteen pituus on noin 140 mm. Teräs ($\varnothing = 6$ mm) sijaitsee noin 30 mm alapinnasta. Yläpinnalla on noin 0,5 mm paksu pinnoite ja alapinnalla on ohut pinnoite. Pinnoitteet ovat tiiviisti kiinni betonissa. Ohuthie on tehty alapinnasta alkaen.

Betoni on rakenteeltaan tiivis ja tasalaatuinen. Runkoaine koostuu pääosin kulmikkaista ja osin pyöristyneistä 0,02–22,0 mm:n kokoisista amfiboliitti-, graniitti- ja gneissikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia ja ehjiä.

Sideaine on portlandsementtiä, joka on tasaisesti hydratoitunut. Karbonatisoituminen on edennyt yläpinnasta 2,0–8,0 mm, keskimäärin 4,0 mm ja alapinnasta 11,0–36,0 mm, keskimäärin 24,0 mm.

Runkoainekappaleiden sideainetartunnat ovat pääosin tiiviit ja kiinni, paikoin osin auki. Tartuntojen epätasaisuuksiin on kiteytynyt paikoin vähäisessä määrin portlandiittia (kuva 4). Teräksen tartunta on tiivis, eikä sen pinnalla ole ruostesyöpyä.

Jatkuvaa mikrorakoilua ei ole. Epäjatkuvaa mikrosäröilyä esiintyy vähän.

Pyöreitä, 0,02–0,8 mm:n kokoisia suojahuokosia on jonkin verran ja 0,8–4,0 mm:n kokoisia tiivistyshuokosia on vähän. Huokosten seinämille on kiteytynyt paikoin vähäisessä määrin portlandiittia ja yksittäiset alle 0,07 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet portlandiitilla (kuva 4).

Tuloksien tarkastelu

Betoninäytteiden kuntoa on arvioitu asteikolla hyvä, tyydyttävä, välttävä ja heikko. Arvion perustana on käytetty ohuthietutkimuksista saatuja tuloksia.

Näyte	Rakenneosa	Kunto	Krb keskimäärin[mm]	Pakkaskestävyys / huokostäytteen	Pakkasrapautuneisuus*
AM/SW7	julkisivu, up	hyvä	up 12 sp 2	Ei/ei	0
AM/SW2	julkisivu, up	hyvä	up 32 sp 3	On/ei	0
AM/PK11	parvekekaide, up	hyvä	up 15 sp 10	Ei/ei	0
AM/PP15	parvekepieli, up	hyvä	up 17 sp 18	Ei/ei	0
AM/PL13	parvekelaatta, ap	hyvä	yp 4 ap 24	Ei/yksittäiset umpeutuneet, portlandiitti	0

* Pakkasrapautuneisuutta on kuvattu asteikolla 0-4: 0 = ei rapautumaa, 1 = vähäistä, 2 = orastavaa, 3 = kohtalaista, 4 = voimakasta.

Betonit ovat rakenteeltaan tasalaatuisia ja tiiviitä. Kuivumiskutistuminen on ollut yleisesti vähäistä.

Runkoainekappaleet ovat hyvälaatuista kiviainesta. Sideaineen kovettuminen on normaali. Runkoainekappaleiden ja teräksen sideainetartunnat ovat hyviä.

Julkisivun AM/SW2 ulkopinnalla ja parvekelaatan alapinnalla karbonatisoituminen ulottuu kohtalaisen syvälle ja on saavuttanut teräsyvyyden. Betonin raudotteille antama kemiallinen suoja on hävinnyt, Muutoin karbonatisoituminen ei keskimäärin ulotu syvälle. Terästen pinnoilla ei ole ruostetta.

Julkisivun AM/SW2 betoni on huokosrakenteen perusteella arviolta pakkasenkestävää. Muut betonit eivät ole huokosrakenteen perusteella arviolta pakkasenkestäviä. Pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita ei havaittu.

Parvekelaatan betonin huokostilojen kiteytymät ovat todennäköisesti varhaisessa vaiheessa syntyneitä, eikä niillä ole merkitystä betonin kuntoon. Muiden betonien huokostiloissa ei ole kiteytymiä.

Pinnoitteiden tartunnat ovat yleisesti hyviä.

WSP FINLAND OY



Jussi Myllykangas
tutkija, FM



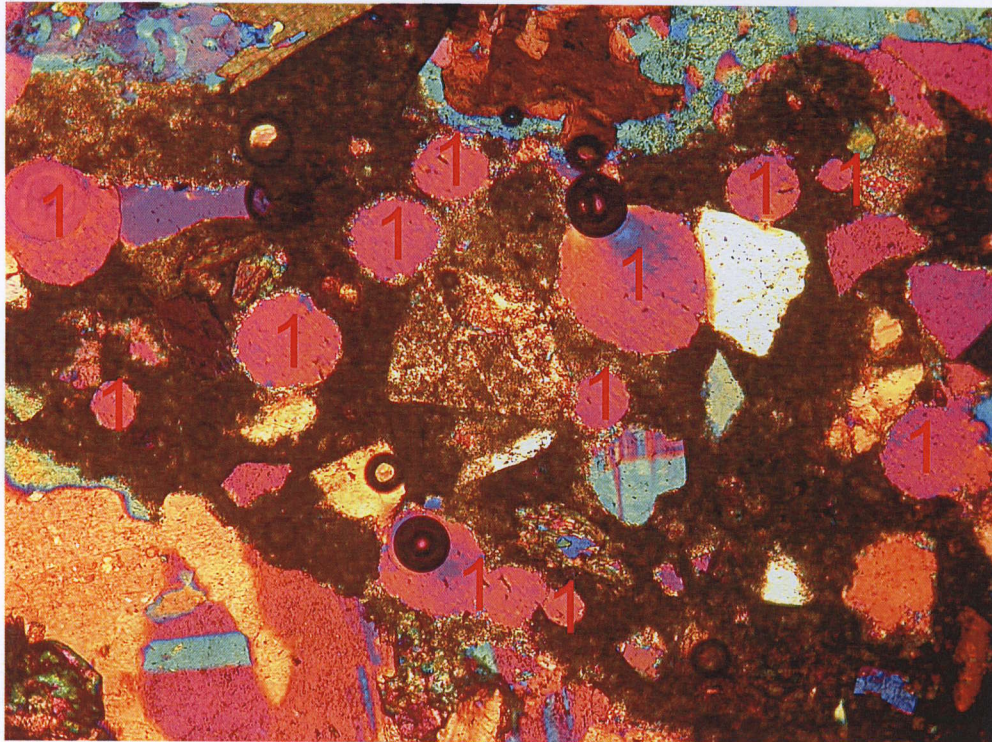
Vesa Kontio
tutkija, fil.yo.

Liite

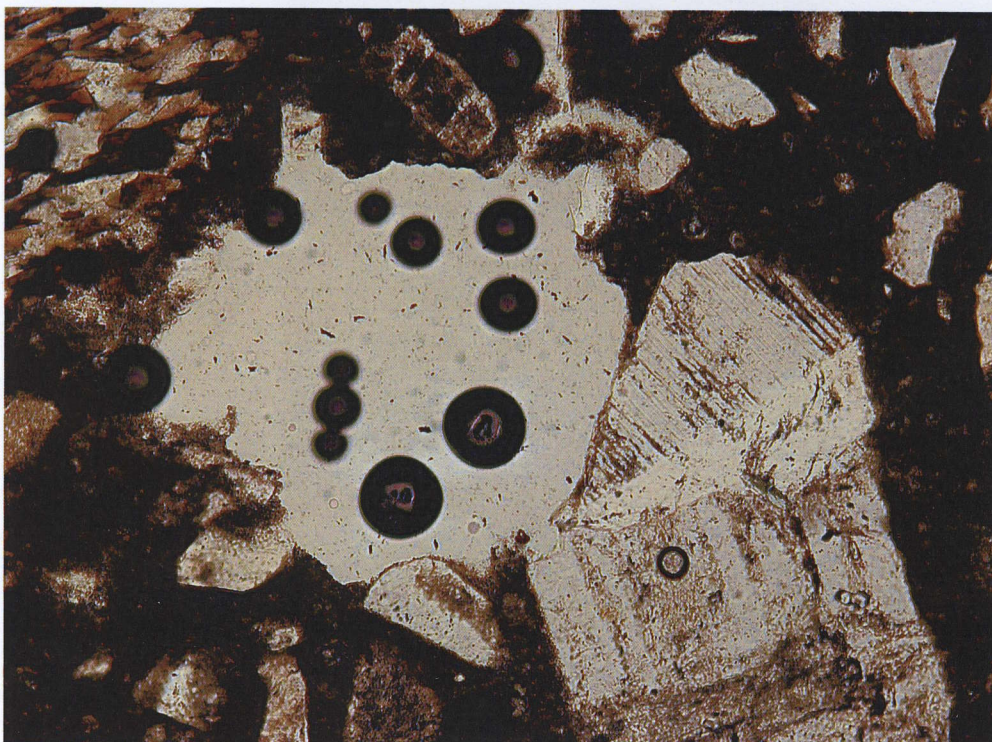
mikrorakennekuvat

Jakelu

1 kpl tilaaja
1 kpl As Oy Annalanmäki c/o Kaukajärvi osuuskunta/ Riku Pönkänen
1 kpl WSP Finland Oy, Tutkimus/ arkisto



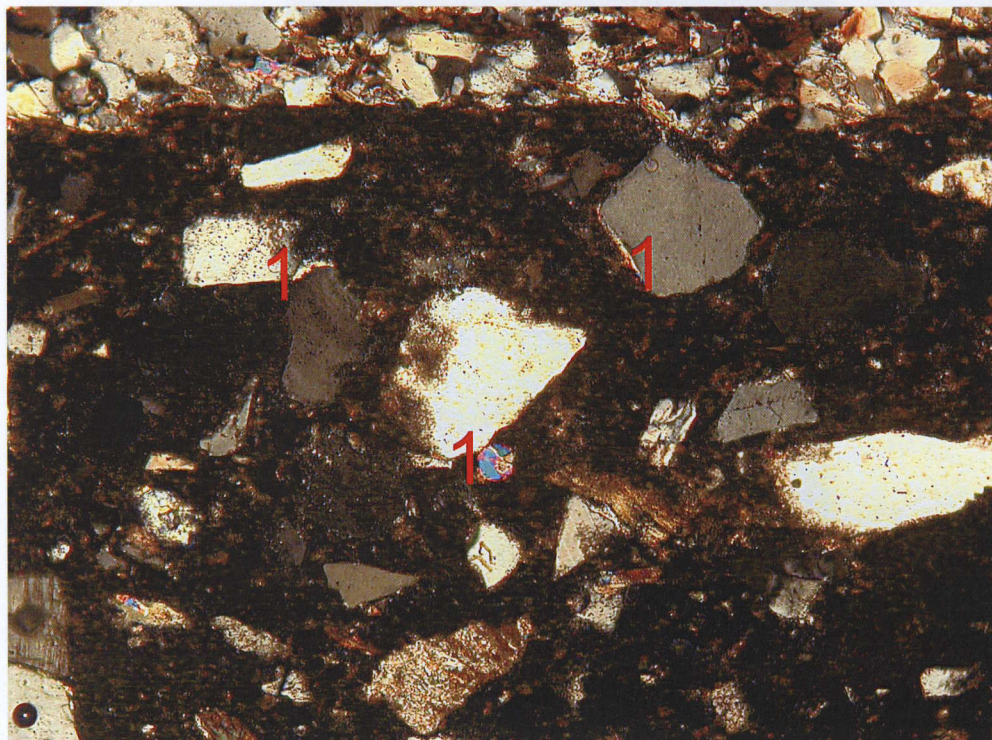
Kuva 1 (näyte AM/SW2). Julkisivun betonissa on runsaasti suojahuokosia (1) ja betoni on huokosrakenteen perusteella arviolta pakkasenkestävää. Kuvan pidemmän sivun pituus on 1,6 mm.



Kuva 2 (näyte AM/PK11). Runkoainekappaleiden tartunnat sideaineeseen ovat yleisesti tiiviit ja kiinni, yksittäisesti osin auki huokostilojen yhteydessä. Kuvan pidemmän sivun pituus on 1,6 mm.



Kuva 3 (näyte AM/PP15). Parvekepielen betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Runkoainekappaleiden sideainetartunnat ovat tiiviitä. Kuvan pidemmän sivun pituus on 1,6 mm.



Kuva 4 (näyte AM/PL13). Tartuntojen epätasaisuuksiin ja huokostiloihin on kiteytynyt paikoin vähäisessä määrin portlandiittia (1). Kuvan pidemmän sivun pituus on 1,6 mm.

WSP Finland Oy
Tutkimus
Ratakatu 12
90100 OULU
Puhelin 0207 864 12
Fax 0207 864 800

24.01.2008

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennuslaboratorion mittauspalvelu
Jarno Oravasaari
Teiskontie 33
33520 TAMPERE

ASBESTIANALYYSI

Kohde As Oy Annalanmäki, Ylisenkatu 4, Tampere.

Analyysimenetelmät Analyysit on tehty valomikroskoopilla (merkintä VM) ja pyyhkäisy-elektronimikroskoopilla (merkintä EM).

Tulokset

AM/SW 7. Ulkopinta	(EM) Ei sisällä asbestia.
AM/SW 2. Ulkopinta	(EM) Ei sisällä asbestia.
AM/PK 11. Ulkopinta	(EM) Ei sisällä asbestia.

WSP FINLAND OY
Tutkimus



Tomi Tolppi
laboratoriopäällikkö, FM



Jussi Myllykangas
tutkija, FM

Jakelu

1 kpl tilaaja
1 kpl As Oy Juvanpetäjä c/o Kaukajärvi osuuskunta/Riku Pönkänen
1 kpl WSP Finland Oy, Tutkimus/ arkisto

Poranäytteiden tutkimustulokset

Tunnus	Ilman-suunta	Kerros	Rakenne	Tutkimus	Eriste-paksuus	Pituus	Halkaisija	Vetolujuus Mpa	Muuta
AM/SW-1	Luoteeseen	4	sandwitch	karb+veto	78	67	50	3,4	max rae 13mm, murtui ison kiven kohdalta
AM/SW-2	Luoteeseen	2	sandwitch	ohuthie	82	65	50		max rae 15mm
AM/SW-3	Luoteeseen	2	sandwitch	karb+veto	53	81	50	2	max rae 22mm, murtui kahden ison kiven kohdalta 22mm
AM/SW-4	Kaakkoon	2	sandwitch	karb+veto	80	73	50	4	max rae 12mm, verkon liittymän kohdalta 4mm
AM/SW-5	Kaakkoon	2	sandwitch	karb+veto	58	80	50	3,4	max rae 15mm, murtui teräksen kohdalta 4mm
AM/SW-6	Lounaaseen	1	sandwitch	karb+veto	67	60	50	1,5	max rae 10mm, murtui ansaan 5mm kohdalta
AM/SW-7	Lounaaseen	3	sandwitch	ohuthie	78	55	50		max rae 15mm
AM/SW-8	Koilliseen	3	sandwitch	karb+veto	78	66	50	3,7	max rae 14mm
AM/SW-9	Koilliseen	4	sandwitch	karb+veto	65	84	50	3,9	max rae 14mm
AM/PK-10	Luoteeseen	4	parvekekaide	karb+veto		82	50	2,5	max rae 9mm
AM/PK-11	Luoteeseen	2	parvekekaide	ohuthie		81	50		max. rae 10mm
AM/PL-12	Luoteeseen	4	parvekelaatta	karb+veto		136	50	1,4	max rae 23, vedetty kaksi kertaa 1.kerralla hajosi heti, 2.kerralla 5 ison kiven kohdalta 15-30mm
AM/PL-13	Luoteeseen	2	parvekelaatta	ohuthie		140	50		max. rae 26mm
AM/PP-14	Luoteeseen	4	Parvekepieli	karb+veto		150	50	1,7	max rae 22mm, murtui kaden ison kiven kohdalta 12-22mm
AM/PP-15	Luoteeseen	2	Parvekepieli	ohuthie		149	50		max. rae 25mm

Poranäytteiden karbonatisoituminen

Tunnus	Betoniteräket			Karbonatisoitumissyvyys						Karbonatisoitumis- kerroin k= (keskimäärin)		Karbonatisoitumissyvyys keski- määrin x-vuoden kuluttua up/yp			Karbonatisoitumissyvyys keski- määrin x-vuoden kuluttua sp/ap		
	Halkaisia	Suojapeite		ulkop./yläp.			sisäp./alap.			up/yp	sp/ap	10 vuotta	30 vuotta	50 vuotta	10 vuotta	30 vuotta	50 vuotta
		up/yp	sp/ap	min.	max.	keskim.	min.	max.	keskim.								
AM/SW-1				10	15	13	0	0	0	2,06	0,00	14,53	17,20	19,50	0,00	0,00	0,00
AM/SW-2	5	41	24	22	35	28	1	7	4	4,43	0,63	31,30	37,04	42,00	4,47	5,29	6,00
AM/SW-3				5	12	8	0	0	0	1,26	0,00	8,94	10,58	12,00	0,00	0,00	0,00
AM/SW-4	5 ja 5	30 ja 32	43 ja 41	13	18	16	2	17	10	2,53	1,58	17,89	21,17	24,00	11,18	13,23	15,00
AM/SW-5	4	57	23	14	25	17	0	0	0	2,69	0,00	19,01	22,49	25,50	0,00	0,00	0,00
AM/SW-6	6 ja 6	17 ja 14	43 ja 46	10	15	13	0	0	0	2,06	0,00	14,53	17,20	19,50	0,00	0,00	0,00
AM/SW-7	5 ja 5	40 ja 37	15 ja 18	10	20	13	0	6	3	2,06	0,47	14,53	17,20	19,50	3,35	3,97	4,50
AM/SW-8				13	21	16	0	1	1	2,53	0,16	17,89	21,17	24,00	1,12	1,32	1,50
AM/SW-9				2	11	7	0	0	0	1,11	0,00	7,83	9,26	10,50	0,00	0,00	0,00
AM/PK-10	8	32	50	21	31	26	14	7	11	4,11	1,74	29,07	34,39	39,00	12,30	14,55	16,50
AM/PK-11	8	59	22	11	23	15	6	15	11	2,37	1,74	16,77	19,84	22,50	12,30	14,55	16,50
AM/PL-12				0	0	0	9	25	15	0,00	2,37	0,00	0,00	0,00	16,77	19,84	22,50
AM/PL-13	7	110	30	2	4	3	18	29	22	0,47	3,48	3,35	3,97	4,50	24,60	29,10	33,00
AM/PP-14				4	19	8	4	13	8	1,26	1,26	8,94	10,58	12,00	8,94	10,58	12,00
AM/PP-15				9	27	13	11	30	16	2,06	2,53	14,53	17,20	19,50	17,89	21,17	24,00

Kloriditutkimustulokset

Tunnus	Kloridit paino%	Muuta
AM/CL-1	0	
AM/CL-3	0	
AM/CL-4	0	
AM/CL-5	0	

Betonipeitepaksuuksien mittaustulokset

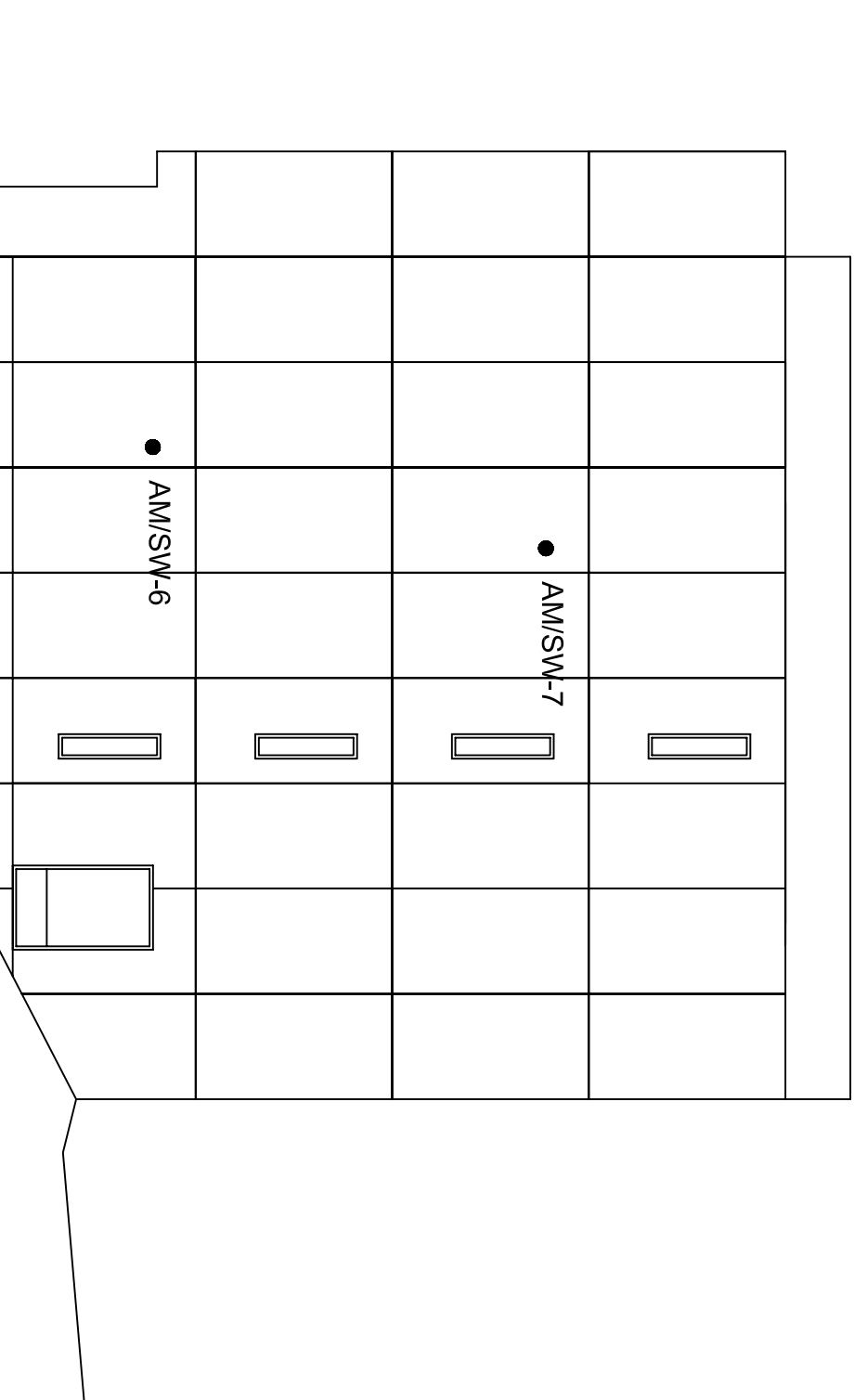
Betonisandwich-pääty lounaaseen			
Pieli 8mm			
	yht	%	
0-5mm	0	0 %	
6-10 mm	0	0 %	
11-15 mm	0	0 %	
16-20 mm	1	2 %	
21-25 mm	2	4 %	
26-30 mm	19	35 %	
31-35 mm	19	35 %	
yli 35 mm	13	24 %	
yht.	54		
Verkko 4mm			
	yht	%	
0-5mm	0	0 %	
6-10 mm	0	0 %	
11-15 mm	0	0 %	
16-20 mm	0	0 %	
21-25 mm	10	11 %	
26-30 mm	54	59 %	
31-35 mm	19	21 %	
yli 35 mm	9	10 %	
yht.	92		

Parvekepieli luoteeseen			
8mm			
	yht	%	
0-5mm	0	0 %	
6-10 mm	1	1 %	
11-15 mm	1	1 %	
16-20 mm	21	16 %	
21-25 mm	30	23 %	
26-30 mm	46	35 %	
31-35 mm	21	16 %	
yli 35 mm	11	8 %	
yht.	131		

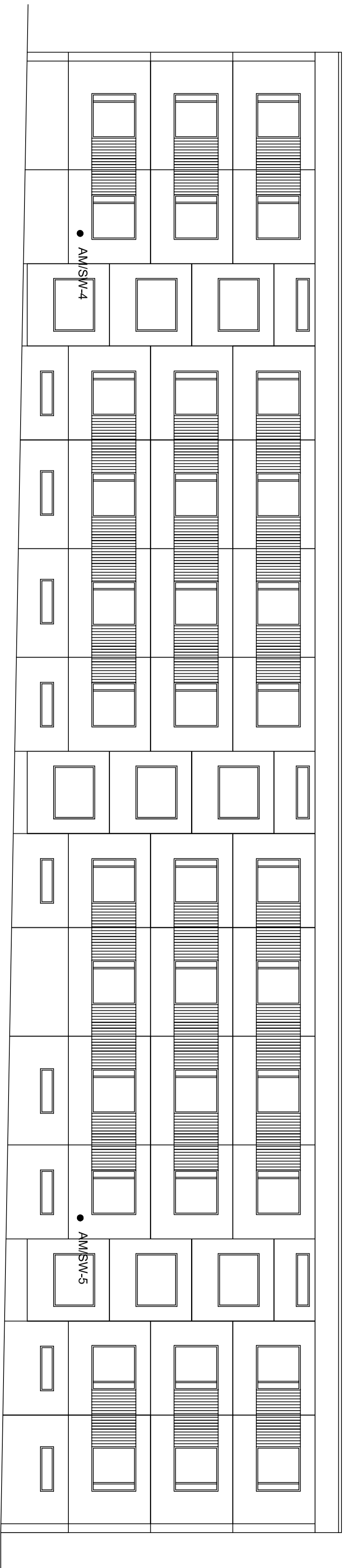
Parvekelaatta			
Verkko 4mm			
	yht	%	
0-5mm	0	0 %	
6-10 mm	3	2 %	
11-15 mm	15	12 %	
16-20 mm	52	41 %	
21-25 mm	40	31 %	
26-30 mm	15	12 %	
31-35 mm	3	2 %	
yli 35 mm	0	0 %	
yht.	128		

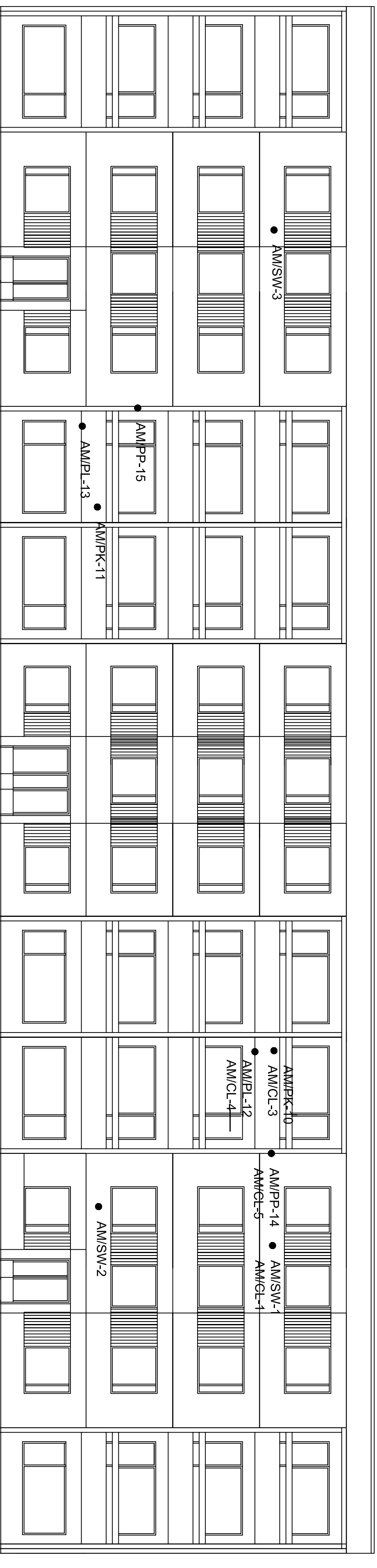
Betonisandwich-julkisivu luoteeseen			
Pieli 8mm			
	yht	%	
0-5mm	0	0 %	
6-10 mm	0	0 %	
11-15 mm	3	4 %	
16-20 mm	3	4 %	
21-25 mm	5	6 %	
26-30 mm	26	31 %	
31-35 mm	29	35 %	
yli 35 mm	17	20 %	
yht.	83		
Verkko 4mm			
	yht	%	
0-5mm	0	0 %	
6-10 mm	1	1 %	
11-15 mm	0	0 %	
16-20 mm	2	2 %	
21-25 mm	13	13 %	
26-30 mm	43	44 %	
31-35 mm	22	23 %	
yli 35 mm	16	16 %	
yht.	97		

Parvekekaide ulkopuoli			
Pieli 8mm			
	yht	%	
0-5mm	1	1 %	
6-10 mm	2	2 %	
11-15 mm	2	2 %	
16-20 mm	3	3 %	
21-25 mm	42	40 %	
26-30 mm	44	42 %	
31-35 mm	8	8 %	
yli 35 mm	2	2 %	
yht.	104		
Verkko 4mm			
	yht	%	
0-5mm	0	0 %	
6-10 mm	2	2 %	
11-15 mm	11	10 %	
16-20 mm	16	15 %	
21-25 mm	17	15 %	
26-30 mm	37	34 %	
31-35 mm	16	15 %	
yli 35 mm	11	10 %	
yht.	110		

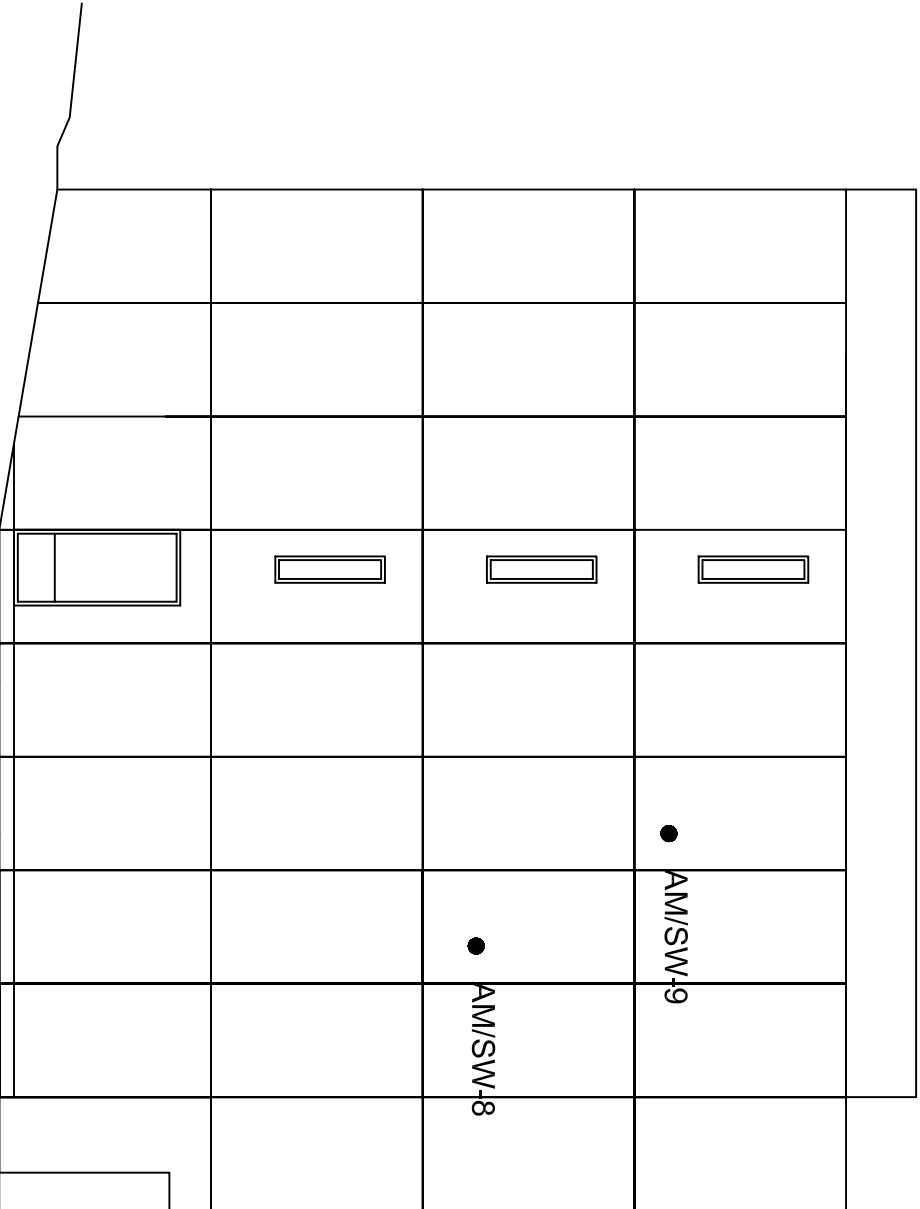


Pääty lounaseen





Pääty kolliiseen





KLORIDIPITOISUUS

pvm: _____
mittalaite: _____
suorittaja: _____

Kohde

Nimi _____	Tilaaaja _____
Osoite _____	Osoite _____
Puh. _____	Puh. päivä _____ ilta _____

Näytteen tunnus	Paino [g]	Ammoniumtio- syanaatti [ml]	Kloridi- pitoisuus [p-%]	Muuta
JP/CL-5	10,113	9,98	0,00	
JP/CL-7	10,469	9,59	0,02	
JP/CL-10	10,223	10,00	0,00	
JP/CL-15	10,237	9,92	0,00	
JP/CL-12	10,342	9,98	0,00	
JP/CL-13	10,212	9,46	0,02	
AM/CL-1	10,220	9,95	0,00	
AM/CL-3	10,183	9,90	0,00	
AM/CL-4	10,268	9,87	0,00	
AM/CL-5	10,203	9,89	0,00	

LISÄSELVITYKSIÄ

Kohteelta otettuja valokuvia:











Kuntotutkimus/näytteen tarkastelu

Tehtävä:

Kohde: *As Oy Annelinmäki*

Tunnus:	LSI <i>41/50.1</i>	Rakenne:				
Kerros:		Seinä:	SW	kuori	muu	
Ilmansuunta:	P - I - E - L	Parveke:	pieli	laatta	kaide	muu

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm	muu:	Ulko-/ yläpinta:	Murtokohta
Lieriön pituus <u>67</u> mm		I harjattu	
Teräkset		II sileä/ muottipinta	
Halkaisija (mm)	Suojapeite (mm)	III hierretty	
		1 maalattu	
		2 pesubetoni	
		3 tiililaatta	
		4 mineraalivilla	
		Sisä-/ alapinta:	

Betoni	Max. raekoko	13	mm
--------	--------------	----	----

Vetokoe					
---------	--	--	--	--	--

Murtolujuus	3,4	MPa	Vedetty	1	kertaa
-------------	-----	-----	---------	---	--------

Karbonatis syvyys	min	max	ka	Muuta
Ylä-/ ulkopinta	10	15	13	
Sisä-/ alapinta	0	0	0	

Muuta huomioitavaa (rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)

- liven kohdalta raekoko n. 16mm

Kohde: *As Oy Anjalampi*

Tunnus:	LSI AM/SV-2	Rakenne:				
Kerros:		Seinä:	SW	kuori	muu	
Ilmansuunta:	P - I - E - L	Parveke:	pieli	laatta	kaide	muu

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm muu:

Lieriön pituus 65 mm

Ulko-/ yläpinta:

I harjattu

II sileä/ muottipinta

III hierretty

1 maalattu

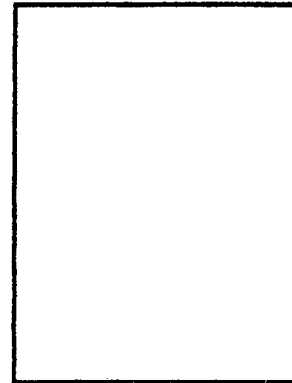
2 pesubetoni

3 tiillaatta

4 mineraalivilla

Sisä-/ alapinta:

Murtokohta



Teräkset

Halkaisija (mm)

Suojapeite (mm)

5

24

Betoni Max: raekoko 15 mm

Vetokoe

Murtolujuus

MPa

Vedetty

kertaa

Karbonatis. syvyys

min.

max.

ka.

Muuta

Ylä-/ ulkopinta

22

35

28

Sisä-/ alapinta

7

7

4

Muuta huomioitavaa

(rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)

Kuntotutkimus/näytteen tarkastelu

Tehtävä:

Kohde: *K. Oy...*

Tunnus:	LSI/...	Rakenne:				
Kerros:		Seinä:	SW	kuori	muu	
Ilmansuunta:	P - I - E - L	Parveke:	pieli	laatta	kaide	muu

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm muu:

Lieriön pituus 81 mm

Teräkset

Halkaisija (mm)	Suojapeite (mm)

Uulko-/ yläpinta:

I harjattu

II sileä/ muottipinta

III hierretty

1 maalattu

2 pesubetoni

3 tiililaatta

4 mineraalivilla

Sisä-/ alapinta:

Murtokohta

OP

↓

25mm

SP

Betoni	Max. raekoko	22	mm
--------	--------------	----	----

Vetokoe					
Murtolujuus	2,0	MPa	Vedetty	1	kertaa

Karbonatis. syvyys	min.	max.	ka.	Muuta
Ylä-/ ulkopinta	5	12	8	
Sisä-/ alapinta	0	0	0	

Muuta huomioitavaa (rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)

- kahden betonin kiven kohalletta raekoko n. 22 mm

Kuntotutkimus/näytteen tarkastelu

Tehtävä:

Kohde: *Ac Oy Anjalampi*

Tunnus:	<i>LSI A7/501-4</i>	Rakenne:				
Kerros:		Seinä:	<i>SW</i>	kuori	muu	
Ilmansuunta:	<i>P - I - E - L</i>	Parveke:	<i>pieli</i>	laatta	kaide	muu

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm muu:

Lieriön pituus 73 mm

Teräkset

Halkaisija (mm)

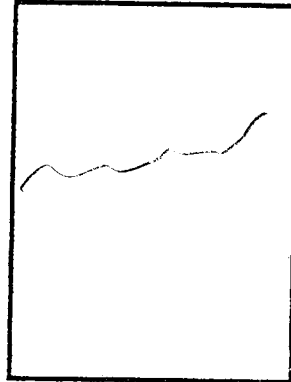
<i>3</i>
<i>5</i>

Suojapeite (mm)

<i>43</i>
<i>41</i>

Ulko-/yläpinta:

- harjattu*
- II sileä/ muottipinta
- III hierretty
- 1 maalattu
- 2 pesubetoni
- 3 tiililaatta
- 4 mineraalivilla*
- Sisä-/ alapinta:



Betoni	Max. raekoko	<i>12</i>	mm
--------	--------------	-----------	----

Vetokoe					
---------	--	--	--	--	--

Murtolujuus	<i>4,0</i>	MPa	Vedetty	<i>1</i>	kertaa
-------------	------------	-----	---------	----------	--------

Karbonatis. syvyys	min.	max.	ka.	Muuta
Ylä-/ulkopinta	<i>13</i>	<i>18</i>	<i>16</i>	
Sisä-/ alapinta	<i>2</i>	<i>17</i>	<i>10</i>	

Muuta huomioitavaa	(rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)
--------------------	--------------------------------------

- verkon liittäminen kotelusta 4mm

Kuntotutkimus/näytteen tarkastelu

Kohde: *As Oy Keskitalo* Tehtävä:

Tunnus:	<i>LSI M/KW-5</i>	Rakenne:				
Kerros:		Seinä:	<i>SW</i>	kuori	muu	
Ilmansuunta:	<i>P - I - E - L</i>	Parveke:	pieli	laatta	kaide	muu

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm muu:

Lieriön pituus 80 mm

Teräskset

Halkaisija (mm)	Suojapeite (mm)
<i>4</i>	<i>23</i>

Ulkö-/ yläpinta:

I harjattu

II sileä/ muottipinta

III hierretty

1 maalattu

2 pesubetoni

3 tiililaatta

4 mineraalivilla

Sisä-/ alapinta:

Murtokohta

UP

↓

30mm

SP

Betoni	Max. raekoko	<i>15</i>	mm
--------	--------------	-----------	----

Vetokoe	
---------	--

Murtolujuus	<i>3,4</i>	MPa	Vedetty	<i>1</i>	kertaa
-------------	------------	-----	---------	----------	--------

Karbonatis. syvyys	min.	max.	ka.	Muuta
Ylä-/ ulkopinta	<i>14</i>	<i>25</i>	<i>17</i>	
Sisä-/ alapinta	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	

Muuta huomioitavaa (rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)

- teräksen kohdealue 4mm

Kohde: As Oy Ansaluoma

Tunnus:	LSI M/511-6	Rakenne:				
Kerros:		Seinä:	SW	kuori	muu	
Ilmansuunta:	P - I - E - L	Parveke:	pieli	laatta	kaide	muu

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm muu:

Lieriön pituus 60 mm

Ulko-/ yläpinta:

I harjattu

II sileä/ muottipinta

III hierretty

1 maalattu

2 pesubetoni

3 tiililaatta

4 mineraalivilla

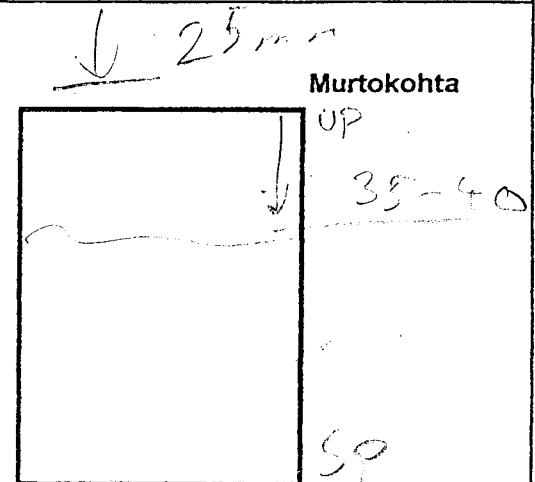
Sisä-/ alapinta:

Murtokohta

UP

38-40

SP



Teräkset

Halkaisija (mm)

6

6

Suojapeite (mm)

43

46

Betoni	Max. raekoko	10	mm
--------	--------------	----	----

Vetokoe					
---------	--	--	--	--	--

Murtolujuus	1,5	MPa	Vedetty	1	kertaa
-------------	-----	-----	---------	---	--------

Karbonatis. syvyys	min.	max.	ka.	Muuta
Ylä-/ulkopinta	10	15	13	
Sisä-/alapinta	0	0	0	

Muuta huomioitavaa	(rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)
--------------------	--------------------------------------

- ansaan kohdalta 5mm.

Kuntotutkimus/näytteen tarkastelu

Tehtävä:

Kohde: 15 17, Annalaan

Tunnus:	LSI A7/SW-7	Rakenne:				
Kerros:		Seinä:	SW	kuori	muu	
Ilmansuunta:	P - I - E - L	Parveke:	pieli	laatta	kaide	muu

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm muu:

Ulko-/ yläpinta:

Lieriön pituus 55 mm

I harjattu

Murtokohta

II sileä/ muottipinta

Teräokset

III hierretty

Halkaisija (mm)

Suojapeite (mm)

1 maalattu

515

2 pesubetoni

518

3 tiililaatta

4 mineraalivilla

Sisä-/ alapinta:

Betoni Max. raekoko 15 mm

Vetokoe

Murtolujuus MPa Vedetty kertaa

Karbonatis. syvyys min. max. ka. Muuta

Ylä-/ ulkopinta 10 20 13Sisä-/ alapinta 0 6 3

Muuta huomioitavaa (rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)

Kuntotutkimus/näytteen tarkastelu

Tehtävä:

Kohde: *As Oy Aurokummi*

Tunnus:	LS/11/2000	Rakenne:				
Kerros:		Seinä:	SW	kuori	muu	
Ilmansuunta:	P - I - E - L	Parveke:	pieli	laatta	kaide	muu

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm muu:

Lieriön pituus 66 mm

Teräkset

Halkaisija (mm)

Suojapeite (mm)

Ulko-/ yläpinta:

I harjattu

II sileä/ muottipinta

III hierretty

1 maalattu

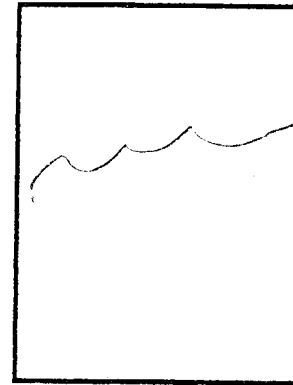
2 pesubetoni

3 tiililaatta

4 mineraalivilla

Sisä-/ alapinta:

Murtokohta



Betoni Max. raekoko 14 mm

Vetokoe

Murtolujuus 3,7 MPa Vedetty 1 kertaa

Karbonatis. syvyys	min.	max.	ka.	Muuta
Ylä-/ ulkopinta	<u>13</u>	<u>21</u>	<u>16</u>	
Sisä-/ alapinta	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	

Muuta huomioitavaa (rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)

Kohde: *As Oy Annelanmäki*

Tunnus:	LSI <i>AM/SW-3</i>	Rakenne:	
Kerros:		Seinä:	SW kuori muu
Ilmansuunta:	P - I - E - L	Parveke:	pieli laatta kaide muu

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm muu:

Lieriön pituus 84 mm

Ulko-/ yläpinta:

I harjattu

II sileä/ muottipinta

III hierretty

1 maalattu

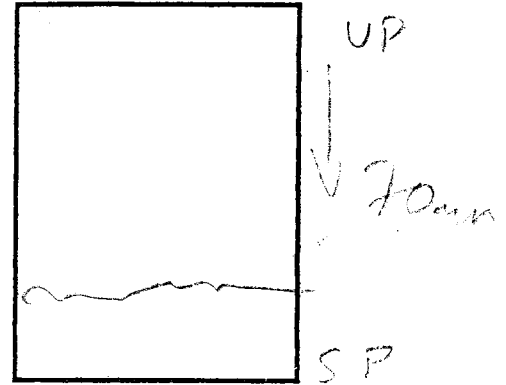
2 pesubetoni

3 tiililaatta

4 mineraalivilla

Sisä-/ alapinta:

Murtokohta



Teräkset

Halkaisija (mm)

Suojapeite (mm)

Betoni	Max:raekoko	<i>14</i>	mm
--------	-------------	-----------	----

Vetokoe

Murtolujuus	<i>3,9</i>	MPa	Vedetty	<i>1</i>	kertaa
-------------	------------	-----	---------	----------	--------

Karbonatis syvyys	min	max	ka	Muuta
-------------------	-----	-----	----	-------

Ylä-/ ulkopinta	<i>2</i>	<i>11</i>	<i>7</i>	
-----------------	----------	-----------	----------	--

Sisä-/ alapinta	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	
-----------------	----------	----------	----------	--

Muuta huomioitavaa (rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)

Kuntotutkimus/näytteen tarkastelu

Tehtävä:

Kohde: AS Oy Aerialinnat

Tunnus:	LS/ AM/4410	Rakenne:	
Kerros:		Seinä:	SW kuori muu
Ilmansuunta:	P - I - E - L	Parveke:	pieli laatta <u>kaide</u> muu

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm muu:

Lieriön pituus 82 mm

Teräset

Halkaisija (mm)	Suojapeite (mm)	III hierretty
<u>8</u>	<u>50</u>	<u>1 maalattu</u>
		2 pesubetoni
		3 tiililaatta
		4 mineraalivilla

Uiko-/ yläpinta:

I harjattu

II sileä/ muottipinta

Sisä-/ alapinta:

Murtokohta

UP

400

SP

Betoni	Max. raekoko	<u>9</u>	mm
--------	--------------	----------	----

Vetokoe	
---------	--

Murtolujuus	<u>2,5</u>	MPa	Vedetty	<u>1</u>	kertaa
-------------	------------	-----	---------	----------	--------

Karbonatis. syvyys	min.	max.	ka	Muuta
Ylä-/ ulkopinta	<u>21</u>	<u>31</u>	<u>26</u>	
Sisä-/ alapinta	<u>14</u>	<u>7</u>	<u>11</u>	

Muuta huomioitavaa (rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)

Kuntotutkimus/näytteen tarkastelu

Kohde:

As Oy Amalannöki

Tehtävä:

Tunnus:	LSI / 11/14 M	Rakenne:			
Kerros:		Seinä:	SW	kuori	muu
Ilmansuunta:	P - I - E - L	Parveke:	pieli	laatta	kaide

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm muu:

Lieriön pituus 81 mm

Teräksset

Halkaisija (mm)

8

Suojapeite (mm)

22

Ulko-/ yläpinta:

I harjattu

II sileä/ muottipinta

III hierretty

1 maalattu

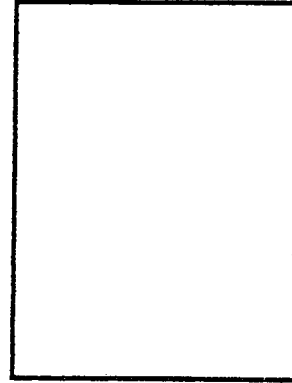
2 pesubetoni

3 tiililaatta

4 mineraalivilla

Sisä-/ alapinta:

Murtokohta



Betoni

Max. raekoko

10

mm

Vetokoe

Murtolujuus

MPa

Vedetty

kertaa

Karbonatis. syvyys

min.

max.

ka.

Muuta

Ylä-/ulkopinta

11

23

15

Sisä-/alapinta

6

15

11

Muuta huomioitavaa

(rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)

Kuntotutkimus/näytteen tarkastelu

Tehtävä:

Kohde: AS Oy Annalampi

Tunnus:	LSI/ 11/11/11	Rakenne:			
Kerros:		Seinä:	SW	kuori	muu
Ilmansuunta:	P - I - E - L	Parveke:	pieli	laatta	kaide muu

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm muu:

Lieriön pituus 136 mm

Teräkset

Halkaisija (mm)

Suojapeite (mm)

Ulko-/ yläpinta:

I harjattu

II sileä/ muottipinta

III hierretty

1 maalattu

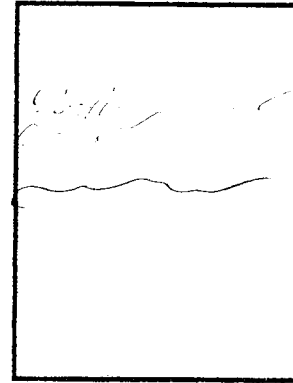
2 pesubetoni

3 tiililaatta

4 mineraalivilla

Sisä-/ alapinta:

Murtokohta



VP 1002
↓
70mm
AP

Betoni Max. raekoko 23 mm

Vetokoe

Murtolujuus

MPa

Vedetty

kertaa

Karbonatis syvyys

min.

max.

ka.

Muuta

Ylä-/ ulkopinta

0

0

0

Sisä-/ alapinta

9

23

15

Muuta huomioitavaa

(rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)

- vedetty 1 kerralla ja hajosi heti isojen kivien kohdalta

- vedetty 2 kerralla saatiin 1/100

veikot: 1000 mm x 1000 mm laatta k. 30mm

Kuntotutkimus/näytteen tarkastelu

Tehtävä:

Kohde: AS Oy Amalanmäki

Tunnus:	LSI AM/RL-13	Rakenne:			
Kerros:		Seinä:	SW	kuori	muu
Ilmansuunta:	P - I - E - L	Parveke:	pieli	laatta	kaide muu

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm muu:

Ulko-/ yläpinta:

Murtokohta

Lieriön pituus 140 mm

I harjattu

II sileä/ muottipinta

Teräksset

III hierretty

Halkaisija (mm)

Suojapeite (mm)

1 maalattu

7

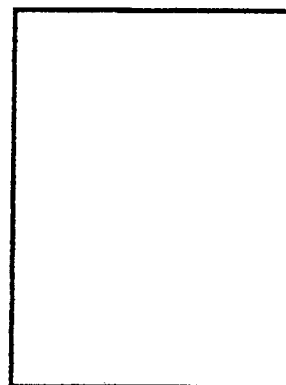
30

2 pesubetoni

3 tiililaatta

4 mineraalivilla

Sisä-/ alapinta:

Betoni Max.raekoko 26 mm

Vetokoe

Murtolujuus

MPa

Vedetty

kertaa

Karbonatis- syvyys

min:

max:

ka:

Muuta

Ylä-/ ulkopinta

2

4

3

Sisä-/ alapinta

18

29

22

Muuta huomioitavaa

(rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)

Kuntotutkimus/näytteen tarkastelu

Tehtävä:

Kohde: *As Oy Annalanmäki*

Tunnus:	LS/ <i>11/10</i>	Rakenne:	
Kerros:		Seinä:	SW kuori muu
Ilmansuunta:	P - I - E - L	Parveke:	pieli laatta kaide muu

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm muu:

Lieriön pituus 150 mm

Teräkset

Halkaisija (mm)

Suojapeite (mm)

Ulko-/ yläpinta:

I harjattu

II sileä/ muottipinta

III hierretty

1 maalattu

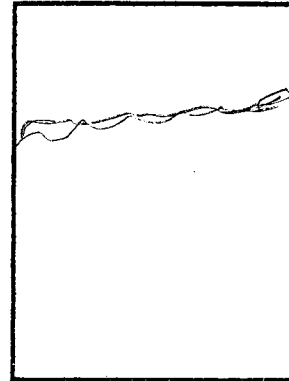
2 pesubetoni

3 tiililaatta

4 mineraalivilla

Sisä-/ alapinta:

Murtokohta



UP
100-105 mm



SP

Betoni	Max. raekoko	<i>22</i>	mm
--------	--------------	-----------	----

Vetokoe	
---------	--

Murtolujuus	<i>1,7</i>	MPa	Vedetty	<i>1</i>	kertaa
-------------	------------	-----	---------	----------	--------

Karbonatis. syvyys	min.	max.	ka.	Muuta
Ylä-/ ulkopinta	<i>4</i>	<i>13</i>	<i>8</i>	
Sisä-/ alapinta	<i>4</i>	<i>13</i>	<i>8</i>	

Muuta huomioitavaa	(rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)
--------------------	--------------------------------------

- kahden ison kivien kohdalta 12-22 mm

Kuntotutkimus/näytteen tarkastelu

Tehtävä:

Kohde: As Oy Annelanmäki

Tunnus:	LSI 104/PP-15	Rakenne:				
Kerros:		Seinä:	SW	kuori	muu	
Ilmansuunta:	P - I - E - L	Parveke:	pieli	laatta	kaide	muu

Lieriö	Tehtävä tutkimus:	vetokoe	ohuthie	muu:
--------	-------------------	---------	---------	------

Lieriön halkaisija 50 mm	muu:	Ulko-/ yläpinta:	Murtokohta
Lieriön pituus <u>149</u> mm		I harjattu	
Teräkset		II sileä/ muottipinta	
Halkaisija (mm)	Suojapeite (mm)	III hierretty	
		1 maalattu	
		2 pesubetoni	
		3 tiililaatta	
		4 mineraalivilla	
		Sisä-/ alapinta:	

Betoni	Max. raekoko	25	mm
--------	--------------	----	----

Vetokoe			
---------	--	--	--

Murtolujuus	MPa	Vedetty	kertaa
-------------	-----	---------	--------

Karbonatis. syvyys	min.	max.	ka.	Muuta
Ylä-/ulkopinta	9	27	13	
Sisä-/alapinta	11	30	16	

Muuta huomioitavaa	(rapautumat, ansaat, halkeamat yms.)
--------------------	--------------------------------------

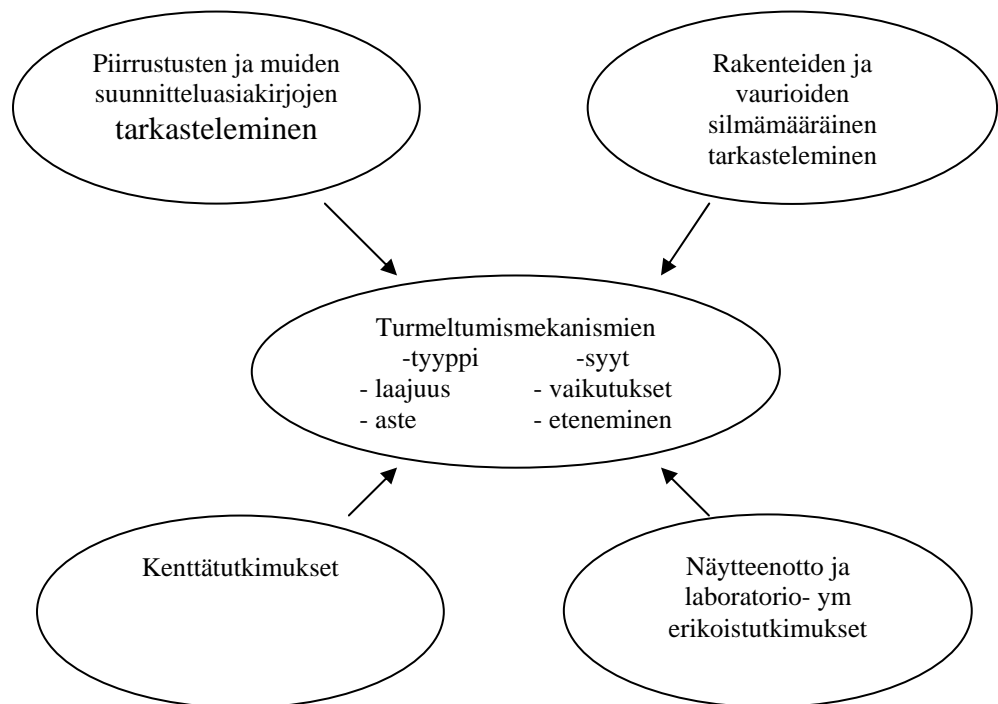
TUTKIMUSTULOSTEN ANALYSOINTIOHJEET

Tutkimustuloksista tehtävät johtopäätökset

Kuntotutkimuksen tarkoituksena on selvittää rakenteissa mahdollisesti esiintyvät vauriot ja toiminnalliset puutteet, sekä muodostaa käsitys niiden tilasta, etenemisestä, syistä ja vaikutuksia (kuva 1).

Käytössä ovat seuraavat keinot:

- havainnoimalla piirustuksista ja muista käytettävissä olleista asiakirjoista, sekä käyttäjien havainnoimista ongelmista,
- silmämääräisellä tarkastelulla,
- kenttätutkimuksilla ja
- laboratoriotutkimuksilla. /1/



Kuva 1

Tietolähteet, joita pyrittävä hyödyntämään selvitetessä eri vauriotapojen tilannetta ja etenemistä. /1/

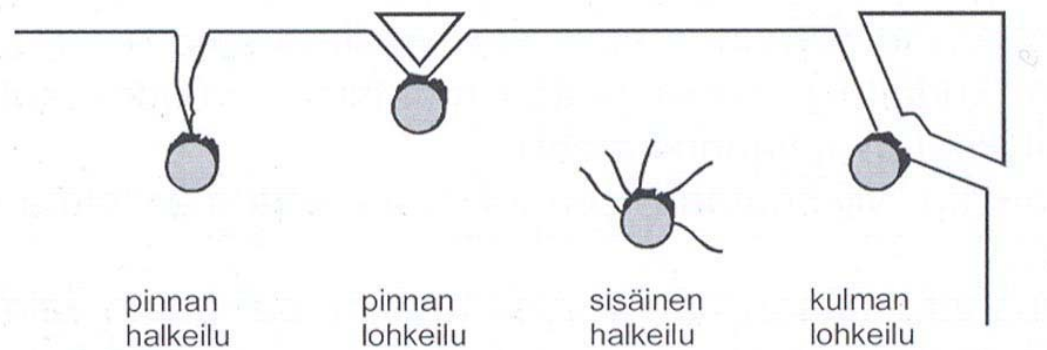
Raudoitteiden korroosio ja sen tutkiminen

Betonin ympäröivät raudoitteet ovat normaalisti hyvin korroosiolta suojattuina. Betonin voimakkaasta alkalisuudesta johtuen muodostuu oksidikalvo, joka estää sähkökemiallisen korroosion (ns. terästen passivoituminen). Lisäksi riittävän paksu ja tiivis betonikerros estää happoja ja klorideja pääsemästä kosketuksiin terästen kanssa.

Yleisimmät syyt betoniterästen passiivisuuden menettämiseen ovat:

- 1) betonin karbonatisoituminen ja
- 2) kloridien läsnäolo raudoitusta ympäröivässä betonissa.

Raudoitteiden korroosio aiheuttaa raudoitteiden poikkipinta-alan pienenemisen, mikä heikentää rakenteen kantavuutta. Yleensä raudoitteiden korroosio ilmenee ympäröivän betonin halkeiluna ja lopulta lohkeamisena, sillä raudoitteiden korroosiotuote vie alkuperäistä tilavuutta huomattavasti isomman tilan. Kuvassa 2 esitetään tyypillisiä teräskorroosion aiheuttamia betonin vaurioita. /1/



Kuva 2 Korroosion aiheuttamia vauriotyyppejä teräsbetonirakenteessa. /1/

Betonin karbonatisoituminen ja karbonatisoitumissyvyyden mittaaminen

Betonin neutraloitumisreaktiota sanotaan karbonatisoitumiseksi. Reaktiot aiheutuvat ilman sisältämän hiilidioksidin CO_2 tunkeutumisesta betoniin.

Karbonatisoituminen etenee vähitellen betonin pinnasta alkaen. Kun betoniteräksiä ympäröivä betoni on karbonatisoitunut, teräkset altistuvat korroosiolle. Betonin karbonatisoitumissyvyyttä mittaamalla pyritään määrittämään kuinka nopeasti ja paljon karbonatisoituminen on edennyt. Karbonatisoitumissyvyys määritetään pH-indikaattorilla, jolla voidaan erottaa karbonatisoitunut (pH n.8) ja karbonatisoitumaton betoni (pH 13..14). Kohteesta poratut lieriöt käsitellään fenoliftaleiini-seoksella poraamisen jälkeen. Seos värjää karbonatisoitumattoman osan betonista punaiseksi ja karbonatisoituneessa betonissa ei tapahdu värimuutoksia. Käsittelyn jälkeen karbonatisoitumissyvyys mitataan työntömitalla. /1/

Raudoitteiden peitepaksuuden kartoittaminen

Raudoitteiden peitepaksuuksia mittaamalla pyritään selvittämään kuinka suuri osa teräksistä sijaitsee karbonatisoituneella alueella. Tämän perusteella pyritään arvioimaan, kuinka paljon korroosiovaurioita on odotettavissa tulevaisuudessa. Raudoitteiden peitepaksuudet mitataan peitepaksuusmittarilla, jonka toiminta perustuu sähkömagneettiseen induktioon. Oikeiden mittaustulosten saaminen edellyttää mitattavan raudoitteen halkaisijan syöttämistä laitteeseen, mikäli betoniterästen paksuuden eivät ole tiedossa ne arvioidaan. Betonin peitepaksuudet mitataan satunnaisotantana eri rakennetyypeistä. Mittauksia tarvitaan noin 100–200 mittaustulosta rakennetyyppiä kohti, jotta saadaan riittävän kattava otos. Verkk- ja pieliterästen peitepaksuudet mitataan erikseen. /1/

Betonin sisältämä kloridi

Kloridit voivat jo pieninä pitoisuuksina mahdollistaa raudoitteiden ruostumisen alkalisessakin betonissa. Raudoitteiden korroosion kannalta kriittisenä kloridipitoisuutena pidetään noin 0,03–0,07 p- % happiliukoista kloridipitoisuutta betonin painosta. Käytännössä todellinen kynnyisarvo vaihtelee huomattavasti riippuen mm. betonin tiivyydestä, alkalisuudesta ja sementtimäärästä. Betonin kloridipitoisuuden määrittäminen tehdään laboratoriossa. Betonin kloridipitoisuus mitataan kohteella poratusta jauhenäytteestä. Menetelmänä kloridipitoisuuden määrittämisessä on titraus. Määrittäminen edellyttää jauhenäytettä, jonka

maksimiraekoko on alle 0,1 mm ja sementtimäärä on vähintään 2 g. Käytännössä tämä tarkoittaa halkaisijaltaan 15 mm ja 45 mm syvää reikää vastaavaa näytemäärää, jos betonin sementtimäärä on 250 kg/m³. /1/

Betonin rapautuminen ja rapautumisen tutkiminen

Betonin rapautuminen johtuu säröistä ja halkeamista, joiden määrä rapautumisen edetessä kasvaa. Päälepäin hyväkuntoisessakin betonijulkisivussa voi olla yksittäisiä elementtejä, jotka ovat rapautuneet. Julkisivun korjaustavan valinnan kannalta on tärkeää löytää tällaiset elementit.

Betoni voi rapautua seuraavien turmeltumisilmiöiden seurauksena:

- 1) pakkasrapautuminen
- 2) ettringiittireaktio
- 3) alkalirunkoainereaktio (harvinaista Suomessa). /1/

Pakkasrapautuminen

Pakkasrapautuminen aiheutuu betonin huokosissa olevan veden jäätymislaajeneman synnyttämästä paineesta, jota kasvattaa edelleen jääkiteen tilavuuden kasvu lämpötilan noustessa. Vapaa vesi laajenee jäätyessään n. 9 %. Pakkasvaurioituminen ilmenee säröilyinä, jotka heikentävät betonin lujuutta ja nopeuttavat veden imeytymistä. Rasituksen jatkuessa on tuloksena betonin rapautuminen. Pitkälle edennyt pakkasrapautuminen ilmenee rakenteen pinnan halkeiluna, elementtien kaareutumina ja lopulta betonin lohkeiluna. /1/

Ettringiittireaktio

Ettringiittireaktio on kovettuneessa sementtikivessä tapahtuva sulfaattimineraalien kemiallinen reaktio, johon liittyy reaktiotuotteiden voimakas tilavuuden kasvu. Ettringiittireaktion edellytyksenä on runsas kosteusrasitus. Ulkonäöltään ettringiittireaktio muistuttaa tavallista pakkasrapautumaa. Ettringiittireaktion syynä

on yleensä betonin voimakas lämmittäminen kovettumisen aikana, mikä saa aikaan häiriöitä sementin kovettumisreaktioissa. /1/

Aistinvaraiset tutkimukset

Silmämääräisesti kohteella tarkastetaan ovatko elementit kaareutuneet, näkykö pinnoilla kalkkihärme valumia, ovatko saumat puristuneet kokoon ja havaitaanko elementeissä halkeamia.

Betonin mikrorakennetutkimus (ohuthie)

Betonin mikrorakennetutkimus suoritetaan laboratoriossa. Hienäytteestä mikroskooppitarkastelussa saadaan hyvin yksityiskohtaista tietoa betonin laadusta ja kunnosta.

Mikrorakennetutkimuksessa on tarkoituksen mukaista selvittää:

- betonin pakkasenkestävyys, eli toimivien lisähuokosten olemassaolo,
- syntyneet säröt ja halkeamat, sekä niiden suuntautuneisuus, joista voidaan päätellä halkeilun todennäköinen syy ja rapautumisen aste,
- huokosten täyttyneisyys,
- mahdolliset haitalliset reaktiot (ettringiitti, alkalirunkoaine),
- betonin laatu yleisesti ja
- karbonatisoitumissyvyys.

Ohuthienäytettä varten on betonista timanttiporattu lieriö, josta valmistetaan hie ulkopinnasta alkaen kohtisuoraan rakeen ulkopintaa vastaan. Tällöin saadaan parhaiten näkyviin mahdollinen pakkashalkeilu. Ohuthie valmistetaan hiomalla näytehyvin ohueksi, noin 25-30 μ m. /1/

Vetokoe

Vetokokeita varten porataan poralieriötä betonirakenteista timanttiporalla, ja näytteet koestetaan laboratoriossa. Poralieriöiden halkaisija on 50 mm.

Vetokokeiden tuloksien tulkintaan käytettiin taulukkoa 1. Tällöin on huomioitava, onko murtotapahtunut esimerkiksi suuren kiven, huokosen, teräksen tai liimapinnan kohdalta. Vetolujuustuloksen ollessa pienehkö voidaan puolikkaat liimata uudestaan yhteen ja vetää toiseen kertaan. Jos tulos toisella kerralla paranee huomattavasti, on syynä ensimmäiseen huonoon tulokseen ollut todennäköisesti yksittäinen halkeama. /1/

Taulukko 1 Vetolujuuksien tulkinta /1/

Vetolujuus	Todennäköinen rapautumistilanne
luokkaa 0 MPa	näytteessä on pitkälle edennyttä rapautuneisuutta
luokkaa 0,5-1,0 MPa	Näytteessä on jonkin asteista rapautuneisuutta
luokkaa 1,5 MPa tai yli	Näytteessä ei todennäköisesti ole merkittävää rapautuneisuutta

Rakenteiden kosteusrasitukset ja kosteusteknisten puutteiden tutkiminen

Kosteus on useimpien rakenteiden pahin rasitustekijä ja se on osallisena lähes kaikissa turmeltumisilmiöissä. Kosteuslähteitä ovat mm. sade, maaperän kosteus, ulkoilman kosteus ja pinnoille tiivistyvä kosteus.

Yleisten rasitustietojen ja suunnittelutietojen perusteella muodostetaan käsitys kohteen kosteusrasitusolosuhteista, kiinnittäen erityistä huomiota toimivuuspuutteisiin ja toiminnan kannalta kriittisiin osatekijöihin.

Kenttätutkimuksissa tehdään silmämääräisiä havaintoja nykyisen kosteusteknisen toimivuuden, rakenteen nykyisen kunnon ja parantamismahdollisuuksien näkökulmasta.

Rakennuksen kosteusteknistä toimivuutta tulisi tarkastella ainakin seuraavien osatekijöiden kannalta:

- julkisivujen pintakäsittelyt
- sateelle alttiiden pintojen suojaverhouksien ja lisälämmöneristyksen tarve

- räystäärakenteet
- ikkunaliitokset
- julkisivusaumat ja saumakohtien tuulettavuus sekä eristetilan vedenpoisto
- parvekkeiden eri pintojen pintakäsittelyt (parvekelaattojen ylä- ja alapinta)
- parvekkeiden kallistukset ja vedenpoisto
- parvekelasituksen ja kattamisen vaikutus. /1/

Pintakäsittelyjen vaurioituminen ja vaurioitumisen tutkiminen

Betonijulkisivujen maalipinnoitteen irtoaminen on tavallinen turmeltumisilmiö. Maalipinnan turmeltumista aiheuttavat mm. seuraavat tekijät:

- auringon ultraviolett- ja lämpösäteily
- voimakas kosteusrasitus
- betonin korkea alkalisuus
- heikko betonin pintakerros ja
- julkisivun mekaaninen rasitus.

Pintakäsittelyn kunnan tutkiminen tapahtuu silmämääräisesti, esimerkiksi halkeilua ja hilseilyä kartoittaen. /1/

Muut korjaustarvetta aiheuttavat tekijät

Asbesti

Asbesti on pitkäkuituinen mineraali, jota on käytetty julkisivuissa lähinnä alkydisideaineisissa pinnoitteissa ja levytuotteissa. Pinnoitteen asbestipitoisuus tutkitaan laboratoriossa. /1/

Lähde:

/1/ Betonijulkisivujen kuntotutkimus - BY 42, Suomen Betonitieto Oy, Helsinki.