



**TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
ÅBO YRKESHÖGSKOLA**

Opinnäytetyö

**BETONISEN PIHALAATASTON
ERIKOISTARKASTUS**

Heikki Vanne

Rakennustekniikka

2009

Turun ammattikorkeakoulu

Tekniikka, ympäristö ja talous

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Talonrakennustekniikka

Heikki Vanne

Opinnäytetyö

Betonisen pihalaataston erikoistarkastus

Hyväksytty

Turussa ____/____ 2009

Valvoja

Tekn.lis. Vesa Virtanen

Koulutuspäällikkö

Tekn.lis. Raimo Vierimaa

Koulutusohjelma: Rakennustekniikka	
Tekijä: Heikki Veli-Matti Vanne	
Työn nimi: Betonisen pihalaataston erikoistarkastus	
Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka	Ohjaaja(t): Tekn. lis. Vesa Virtanen
Opinnäytetyön valmistumisajankohta: Huhtikuu 2009	Sivumäärä: 27 sivua + 36 liitesivua
<p>Opinnäytetyö on Espoon Tapiolassa sijaitsevan Itätuulenkujan laataston erikoistarkastus. Tarkoituksena oli selvittää betonirakenteiden kunto sekä selvästi näkyvissä olevien vesivuotojen syy mahdollisia korjaustoimenpiteitä varten.</p> <p>Tämän työn alussa kerrotaan teräsbetonin vaurioiden vaurioitumismekanismeja painottaen tutkimusten perusteella havaittuihin vauriotyyppeihin sekä itse erikoistarkastuksessa tehtävät tutkimukset, käytetyt laitteet ja tutkimusmenetelmät.</p> <p>Itse tarkastusraportti on jaoteltu neljään rakenneosaan joista kustakin kerrotaan tutkimustulokset ja visuaaliset havainnot. Tutkimustuloksien merkitystä rakenteen toimivuudelle on painotettu ja korostettu kriittisiä arvoja. Näiden jälkeen kerrotaan suositeltavat korjaustoimenpiteen rakenneosittain. Liitteenä on myös korjaustöiden alustava kustannusarvio.</p> <p>Lopussa käsitellään kohteesta tehtyä 3D- mallia, joka on tehty vaiherolaserkailauksella. Käydään lävitse käytetyn ohjelman valintaperusteet sekä toimivuuden erikoistarkastuksen tutkimustulosten esittämisessä. Pohditaan myös sen tarpeellisuutta, heikkouksia ja vahvuuksia.</p>	
Hakusanat: erikoistarkastus, kuntotutkimus, kylmät kantavat piharakenteet	
Säilytyspaikka: Turun ammattikorkeakoulun kirjasto	

Degree Programme: Civil Engineering	
Author: Heikki Veli-Matti Vanne	
Title: Special inspection of load-bearing slab structure	
Specialization line: Structural engineering	Instructor: Vesa Virtanen, Principal Lecturer
Date: April 2009	Total number of pages: 27 pages + 36 appendage pages
<p>This thesis deals with the special inspection of load-bearing slab structure in Itätuulenkujja in Espoo. The intention was to inspect the whole structure and report all damage and especially the cause of severe damage by water to the slabs for possible repairs.</p> <p>In the beginning I discuss the usual damage seen on reinforced concrete, focusing on mechanisms found during the inspection, as well as, the methods and equipment used in the special inspection.</p> <p>Dividing the inspection report into four parts, I report the found damages highlighting the critical values, thus clarifying the needed repairs and methods.</p> <p>At the end of my thesis I tell about the 3D model made by phase difference laser scanning. It was used to show detailed information on the whole structure and to facilitate seeing the big picture concerning the found damage.</p>	
Keywords: special inspection, condition inspection of concrete slabs	
Deposited at: Turun ammattikorkeakoulun kirjasto Library, Turku University of Applied Sciences	

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	8
2 TERÄSBETONIRAKENTEIDEN VAURIOT	9
2.1 Betonin vauriot kantavissa rakenteissa	9
2.1.1 Pakkasrapautuminen	9
2.1.2 Ettringiittireaktio	10
2.1.3 Alkalirunkoainereaktio	10
2.2 Rapautumien tutkiminen	11
2.3 Raudoitteiden korroosio	11
2.3.1 Betonin karbonatisoituminen	12
2.3.2 Kloridien läsnäolo betonissa.	12
3 ERIKOISTARKASTUSKOHDE	13
3.1 Kohteen tiedot	13
3.2 Lähtöaineistot	13
3.3 Tutkittavien osien jaotteluperusteet	14
4 ERIKOISTARKASTUKSEN TOIMENPITEET	14
5 LAATASTO	15
5.1 Mittaustulokset	15
5.1.1 Betonipeitemittaukset ja karbonatisoituminen	15
5.1.2 Kloridipitoisuus	15
5.1.3 Vetolujuus	16
5.1.4 Ohuthietutkimukset	17
5.2 Visuaaliset havainnot	18
6 PÄÄLLYSTEET JA PINTARAKENTEET	19
6.1 Pintarakenteiden avaukset	19
6.2 Mittaustulokset	20
6.2.1 Vedeneristeen PAH-analyysi	20

6.2.2	Vedeneristeen asbestianalyysi	20
6.3	Visuaaliset havainnot	20
6.4	Vaaitus	21
7	PORTAIKOT	22
8	VARUSTEET JA LAITTEET	22
8.1	Sadevesikourut	22
8.2	Sadevesikaivot	23
8.3	Syöksytorvet	23
9	KORJAUSEHDOTUKSET RAKENNEOSITTAIN	24
9.1	Laatasto	24
9.2	Päällysteet ja pintarakenteet	25
9.3	Portaikot	25
9.4	Varusteet ja laitteet	25
10	3D-MALLI	26
10.1	Ohjelman valintaperusteet	26
10.2	Ohjelman soveltaminen	26
10.3	Tulosten esittäminen	26
10.4	Pohdinta	27
	LÄHTEET	28

LIITTEET

- Liite 1. Näytteenottopaikat
- Liite 2. Betonipeitemittaukset ja karbonatisoituminen
- Liite 3. Betonin kloridianalyysi, WSP Finland Oy
- Liite 4. Betonin tartuntavetolujuuden määrittäminen
- Liite 5(1). Tutkimusraportti betonin ohuthietutkimuksista
- Liite 5(2). Tutkimusraportti betonin ohuthietutkimuksista, liitekuvat
- Liite 6. Laatuvaatimukset
- Liite 7. Aluejako kuivatuksen suhteen
- Liite 8. Tasokuva
- Liite 9. Vesivuotopaikat
- Liite 10. Vedeneristeen PAH-määritykset
- Liite 11. Vedeneristeen asbestianalyysit
- Liite 12. Tasokuva, kaivot ja kukkapenkit
- Liite 13. Leikkaukset, 3D-kuvat
- Liite 14. Alapintojen ja portaiden vauriot
- Liite 15. Valokuvat
- Liite 16. Kustannusarvio

KUVAT

- Kuva 1. Ilmakuva Itätuulenkujusta. 13

TAULUKOT

- Taulukko 1. Rapautumien tutkiminen. 11
- Taulukko 2. Vetolujuusarvojen tulkinta. 11
- Taulukko 3. Kloridipitoisuudet. 16
- Taulukko 4 Vetotulokset 1/2. 16
- Taulukko 5 Vetotulokset 2/2. 17
- Taulukko 6 Pintarakenteet avauskohdissa 19

1 JOHDANTO

Usein talorakenteissa kuntotutkimus tulee kyseeseen silloin kun havaitaan ns. maallikon silmin selkeitä vaurioita ja jo syntyneitä vikoja. Havaittavat vauriot ovat mm. maalipintojen laajat hilseilyt, betonirakenteiden pitkälle edennyt rapautuminen ja ruostumiset. Herkkyys havainnointiin on selkeästi kytketty rakennuksen käyttötarkoitukseen; asuin- ja toimistorakennuksissa usein rapistunut ulkoasu herättää huomiota kun taas tuotantolaitoksissa rakenteiden kestävyys ja toimivuus ovat etusijalla.

Ennaltaehkäisevää, säännöllistä tarkkailua ei suoriteta talorakenteille, koska sitä ei pääsääntöisesti vaadita normaalirakenteisille rakennuksille. Poikkeuksena ovat rakenteet, jotka ovat esim. erittäin kovan dynaamisen rasituksen alaisina tai ovat alttiita suurille lämpötilaeroille. Siksi tehdyt kuntotutkimukset johtavat rakennuksen, tai sen osan, peruskorjaukseen. Tällöin vaurion aiheuttaja poistetaan ja vaurioituneet rakenteet korjataan nykyisten hyvien rakennustapojen mukaisiksi, esimerkkinä vanhan rapautuneen betonisen parvekekaiteen uusiminen teräsrunkoiseen.

Pätevältä kuntotutkimukselta vaaditaan riittäviä tutkimuksia, jotta tuloksia voitaisiin yleistää koskemaan kaikki vastaavia rakenteita tutkimuskohteessa. Mittausmenetelmiä on useita ja on tärkeää valita tehokkain tapa kartoittamaan tietyt vauriot. Tutkijan ammattitaito tulee esille juuri menetelmien optimoinnissa ja kyvyssä yleistää saamiaan kriittisiä tutkimustuloksia.

2 TERÄSBETONIRAKENTEIDEN VAURIOT

2.1 Betonin vauriot kantavissa rakenteissa

Halkeilu ja rapautuminen ovat betonin turmeltumismuodot. Halkeamia voi syntyä betoniin kuivumisen aikaisesta kutistumisesta (huolimaton jälkihoito, liiallinen lämpökäsittely) tai rakenteeseen kohdistuvista ulkoisista voimista (liittyvät rakenteet). Ulkopuolisista voimista aiheutuvat halkeamat voidaan ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa sekä niiden syntyyn voidaan vaikuttaa oikealla terästyksellä, betonin lujuudella ja rakenteen muodolla ja koolla.

Rapautumista voi syntyä vasta betonin kuivuttua. Rapautumisen huomioon ottaminen mitoitusvaiheessa on lähes mahdotonta ja oikein suunnitellussa ja valmistetussa rakenteessa ei rapautumista pitäisi päästä tapahtumaan. Sen syntyyn voidaan vaikuttaa betonin lujuudella ja huokoiskäsittelyllä.

Rapautumista aiheuttaa:

- pakkasrapautuminen
- ettringiittireaktio
- alkalirunkoainereaktio.

(Suomen Betoniyhdistys ry. 2002, 27.)

2.1.1 Pakkasrapautuminen

Pakkasrasitus aiheutuu betonin huokoisverkostossa olevan veden jäätymislaajeneman synnyttämästä paineesta, jota kasvattaa edelleen jääkiteen tilavuuden kasvu lämpötilan jälleen noustessa. Vapaa vesi laajenee jäätyessään noin 9 tilavuusprosenttia. (Suomen Betoniyhdistys ry. 2002, 27.)

2.1.2 Ettringiittireaktio

Ettringiittireaktio on kovettuneessa sementtikivessä tapahtuva sulfaattimineraalien kemiallinen reaktio, johon liittyy reaktiotuotteiden voimakas tilavuudenkasvu. Syntyvän 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. (Suomen Betoniyhdistys ry. 2002, 31.)

Ettringiittireaktion syynä on yleensä betonin liian voimakas lämpökäsittely kovettumisen aikana, mikä aiheuttaa häiriötä sementin kovettumisreaktiossa. Tämän johdosta ettringiittireaktion mahdollisuus on suuri niissä elementtityypeissä, joita on lämpökäsitelty voimakkaasti ja jotka joutuvat ankaran kosteusrasitukseen. (Suomen Betoniyhdistys ry. 2002, 31.)

2.1.3 Alkalirunkoainereaktio

Alkalirunkoainereaktio (alkalikiviainesreaktio) on betonin kiviaineksessa tapahtuva sementtikiven alkalisuudesta aiheutuva paisumisreaktio, joka voi rapauttaa betonia. Alkalikiviainesreaktiolle on tyypillistä pinnan kosteudesta johtuva laikukkuus, suunnaltaan epäsäännöllinen ja tiheä verkkohalkeilu ja paisuminen. Halkeamista tunkeutuu ulos geolimäistä reaktiotuotetta. Alkalikiviainesreaktion vauriot muistuttavat pakkasrasituksen aiheuttamaa halkeilua. Alkalikiviainesreaktio ja pakkasrasitus vaikuttavat myös usein yhdessä. (Suomen Betoniyhdistys ry. 2002, 32.)

2.2 Rapautumien tutkiminen

Taulukko 1. Rapautumavaurioiden paikallistamiseen ja laajuuden määrittämiseen soveltuvia menetelmiä ja niiden soveltuvuus korjaushankkeen eri vaiheisiin. (Suomen Betoniyhdistys ry. 2007, 20)

	Menetelmän tarkkuus		Soveltuvuus eri vaiheissa		
	Rapautumisaste	Edustavuus	Kuntotutkimus	Suunnittelu	Toteutus
Silmämääräinen arviointi	Erittäin pitkälle edennyt	Eritt. laaja	+	(+)	+
Vasarointi	Erittäin pitkälle edennyt	Laaja	+	(+)	+
Vetokoe	Pitkälle edennyt	Pistemäinen	+	+	+
Ohuthie / Pintahie	Alkava	Pistemäinen	+	(+)	-
Mek. piikkaus	Pitkälle edennyt	Pistemäinen	-	-	+
Vesipiikkaus	Alkava	Laaja-alainen	-	-	+

+ = soveltuu käytettäväksi (+) = ei yleensä käytetä - = ei yleensä soveltu käytettäväksi

Taulukko 2. Vetolujuusarvojen tulkinta tavanomaisen julkisivubetonin tapauksessa. (Suomen Betoniyhdistys ry. 2007, 21)

	Vetolujuus	Murtotapa ja -kohta	Huomautuksia
Pitkälle edennyttä rapautumaa	Luokkaa alle 0,5 MPa	- Kiviainesrakeiden pintaa pitkin - Murtopinnalla saattaa esiintyä suolamuodostumia (leveät halkeamat) - Murtokohta usein lähellä pintaa	Tulkinta voi olla ongelmallista, jos - betonin vetolujuus on ollut alun perinkin heikko - kiviaineena käytetty pyöreää luonnonkiviainesta tai muutoin heikkolujuuksista kiviainesta
Jonkinasteista rapautumaa	Luokkaa 1,0 MPa	- Murto kiviainesrakeiden pintaa pitkin - Murto usein lähellä pintaa	- rakenteessa on muita esim. kuivumisesta tai kuormituksesta aiheutuneita halkeamia
Ei rapautumista	Luokkaa 1,5 MPa tai yli	- Murto kiviainesrakeita rikkova - Murtopinta suora ja tasainen	- näytteessä on raudoitusta

2.3 Raudoitteiden korroosio

Betonin emäksisyys luo teräksen pintaan ohuen oksidikalvon, joka estää ruostumista. Myös riittävällä suojabetonilla sekä tiiviillä betonimassalla estetään haitallisten aineiden, kuten happojen ja kloridien pääsy terästen lähelle.

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

- o betonin karbonatisoituminen
- o kloridien läsnäolo raudoitusta ympäröivässä betonissa. (Suomen Betoniyhdistys ry. 2002,19.)

2.3.1 Betonin karbonatisoituminen

Karbonatisoitumiseksi sanotaan betonin neutraloitumisreaktioita, joiden seurauksena betonin huokoisveden pH-arvo alenee. Reaktiot aiheutuvat ilman sisältämän hiilidioksidin CO₂ tunkeutumisesta betoniin. Karbonatisoituminen etenee vähitellen rintamana betonin pinnasta alkaen. Betonin pH-arvo karbonatisoituneella vyöhykkeellä laskee likimain arvoon 8,5. (Suomen Betoniyhdistys ry. 2002, 21.)

2.3.2 Kloridien läsnäolo betonissa.

Betonissa oleva riittävän korkea, ns. kynnyсарvon ylittävä kloridipitoisuus voi käynnistää betoniraudotteiden korroosion sellaisessakin betonissa, joka ei ole karbonatisoitunut. Kynnyсарvona pidetään noin 0,03...0,07p- % kloridipitoisuutta betonin painosta. Kloridikorroosiolle on ominaista, että raudoitteen korroosio tapahtuu pistemäisesti ja hyvin voimakkaana, varsinkin jos kloridit ovat tunkeutuneet kovettuneeseen betoniin. (Suomen Betoniyhdistys ry. 2002, 23.)

3 ERIKOISTARKASTUSKOHDE

3.1 Kohteen tiedot



Kuva 1. Ilmakuva Itätuulenkujasta.

Kohde sijaitsee Espoon Tapiolassa. Ruusukortteliksi kutsuttu Itätuulen kuja 1:stä alkava laatasto on suunniteltu ja pääosin toteutettu vuosina 1979 – 1985. Laataston yläpuoli on piha-alueita ja kujaa, alapuoli toimii kylmänä parkkitilana asuinrakennuksille, toimistoille ja Stockmann-tavaratalolle.

Piha-alueet on pääsääntöisesti toteutettu ontelolaatoilla ja itse kuja TT-laatoilla. Betonina on laatoissa on käytetty K-30 betonia. Saumamassaa ja ontelolaattojen terästyksiä ei voitu varmistaa suunnitelmista. Kokonaispituus on n. 272 m, josta itse kujaa on n. 210 m ja kävelykäytävää n. 62 m. Leveys vaihtelee 46...62 m välillä ja alikulkukorkeus 2,0...4,5 m välillä. Laataston kokonaispinta-ala on n. 9800 m². (LIITE 8)

3.2 Lähtöaineistot

Erikoistarkastuksen lähtötietoina käytettiin edellisen, osittaisen kuntotutkimuksen raporttia sekä laataston suunnitelmia.

3.3 Tutkittavien osien jaotteluperusteet

Erikoistarkastus jaoteltiin seuraavasti:

- laatasto: kantava rakenne, alapuoliset vauriot
- päällysteet ja pintarakenteet: suojaavat laatastoa, vaurioiden syy
- portaikot: erityyppinen rakenne, laajat vauriot
- varusteet ja laitteet: pienemmät rakenneosat ja laitteet

Jaottelu perustuu osien funktioihin sekä mahdollisten korjaustoimien järkevään ositukseen.

4 ERIKOISTARKASTUKSEN TOIMENPITEET

Tutkimussopimuksen mukaisesti tehtävänä oli selvittää laataston sekä pintarakenteiden kunto, tarvittavat korjaustyöt ja alustava kustannusarvio. Erikoistarkastus suoritettiin seuraavien laitteiden ja menetelmien avulla:

- Betonipeitteet mitattiin Hilti Ferrosan FS 10 –betonipeite-mittarilla.
- Betonin karbonatisoituminen tutkittiin timanttiporaamalla rakenteesta Ø 32...100 mm lieriöitä. Karbonatisoitumisvyvyys mitattiin suihkuttamalla fenolftaleiinia lieriön ulkopinnalle ja/tai halkaisupinnalle sekä lisäksi ohuthietutkimusten yhteydessä.
- Betonin kloridipitoisuudet määritettiin rakenteesta poraamalla otetuista kuivajauhenäytteistä laboratoriossa standardin SFS 5451 mukaisesti. Kloridianalyysit kansilaatan ylä- ja alapinnan palanäytteistä teki WSP Finland Oy.
- Vetolujuuskokeita varten rakenteesta irrotettiin näytekappaleet halkaisijaltaan Ø 50 mm. Betonin vetolujuuden määritykset suoritettiin Josef Freundl F10 D Easy M 2004 – vetokoelaitteella standardin SFS 5445 mukaisesti laboratoriossa.
- Ohuthietutkimukset tehtiin laboratoriossa timanttiporaamalla rakenteesta otetuista Ø 50 mm - Ø 80 mm lieriöistä.
Ohuthietutkimukset teki WSP Finland Oy.

- Porapalanäytteet otettiin Hakken, Vega ja Husqvarna – timanttiporauslaitteistoilla.
- Päällysteiden vaaitukset tehtiin Leica TCR1203 takymetrillä.
- 3D- keilaus tehtiin Basis Softwaren Surphaser 25HSX vaihe-erokeilaimella.
- Yleistarkastus tehtiin silmämääräisesti käyttäen apuna digivideokameraa.
- PAH-analyysin teki WSP Finland ISO/DIS 16703 mukaisesti.
- Asbestianalyysin teki WSP Finland valomikroskoopilla.

5 LAATASTO

5.1 Mittaustulokset

5.1.1 Betonipeitemittaukset ja karbonatisoituminen

Betonipeitemittaukset tehtiin kattavasti laataston alapinnasta. Mittaustuloksia mitattiin yhteensä n.1000. Tonteittain eroja ei ollut joten kaikkia parkkitiloja käsiteltiin yhtenä alueena ja itse kujan TT-laattoja yhtenä. (LIITE 2)

- Parkkitilat min 19/max 42/**ka 25 mm**
- Kuja min 19/max 42/**ka 27 mm**

Karbonatisoituminen mitattiin kuudesta eri kohtaa laataston alapinnasta. Karbonatisoituminen vaihteli keskiarvoltaan 2-8 mm. Karbonatisoitumisesta ei ole pitkällä aikavälillä teräksille vaaraa.

5.1.2 Kloridipitoisuus

Kloridipitoisuus mitattiin kahdesta kohdasta laataston yläpinnasta, jossa on ollut liikennettä/huoltoajoa (LIITE 3). Mittaukset tehtiin ns. profiilimittauksina syvyyksille 0-20, 20-40 ja 40-60 mm. Tulokset olivat selvästi kriittisen alueen(0,03-0,07 p-% happoliukoisena) alapuolella.

Taulukko 3. Kloridipitoisuudet. (LIITE 3)

Näytteenottoaikka	0-20 mm	20-40 mm	40-60 mm
KYP 2.1	<0,01	-	-
KYP 7.1	<0,01	-	-

Mittaustulosten perusteella yläpinnassa ei ole kloridikorroosion riskiä.

5.1.3 Vetolujuus

Taulukko 4 Vetotulokset 1/2. (LIITE 4)

Näyte	Vetolujuus [MN/m ²]	Murtokohta
KYP 3.2	(1,35)	1 - 2 mm (pintalaasti)
-uusinta	1,64	5 - 24 mm, 100% kivien pinnalta
KYP 6.1	1,50	45 - 60 mm, 100% kivien pinnalta
KYP 8.2	(1,10)	68 - 75 mm, n. 25 % kivien pinnalta
-uusinta	2,01	0 - 5 mm (pintalaasti)
KYP 9.2	3,24	1 -2 mm (liima-pintalaasti)
KYP 10.1	1,39	35 - 40 mm, pintavalu
-uusinta	(0,90)	murto toistamiseen valupinnasta
KYP 11.1	(0,93)	1 - 2 mm (pintalaasti)
-uusinta	1,48	90 - 100 mm, runkoaine murtui
KAP 1	(0,01)	10 - 15 mm, n. 10% kivien pinnalta, rapautunut
-uusinta	2,21	50 - 60 mm, runkoaine murtui
KAP 2	2,67	1 - 3 mm (pintalaasti)
KAP 4	1,82	50 - 80 mm, n. 80% kiveä mukailen
KAP 5	0,74	60 - 70 mm, runkoaine murtui
-uusinta	(0,73)	murtopinta samasta kohtaa
KAP 5	2,43	1 - 3 mm (pintalaasti)

Kannen yläpinnan näytteistä jouduttiin uusintaveto tekemään neljästä näytteestä (0,93...1,35 MN/m²), joista kolmen tulokset paranivat (1,48...2,01 MN/m²).

KAP 1 selkeä rapautuma välillä 10 - 15 mm. KAP 5 vetotulos 0,74 MN/m² selkeästi heikko.

Lisävedot

Taulukko 5 Vetotulokset 2/2. (LIITE 4)

Näyte	Vetolujuus [MN/m ²]	Murtokohta
KYP 3.2	(1,20)	60 – 70 mm, n. 40 % kivien pinnalta
-uusinta	1,86	alapään liimaus
KYP 2.2	1,64	64 – 76 mm, runkoaine murtui
KYP 4.2	1,97	1 - 2 mm (pintalaasti)

Kannen yläpinnan lisävedot tehtiin ohuthietutkimustulosten perusteella. Lisävedoissa ei tullut esille selkeää rapautunutta kerrosta.

Yleisesti vetokokeilla ei havaittu laajaa rapautumaa, ainoastaan paikallisia heikkoja kohtia. Näiden kohtien laajuus tulee korjaussuunnittelu ja -työn yhteydessä määrittää tarkemmin. (LIITE 1)

5.1.4 Ohuthietutkimukset

Laatastosta tehtiin kuusi ohuthietutkimusta, joista viisi yläpinnasta ja yksi alapinnasta (LIITE 5). Ohuthietutkimuksessa havaittiin seuraavia tuloksia:

- Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia ja ehjiä.
- Runkoainekappaleiden tartunnat sideaineeseen ovat pääsääntöisesti tasaiset ja kiinni. Tartunnat ovat seuraavissa näytteissä paikoin auki:
 - näytteessä KYP 1.1 pitkänomaisten huokosten kohdilla,
 - näytteessä KYP 4.1 huokostilojen ja mikrosäröjen yhteydessä,
 - näytteessä KYP 5.1 onkaloiden ja rakojen yhteydessä.
- Teräksen tartunta on tiivis näytteessä KYP 2.1 (Ø6 mm, 41 mm syvyydessä), eikä sen pinnalla ole ruostesyöpyimiä. Teräksien (Ø6 mm, 47 mm ja 64 mm syvyydessä) tartunnat näytteessä KYP 7.1 ovat suhteellisen tiiviit, teräksissä on levymäisiä ruostesyöpyimiä.
- Vain näytteissä KYP 1.1 ja KYP 5.1 ei ole merkittävää mikrosäröilyä tai mikrorakoja. Näytteissä KYP 2.1, KYP 4.1 sekä KYP 7.1 on epäjatkuvaa suuntautumaton mikrosäröilyä suhteellisen paljon. Lisäksi KYP 2.1 on pystysuuntainen

halkeama (yläpinnasta 66 mm syvyyteen) joka on osittain umpeutunut karbonaatilla.

- Näytteessä KYP 5.1 olevassa betoniosassa on kauttaaltaan suuntautunutta mikrorakoilua ja rakomaisia huokostiloja.
- Näytteiden KYP 1.1 sekä KYP 4.1 (kantava laatta) huokosiin ja mikrorakoihin on kiteytynyt yleisesti kalsiumhydroksia sekä ettringiittiä. Näytteissä KYP 2.1, KYP 5.1 sekä KYP 7.1 kiteytymiä oli vain vähän. Lisäksi näytteessä KYP 2.1 on yksittäinen rakomainen huokostila (pituus 7,8 mm, leveys 0,09 mm) umpeutunut kalsiumhydroksilla, karbonaatilla ja ettringiitillä. Näytteen KYP 5.1 läpi ulottuvaan osittain avonaiseen valusaumaan on myös kiteytynyt ettringiittiä.
- Näytteessä KYP 5.1 on viitteitä varhaisesta jäätymisestä, muissa näytteissä pakkasrapautumista ei ole havaittavissa.
- Karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin 1 mm kaikissa näytteissä.
- Kutistuminen on ollut näytteissä KYP 2.1, KYP 4.1 ja KYP 7.1 suhteellisen voimakasta. Betonit ovat vaihtelevan laatuaisia ja tiivistys ei ole onnistunut näytteissä KYP 1.1 ja KYP 5.1.
- Betoni ei ole huokosrakenteen perusteella pakkasenkestävä.
- Näytteiden KYP 1.1, KYP 4.1 ja KYP 5.1 huokostilojen ettringiittikiteytymät voivat aiheuttaa rapautumaa paisuessaan.

5.2 Visuaaliset havainnot

Erittäin vakavia vesivuotoja alapuolella laattojen saumoista, eritoten vanhemmissa osissa (tontit 1 ja 3) (LIITE 9). Osiin vesivuotoja on tehty paikallinen ränni johtamaan vedet pois autopaikoituksen päältä. Näiden vesivuotojen laajuutta tai vakavuutta ei voitu todeta. Kalkkihärmettä on havaittavissa ontelolaattojen tuuletusreikien ympärillä kaikilla alueilla (eniten tonteilla 1 ja 3). Itätuulenkujan laataston alkupää (Itätuulenkuja 1) vuotaa erittäin vakavasti koko leveydeltään. Alapinta on kokonaan suojattu pelleillä. Näiltä osin vaurioiden vakavuus ja laajuus päätelty palkeille valuvasta vedestä. Itätuulenkuja 1C sisäänkäynnin lähellä useita hakateräksiä esillä talon ja laataston välisessä betonivalussa. Itätuulenkuja 7:n tontilla kolmen palkin hakateräkset osittain näkyvissä (teräkset aivan liian pinnassa). (LIITE 14)

6 PÄÄLLYSTEET JA PINTARAKENTEET

6.1 Pintarakenteiden avaukset

Pintarakenteet avattiin 11:sta kohdasta.

Taulukko 6 Pintarakenteet avauskohdissa

KYP 1		KYP 7	
Pihalaatta	60 mm	Pihalaatta	60 mm
Tasoitesora	40 mm	Tasoitesora	40 mm
Suojabetoni	25 mm	Suojabetoni	30 mm
<u>Kermi</u>	<u>8 mm</u>	3 x muovi	1 mm
Yhteensä	133 mm	2 x kermi	8 mm
		<u>2 x muovi</u>	<u>1 mm</u>
		Yhteensä	140 mm
KYP 2		KYP 8	
Pihalaatta	60 mm	Pihalaatta	60 mm
Tasoitevalu	50 mm	Tasoitesora	40 mm
Suojabetoni	40 mm	Suod.kang.	1 mm
2 x muovi	1 mm	Uretaanier.	30 mm
2 x kermi	8 mm	<u>Kermi</u>	<u>11 mm</u>
<u>2 x muovi</u>	<u>1 mm</u>	Yhteensä	142 mm
Yhteensä	160 mm		
KYP 3		KYP 9	
Pihalaatta	60 mm	Pihalaatta	60 mm
Tasoitesora	40 mm	Tasoitesora	40 mm
Suod.kang.	1 mm	Suod.kang.	1 mm
Uretaanier.	60 mm	Uretaanier.	20 mm
<u>4 x kermi</u>	<u>12 mm</u>	<u>Kermi</u>	<u>20 mm</u>
Yhteensä	173 mm	Yhteensä	141 mm
KYP 4		KYP 10	
AB	110 mm	Pihalaatta	60 mm
Suojabetoni	40 mm	Tasoitesora	40 mm
2 x muovi	1 mm	Suod.kang.	1 mm
2 x kermi	8 mm	Uretaanier.	20 mm
<u>2 x muovi</u>	<u>1 mm</u>	Kermi	20 mm
Yhteensä	160 mm	<u>2 x muovi</u>	<u>1 mm</u>
KYP 5		Yhteensä	142 mm
Pihalaatta	60 mm	KYP 11	
Suojabetoni	120 mm	Pihalaatta	60 mm
2 x muovi	1 mm	Tasoitesora	40 mm
2 x kermi	8 mm	Suod.kang.	1 mm
<u>2 x muovi</u>	<u>1 mm</u>	<u>Kermi</u>	<u>15 mm</u>
Yhteensä	190 mm	Yhteensä	116 mm
KYP 6			
Pihalaatta	60 mm		
Suojabetoni	200 mm		
2 x muovi	1 mm		
2 x kermi	8 mm		
<u>2 x muovi</u>	<u>1 mm</u>		
Yhteensä	270 mm		

6.2 Mittaustulokset

6.2.1 Vedeneristeen PAH-analyysi

PAH-analyysiin lähetettiin neljä näytettä tutkittavaksi. Näytteiden sisältämät PAH-massat eivät ylittäneet ympäristö- ja terveysturvallisten määrittelemiä raja-arvoja yhdiste- tai kokonaispitoisuuskohtaisesti. PAH-yhdisteitä sisältävät materiaalit, kuten kiivihiili, tulee poistaa aina erillisen purkusuunnitelman mukaan. Purkualue on osastoitava erilleen ja purkujäte on ongelmajätettä. PAH-yhdisteet aiheuttavat syöpää, suoraa kosketusta tulee välttää.

6.2.2 Vedeneristeen asbestianalyysi

Asbestianalyysiin lähetettiin neljä näytettä tutkittavaksi. Näytteet eivät sisältäneet asbestia, jota saattaa olla kermien tukikerroksissa. Asbestia sisältävät materiaalit tulee aina purkaa erillisen asbestipurkusuunnitelman mukaan. Purkutyössä on kiinnitettävä erityistä huomiota asbestipölyn eristämiseen. Purkujäte on toimitettava kaatopaikalle asbestijätteenä. Asbestipöly lisää keuhkosyövän todennäköisyyttä, pölyn hengittämistä tulisi välttää.

6.3 Visuaaliset havainnot

Yleistarkastuksessa tehtiin seuraavat havainnot päällysteestä ja pintarakenteesta:

- Pihalaattoja on rikki koko tarkastusalueella noin 70 kpl.
- Rikkinäisiä pihalaattoja on vaihdettu alueella useaan otteeseen (visuaalinen haitta).
- Usean betonisen kukkapenkin seinämät ovat kallistuneet ulospäin.
- Kaikissa avauskohdissa pihalaattojen alta virtaava vesi täytti porausreiän miltei pihalaatan yläpinnan tasolle.
- Useita lätäköitä, asukkaiden mukaan rankkasateiden aikana vesi nousee laajalti pihalaattojen yläpuolelle ja kuivumiseen menee jopa kaksi päivää. Kuivatus ei toimi ollenkaan koko laataston alueella.

6.4 Vaaitus

Neopoint Oy suoritti Laataston yläpinnan vaaituksen. Vaaituksessa käytettiin Leica TCR1203 takymetriä (tarkkuus +/- 2 mm). Laatasto on pääsääntöisesti vaaittu 3 m:n välein, väliä on pienennetty tarkkuutta vaativissa kohdissa, kuten portaat ja talojen nurkat. Vaaittu alue on rajattu kaupungin omistamaan kujaan sekä Itätuulen kiejien 1, 3, 5 ja 7 tonteille. (LIITE 6)

Vaaitustietojen perusteella tutkimusalue voidaan jakaa neljään osaan korjaustoimenpiteitä varten. (LIITE 7)

Alkuperäisten suunnitelmien mukaan laatastossa on pääsääntöisesti 2 %:n kallistus rakenteista pois päin. Mittaustulosten perusteella kaadot ovat pääsääntöisesti rakenteista pois päin, mutta piha-alueilla kaadot eivät ole aivan selkeitä. Suurin haittatekijä vaaituksessa on epätasainen pihalaatasto, jonka alapuolella oleva tasoitesora tai tasoitevalu elää kosteuden mukaan. Vaikka soraa pihalaattojen alla on pääsääntöisesti vain 40 mm, rouhiminen ja kevytliikenne aiheuttavat jopa 10 mm:n korkeuseroja lähekkäisten pihalaattojen välillä.

Sadevesikaivot ja -kourut pitävät korkeusasemansa riippumatta pihalaataston elämisestä. Piha-alueilla ei täten ole selkeitä kaatoja havaittavissa aina kaivoja ja kouruja kohti. Kaivoja ja kouruja lähimmät pihalaatat ovat hieman tippuneet korkeusasemastaan virtaavan veden viedessä niiden alta tasoitesoraa mukanaan.

7 PORTAIKOT

Laatastossa on kolmet isot portaikot, jotka johtavat maan tasolta laataston yläpuolelle piha-alueelle. Piha-alueilla on useita pienempiä portaita ja ramppeja sillä tonttien takaosat (kujasta poispäin) ovat korkeammalla tasolla.

Kaikki kolme isoa portaikkoa kärsivät vakavasta vesivuodosta. Rapuissa on laajalti kalkkihärmettä ja rappujen taustat ovat märkiä ja paikoin virtaavan veden kostuttamat. Rappujen taustoissa ei ole yhtä selkeitä rapautumisen merkkejä kuin niiden portaissa; portaiden laatoitus on usein irronnut itse rappujen rungosta ja runkobetoni on portaiden alla murentunut. (LIITE 14)

Piha-alueiden pienissä portaikoissa on myös havaittavissa vakavaa rapautumaa ja rappujen pintalaattojen irtoamisia. Kalkkihärmettä on yleisesti toisen tai kolmannen askeleen jälkeen. Vauriot ovat havaittavissa kauttaaltaan kaikissa portaikoissa koko tutkimusalueella.

8 VARUSTEET JA LAITTEET

8.1 Sadevesikourut

Betoniset sadevesikourut olivat tarkastushetkellä lähes poikkeuksetta tukossa lehdistä ja roskista. Lisäksi kouruja peittävät ritiliköt olivat useista kohdista vääntyneet tai kärsineet kolhuja.

Pahin yksittäinen vaurio on Tapiolan palvelutalon edustalla. Metrillä matkalla kouru on luhistunut ja rikkoontunut täysin johtaen veden pois kourusta. Lähimpään kaivoon on matkaa noin 1,5 m.

Yleisesti sadevesikaivojen yläpinta (betonikouru + suojaritilä) on samassa tasoissa kuin pihalaattojenkin yläpinta. Ongelmana on että sadevesi ei valu pihalaattojen pinnoilla

kovinkaan kauas, vaan sadevesi imeytyy laattojen saumauksista rakenteeseen. Betoniset kourut ovat myös liian ylhäällä jotta laattojen alla tasoitesorassa virtaava vesi pääsisi valumaan kouruihin. (LIITE 12)

8.2 Sadevesikaivot

Sadevesikaivojen putkilähdöissä oli 2/3:ssa lehtiä ja roskia, heikentäen veden virtausta huomattavasti. Kaivojen kannet olivat lähes kaikissa silti puhtaat ja paljaat. Kaivojen erikoisuus on, että itse kansi on ylempänä kuin muut pinnat ja sadevesi juoksetetaan kaivoihin niiden kyljistä, joihin on tehty kolo jokaisen sadevesikourun kohdalle. Todella useassa kaivossa juuri nämä kolot olivat ummessa lehdistä ja roskista tarkastushetkellä.

Pahin yksittäinen sadevesikaivon vaurio on Itätuulenkujan 1:n ja 3:n yhteisen asfaltoidun kentän paha syöpymä. Itse kaivonkansi on tippunut noin 20 mm ja asfalttia on syöplynyt kaivon ympäriltä noin 0,5 m². (LIITE 12)

8.3 Syöksytorvet

Tutkimusalueella n. 25 % syöksytorvien yläpäistä on vuotavia ja aiheuttavat vesivuotoa laatalle. Syöksytorvien yläpäistä n.10 kpl on irti kaivosta ja vesi tippuu osittain syöksytorven ohi. Usean syöksytorven liitokset ja mutkat ovat avautuneet ja vettä vuotaa syöksytorvien ulkopuolella etenkin kovin liikennöidyillä Itätuulentielle.

Lisäksi Itätuulenkuja 3:n alueella lähellä Itätuulentietä on yksittäinen syöksytorvi tukkeessa ja vesi juoksee putken yläpäistä yli, jonka johdosta se on selkeästi kalkkihärmän peitossa.

Syöksytorvet johtavat hyvin kaikki vedet pääsadevesikaivoihin, jotka ovat maantasolla ja parkkipaikkatilojen kaadot ovat hyviä. (LIITE 12)

9 KORJausehdotukset rakenneosittain

9.1 Laatasto

- Yläpinnan tasovesipiikkaus tai jyrshintä n.20 mm.
 - Ettringiittikiteytymät.
 - Vetokokeiden perusteella paikallisia kohtia voi joutua piikkaamaan vieläkin syvemmältä.
- Muotoiluvalu ka. 50 mm. Muotoiluvalun paksuus vaihtelee kuivatussuunnitelman mukaisesti.
 - Varmistetaan laataston kuivatuksen kaltevuudet oikeiksi.
- Pinnassa olevat hakateräksiset vesipiikataan esiin ja ruiskubetonoidaan (alapinta ja palkit).
 - Teräksiä on esillä paikallisesti melko paljon, joten paikkaus ilman muotteja tulisi kalliimmaksi vaihtoehdoksi.
- Kansilaatan rapautuneen betonin vesipiikkaus ja ruiskubetonointi (+kaavaus + hierto).
 - Vesivuotoalueella oleva betoni on rapautunut vetokoetuloksen perusteella.
- Vesivuotojälkien poistaminen laataston alapinnasta.
 - Vesivuotojälkien poiston jälkeen nähdään mahdolliset uudet vesivuoto-paikat (ei toivottavat).
- Onteloiden tuuletusreikien avaaminen poraamalla.
 - Umpeutuneet tai pienentyneet reiät estävät onteloiden tuuletuksen.
- Rapautuneiden ontelolaattasaumojen uusiminen.
 - Vaurioituneet saumaukset kunnostetaan.
 - Esteettinen haitta.

9.2 Päällysteet ja pintarakenteet

- Pintarakenteiden uusiminen.
 - Vesivuodot.
 - Vedeneriste on irti laatastosta, jolloin vesi pääsee valumaan laaja-alaisesti kannen yläpinnalla yhdestä pistemäisestä vuotokohdasta.
 - Pienien alueiden korjaustyöt mahdottomia, koska vanhalta alueelta pääsee vesi juoksemaan uudelle alueelle vapaasti.
 - Takuuasioiden huomioiminen -> laajakorjaus = laaja takuu, paikallinen korjaus = ”ei takuuta”.
- Liittymäpellitysten ja -saumausten uusiminen.
 - Pintarakenteiden uusimisen yhteydessä liittymäpellitykset ja -saumat kiinteisiin rakenteisiin on uusittava.

9.3 Portaikot

- Rapautuneen betonin poistaminen ja korjaus valamalla.
 - Rapautuminen.
- Vaurioituneiden askelmalaattojen uusiminen.
 - Irtonaiset askelmalaatat ovat vaarallisia portaiden käyttäjille.
- Vesivuotojälkien poistaminen.
 - Vesivuotojälkien poiston jälkeen nähdään mahdolliset uudet vesivuotopaikat (ei toivottavat).

9.4 Varusteet ja laitteet

- Laataston alapinnassa olevien rännien ja peltien poistaminen.
 - Yläpinnan korjauksen jälkeen rakenteet ovat tarpeettomia.
- Laataston kuivatuksen uusiminen.
 - Nykyinen kuivatusjärjestelmä ei ole toimiva.
- Syöksytorvien uusiminen.
 - Kuivatusjärjestelmän uusimisen yhteydessä on syytä uusida myös alapuolella olevat syöksytorvet.

10 3D-MALLI

10.1 Ohjelman valintaperusteet

Neopoint Oy teki pyynnöstä pistepilvestä AutoCAD-ohjelmistoissa toimivia dwg-kuvia, koska käytettävissä oli AutoCADin lisenssi. Koska pistepilviä ei tarvinnut muokata, soveltuu AutoCAD kevyempänä ohjelmana katseluun ja kevyeen suunnitteluun. Tarkoituksena olikin näyttää väreillä ja symboleilla 3AS-mallissa havaitut vauriot jolloin laajaa aluetta voi tarkastella kerralla. Dwg-kuvien katselu onnistuu myös ilman kallista AutoCAD- lisenssiä. Lisäksi ohjelmisto ja sen formaatti ovat laajalti käytössä suunnittelutoimistoissa.

10.2 Ohjelman soveltaminen

Pistepilvi oli käsitelty siten että laataston alapinnat näkyivät yhtenäisinä ja piha-alueet näkyivät korkeuskäyrinä. Myös talot ja pihojen kiinteät kalusteet näkyvät korkeuskäyrästössä.

AutoCAD antaa käyttäjän tehdä kolmiulotteisia perusmuotoja, kuten suorakulmaisia särmiöitä, sylintereitä ja palloja. Kappaleita voi myös värittää. Näin voidaan malliin lisätä useita erityyppisiä vaurioita ja tutkimustuloksia, joilla on oma muoto ja väri. Koska malli on mittatarkka, voidaan havainnot myös rajata todella tarkasti. Tämä ei kuitenkaan ole oleellista sillä mallipohja on todella iso, joten kaikkein pienimpien kohteiden esittäminen pienillä värjätyillä muodoilla ei toisi vaurioita tarpeeksi hyvin esille.

10.3 Tulosten esittäminen

3D-mallin tarkoitus on helpottaa yleiskuvan näkemistä vaurioista ja alueesta. Siksi selkeästi merkityt vauriot ovat tärkeitä. Selkeisiin vesivuotokohtiin merkittiin punaisella suorakaidesärmiöllä vaurioalue ja kalkkihärmekohtiin vastaavasti keltaisella. Mallin pohjavärinä on sininen.

Laajat vesivuodot ja niiden aiheuttamat vauriot osoittautuivat kriittisiksi, eikä muissa tutkimuksissa havaittu selkeitä heikkouksia. Niitä malliin ei merkattu.

10.4 Pohdinta

3D-mallin päätarkoitus oli teettää yksi yhteinen kuva, josta käyvät ilmi alueen rakenteet, koska tällaista ei alueelta aikaisemmin ole. Erikoistarkastukseen se ei ole välttämätön, mutta tulosten esittäminen näin laajalla alueella on kuitenkin omiaan antamaan katsojalleen selkeän yleiskuvan niin rakenteista kuin vaurioiden laajuudesta ja vakavuudesta. Kun kohteeseen tehdään korjaussuunnittelu, on 3D-mallista todella paljon hyötyä tarkkuutensa ansiosta.

Haittaa 3D-mallin tuottamisesta ei ole, mutta sen tietojen esittäminen tulosteissa on kyseenalaista. Monimuotoisena rakenteena kohteesta ei saa yksinkertaista kulmaa tai näkymää tulosteelle, jossa näkyisivät kaikki merkityt vauriot. Taas yksittäisten, pienempien tulosteiden teettäminen tekee 3D-mallista turhan. Parhaimmillaan malli on kun sitä katsotaan isolta kuvaruudulta tai videotykin avulla. Pätemättömän ohjelman käyttäjän käsissä myös mallin pyörittäminen, tarkentaminen ja loitontaminen ovat aluksi vaikeita.

Kustannustensa puolesta 3D-mallinnus on iso osa tarkastuskustannuksia, mutta pieni osa korjauskustannuksista. Siksi niitä tehdäänkin nykyään enemmissä määrin korjauskohteista, jolloin saadaan apua suunnittelun nopeuttamiseen ja tarkkuuteen. (LIITTEET 9 ja 13)

LÄHTEET

Kirjallisuus

Kaivonen, Juha-Antti 1994. Rakennusten korjaustekniikka ja talous. Saarijävi: Tampereen teknillinen korkeakoulu ja Rakennustieto Oy

Suomen Betoniyhdistys ry. 2002. Betonijulkisivun kuntotutkimus BY 42. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

Suomen Betoniyhdistys ry. 2007. Betonirakenteiden korjausohjeet BY 41. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

Sähköiset lähteet

Tiehallinto 2002. Purkamis- ja esikäsitteilymenetelmät, yleiset laatuvaatimukset SILKO 1.203 [pdf-dokumentti]. Helsinki: Tiehallinto [viitattu 22.4.2009]. Saatavissa <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio1/s1203a.pdf> ja <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio1/s1203b.pdf>.

Tiehallinto 2006. Vedeneristyksen uusiminen kermieristyksenä, työkohtaiset laatuvaatimukset SILKO 2.811 [pdf-dokumentti]. Helsinki: Tiehallinto [viitattu 22.4.2009]. Saatavissa http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio2/s2811_07.pdf.

Tiehallinto 2007a. Betoni sillankorjausmateriaalina, yleiset laatuvaatimukset SILKO 1.201 [pdf-dokumentti]. Helsinki: Tiehallinto [viitattu 22.4.2009]. Saatavissa http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio1/s1201_2007.pdf.

Tiehallinto 2007b. Vedeneristyksen alustan kunnostus, työkohtaiset laatuvaatimukset SILKO 2.240 [pdf-dokumentti]. Helsinki: Tiehallinto [viitattu 22.4.2009]. Saatavissa http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio2/s2240_2007.pdf.

Tiehallinto 2009. Vedeneristyksen uusiminen mastiksieristyksenä, työkohtaiset laatuvaatimukset SILKO 2.812 [pdf-dokumentti]. Helsinki: Tiehallinto [viitattu 22.4.2009]. Saatavissa http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio2/s2812_09.pdf.

Tielaitos 1992. Vedeneristyksen SILKO 1.801 [pdf-dokumentti]. Tampere: Tielaitos [viitattu 22.4]. Saatavissa <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio1/s1801a.pdf> ja <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio1/s1801b.pdf>.

LIITE 1

Näytteenottoaikat

LIITE 2

Betonipeitemittaukset ja karbonatisoituminen

LIITE 3

Betonin kloridianalyysi, WSP Finland Oy

LIITE 4

Betonin tartuntavetolujuuden määrittäminen

LIITE 5(1)

Tutkimusselostus betonin ohuthietutkimuksista

LIITE 5(2)

Tutkimusselostus betonin ohuthietutkimuksista, liitekuvat

LIITE 6

Laataston vaaitus

LIITE 7

Aluejako kuivatuksen suhteen

LIITE 8

Tasokuva

LIITE 9

Vesivuotopaikat

LIITE 10

Vedeneristeen PAH-määritykset

LIITE 11

Vedeneristeen asbestianalyysit

LIITE 12

Tasokuva, kaivot ja kukkapenkit

LIITE 13

Leikkaukset, 3D-kuvat

LIITE 14

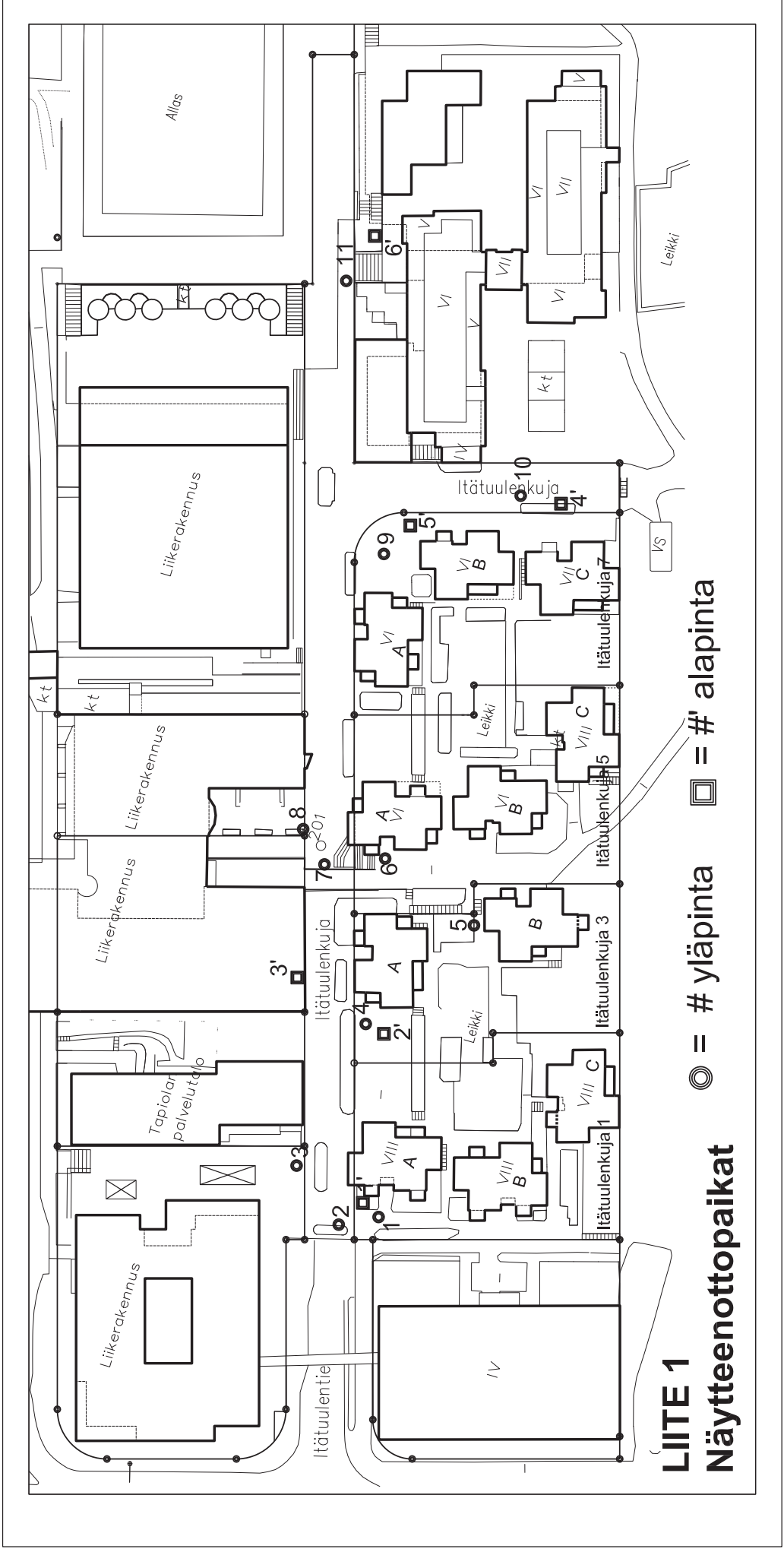
Alapintojen ja portaiden vauriot

LIITE 15

Valokuvat

LIITE 16

Kustannusarvio



LIITE 1
Näytteenottoaikat

☉ = # yläpinta ☐ = # alapinta



Ilmakuva Itätuulenkujusta. Espoon Tapiolassa sijaitseva "Ruusu kortteli" on suunniteltu ja pääsääntöisesti toteutettu 1979 ja 1985 välisenä aikana.



Itätuulenkuja 7:än ja 11:sta välistä otettu kuva kohti Itätuulenkujan alkua.

Keskellä on nähtävissä silta Stockmann -tavarataloon.



Laataston vesivuotojen haittoja alapuolella kulkevalle liikenteelle on vähennetty asentamalla rännejä ja peltejä johdattamaan veden pois esim. autopaikoituksen päältä.



Yksittäinen ontelolaattojen päätyvuoto ja syöksytorven ulkopuolitse tihevä vesi johdatetaan pellillä sivuun josta puutarhaletkulla maahan.



Yksittäisiä pitkittäissuuntaisia saumoja on piilotettu ränneillä ja vesi kootaan päästä pienillä puutarhaletkuilla alas maahan



Laajoja vesivuotoja on eritoten Itätuulenkuja 1:den ja 3:men alueilla.



Kalkkihärme likaa ja vaurioittaa alapuolisia rakenteita ja putkia



Ontelolaattojen saumojen vesivuodot vaurioittavat kaikkia alapuolisia rakenteita.



Ontelolaattojen tuuletusreiät ovat paikoin pahoin kalkkihärmeessä ja jopa ummessa.



Osissa onteloissa on selkeästi kosteutta sisällä, koska umpeutuneiden tuuletusreikien ympäristöt ovat selkeästi märät.





Hakateräksiä pinnassa Itätuulenkuja 1C sisäänkäynnin yläpuolella.



Pahin laajamittainen vesi-
vuoto on heti laataston alussa
Itätuulenkuja 1:ssä. Laataston
päätty ja pitkittäiset saumat
vuotavat koko leveydeltä,
n.60 m matkalla, ja vaurioitta-
vat alapuolisia rakenteita.



Laataston alkuosa on myös
kokonaan suojattu pelleillä,
jotta vuotava vesi ei sotkisi
alapuolella olevia autoja.



Pintarakenteet avattiin yhteensä 11 kohdasta. Yleisimmät rakennekerrokset olivat:

Pihalaatta	60 mm
Suojabetoni	40...200 mm
2 x muovi	1 mm
2 x kermi	8 mm
<u>2 x muovi</u>	<u>1 mm</u>
Yhteensä	116...270 mm



Kaikkia avauskohtia yhdistävä tekijä oli vedeneristeen irrallisuus kansilaatasta. Kuudessa avauskohdassa eriste on irrotettu kaikista pinnoista muovikalvojen avulla. Vedeneriste ei ollut yhdessäkään kohdassa kiinni kansilaatassa.

Suojabetoni oli paikoin pahoin rapautunutta ja usein hyvin epätasalaatuista.



Laattojen alla käytetty tasoite vaihteli hiekasta soraan. Lisäksi osa laatoista oli "upotettu" tasoitevaluun, mutta laatat ovat kuitenkin jääneet laajalti siitä irti tai ovat irronneet siitä ajan saatossa.



Pintarakenteissa virtaava vesi täytti hetkessä kaikki avauskohdat. Kuvassa pihalaatan alta on porattu 200 mm pitkä suojabetoninäyte ja veden pinta nousi 170 mm vedeneristeen pinnalta.



Kävelykujalla sivuun nostettu pihalaatta näytteenottokohdassa kertoo veden korkeuden sateella; vain 20 mm pihalaattojen pinnasta alaspäin. Matkaa vedeneristeseen on 130 mm.



Näytteen poraus kansilaatan yläpinnasta.



Maantasolta kannelle johtavat portait (3 kpl) vuotavat kaikki vakavasti. Vedeneristeen huono kunto tai sen puuttuminen on aiheuttanut hyvin pitkäaikaista vuotoa ja rapautumista etenkin portaiden askelmassa.

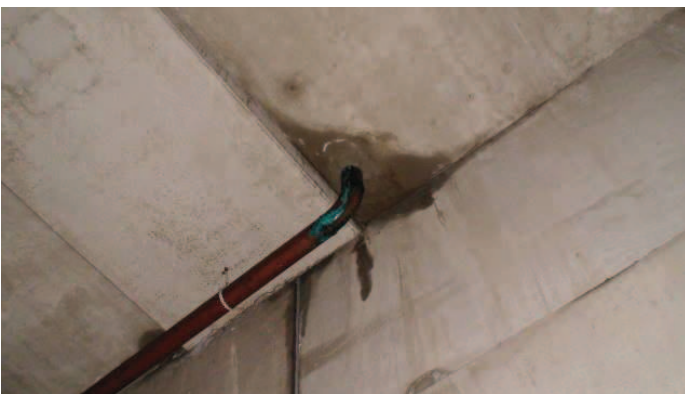


Alapinnat eivät ole pahasti rapautuneet, ainoastaan vesivuotojälkiä on melko paljon.





Syöksytorvien ulkopuolista vesivuotoa on tutkimusalueella noin 20 kpl. Niistä noin kymmenessä (10) yläpäät ovat irti kaivoista.



Kerran paikattu vuotava syöksytorven yläpää (Itätuulenkuja 5).



Kujalla, Stockmannin parkkipaikan sisäänajon kohdalla, yksi irttonainen syöksyputken yläpää. Kuvassa kannen läpi paistaa päivä.

Karbonatisoituminen ja karbonatisoitumiskerroin	[mm]	[mm/vuosi]
Itätuulenkujat 1, 3, 5 ja 7	8	1,5
Itätuulenkujat, TT-laatat	6	1,2

Karbonatisoituminen saavuttaa teräkset

Tällä hetkellä	10v	20v	30v	40v
Itätuulenkujat 1, 3, 5 ja 7	0 %	0 %	0 %	0 %
Itätuulenkujat, TT-laatat	0 %	0 %	0 %	0 %

Karbonatisoitumisen kaikki mittaukset:

	min.	max.	ka.
Itätuulenkujat 1, 3, 5 ja 7	1	4	2
	8	10	8
	3	10	6
Itätuulenkujat, TT-laatat	0	1	1
	1	7	5
	3	10	6

Liitteessä käytetty laskentakaava:

$$K_c = \frac{s'_{carb}}{\sqrt{T}}, \text{ missä}$$

$$s'_{carb} = \text{syvyys, mm}$$

$$T = \text{käyttöikä, a}$$

WSP Finland Oy
Tutkimus
Kiviharjunlenkki 1 D
90220 OULU
Puhelin 0207 864 12
Fax 0207 864 800

12.12.2008

SiltaExpert Oy
Heikki Vanne
Postikatu 10
04400 JÄRVENPÄÄ

Tutkimustilaus 14.11.2008

KLORIDIPITOISUUDEN MÄÄRITYS

Kohde Itätuulenkuja, laatasto.

Menetelmä Näytteen kokonaiskloridipitoisuus on määritetty standardin SFS 5451 mukaisesti.

Tulokset

Näyte	Näytteenottoaikka	Cl ⁻ (paino-%)
KYP 2.1	kansilaatan yläpinta, 0-20 mm	< 0,01
KYP 7.1	kansilaatan yläpinta, 0-20 mm	< 0,01

Näytteet ovat porauskappaleita.

Yhteyshenkilö Tomi Tolppi p. 0207 864 662.

WSP FINLAND OY
Tutkimus



Tomi Tolppi
laboratoriopäällikkö, FM



Ari Rätty
laborantti

Jakelu 1 kpl tilaaja
1 kpl WSP Finland Oy, Tutkimus/ arkisto

BETONIN TARTUNTAVETOLUJUUDEN MÄÄRITYS

Kohde Itätuulenkuja, Espoo

Pvm. 11.-12.11.2008 ja 17.-18.11.2008

Menetelmä Vetolujuuskokeita varten rakenteesta irrotettiin näytekappaleet halkaisijaltaan Ø 50 mm. Vetokokeet suoritettiin Josef Freundl F10 D Easy M 2004 – vetokoelaitteella standardin SFS 5445 mukaisesti laboratoriossa. Mittaustarkkuus +/- < 1 %.

Tulokset

Näyte	Rakenneosa	Vetolujuus [MN/m ²]	Murtokohta
KYP 3.2	Kannen yläpinta	(1,35)	1 - 2 mm (pintalaasti)
	-uusinta	1,64	5 - 24 mm, 100% kivien pinnalta
KYP 6.1	Kannen yläpinta	1,50	45 – 60 mm, 100% kivien pinnalta
KYP 8.2	Kannen yläpinta	(1,10)	68 – 75 mm, n. 25 % kivien pinnalta
	-uusinta	2,01	0 – 5 mm (pintalaasti)
KYP 9.2	Kannen yläpinta	3,24	1 - 2 mm (liima-pintalaasti)
KYP 10.1	Kannen yläpinta	1,39	35 – 40 mm, pintavalu
	-uusinta	(0,90)	murto toistamiseen valupinnasta
KYP 11.1	Kannen yläpinta	(0,93)	1 – 2 mm (pintalaasti)
	-uusinta	1,48	90 – 100 mm, runkoaine murtui
KAP 1	Kannen alapinta	(0,01)	10 – 15 mm, n. 10% kivien pinnalta, rapautunut
	-uusinta	2,21	50 – 60 mm, runkoaine murtui
KAP 2	Kannen alapinta	2,67	1 – 3 mm (pintalaasti)
KAP 4	Kannen alapinta	1,82	50 – 80 mm, n. 80% kiveä mukaillen
KAP 5	Kannen alapinta	0,74	60 – 70 mm, runkoaine murtui
	-uusinta	(0,73)	murtopinta samasta kohdasta
KAP 5	Kannen alapinta	2,43	1 – 3 mm (pintalaasti)

Lisävedot

Näyte	Rakenneseosa	Vetolujuus [MN/m²]	Murtokohta
KYP 3.2	Kannen yläpinta	(1,20)	60 – 70 mm, n. 40 % kivien pinnalta
	-uusinta	1,86	alapään liimaus
KYP 2.2	Kannen yläpinta	1,64	64 – 76 mm, runkoaine murtui
KYP 4.2	Kannen yläpinta	1,97	1 - 2 mm (pintalaasti)

Paikka ja aika Turussa 20.2.2009

Testaaja Heikki Vanne
Ins. opiskelija

WSP Finland Oy
Tutkimus
Heikkiläntie 7 D
00210 HELSINKI
Puhelin 0207 864 11
Faksi 0207 864 800

11.12.2008

SiltaExpert Oy
Heikki Vanne
Varkkakuja 2
20320 TURKU

OHUTHIETUTKIMUS

Yleistiedot näytteistä Tilaaja on toimittanut kohteesta Itätuulenkujä, laatasto, kuusi betonilieriönäytettä ohuthietutkimuksia varten, nrot: KYP1.1, KYP2.1, KYP4.1, KYP5.1, KYP7.1 ja KAP3.

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

Betoninäytteiden yleispiirteiden tarkastelu suoritettiin ensin Olympus SZ3060 stereomikroskoopilla, minkä jälkeen ohuthieet tutkittiin Nikon E400 POL polarisaatiomikroskoopilla.

Ohuthietutkimuksessa käytettiin apuna standardia ASTM C856.

Tulokset **Näyte KYP1.1**, kansilaatta yläpinta. Näytteen pituus on 38-66 mm. Yläpinnassa on bitumieristeen jäämiä. Ohuthie on tehty yläpinnasta alkaen.

Betoni on hieman epätasalaatuista ja suhteellisen tiivistä (epäsäännöllisiä, pitkiä huokostiloja). Runkoaine koostuu pyörityneistä ja kulmikkaista 0,02–12,0 mm:n kokoisista, pääosin graniitti- ja gneissikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia ja ehjiä.

Sideaine on portlandsementtiä. Osittain hydratoitunutta sementtiklinkkeriä on runsaasti mutta hydrataatio on tasaista. Karbonatisoituminen ulottuu yläpinnasta alle 1,0 mm:iin.

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat pitkänomaisten huokostilojen yhteydessä paikoin auki mutta pääosin kiinni.

Jatkuvia mikrorakoja tai merkittävää mikrosäröilyä ei ole.

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on suhteellisen vähän ja 0,8–10,0 mm:n kokoisia huokosia kohtalaisesti. Huokokset ovat paikoin pitkänomaisia ja runkoaineen pinoilla. Huokosten seinämille on kiteytynyt yleisesti ettringiittiä sekä kalsiumhydroksidia ja usein alle 0,19 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet (kuva 1).

Näyte KYP2.1, kansilaatta yläpinta. Näytteen pituus on 80 mm. Yläpinnassa on bitumieristeen jäämiä. Teräs ($\varnothing = 6,0$ mm) on 41 mm:n syvyydeltä yläpinnasta. Ohuthie on tehty yläpinnasta alkaen.

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Runkoaine koostuu pyörityneistä ja kulmikkaista 0,02–16,0 mm:n kokoisista, pääosin graniittikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia ja ehjiä.

Sideaine on portlandsementtiä. Osittain hydratoitunutta sementtiklinkkeriä on paljon mutta hydrataatio on edennyt normaalisti. Karbonatisoituminen ulottuu yläpinnasta alle 1,0 mm:iin.

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat tasaiset ja kiinni.

Teräksen tartunta on tiivis eikä siinä ole ruostetta.

Lieriönäytteen yläpinnasta 66 mm:n syvyyteen ulottuu pystysuuntainen halkeama (leveys alle 0,8 mm). Se myötäilee runkoainetta ja on paikoin umpeutunut karbonaatilla. Betonissa havaittiin yksittäinen 7,8 mm pitkä ja alle 0,09 mm leveä rakomainen huokostila, mikä on umpeutunut kalsiumhydroksidilla, karbonaatilla ja ettringiitillä. Epäjatkuvaa, suuntautumaton mikrosäröilyä on suhteellisen paljon (leveys alle 0,01 mm).

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös 0,8–4,9 mm:n kokoisia huokosia. Huokosten seinämillä on hieman kalsiumhydroksidia.

Näyte KYP4.1, kansilaatta yläpinta. Näytteen pituus on 74 mm. Ohuthie on tehty yläpinnasta alkaen.

Näyte koostuu kolmesta betoniosasta: pintaosasta ja kantavasta laatasta sekä lieriön sivussa olevasta erillisesti betonivalusta. Betoniosien kontaktit ovat kiinni mutta tartunnoissa on kohtalaisesti avoimia kohtia sekä ettringiittikiteytyksiä.

Pintaosa (paksuus 10-14 mm)

Betoni on suhteellisen tiivistä ja hieman epätasalaatuista. Runkoaine koostuu pääosin pyörityneistä, 0,02–4,0 mm:n kokoisista, graniitti-, gneissi- ja amfiboliittikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia ja ehjiä.

Sideaine on portlandsementtiä, joka on tasaisesti hydratoitunut. Karbonatisoituminen ulottuu yläpinnasta 0-2,0 mm:iin, keskimäärin alle 1,0 mm:iin.

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat yleisesti tasaiset ja kiinni (huokostilojen yhteydessä paikoin auki).

Jatkuvia mikrorakoja ei ole. Suuntautumattomia mikrosäröjä on kohtalaisesti (pituus enintään 4,6 mm, leveys alle 0,01 mm).

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän ja 0,8–8,2 mm:n kokoisia huokosia suhteellisen vähän, paikoin kohtalaisesti. Huokosten seinämille on kiteytynyt hieman ettringiittiä ja yksittäiset alle 0,18 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet.

Kantava laatta

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Runkoaine koostuu pyörityneistä ja kulmikkaista, 0,02–8,0 mm:n kokoisista, pääosin graniittikappaleista sekä mineraalirakeista. Lieriön sivulla 17-70 mm syvyydellä oleva betoniosa on suhteellisen tasalaatuista ja tiivistä. Runkoaine on alle 12,0 mm kokoista, pääosin graniitti-, amfiboliitti- ja gneissinainesta. Betonissa on suhteellisen paljon suuria huokostiloja (halkaisija alle 11,3 mm).

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia ja ehjiä.

Sideaine on portlandsementtiä, joka on tasaisesti hydratoitunut. Sideaine on karbonatisoitunut pintaosan kontaktissa alle 1,0 mm.

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat yleisesti tasaiset ja kiinni. Mikrosäröjen yhteydessä runkoainetartunnat ovat paikoin auki ja niihin on kiteytynyt hieman ettringiittiä.

Jatkuvia mikrorakoja ei ole. Suuntautumattomia mikrosäröjä on suhteellisen paljon (pituus enintään 4,4 mm, leveys alle 0,02 mm), lieriön sivussa olevassa betoniosassa vähän.

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös 0,8–6,0 mm:n kokoisia huokosia. Huokosiin on kiteytynyt yleisesti

kalsiumhydroksidia sekä ettringiittiä ja alle 0,30 mm:n kokoiset huokokset ovat paikoin umpeutuneet.

Näyte KYP5.1, kansilaatta yläpinta. Näytteen pituus on 80 mm. Ohuthie on tehty yläpinnasta alkaen.

Betoni on epätasalaatuista ja paikoin huokoista sekä onkaloista. Lieriön läpi ulottuu pystysuuntainen valusauma, mikä on osittain auki ja siihen on kiteytynyt ettringiittiä. Runkoaine koostuu pääosin pyörityneistä ja kulmikkaista, 0,02–12,0 mm:n kokoisista, graniitti-, liuske- ja gneissikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia ja ehjiä.

Sideaine on portlandsementtiä ja se on tasaisesti hydratoitunut. Karbonatisoituminen ulottuu yläpinnasta 0-2,0 mm:iin, keskimäärin alle 1,0 mm:iin.

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat huokostilojen/onkaloiden ja rakojen yhteydessä paikoin auki.

Jatkuvia mikrorakoja ei ole. Lieriön reunalla olevassa betoniosassa on ohuthieen alalta (ainakin 48 mm yläpinnasta) kauttaaltaan suuntautunutta mikrorakoilua/ rakomaisia huokostiloja (kuva 2). Poralieriön yläpinta on osittain murentunut. Raot myötäilevät runkoainetta ja ovat usein umpeutuneet ettringiitillä ja kalsiumhydroksidilla. Päävalussa rakoilua tai merkittävää mikrosäröilyä ei havaittu.

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on kohtalaisesti ja 0,8–11,0 mm:n kokoisia huokosia suhteellisen paljon ja ne muodostavat onkalomaisia rakenteita. Huokosten seinämille on kiteytynyt hieman kalsiumhydroksidia sekä yleisesti ettringiittiä, mikä täyttää usein alle 0,52 mm:n kokoisia huokosia.

Näyte KYP7.1, kansilaatta yläpinta. Näytteen pituus on 74 mm. Teräkset ($\varnothing = 6,0$ mm) ovat 47 ja 64 mm yläpinnasta. Ohuthie on tehty yläpinnasta alkaen.

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Runkoaine koostuu pääosin kulmikkaista, 0,02–14,0 mm:n kokoisista graniittikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia ja ehjiä.

Sideaine on portlandsementtiä, joka on tasaisesti hydratoitunut (kohtalaisesti osittain hydratoitunutta sementtiklinkkeriä). Karbonatisoituminen ulottuu yläpinnasta alle 1,0 mm:iin.

Sideaineen ja runkoainekappaleiden väliset tartunnat ovat yleisesti kiinni ja yksittäisesti mikrosäröilyn yhteydessä auki.

Teräksissä on hieman levymäisiä ruostesyöpyymiä. Terästen tartunnat ovat suhteellisen tiiviit.

Jatkuvia mikrorakoja ei ole. Epäjatkuvaa, suuntautumaton mikrosäröilyä on suhteellisen paljon (pituus enintään 9,0 mm, leveys alle 0,01 mm) (kuva 3).

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös 0,8–5,1 mm:n kokoisia huokosia. Huokosten seinämille on kiteytynyt pieniä määriä ettringiittiä sekä kalsiumhydroksidia ja yksittäiset alle 0,09 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet.

Näyte KAP3, kansilaatta alapinta. Näytteen pituus on 66 mm. Teräkset ($\varnothing = 6,0$ mm) ovat 26 ja 72 mm alapinnasta. Ohuthie on tehty alapinnasta alkaen.

Betoni on tasalaatuista ja tiivistä. Runkoaine koostuu pääosin kulmikkaista, 0,02–14,0 mm:n kokoisista graniittikappaleista sekä mineraalirakeista.

Runkoainekappaleet ovat rapautumattomia ja ehjiä.

Sideaine on portlandsementtiä. Osittain hydratoitunutta sementtiklinkkeriä on suhteellisen paljon mutta hydrataatio on tasaista (kuva 4). Karbonatisoituminen ulottuu alapinnasta alle 1,0 mm:iin.

Sideaineen ja runkoainekappaleiden/ terästen väliset tartunnat ovat tasaiset ja kiinni. Teräksissä ei ole ruostetta.

Jatkuvia mikrorakoja ei ole. Mikrosäröilyä on vähän (pituus enintään 11,2 mm, leveys alle 0,01 mm, yksittäiset ulottuvat alapintaan).

Pyöreitä, 0,02-0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös 0,8–4,4 mm:n kokoisia huokosia. Huokosissa ei ole merkittäviä kiteytyymiä (reunoilla hieman kalsiumhydroksidia).

Tulosten tarkastelu

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

Näyte	Rakenne-osa/ pinta	Kunto	Krb keski-määrin [mm]	Pakkaskesto/ huokostäytteet	Pakkasrapautuneisuus*
KYP 1.1	kansi, yp	tyydyttävä	yp 1	Ei/ usein umpeutuneet, ettringiitti, kalsiumhydroksidi	0
KYP 2.1	kansi, yp	tyydyttävä	yp 1	Ei/ ei	0
KYP 4.1	kansi, yp	tyydyttävä	yp 1	Ei/ paikoin umpeutuneet, ettringiitti, kalsiumhydroksidi	0
KYP 5.1	kansi, yp	välttävä	yp 1	Ei/ usein umpeutuneet, ettringiitti	jäätynyt
KYP 7.1	kansi, yp	tyydyttävä	yp 1	Ei/ yksittäiset umpeutuneet, ettringiitti, kalsiumhydroksidi	0
KAP 3	kansi, ap	hyvä	ap 1	Ei/ ei	0

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

Betonit ovat vaihtelevan laatuista ja tiivistys ei ole täysin onnistunut laatoissa KYP1.1 ja KYP5.1. Lisäksi laatan KYP2.1 yläpinnassa on todennäköisesti plastinen halkeama ja ilmeisesti virtauskanava, mitkä voivat olla vedenerottumisen aiheuttamat. Kutistuminen (säröily) on ollut suhteellisen voimakasta laatoissa KYP2.1, KYP4.1 ja KYP7.1, mikä voi hieman heikentää betonien säilyvyyttä.

Runkoainekappaleet ovat hyvälaatuista kiviainesta. Sideaineen kovettuminen on normaali. Karbonatisoituminen ei ole edennyt syvälle betoneihin. Kannen KYP7.1 teräksissä on hieman ruostesyöpymiä.

Betonit eivät ole huokosrakenteen perusteella pakkasenkestäviä. Osa kansilaatan KYP5.1 betonista on jäätynyt varhaisessa vaiheessa ja sen säilyvyys on arviolta merkittävästi heikentynyt. Betoneissa ei havaittu myöhempää pakkasrapautumista.

Kannen yläpinnoissa (KYP1.1, KYP4.1, KYP5.1) huokostiloihin on kiteytynyt erittäin runsaasti ettringiittiä. Kiteytymät ovat syntyneet betonin varhaisen kosteuden aikana tai/ja ne ovat aiheutuneet myöhemmästä kosteusrasituksesta. Ettringiitin paisuminen voi aiheuttaa/edistää rapautumista.

WSP FINLAND OY

Vesa Kontio
tutkija, FMJussi Myllykangas
tutkija, FM

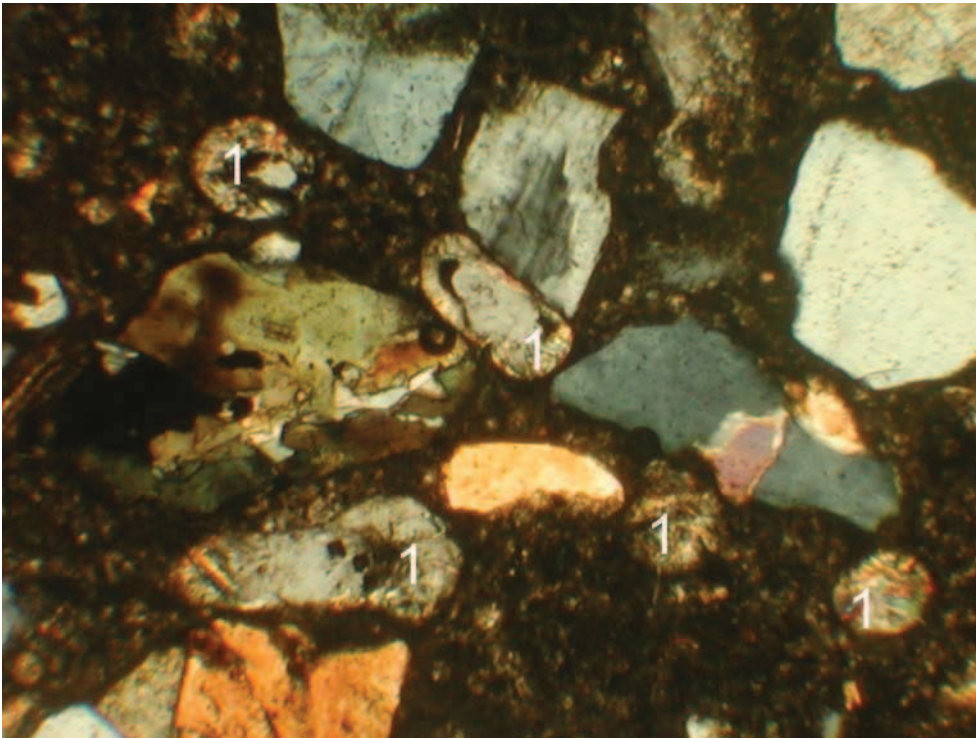
Liite 1

mikrorakennekuvat

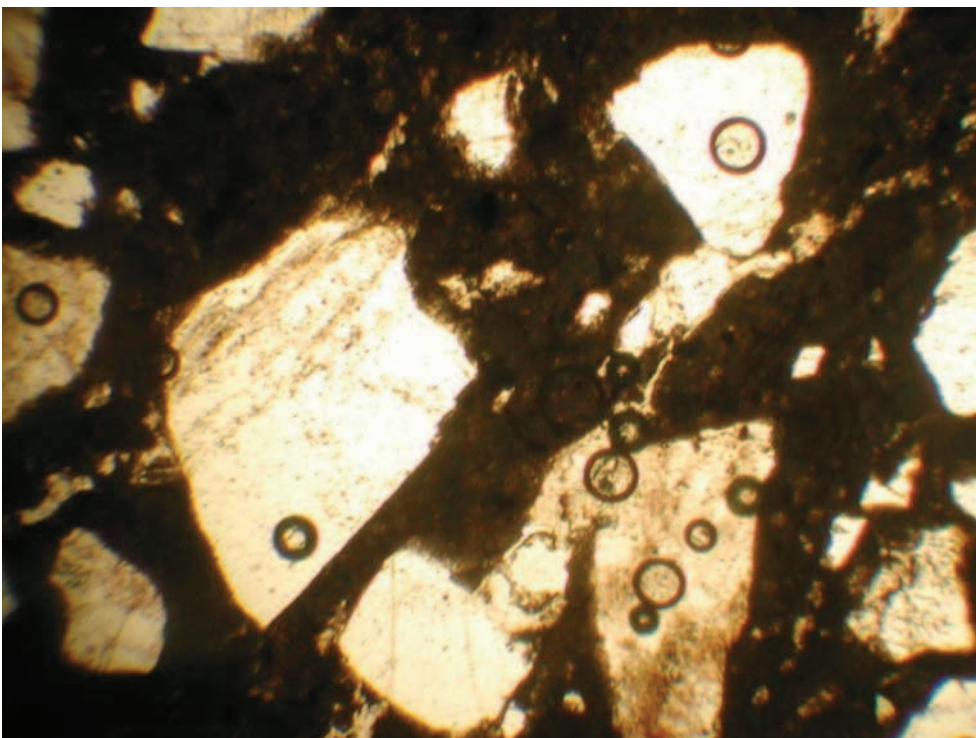
Jakelu

1 kpl tilaaja

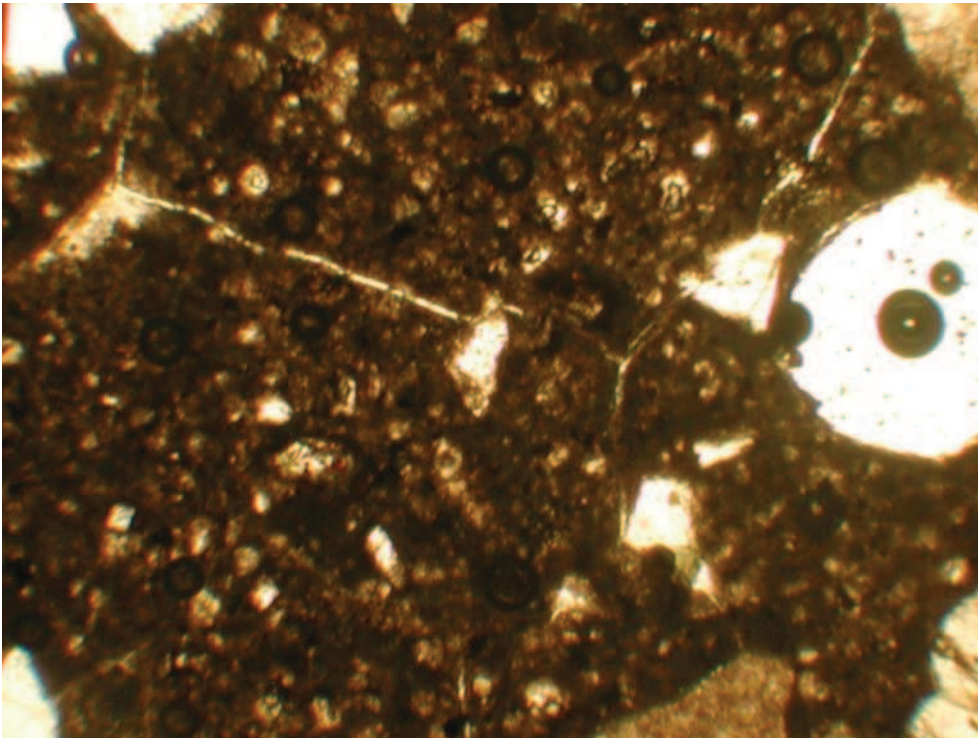
1 kpl WSP Finland Oy, Tutkimus/ arkisto



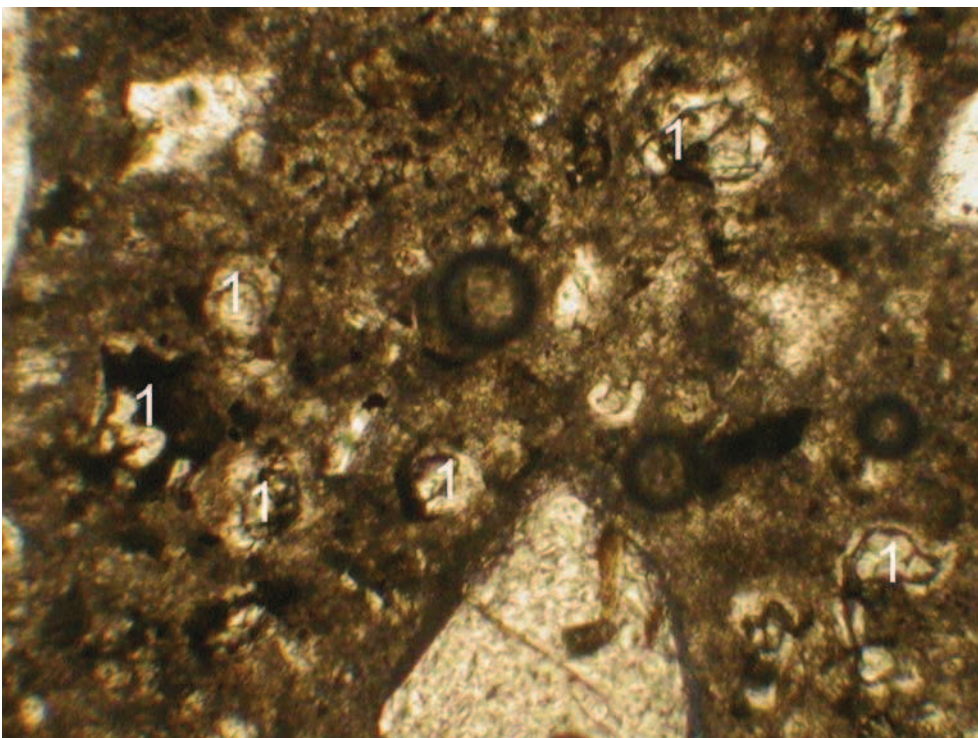
Kuva 1 (näyte KYP1.1). Huokostiloihin on kiteytynyt runsaasti ettringiittiä ja kalsiumhydroksidia (1). Pienimmät suojahuokokset ovat usein umpeutuneet. Kuvan pidemmän sivun pituus on 1,3 mm.



Kuva 2 (näyte KYP5.1). Kannen yläpinnan betoniosassa on runsaasti suuntautuneita mikrorakoja/ rakomaisia huokostiloja, jotka ovat usein umpeutuneet ettringiitillä. Betoni on ilmeisesti jäätynyt. Kuvan pidemmän sivun pituus on 1,5 mm.



Kuva 3 (näyte KYP7.1). Kannessa on suhteellisen paljon todennäköisesti kuivumiskutistumisen aiheuttamaa säröilyä, mikä voi hieman heikentää betonin säilyvyyttä. Kuvan pidemmän sivun pituus on 1,3 mm.



Kuva 4 (näyte KAP3). Sideaineessa on runsaasti osittain hydratoitunutta sementtiklinkkeriä (1) mutta hydrataatio on edennyt normaalisti. Kuvan pidemmän sivun pituus on 0,6 mm.



1:250

LIITE 6.
Laataston vaaitus

63.60

Liikerakennus

Tapiolan palvelutalo

41.00

43.50

50.20

16

10

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat 3

Itätuulenkujat

Itätuulentie

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

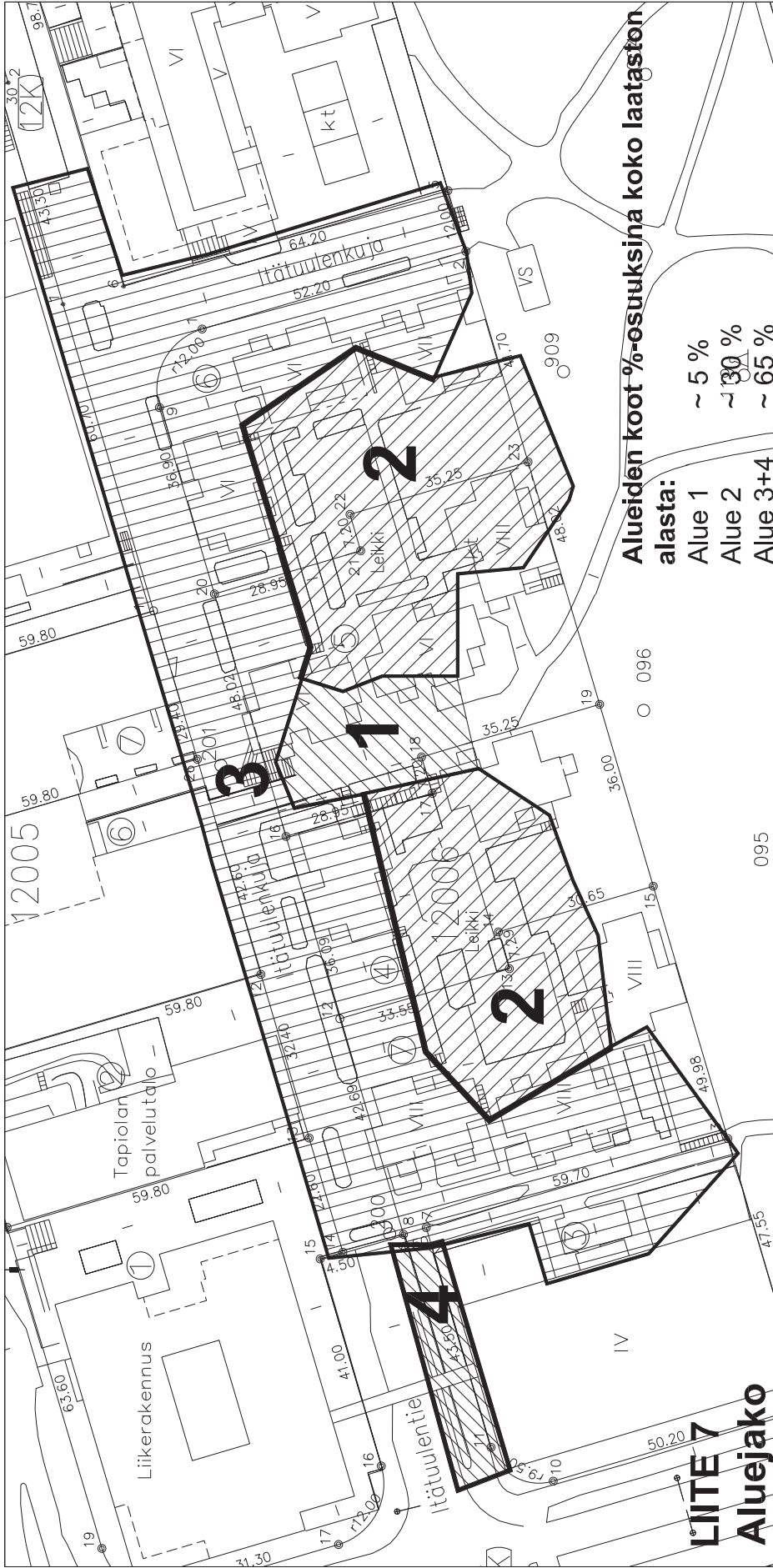
Itätuulenkujat

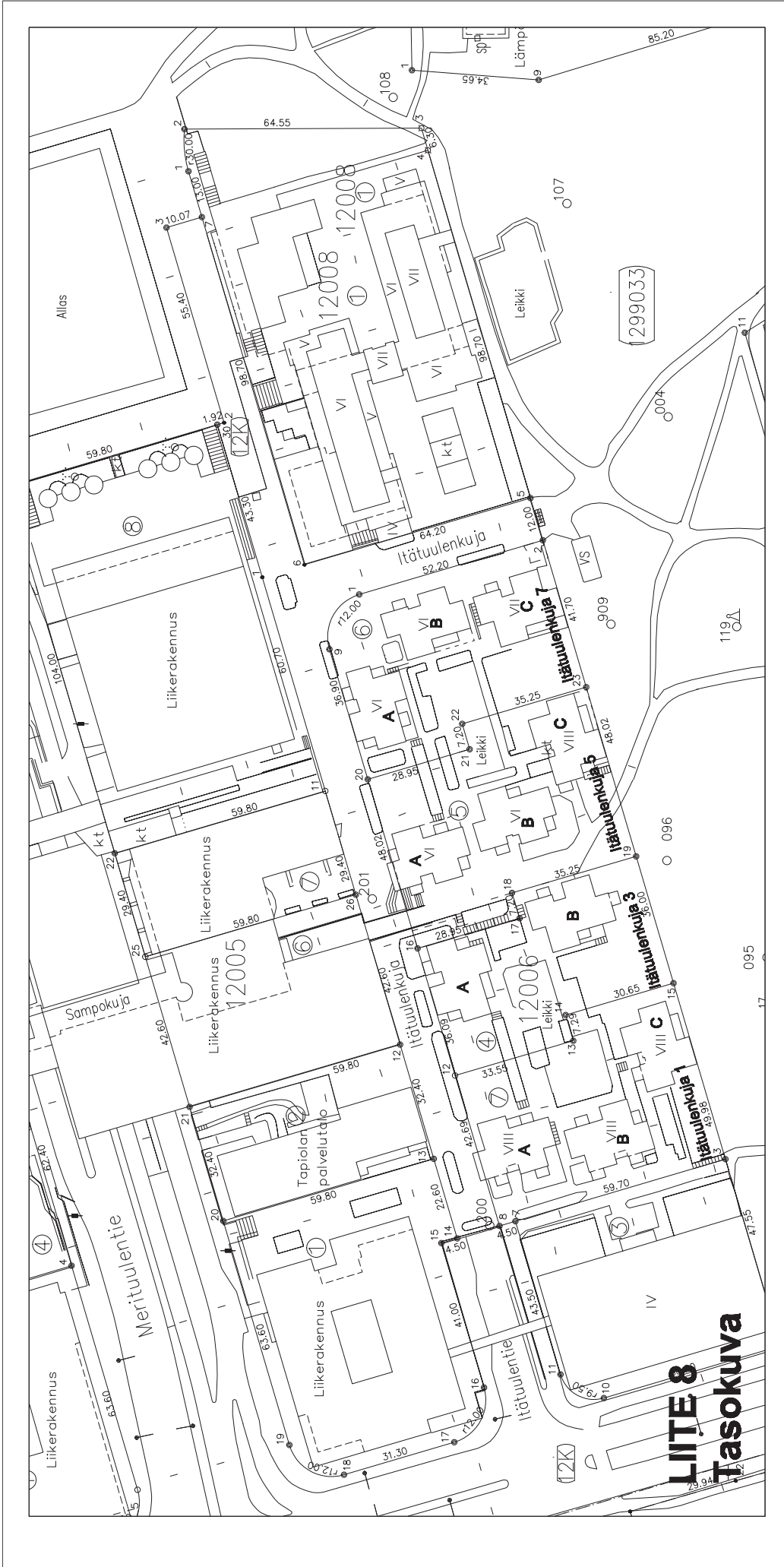
Itätuulenkujat

Itätuulenkujat

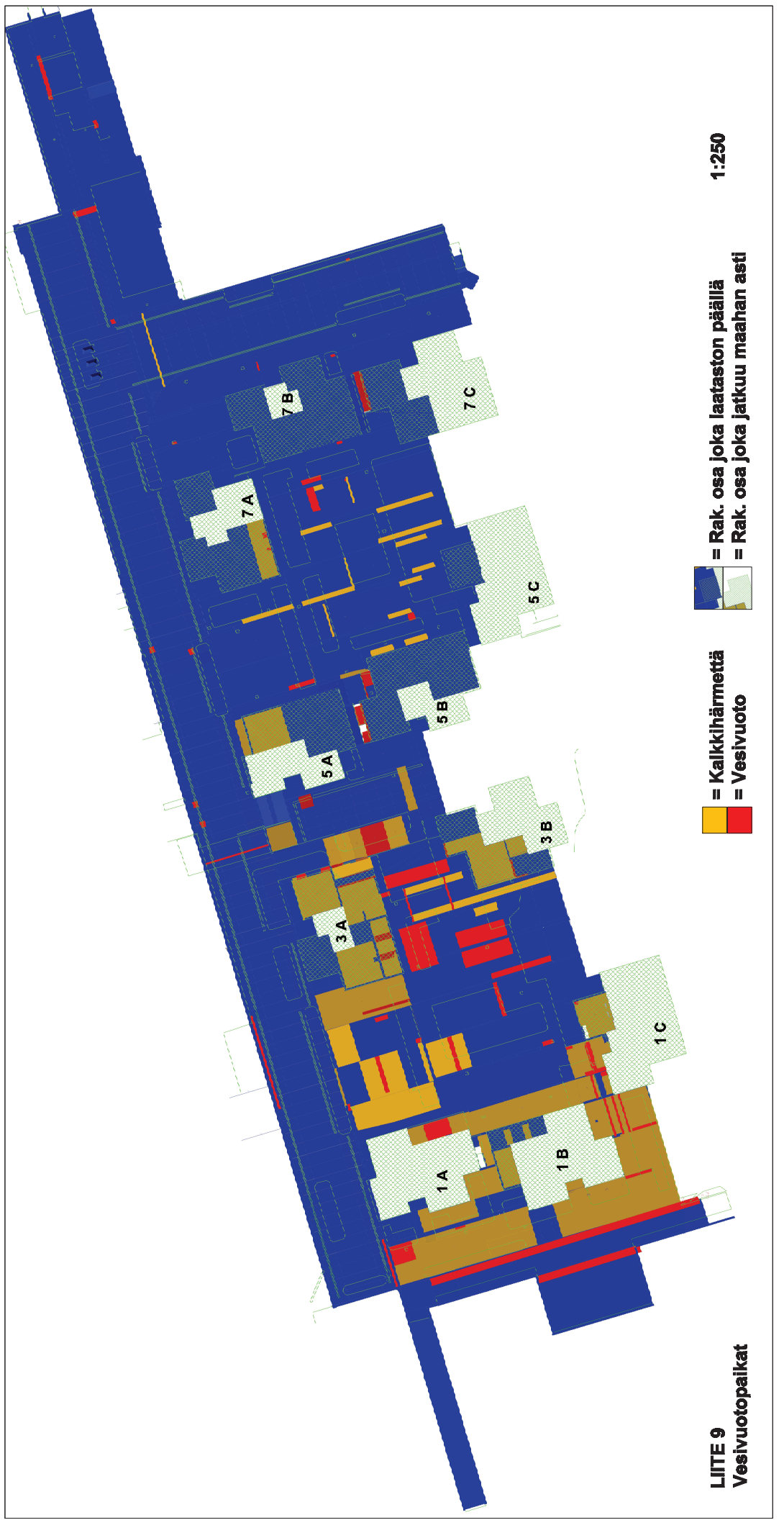
Itätuulenkujat

Itätuulenkujat





LIITE 8
Tasokuva



LIIITE 9
Vesivuotoapaikat

 = Kalkkihärmettä
 = Vesivuoto

 = Rak. osa joka laataston päällä
 = Rak. osa joka jatkuu maahan asti

1:250

WSP Finland Oy
Tutkimus
Kiviharjunlenkki 1 D
90220 OULU
Puh. 0207 864 12
Fax 0207 864 800

11.12.2008

SiltaExpert Oy
Heikki Vanne
Postikatu 10
04400 JÄRVENPÄÄ

Tutkimustilaus 27.11.2008

PAH-ANALYYSI

Kohde Itätuulenkuja, laatasto.

Menetelmät Näytteet (4 kpl) uutettiin pentaani/asetoniin. PAH-määritykset suoritettiin GC-MSD -mittauksella standardiehdotuksen ISO/DIS 16703 mukaisesti.

Tulokset

Näyte nro	Materiaali/ ottopaikka	Bentso(a)pyreeni-pitoisuus [mg/kg]	PAH-16 kokonaisuus [mg/kg]
KYP2	kansilaatan vedeneristys	< 2.0	2.2
KYP3	kansilaatan vedeneristys	< 2.0	< 2.0
KYP5	kansilaatan vedeneristys	< 2.0	2.2
KYP11	kansilaatan vedeneristys	< 2.0	< 2.0

Toimenpiteet Massat eivät ylitä ympäristö-/terveysviranomaisten määrittelemiä raja-arvoja yhdiste- tai kokonaispitoisuuskohtaisesti (yhdistekohtainen 40 mg/kg, kokonaispitoisuus 200 mg/kg). Purku suoritetaan rutiinimenetelmin ja jäte voidaan hävittää normaalin rakennusjätteen tavoin.

WSP FINLAND OY
Tutkimus



Tomi Tolppi
laboratoriopäällikkö, FM



Jussi Myllykangas
tutkija, FM

Jakelu 1 kpl tilaaja
1 kpl WSP Finland Oy, Tutkimus/ arkisto

WSP Finland Oy
Tutkimus
Kiviharjunlenkki 1 D
90220 OULU
Puhelin 0207 864 12
Fax 0207 864 800

11.12.2008

SiltaExpert Oy
Heikki Vanne
Postikatu 10
04400 JÄRVENPÄÄ

Tutkimustilaus 27.11.2008

ASBESTIANALYYSI

Kohde Itätuulenkuja, laatasto.

Analyysimenetelmä Analyysi on tehty valomikroskoopilla (merkintä VM) ja pyyhkäisy-elektronimikroskoopilla (merkintä EM).

Tulokset

KYP2. kansilaatan vedeneristys	(VM) Ei sisällä asbestia.
KYP3. kansilaatan vedeneristys	(VM) Ei sisällä asbestia.
KYP5. kansilaatan vedeneristys	(VM) Ei sisällä asbestia.
KYP11. kansilaatan vedeneristys	(VM) Ei sisällä asbestia.

WSP FINLAND OY
Tutkimus



Jussi Myllykangas
tutkija, FM



Tiina Juntunen
tutkimusassistentti, FM

Jakelu

1 kpl tilaaja
1 kpl WSP Finland Oy, Tutkimus/ arkisto



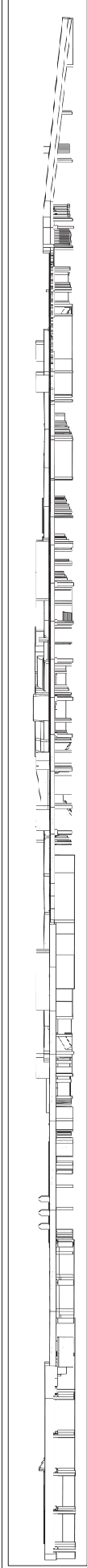
LIITE 12
Tasokuva, kaivot ja kukkapenkit

○ 096 Laatastosta tontille kuuluva %-osuus:

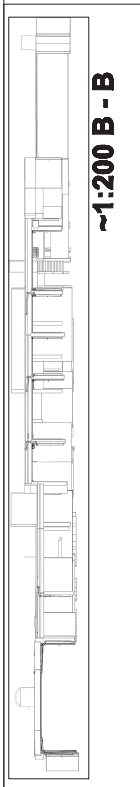
Itätuulenkujat 1	~ 20 %
Itätuulenkujat 3	~ 15 %
Itätuulenkujat 5	~ 16 %
Itätuulenkujat 7	~ 18 %
Espoon kaupunki	~ 32 %



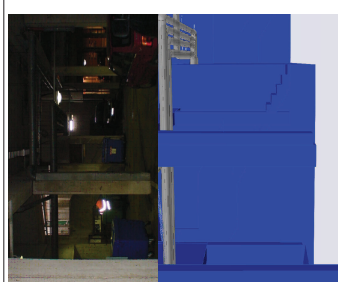
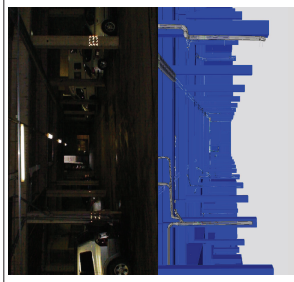
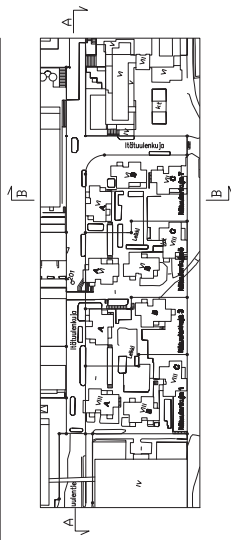
1:250



~1:300 A - A



~1:200 B - B



LIITE 13
Leikkaukset, 3D-kuvat



1:250

- ▨ = Alapinnan rapautunut alue
- ▧ = Alapinnan teräsket näkyvissä
- = Askelmien irtoneaisia laattoja

LIITE 14
Alapintojen ja portaiden vauriot

Rakenneosa	Vaurio	Korjaustapa	Määrä	Yks.hinta €	Kok.hinta €	HUOM
LAATASTO						
Yläpinta	Ettringiitti, rapautuminen, mikrosäröily	Tasovesipiikkaus n. 20 mm	9000 m ²	24	216 000	Vaihtoehto 1.
Yläpinta	Ettringiitti, rapautuminen, mikrosäröily	Jyrsintä n. 20 mm	9000 m ²	20	180 000	Vaihtoehto 2.
Yläpinta	Ettringiitti, rapautuminen, mikrosäröily	Muotoiluvälu ka. 50 mm	9000 m ²	25	225 000	
Alapinta	Ruostuminen	Vesipiikkaus + ruiskubetonointi (+kaavaus + hieerto)	40 m ²	250	10 000	Yksittäiset teräokset
Alapinta	Rapautuminen	Vesipiikkaus + ruiskubetonointi (+kaavaus + hieerto)	40 m ²	250	10 000	
Alapinta	Vesivuoto	Vesivuotojälkien poisto	1300 m ²	10	13 000	
Alapinta	Vesivuoto	Onteloiden tuuletusreikien avaus poraamalla	100 kpl	10	1 000	
Alapinnan saumaus	Vesivuoto	Ontelolaattasaumojen uusiminen	30 kpl	100	3 000	

PÄÄLLYSTEET JA PINTARAKENTEET

Pintarakenteiden uusiminen	Vesivuoto, vedeneristeen huono kunto	Uudet vesieristeet + laatoitus -purku ja puhdistus -3x kermi -salaojamatto -suodat.kang. + laatoitus	9000 m ²	210	1 890 000	Vaihtoehto 1.
Pintarakenteiden uusiminen	Vesivuoto, vedeneristeen huono kunto	Uudet vesieristeet + asfaltti -purku ja puhdistus -2x kermi -2x AB	9000 m ²	56	504 000	Vaihtoehto 2.
Pintarakenteiden uusiminen	Vesivuoto, vedeneristeen huono kunto	Uudet vesieristeet + asfaltti -purku ja puhdistus -mastiksi (55 kg/m ²) -kumibitumiasfaltti	9000 m ²	60	540 000	Vaihtoehto 3.
Liittymäpellitykset ja -saumaukset	Vuotavat, pintarakenteiden uusiminen	Liittymäpellitykset ja -saumaukset	1100 m	30	33 000	

PORTAIKOT

Portaat	Rapautuma, vesivuoto	Piikkaus + valaminen muoteilla	20 m ²	250	5 000	
Portaat	Irtoamat	Askelmataattojen uusiminen	20 kpl	50	1000	
Portaat	Vesivuoto	Vesivuotojälkien poisto	50 m ²	10	500	

MUUT VARUSTEET JA LAITTEET						
Laataston alapinnan rännit ja pellitykset	Pintarakenteiden uusiminen	Poistaminen	200 m ²	30	6 000	
Kuivatusjärjestelmä	Väärä korkeusasema, suunnitteluvirhe	Uusiminen (Kaivot ja kourut+ salaojien teko)	700 m	60	42 000	Vanhaa sadevesikourua 500 m
Syöksytorvet	Irtoamisia, vesivuotoja, tukkeutumia	Uusiminen	100 m	120	12 000	
				YHT. Aiv 0 %	~ 1.036.500,00 – 2.458.500,00€	

Kustannusarvioon ei ole sisällytetty korjaussuunnitelmaista eikä muistakaan konsultointitöistä (esim. työneikaiset mittaus-, laadunvarmistus- ja valvontatyöt) aiheutuvia kustannuksia.

Kustannusarvioon ei ole sisällytetty liikenteenjärjestelyistä aiheutuvia kustannuksia.

Määrät on laskettu piirustuksista tai arvioitu ja ne on pyöristetty. Korjaussuunnittelija määrittää yhdessä tilaajan kanssa korjaus-toimenpiteet, laskee tarkat korjausmäärät ja arvioi korjauskustannukset.