

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma / rakennustuotanto

Antti Roslakka

INKEROISTEN JA MYLLYKOSKEN VESITORNIEN KUNTOKARTOITUS

Insinööritö 2013

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

ROSLAKKA, ANTTI

Inkeröiden ja Myllykosken vesitornien kuntokartoitus

Insinöörityö

64 sivua + 68 liitesivua

Työn ohjaajat

lehtori Sirpa Laakso, laboratorioinsinööri Jari Harju

Toimeksiantaja

Kymen Vesi Oy

Lokakuu 2012

Avainsanat

kuntoarvio, korroosio, kustannusarvio,
vesitorni

Insinöörityön aiheena oli kerätä yleistietoa vesitorneista sekä laatia kahdesta vesitornista kuntokartoitukset sekä kustannusarviot korjaustoimenpiteille. Vesitornit sijaitsevat Inkeröissä ja Myllykoskella. Inkeröiden vesitorni on valmistunut vuonna 1965 ja Myllykosken vuonna 1970. Vesitornit ovat paikallavalettuja betonirakenteisia rakennuksia. Insinöörityön tilaajana on Kymen Vesi Oy.

Tutustuminen torneihin tapahtui muutamien saatavissa olevien rakennuspiirustusten sekä pöytäkirjojen avulla. Dokumentteihin perehtymisen jälkeen oli vierailuja torneilla useaan otteeseen hankkimassa yleiskuvaa tornien tilanteesta. Silmämääräisten arvioiden lisäksi kummastakin tornista otettiin koekappaleita, jotka tutkittiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun sekä Kiratek Oy:n laboratorioissa. Näytteistä tutkittiin vetolujuus, karbonatisoituminen, kloridipitoisuus sekä mikrorakenteet.

Betoninäytteistä saatujen tulosten perusteella kantavissa rakenteissa ei ollut kriittisiä vaurioita. Kantavat rakenteet vaativat kuitenkin huoltotoimenpiteitä, jotta ne säilyttävät ominaisuutensa vaadittavalla tasolla. Myllykosken vesitornissa merkittävämmiksi ongelmiksi paljastuivat sadevesijärjestelmän sijainti sekä rengaspalkin karbonisoituminen peitekerroksen yli. Inkeröiden vesitornissa tornin jalan sekä vesisäiliön julkisivun kunto osoittautuivat merkittävimiksi ongelmiksi.

Myllykosken vesitornissa sadevesijärjestelmä muutetaan sekä rengaspalkki vesipiikataan ja ruiskubetonoidaan. Inkeröiden vesitornissa jalka vesipiikataan ja ruiskubetonoidaan osittain sekä tehdään täydellinen julkisivuremontti.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

ROSLAKKA, ANTTI

Condition Assessment of Inkeroinen
and Myllykoski water towers

Bachelor's Thesis

64 pages + 68 pages of appendices

Supervisor

Mrs. Sirpa Laakso, Senior Lecturer

Mr. Jari Harju, Laboratory Engineer

Commissioned by

Kymen Vesi Oy

October 2012

Keywords

assessment of condition, corrosion,
estimate of cost, water tower

The subject of thesis was to gather general information about water towers and to make condition assessments and estimates of costs for renovation measures for two water towers. The two water towers are located in Inkeroinen and Myllykoski, town of Kouvola. The water tower in Inkeroinen was built in 1965 and the one in Myllykoski in 1970. Both water towers are casted on site from concrete.

To gain an overview of the current situation, basic information on the two towers was gathered from construction drawings and work specifications. In addition to visual estimates, test specimens were taken from both towers. Specimens were analyzed in laboratories of Kymenlaakso University of Applied Sciences and Kiratek Ltd. Tensile strength, carbonation, chlorides and microstructures were analyzed.

The analysis of concrete samples indicated that load-bearing structures have not obtained critical damages from corrosion but they require maintenance to retain their properties at the required level. The most significant problems in Myllykoski tower were location of roof drainage system and carbonation of ring beam, while in Inkeroinen tower suffers from corrosion of foot and bad condition of water tank facade. Both water towers require repair building measures to maintain their ability to function properly.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
1.1	Työn alkuperä, tavoite ja rajaus	8
1.2	Käytetyt tutkimusmenetelmät	9
2	YLEISTIETOA VESITORNEISTA	9
2.1	Vesitornien käyttötarkoitus ja historia	9
2.2	Vesitornityypit ja rakenteet	14
2.3	Vesitornien tilanne Kymenlaaksossa	16
3	TERÄSBETONISTEN VESITORNIEN ONGELMIA	19
3.1	Betonin ja terästen korroosio	19
3.2	Kuormituksen vaihtelut	21
3.3	Hygienia	22
3.3.1	Hygienian ja työturvallisuuden huomiointi vesitornien saneerauksissa	22
3.3.2	Alkuperäisten rakenteiden vaikutus hygieniaan	23
3.4	Rakenteiden käyttöikä	25
3.5	Ulkoiset tekijät	27
4	INKEROISTEN VESITORNI	28
4.1	Tornin historia ja rakenne	28
4.2	Rakenteiden kuntokartoitus	31
4.2.1	Perustukset ja pilarit	31
4.2.2	Tornin jalka	31
4.2.3	Laatat ja palkit	31
4.2.4	Julkisivu	32
4.2.5	Yläpohjarakenteet ja vesikatto	32
4.2.6	Säiliö	33
4.2.7	Ovet	34

4.2.8	Portaat ja kulurakenteet	34
4.2.9	Putkistot ja venttiilit	35
4.2.10	Aidat	35
4.2.11	Valaistus, lämmitys ja ilmanvaihto	36
4.3	Yhteenveto vaurioista ja vaaditut toimenpiteet sekä kiireellisyysluokitukset	36
4.3.1	Tornin jalka	37
4.3.2	Pilarit, palkit ja laatastot	38
4.3.3	Säiliön julkisivu, yläpohja ja vesikatto	40
4.3.4	Ovet, portaat ja aidat	40
4.3.5	Valaistus, lämmitys, ilmanvaihto ja putkistot	41
4.4	Kustannusarviot toimenpiteistä	41
5	MYLLYKOSKEN VESITORNI	43
5.1	Tornin historia ja rakenne	43
5.2	Rakenteiden kuntokartoitus	47
5.2.1	Perustukset ja pilarit	47
5.2.2	Tornin jalka	47
5.2.3	Laatat ja palkit	47
5.2.4	Julkisivu	48
5.2.5	Yläpohjarakenteet ja vesikatto	48
5.2.6	Säiliö	48
5.2.7	Ovet	49
5.2.8	Portaat ja kulurakenteet	49
5.2.9	Putkistot ja venttiilit	50
5.2.10	Aidat	51
5.2.11	Valaistus, lämmitys ja ilmanvaihto	51
5.3	Yhteenveto vaurioista ja vaaditut toimenpiteet sekä kiireellisyysluokitukset	52
5.3.1	Tornin jalka	52
5.3.2	Pilarit, palkit ja laatastot	53
5.3.3	Säiliön julkisivu, yläpohja ja vesikatto	54
5.3.4	Ovet, portaat ja aidat	55
5.3.5	Valaistus, lämmitys, ilmanvaihto ja putkistot	55
5.4	Kustannusarviot korjaustoimenpiteistä	56

6	YHTEENVETO KUNTOKARTOITETTAVIEN VESITORNIEN TILANTEESTA	58
6.1	Kriittisimmät vauriot	59
6.2	Kohteiden korjausjärjestys	59
7	JOHTOPÄÄTÖKSIÄ	61
	LÄHTEET	62
	LIITTEET	65

- Liite 1. Inkeröiden vesitornin kantavien pilarien vaurioita
- Liite 2. Inkeröiden vesitornin jalan vaurioita
- Liite 3. Inkeröiden vesitornin laattojen ja palkkien vaurioita
- Liite 4. Inkeröiden vesitornin julkisivun vaurioita
- Liite 5. Inkeröiden vesitornin yläpohjan ja vesikaton vaurioita
- Liite 6. Inkeröiden vesitornin vesisäiliön vaurioita
- Liite 7. Inkeröiden vesitornin ovien vaurioita
- Liite 8. Inkeröiden vesitornin portaiden ja kulkurakenteiden vaurioita
- Liite 9. Inkeröiden vesitornin putkistojen ja venttiilien vaurioita
- Liite 10. Inkeröiden vesitornin aidan vaurioita
- Liite 11. Inkeröiden vesitornin valaistuksen ja ilmanvaihdon vaurioita
- Liite 12. Myllykosken vesitornin kantavien pilarien vaurioita
- Liite 13. Myllykosken vesitornin jalan vaurioita
- Liite 14. Myllykosken vesitornin laattojen ja palkkien vaurioita
- Liite 15. Myllykosken vesitornin julkisivun vaurioita
- Liite 16. Myllykosken vesitornin vesikaton vaurioita
- Liite 17. Myllykosken vesitornin vesisäiliön vaurioita
- Liite 18. Myllykosken vesitornin ovien vaurioita
- Liite 19. Myllykosken vesitornin portaiden ja kulkurakenteiden vaurioita
- Liite 20. Myllykosken vesitornin putkistojen ja venttiilien vaurioita
- Liite 21. Myllykosken vesitornin aidan vaurioita
- Liite 22. Myllykosken vesitornin valaistuksen ja ilmanvaihdon vaurioita
- Liite 23. Kyamk Inkeröinen vetolujuudet
- Liite 24. Kyamk Inkeröinen karbonatisoituminen ja peitekerrokset
- Liite 25. Kiratek Inkeröinen kloridipitoisuudet
- Liite 26. Kiratek Inkeröinen pintahietutkimukset
- Liite 27. Kiratek Inkeröinen asbestianalyysi

Liite 28. KyAMK Myllykoski vetolujuudet

Liite 29. KyAMK Myllykoski karbonatisoituminen ja peitekerrokset

Liite 30. Kiratek Myllykoski kloridipitoisuudet

Liite 31. Kiratek Myllykoski pintahietutkimukset

1 JOHDANTO

1.1 Työn alkuperä, tavoite ja rajaus

Tämän insinöörityön tavoitteena on tutkia vesitornirakenteiden ongelmia niiden pitkäaikaisessa käytössä. Aihe on hyvin ajankohtainen, sillä Suomessa on lukuisia vesitorneja, jotka alkavat olla käyttöikänsä loppupäässä. Työssä paneudutaan tarkemmin kahteen vesitorniin, joista tein kuntokartoitukset osana insinöörityötäni. Toimeksiantajana on Kymen Vesi Oy, jossa suoritin työharjoitteluni viimeisen osuuden 2012 kesän aikana.

Kymen Vesi Oy on kolmen kunnan omistama vesilaitostoimintoja hoitava alueellinen yhtiö, joka aloitti toimintansa 1.1.2007. Kymen Vesi Oy huolehtii entisen Anjalankosken alueen, Kotkan ja Pyhtään alueiden vesilaitostoiminnoista (Kymen Vesi Oy, 2013.)

Talousvesi, jota verkostossa jaetaan, hankitaan tukkuvesiyhtiö Kymenlaakson Vesi Oy:n tekopohjavesilaitokselta Kouvolan Utista. Käytön jälkeen vesi palautuu jätevedenä viemäriverkostoon, josta se johdetaan puhdistamolle puhdistettavaksi (Kymen Vesi Oy, 2013.)

Yhtiön toimialueella on noin 609 kilometriä viemäriverkostoa ja alueen asukkaista noin 93 prosenttia asuu viemäriverkostoon liittyneissä kiinteistöissä. Maaston korkeuseroista johtuen alueella käytetään jätevesipumppaamoita, joita on käytössä noin 180 kappaletta (Kymen Vesi Oy, 2013.)

Vesijohtoverkosto toimialueella jakautuu kuuteen painepiiriin. Painepiirit ovat Karhuvuori, Jylpyn ja Karhulan yhdistetty painepiiri, Pyhtää, Inkeroinen, Myllykoski ja Kaipiainen. Painepiireissä painetta pidetään yllä vesitornien avulla. Jokaisessa painepiirissä on yksi torni lukuun ottamatta Jylpyn ja Karhulan painepiiriä. Järjestelmän toimintaa seurataan kaukovalvontajärjestelmällä, joka takaa vedenjakelun kulun häiriöttä kaikissa kulutustilanteissa. Vesitorneista vesi lähtee pääjohtoja pitkin jakelujohdoin, jotka puolestaan haarautuvat edelleen tonttivesijohtoihin. Tonttivesijohdoista vesi kulkee vesimittarin lävitse asiakkaan käyttöön. Vesijohtoverkostoa on toimialueella noin 650 kilometriä ja alueen asukkaista noin 95 prosenttia asuu vesijohtoverkostoon liittyneissä kiinteistöissä (Kymen Vesi Oy, 2013.)

Tiedustelin kesällä 2012 ollessani työharjoittelussa putkimestareilta, löytyisikö mahdollisesti Kymen Vesi Oy:ltä aihetta opinnäytetyötä varten. Tällöin oli keskustelua, että jotain huonokuntoisia vesitorneja koskien olisi mahdollista tehdä. Harjoittelun päätyttyä menin kysymään vesihuoltopäällikkö Matti Haikoselta, olisiko mahdollista tehdä opinnäytetyöni vesitorneja koskien ja ehdotin aiheeksi kuntokartoitusta. Seuraavalla viikolla tehtiin opinnäytetyösopimus ja tämän jälkeen pidettiin aloituspalaveri, josta työ sai alkunsa.

Työn aloituksen ajankohta on melko sopiva, koska Kymen Vesi Oy:n toiminta-alueella viiden muun vesitornin ja yhden vesisäiliön kuntokartoitukset alkoivat syyskuussa 2012. Vesitornien kunto nousi melko pian koko maassa ajankohtaiseksi kysymykseksi vesitornin romahtaessa Jyväskylässä marraskuussa 2012.

Kuntokartoituksissa tutkin Inkeröiden ja Myllykosken vesitornien rakenteelliset vauriot, jotka ovat syntyneet vuosien saatossa korroosion myötä. Lisäksi suunnittelin torneihin perusparannusehdotuksia nähdessäni sellaisille tarvetta.

1.2 Käytetyt tutkimusmenetelmät

Vesitornien yleistiedon sekä ongelmien kokoamisessa käytin alan kirjallisuutta sekä saatavilla olevia kuntotutkimuksia yksittäisistä vesitorneista. Inkeröiden ja Myllykosken vesitornien kuntokartoituksissa betonin kunto selvitettiin ottamalla näytteitä torneista ja tutkimalla ne Kymenlaakson ammattikorkeakoulun betonilaboratoriossa. Näytteistä tutkittiin vetolujuudet, betonirakenneosien karbonatisoitumissyvyyydet, peitekerrospaksuudet, mikrorakenteet, happoliukoinen kloridipitoisuus sekä asbestipitoisuudet Inkeröiden vesitornin julkisivun minerit-levyistä. Muut rakenteiden vauriot arvioitiin silmämääräisesti.

2 YLEISTIETOA VESITORNEISTA

2.1 Vesitornien käyttötarkoitus ja historia

Vesitornit ovat maanpinnan tason yläpuolella olevia vesisäiliöitä joiden avulla varastoidaan vettä. Tornien avulla vedenjakeluverkkoon saadaan tarvittava paine jotta vesi saavuttaa verkostossa asiakkaan. Jotta vaadittu hydrostaattinen paine saavutetaan,

vesitornit sijoitetaan maanpinnan tasoon nähden tarpeeksi korkealle sijainnille. (Kaupunkiliitto 1982, 12)

Veden varastointi torneissa tasoittaa eroja veden hankinnan ja jakelun välillä. Tornien avulla mahdolliset kulutuspiikit eivät aiheuta ongelmia vedenjakelussa. Torneissa olevan veden avulla myöskään mahdolliset häiriöt vedenottamoilla eivät välittömästi vaikuta vedenjakeluun asiakkaille. Mahdollisten tulipalojen varalta tulee torneissa olla vettä paikallisten vaatimusten mukaisesti sammutusvedeksi (EN 1508 1998, 11.)

Verkoston ollessa ilman pumppaamoita tulee vesitornin antaa niin paljon painetta verkostoon että liittyneissä kiinteistöissä vallitsee 50 kPa:n paine liitettäviä kalusteita varten. Mikäli verkostoon ei saada tarpeeksi suurta painetta, siitä voi aiheutua useita ongelmia. Esimerkiksi maaperän vesi voi vuotaa putkeen ja pilata juomaveden vesijohdon rikkoutuessa. Vanhemmissa vesijohdoissa on romahdusvaara maanpaineen ansiosta, mikäli vedenpaine ei kumoa sitä. Kerrostaloissa vesi ei nouse ylimpiin kerroksiin, ja siksi vesi ei tule hanasta riittävän suurella paineella. Vesitornit tulee olla mitoitettuna siten, että ne pystyvät toimimaan osana vedenjakelujärjestelmää riittävällä toimintavarmuudella. Riittävä toimintavarmuus on tärkeää, jotta taloudellinen käyttö on mahdollista (Kaupunkiliitto 1979, 2.)

Vesitorni voi olla kapasiteetiltaan muutamasta sadasta kuutiosta yli 10 000 kuutiometriin asti. Pienen ja suuren vesisäiliökoon rajana pidetään 600–1000 kuutiometriä (Kaupunkiliitto 1982, 45). Vesitorneja käytetään usein myös muihin tarkoituksiin niiden sijainnin ja korkeuden takia. Monissa tapauksissa torneja hyödynnetään esimerkiksi teleliikenteen lähettimille sekä väestöhälyttimille sijoituspaikkoina. Vesitorneja käytetään myös näkötorneina. Käytännöllisin esimerkki vesitornin hyödyntämisestä löytyy Varkaudesta, siellä vesitorni toimii samalla kerrostalona. Kuvassa 1 on Varkauden vesitornin julkisivu.

Laatimieni kuntokartoitusten kohteena olevissa vesitorneissa on Kymen Vesi Oy:n ulkopuolisten tahojen antennejä katoilla. Inkeröiden vesitornissa on myös väestöhälytinkatolla. Inkeröiden vesitornin katto on myös suunniteltu alun perin näköalapaikaksi.



Kuva 1. Varkauden vesitorni joka toimii samalla kerrostalona (Wikipedia, 2006)

Vesitorneja on käytetty pitkään Suomen vedenjakeluverkostossa. Ensimmäinen vesitorni rakennettiin Hankoon vuonna 1910. Kyseinen vesitorni oli arkkitehti Waldemar Aspelinin suunnittelema, ja sen tilavuus oli 400 m³. Torni tuhoutui jatkosodassa neuvostoliittolaisten joukkojen räjäyttäessä sen (Asola 2003, 142–143.)

1900-luvun alussa rakennettiin muutamia muitakin vesitorneja ympäri Suomea. Vesitornin rakentaminen lähti voimakkaammin käyntiin 1950-luvulla, jolloin vesihuolto alkoi kehittyä kovalla vauhdilla. Vesitornit rakennetaan yleensä betonista paikallavaihtuina rakenteina, mutta myös vaihtoehtoisia keinoja on testattu. Vuonna 1970 ra-

kennettiin ensimmäinen täysin teräsrakenteinen vesitorni. Kuvassa 2 on esimerkki teräsrakenteisesta vesitornista, joka sijaitsee Parkanossa. Vuonna 1972 markkinoille tuli betonirakenteinen elementtivesitorni. Kuvassa 3 on esimerkki elementtirakenteisesta vesitornista, joka sijaitsee Kangasvuorella (Kaupunkiliitto 1982, 17.)



Kuva 2. Parkanon teräksinen vesitorni (Wikipedia, 2010)



Kuva 3. Kangasvuoren elementtirakenteinen vesitorni (Wikipedia, 2012)

Elementtitekniikan mahdollistama sarjatuotanto oli melko suurta 1970-luvulla. Kyseisiä elementtirakenteisia vesitorneja kutsutaan MJ-torneiksi. Nimitys tulee tornien valmistustekniikan kehittäjästä diplomi-insinööri Matti Janhusesta. Esimerkkeinä MJ-

torneista on kuvissa 4 ja 5 olevat vesitornit. Toimintaperiaate näissä torneissa on se, että elementit ottavat kuormat vastaan ja tornin sisäpuolinen muovieriste toimii vesitiiviinä rakenneosana, mikäli rakenne on toteutettu kaksoisrakenteena. 2000-luvulla uusien tornien rakentaminen on ollut melko vähäistä (Tompuri 2000.)



Kuva 4. Korson vesitorniryhmä koostuu neljästä MJ-tornista (Wikipedia, 2007)



Kuva 5. Nurmijärven vesitorni, Suomen ensimmäinen MJ-torni (Wikipedia, 2011)

2.2 Vesitornityypit ja rakenteet

Vesitornit ovat jalallisia tai jalattomia ylävesisäiliöitä, joissa vesisäiliön pohja on selvästi ympäröivää maata ylempänä. Kuvissa 6 ja 7 on esimerkit näistä tapauksista. Näiden kahden perustyyppin lisäksi vesitornit voidaan jakaa erilaisiin rakennevaihtoehtoihin muodon perusteella (Ruohomaa 1974, 6.)



Kuva 6. Vaasan jalaton vesitorni (Wikipedia, 2005)



Kuva 7. Karhulan jalallinen vesitorni (Wikipedia, 2006)

Altaiden määrän perusteella vesitornit voidaan luokitella joko yksiallassäiliöiksi, kaksiallassäiliöiksi tai moniallassäiliöiksi. Moniallassäiliöt voivat olla keskenään kytket-

tyjä tai erillisiä (Kaupunkiliitto 1982, 35.) Vesitilan jakaminen osiin riippuu tornin koosta ja siihen on oheisen taulukon mukaiset ohjearvot (Kaupunkiliitto 1982, 43).

Taulukko 1. Vesitilan jakamisen ohjearvot

Vesitilavuus m ³	Osiin jakaminen
Vähemmän kuin 1000m ³	Ei välttämätöntä
1000-3000m ³	Suosittelavaa
Enemmän kuin 3000m ³	Pääsääntöisesti tarpeen

Altaiden keskinäisten korkeusasemien perusteella rakenteet voidaan määritellä yksitasosäiliöiksi, joissa altaat ovat samalla tasolla, kaksitasosäiliöiksi, joissa altaat ovat kahdessa eri korkeusasemassa, ja monitasosäiliöiksi, joissa altaat ovat useammassa kuin kahdessa eri korkeusasemassa (Kaupunkiliitto 1982, 35). Altaiden muodon perusteella voidaan vaakatasossa jakaa vesitornit pyöreisiin, suorakulmioihin, monikulmioihin sekä yhdistettyihin muotoihin. Eniten käytettyjä ovat yksinkertaisemmat muodot. Altaiden pystyleikkauksen mukaan jaottelu voidaan tehdä lieriöihin, laajeneviin kartioihin, kaareviin pallosegmentteihin sekä yhdistettyihin muotoihin. Pystyleikkauksen mallin valintaan vaikuttaa muun muassa altaan koko. Suurissa torneissa käytetään mielellään laajenevaa kartiota, koska sen avulla vedenpinnan korkeuden vaihtelut eivät ole niin suuria ja paine pysyy helposti tasaisena (Kaupunkiliitto 1982, 35.)

Runkorakenteen materiaalin perusteella vesitornit voidaan Suomessa luokitella kahteen luokkaan. Betoni on yleisimmin käytetty materiaali vesitornien runkomateriaalina, ja ainoat havaitut haittapuolet sen käytöstä ovat suuri omapaino sekä pitkä rakentamisaika, mikäli rakenteita valmistetaan paikallavalettuina (Kaupunkiliitto 1982, 45–46.)

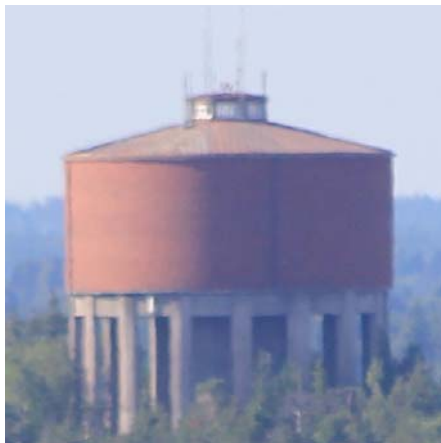
Teräsrakenteisia vesitorneja on joitakin kappaleita Suomessa, mutta sääolosuhteiden aiheuttamien lämpötilan vaihteluiden takia ne eivät ole kovin yleisessä käytössä. Teräsrakenteissa myös korroosiovaaran valvonta tulee olla huomattavan huolellista. Be-

tonirakenteisiin verrattuna myös pinnoitteiden kunnossapitokustannukset ovat suuret (Kaupunkiliitto 1982, 46–47.)

Betonirakenteiset vesitornit jakautuvat paikallavalettuihin sekä elementtirakenteisiin. Kuvassa 8 on esimerkkinä Hiekkaharjun elementtirakenteinen vesitorni ja kuvassa 9 on esimerkkinä Jylpyn paikallavalettu vesitorni. Kummatkin ovat pitkäikäisiä sekä edullisesti ylläpidettäviä ratkaisuja (Kaupunkiliitto 1982, 52–53.)



Kuva 8. Hiekkaharjun elementtirakenteinen vesitorni (Wikipedia, 2005)



Kuva 9. Jylpyn paikallavalettu vesitorni (Wikipedia, 2011)

2.3 Vesitornien tilanne Kymenlaaksossa

Yleiskatsaus vesitornien tämänhetkiseen tilanteeseen Kymenlaaksossa esitellään tässä kappaleessa. Taulukoissa 2 - 4 on listattu alueittain Kymenlaakson vesitornit. Tiedustelin sähköpostilla kunkin alueen vastuuhenkilöiltä vesisäiliön tilavuuden, rakennusvuoden, suoritettut saneeraukset sekä kuntokartoitusten tilanteen. Kymen Vesi Oy:n

toiminta-alueen tiedot antoi rakennuspäällikkö Sami Kinnunen, Kouvolan Vesi Oy:n toiminta-alueen tiedot löytyivät Kouvolan Vesi Oy:n asiakaslehestä ja Haminan Vesi Oy:n toiminta-alueen tiedot antoi sähköpostitse verkostomestari Kalevi Pursiainen.

Taulukko 2. Kymen Vesi Oy:n toiminta-alueen vesitornien tilanne (Kinnunen)

Kymen Vesi Oy	Tilavuus	Rakennusvuosi	Tilanne
Jylpyn vesitorni	3000 m ³	1954	Kuntotutkimus tehdään 2013
Karhulan vesitorni	2000 m ³	1960	Kuntotutkimus tehdään 2013
Karhuvuoren vesitorni	1200 m ³	1975	Kuntotutkimus tehdään 2013
Pyhtään vesitorni	380 m ³	1973	Ei saneerattu, kuntotutkimus tehdään 2013
Myllykosken vesitorni	1800 m ³	1970	Ei saneerattu, kuntotutkimus tehdään 2013
Inkeröisten vesitorni	1000 m ³	1965	Ei saneerattu, kuntotutkimus tehdään 2013
Kaipiaisten vesitorni	450 m ³	1987	Ei saneerattu, kuntotutkimus tehdään 2013
TS1-säiliö	30 000 m ³	1992	Ei saneerattu, kuntotutkimus tehdään 2013

Taulukko 3. Kouvolan vesitornien tilanne (Kotonen 2012, 16)

Kouvolan Vesi Oy	Tilavuus	Rakennusvuosi	Tilanne
Palomäen vesitorni	3000 m ³	1971	Kuntotutkimus tehty 2012-2013

Sairaalanmäen vesitorni	3000 m ³	1964	Kuntotutkimus tehty 2003, saneerausstarpeessa
Tornionmäen vesitorni	2000 m ³	1960-luvun alussa	Kuntotutkimus tehty 2012-2013
Jokelan vesitorni	1600 m ³	1977	Kuntotutkimus tehty 2012-2013
Elimäen vesitorni	380 m ³	1965	Kuntotutkimus tehty 2012-2013
Korian vesitorni	380 m ³	1962	Kuntotutkimus tehty 2012-2013
Jaalan vesitorni	350 m ³	1987	Kuntotutkimus tehty 2012-2013

Taulukko 4. Haminan vesitornien tilanne (Pursiainen)

Haminan Vesi Oy	Tilavuus	Rakennusvuosi	Tilanne
Taskalinmäen vesitorni	2400 m ³	1963–1964	Täydellinen saneeraus tehty 2012
Ruissalon vesitorni	1600 m ³	1980	Ei saneerattu, kuntotutkimus tehdään 2013
Hillon vesitorni	300 m ³	1960	Ei saneerattu, kuntotutkimus tehdään 2013

3 TERÄSBETONISTEN VESITORNIEN ONGELMIA

3.1 Betonin ja terästen korroosio

Vesitornit joutuvat sijaintiensa sekä korkeuksiensa vuoksi suurille kosteusrasituksille sääolosuhteiden takia. Kosteus on betonirakenteiden suurin rasitustekijä turmeltumisolmiöiden kannalta. Kosteusrasituksen lähteitä ovat sade, ulkoilman kosteus, betonin pinnalle tiivistyvä ulkoilman kosteus, sisäilman kosteus, maaperän kosteus, säiliöissä oleva vesi sekä vuotovedet (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 17.)

Koska vesitornit ovat korkeita rakennuksia, viistosade rasittaa betonipintoja suuresti. Betonijulkisivut kuivuvat tuulettamattomissa rakenteissa veden haihtumalla ulkokuoren pinnasta. Seinän läpi kulkeva lämpövirta tehostaa pinnan kuivumista. Kuivumiseen vaikuttavat myös mahdollinen pintakäsittely, betonin laatu sekä mahdolliset vauriot (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 18.)

Ilman sisältämän hiilidioksidin tunkeutuessa betoniin syntyy betonissa neutraloitumisreaktioita. Näiden reaktioiden seurauksena betoni voi karbonatisoitua ja menettää teräksiä korroosiolta suojaavan ominaisuutensa. Karbonatisoitumisessa huokosveden pH laskee, jolloin rakenteen sisäiset hydroksidit ja ulkopuolinen hiilidioksidi pääsevät reagoimaan keskenään. Reaktio vaatii tapahtuakseen vesiliuoksen, hyvin kuivissa olosuhteissa se pysähtyy kokonaan. Betonin tiiveydellä on suuri vaikutus hiilidioksidin tunkeutumisenopeuteen. Mitä tiiviimpää betoni on, sitä vaikeampaa hiilidioksidin pääsy karbonatisoitumisvyöhykkeelle on. Betonin halkeillessa tiiviin betonin hyödyt menetetään. Karbonatisoituvan aineen määrällisesti kasvaessa betonissa hidastuu karbonatisoituminen kokonaisuudessaan. Karbonatisoitumisen nopeutta voidaan hidastaa tiiviillä pinnoitteella, jonka avulla pyritään estämään hiilidioksidin diffuusio betoniin (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 21–23.)

Betoni voi rapautua kolmella eri tavalla. Nämä tavat ovat pakkasrapautuminen, ettringiittireaktio ja alkalirunkoainereaktio. Pakkasrapautumisessa betonin huokosissa oleva vesi jäätyy ja veden laajetessa betonin rakenne rikkoutuu. Jäätyessään veden tilavuus kasvaa noin 9 prosenttia. Pakkasen aiheuttamia vaurioita ehkäistään käyttämällä betonin valmistuksessa lisähuokostimia, sekä käyttämällä tarpeeksi tiivistä betonia. Ettringiittireaktiossa betonissa olevat sulfaattimineraalit reagoivat kemiallisesti, jolloin tästä tulee reaktiotuotteita, jotka tilavuudellaan rikkovat betonin rakennetta. Ettringiittireak-

tio johtuu liian voimakkaasta betonin kovettumisvaiheen aikana tehdystä lämpökäsittelystä. Alkalirunkoainereaktiossa betonin sementtikivi laajenee alkalisuudesta johtuen, ja näin ollen betonin rakenne rikkoutuu. Alkalirunkoainereaktio on Suomen olosuhteissa melko harvinainen ilmiö, koska Suomessa käytettävät kivilajit ovat kemiallisesti kestäviä (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 29–32.)

Betonin päästessä karbonatisoitumaan ja kloridien läsnä ollessa, teräs voi menettää passiivisuutensa, jolloin korroosio pääsee käynnistymään. Normaalisti betoni muodostaa teräksille hyvän suojan, jossa teräksen pinnalle muodostuu oksidikalvo betonin alkalisuuden takia. Paksu betonikerros suojaa teräksiä myös hapoilta, klorideilta sekä liialta kosteudelta. Terästen korroosio voi käynnistyä, vaikka betoni ei ole karbonatisoitunut kloridipitoisuuden noustessa tarpeeksi korkeaksi (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 19–25.)

Terästen korroosion edetessä niiden pinnasta liukenee materiaalia. Materiaalin liuetessa poikkileikkausala pienenee, jolloin kantavuus heikkenee. Materiaalin liuetessa syntyy korroosiotuotteita. Korroosiotuotteet vaativat alkuperäistä suuremman tilavuuden jolloin halkaisupaineen kasvaessa betonipinta ja betonin sisäinen rakenne voi halkeilla. Vesitornien säiliöissä tulee kuitenkin ottaa huomioon, että betonin huokosverkoston täyttyessä vedellä hapen diffuusio säiliön betoniin vähenee, jolloin korroosionopeus hidastuu merkittävästi, koska betoni on jatkuvasti märkää (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 19–25.)

Betonin korroosion aiheuttamien halkeamien myötä aiheutuu säilyvyyshaittoja, rakenteellisia haittoja sekä esteettisiä haittoja. Halkeaman aiheuttamat vaikutukset riippuvat halkeaman leveydestä sekä syvyydestä. Betonin halkeamista aiheutuu paikallista korroosiota haitallisten aineiden päästessä betoniin. Halkeamien ollessa niin syviä, että ne ulottuvat teräksiin asti, ne altistavat teräkset ulkoilman kosteudelle (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 41.)

3.2 Kuormituksen vaihtelut

Vesitornien kuormitukset ovat oheisessa listassa (Kaupunkiliitto 1982, 51):

- omapaino
- vesikuormat (mahd. eri säiliöissä)
- virtaavan veden aiheuttamat kuormat
- lumikuorma
- tuulikuorma
- muodonmuutoskuormat
- tavarakuormat
- henkilökuormat
- työnaikaiset erikoiskuormat
- maanpaine
- pohjavedenpaine
- jännevoimat ja jännityshäviöt.

Näistä kuormitusten yhdistelmistä syntyvät suurimmat mahdolliset käytönaikaiset kuormitukset vesitornin rakenteille. Vesitorneja suunniteltaessa kaikki mahdolliset kuormitusyhdistelmät otetaan huomioon, jotta rakenteet pystytään valmistamaan kestämään kaikki rasitukset.

Veden määrän vaihtelut säiliöissä voivat aiheuttaa suurta vaihtelua rakenteiden kuormitukseen. Tämä mahdollistaa ongelmatilanteiden syntymisen tapauksissa, joissa kantavat rakenteet ovat päässeet heikentymään korroosion johdosta. Esimerkkinä mainittakoon Jyväskylässä 3.11.2012 sortunut Kangasvuoren vesitorni. Jyväskylän vesitorinissa vesisäiliön lattiaelementtejä sitonut ja seiniä tukenut jännitetty rengaspalkki katkesi. Rengaspalkissa oli kohta, jossa teräksissä oli paikallinen korroosioaurio, jota on käytännössä mahdotonta havaita normaalin kuntotutkimuksen menetelmillä. Rakenteen sortuminen saattoi johtua esimerkiksi siitä, että säiliö oli pitkään alhaisella vesimäärällä, ja vesimäärää nostettaessa vedenpaineen aiheuttama kuormitus kasvoi, jolloin palkin heikentynyt raudoitus petti. Kuvassa 10 on Kangasvuoren vesitorni romahdamisen jälkeen (STT 2012.)



Kuva 10. Kangasvuoren vesitorni (Wikipedia, 2012)

Saneerauksen aikana tulevat tornin kuormitukset tulee ottaa erityisesti huomioon. Kantavia rakenteita uusittaessa huomioidaan, heikkeneekö niiden kantokyky ja onko lisätuennalle tarvetta. Joissakin tapauksissa saattaa riittää tornin tyhjentäminen vedestä, jotta kuormitusta rakenteille saadaan kevennettyä tarpeeksi. Vesitornin rakenteiden ollessa oikein mitoitettuja sekä tarvittavien huoltotoimenpiteiden ollessa suoritettuina kuormituksen vaihteluilla ei ole merkitystä vesitornin kestävyys.

3.3 Hygienia

3.3.1 Hygienian ja työturvallisuuden huomiointi vesitornien saneerauksissa

Saneeraustoimenpiteiden laadusta riippuen vesitorni on mahdollista pitää käytössä korjausten ajan. Kun vesitorni pidetään käytössä, tulee noudattaa erityistä varovaisuutta, että vesi ei pääse saastumaan. Korjaustoimenpiteiden aikana on suositeltavaa ottaa vedestä näytteitä useammin kuin normaalisti otettaisiin (EN 1508 1998, 22.)

Vesisäiliötiloissa työskenneltäessä tulee ottaa huomioon että laitteet, työkalut ja muut varusteet ovat puhtaita. Kyseiset esineet tulisi olla säilytettyinä erillään muussa käytössä olevista esineistä. Suojavaatetus jota tiloissa työskennellessä käytetään, tulee ol-

la puhdas. Työkengät voidaan suojata esimerkiksi muoveilla. Tiloissa työskentelevien henkilöiden tulee pitää huoli omasta hygieniastaan (EN 1508 1998, 26.)

Laitoksen ulkopuolisten tahojen kuten urakoitsijoiden ei tule päästä heille työn kannalta tarpeettomiin tiloihin. Esimerkiksi lukkojen sarjoituksissa voidaan huomioida eri henkilöryhmien tarve päästä eri tiloihin (Pienen vesihuoltolaitoksen tarkistuslista haavoittuvuuden arvioimiseksi.)

Säiliötilat tulee pitää sellaisina tiloina, joihin pääsy pidetään luvanvaraisena työskenteilyn aikana. Suunnitelmat hätätilanteiden varalle tulee olla tehtyinä ja työntekijöiden olla koulutettuina kyseisiä tilanteita varten. Hallintalaitteet, pumput ja venttiilit tulee olla eristettyinä ja lukittuina, jotta veden suunnitteleman virtaaminen säiliöön on estetty samalla, kun säiliössä on työntekijöitä (EN 1508 1998, 27.)

Työskennellessä säiliössä tulee pitää huolta riittävästä tuuletuksesta. Polttomoottorilla toimivia työkaluja ei tule käyttää säiliötiloissa, tuuletusaukkojen läheisyydessä tai sisäänkäyntien läheisyydessä. Väliaikaisia sähkölaitteita käytettäessä tulee noudattaa erityistä varovaisuutta (EN 1508 1998, 27.)

Säiliötilat joissa työskennellään, tulee tarkastaa hapenpuutteen varalta. Laitteet joilla mitataan ilman kaasupitoisuuksia, tulee testata ja kalibroida ennen käyttöä valmistajan vaatimusten mukaan. Työnjohdon tulee kiinnittää erityistä huomiota hätätilanteiden varalta. Pelastustie täytyy löytyä tarvittaessa säiliötiloista (EN 1508 1998, 27.)

3.3.2 Alkuperäisten rakenteiden vaikutus hygieniaan

Vanhan vesitornin saneeraamisessa tulee ottaa huomioon materiaalit joita tornissa on käytetty ja niiden kunto. Vesitornit alkavat olla pääosin iältään jo niin vanhoja, että on mahdollista löytää parempia vaihtoehtoisia materiaaleja esimerkiksi pinnoitteiksi. On tärkeää valita sellaiset materiaalit, joissa huomioidaan niiden vaikutus veden laatuun ja veden laadun vaikutus materiaaliin. Tämän takia tulee käyttää vain hyväksytyjä materiaaleja (Valvira 2010,13.)

Olemassa olevien rakenteiden kunnosta hygienian suhteen tulee huomioida vesisäiliöiden kunto. Vesisäiliöiden tulee olla tiiviitä ja huolellisesti suojattuja. Eläinten, eläinten ulosteiden, kasvien ja muiden epäpuhtauksien pääsy vesisäiliöön tulee estää (Val-

vira 2010,13.) Tästä huolehditaan siten, että ilmanottoaukot ja ilmasuodattimet pidetään eläinsuojattuina. Havaittaessa, että eläinsuojat ovat puutteellisia, ne tulee korjata välittömästi. Rakenteen tulee olla muutenkin tiivis, ja kaikki läpiviennit tulee tarkistaa, jotta ne ovat huolellisesti toteutettuja, ettei ole mahdollista, että epäpuhtauksia pääse vesisäiliöihin.

Muut rakenteelliset ratkaisut tulee tutkia mahdollisten epäkohtien varalta. Esimerkiksi Myllykosken vesitornissa on tasakatto, joka purkaa sadevedet säiliötilan läpi. Vuoto sadevesiputkessa tarkoittaisi sitä, että sadevedet päätyisivät suoraan vesisäiliöön ja tämä on merkittävä hygieeninen riskitekijä. Tämän takia sadevesien purku tulisi muuttaa esimerkiksi katolta suoraan ympäröivään maastoon. Putkien kulkiessa säiliön ulkopuolella sadevesien pääsy säiliötilaan on mahdotonta.

Ilkivallan mahdollisuus on huomioitava huolellisesti, jotta kukaan ulkopuolinen taho ei pääse saastuttamaan vesisäiliön vettä. Vesitornit ympäröidään mielellään aidalla sekä järjestetään kameravalvonta. Ovien ynnä muiden kulkureittien tulee olla aina lukituina ja lukitukset hyväkuntoisina (Valvira 2010,16.) Asiattoman oven avauksen tulee aiheuttaa jonkinlainen hälytys. Tapauksessa, jossa säiliön vesi pääsee saastumaan, tulisi olla mahdollista erottaa säiliö verkostosta, jotta saastunut vesi ei saavuta asiakkaita.

Ajan kuluessa vesisäiliön pohjalle alkaa kertyä sakkaa. Sakan lähtiessä liikkeelle se saattaa vaarantaa veden laadun. Tapauksissa, joissa vesi pääsee saastumaan, on säiliön välitön eristäminen sekä puhdistaminen kriittinen tekijä veden laadun kannalta. Jokainen vesitorni tulee olla suunniteltu siten, että nämä toimenpiteet onnistuvat (VVY.)

Vesisäiliöitä puhdistettaessa säiliö tyhjennetään, mikäli puhdistusrobotteja ei käytetä. Sisäpinnat putsataan ruiskuttamalla juomakelpoista vettä sopivalla paineella. Putkistot tulee huuhdella. Puhdistuksen yhteydessä säiliön pinnat eivät saa vahingoittua, jotta siitä ei aiheudu muutoksia veden laatuun. Kemiallisten puhdistusaineiden käyttöä tulisi välttää. Tapauksessa, jossa puhdistusaineita kuitenkin joudutaan käyttämään, suunnittelija määrittää käytetyt aineet (EN 1508 1998, 19.)

3.4 Rakenteiden käyttöikä

Vesitorneissa vesisäiliöiden rakenteiden teknisenä käyttöikänä pidetään minimissään 60 vuotta. Putkistojen tulee kestää minimissään 30 vuotta ja koneistojen sekä laitteistojen minimissään 10–20 vuotta (Kaupunkiliitto 1982, 19.)

Rakenteen käyttöikä tarkoittaa aikaa, jona se säilyttää sille asetetut tekniset laatuvaatimukset ilman korjaustoimenpiteitä. Korjatun rakenteen käyttöiällä tarkoitetaan aikaa, jonka korjattu rakenne täyttää sille asetetut tekniset ja muut laatuvaatimukset. Korjatun rakenteen käyttöikään vaikuttavat monet tekijät, kuten esimerkiksi käytetyt korjausmenetelmät, toteutettujen korjausten laatu, käytön aikaiset ympäristörasitukset sekä huoltotoimenpiteet (Suomen Betoniyhdistys ry 1996, 14.)

Vesitornin jäljellä olevaa käyttöikää arvioidaan kuntotutkimuksella. Tapauksissa, joissa kuntotutkimuksissa paljastuu puutteita ja korjaukset ovat tarpeellisia, määritetään vaihtoehtoisille korjausmenetelmille käyttöikäarviot. Käyttöikäarvioiden ollessa tehtyinä voidaan eri korjausmenetelmiä vertailla vuotuiskustannuksien perusteella. Korjaustoimenpiteistä tehtyihin käyttöikäarvioihin liittyy aina suuria epävarmuustekijöitä, joten varmojen arvioiden tekeminen on lähes mahdotonta (Suomen Betoniyhdistys ry 1996, 14.)

Korjauksen mahdollistama käyttöiän piteneminen riippuu useista eri tekijöistä. Merkittävimpiä tekijöitä ovat korjattavan rakenteen kunto suhteessa korjausmenetelmään, vanhan rakenteen vaurioiden laajeneminen tulevaisuudessa, korjaussuunnittelun ja työsuorituksen laatu, rasitusolosuhteet, itse korjauksen vaurioituminen sekä rakennuksen huolto ja ylläpito (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 54–55.)

Rakenteen käyttöiän piteneminen voi tapauskohtaisesti vaihdella hyvin paljon. Tietty korjaustoimenpide voi sopivissa olosuhteissa ja huolellisesti suunniteltuna sekä toteutettuna aikaansaada hyvinkin pitkäikäisen rakenteen. Vastaavasti sama menetelmä huonoissa olosuhteissa ja heikkolaatuisesti suunniteltuna sekä toteutettuna saattaa pidentää rakenteen käyttöikää vain muutamalla vuodella. Korjaustoimenpiteet tulee valita siten, että olemassa olevien vaurioiden eteneminen pysähtyy tai vähintään hidastuu merkittävästi. Tapauksissa, joissa korjaustoimenpiteet toteutetaan liian kevyinä ja vain näkyviin vaurioihin, käyttöikä jää useimmiten hyvin lyhyeksi (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 55.)

Suunnitellessa korjaustoimenpiteitä tulee kiinnittää erityistä huomiota esimerkiksi materiaalivalintoihin, erilaisten liitosten suunnittelemiseen vanhojen ja uusien rakenteiden välillä sekä laadunvarmistamisen ohjeistukseen. Vaikka korjatut rakenteet onnistuisivat täydellisesti, ne vaativat silti jatkuvaa ylläpitoa sekä ennakoituja huoltotoimia. Taulukossa 5 on esitelty arvioita erilaisten korjaustoimenpiteiden vaikutuksista rakenteiden käyttöikään (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 55.)

Betoni, jota vesitornia rakennettaessa on käytetty, vaikuttaa olennaisesti rakenteiden käyttöikään. On toivottavaa, että rakennesuunnittelija ei ole määrittänyt tarpeettoman monia betoniluokkia ja laatuja käytettäväksi. Kuntotutkimuksissa on huomattavasti helpompaa tutkia rakenteiden kuntoa, jos vesitorneissa ei ole käytetty tarpeettomasti monia eri betoniluokkia ja laatuja (Kivitalo 2013.)

Taulukko 5. Erilaisten korjaustoimenpiteiden vaikutuksia (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 56)

merkintöjen selitykset	Alustan ominaisuuksien vaikutus korjaustavan soveliaisuuteen	Alustan ominaisuuksien vaikutus korjatun rakenteen käyttöikään	Riskialtius (käytön epävarmuus)	Tyypillinen käyttöikäarvio	Huollon ja seurannan tarve	Vaikutus ulkonäköön	Suunnittelutyön määrä	Laadunvarmistuksen tarve	Erikoisurakoinnin tarve
0 ei/ei vaikutusta x vähäinen xx kohtalainen xxx suuri									
Ei korjaustoimenpiteitä	xxx	xxx	xxx	?	xxx	o	x	o	o
Kevyt pinnoituskorjaus	xx	xxx	xxx	5 - 10	xx	x	x	x	o
Laastipaikkaus- ja pinnoituskorjaus	xxx	xxx	xx	10 - 20	x	x	xxx	xxx	xx
Inhibiittorit	xx	xxx	xxx	?	x	x	xx	xxx	o
Päälle tehtävä pintarakenne									
kevyet levyverhoukset	x	x	x	15 - 50	x	xxx	xx	x	o
eristerappaus	xx	x	x	15 - 50	xx	xxx	xx	xx	xx
kuorimuuraus	o	x	x	> 50	x	xxx	xx	xx	o
täysikokoiset kuorielementit	o	x	x	> 50	x	x	xxx	xx	x
Rakenteen korvaaminen uudella	x	o	x	> 50	?	o	xxx	xx	o

Tapauksissa joissa vanha rakenne päätetään korvata kokonaan uudella, uuden rakenteen käyttöikä voidaan mitoittaa lähes miten pitkäksi tahansa (Suomen Betoniyhdistys ry 2002, 57). Oheisessa taulukossa 5 on erilaisten korjaustoimenpiteiden vaikutuksia. Tulevaisuudessa on todennäköisesti mahdollista valmistaa todella pitkäikäisiä raken-

teita, jotka ovat myös edullisia ylläpitää. Esimerkiksi Hollannissa Delftin yliopistossa on kehitetty itsestään korjautuva betoni, joka saattaisi olla optimaalinen rakennusmateriaali vesitorneille ja niiden kaltaisille massiivisille betonirakennuksille. Betoni korjaa itseään kalsiitissa kondensoituvan bakteerin avulla. Tällaiset rakennusmateriaalit ovat todennäköisesti kalliimpia tulevaisuudessa, mutta pitkällä aikavälillä huoltokustannusten väheneminen tasapainottaa asiaa (Delftin yliopisto.)

3.5 Ulkoiset tekijät

Sääolosuhteet ovat merkittävin ulkoinen tekijä, joka aiheuttaa rasituksia rakenteille. Sään johdosta rasituksia aiheuttavia tekijöitä ovat jäätyminen aiheuttama paine, lämpö- ja kosteusliikkeet, tuuli, rakeet, ukkonen, auringon säteily, salamat, lämpö, jäätyminen, lämpöisku, ilmankosteus (tiivistyminen) sekä sadevedet. Näistä yleisimmin vaurioita aiheuttavat kosteusrasitukset, tuulikuorma, lämpötila sekä auringon säteily (Annala 2012, 30.)

Rakenteet saavat kosteusrasituksia viidestä eri lähteestä, jotka ovat vuoto- ja sulamisvedet, viistosade, ilman suhteellinen kosteus, roiskevedet sekä kapillaarisen nousun mukanaan tuoma vesi. Tapauksissa, joissa rakennuksen rakentamisessa on noudatettu hyvää rakentamistapaa, on pintojen vastaanottamaan kosteusrasituksen määrään voitu vaikuttaa pienentävästi. Tällaisia keinoja ovat esimerkiksi toimiva vedenpoisto katolta, kallistettu vierustäyttö sekä kapillaarikatkot. Kosteusrasitukset eivät aina ole silmin havaittavissa. Ulko- sekä sisäilman kosteuserojen takia rakenteissa on jatkuva kosteusvirta. Kosteusvirtaa pyritään hallitsemaan oikeilla julkisivumateriaalien valinnoilla sekä kosteussuluilla. Suurin tekijä rakennuksen kosteustekniseen hallintaan on rakenteen kuivumisen mahdollistaminen (Annala 2012, 31–32.)

Tuulen aiheuttaman kuorman rasitus mitoitetaan eurokoodin EN 1991-1-4 (2011) mukaan. Rakennuksen tuulikuormaan vaikuttavat rakennuksen sijainti, ympäristö, korkeus ja muoto. Tuulikuorma määritetään keskimääräisestä tuulennopeudesta 10 minuutin aikana, ja sen vuotuinen ylittymisen todennäköisyys on 2 %. Käytännössä tämä tarkoittaa että kyseinen tapahtuma toistuu keskimäärin kerran 50 vuodessa (Annala 2012, 32.)

Lämpötilan vaihtelut aiheuttavat rakenteissa materiaalien laajenemista ja supistumista. Tapauksissa, joissa muodonmuutokset on estetty, tämä aiheuttaa rakenteisiin pakko-

voimia. Pakkovoimat saattavat aiheuttaa materiaalien halkeilua jollei niitä ole huomioitu esimerkiksi liikuntasaumoin. Lämpötilan laskiessa alle 0 celsiuksen materiaali supistuu ja samanaikaisesti materiaalissa oleva jäätyvä vesi laajenee. Tämä aiheuttaa rakenteeseen vaurioita, mikäli vesi ei pääse laajenemaan ilmahuokosiin. Auringon paisteen aiheuttamien pintamateriaalien lämpötilan nousemisen takia rakenteet saattavat turmeltua erisuuruisten lämpölaajenemien vaikutuksesta. Kesällä auringon lämmittä tämä materiaali saattaa turmeltua myös, mikäli vesisade tiputtaa rakenteen lämmön nopeasti. Tätä ilmiötä kutsutaan lämpöiskuksi (Annala 2012, 32–33.)

Auringon säteilyn valo aiheuttaa vaurioita tiettyihin julkisivumateriaaleihin. Valo aiheuttaa muutoksia väreihin sekä vaurioita pintamateriaaleihin. Näkyvät vauriot eivät johdu pelkästään UV-säteilystä, myös kosteuden ja biologisten tekijöiden yhteisvaikutus aiheuttaa omanlaisiaan vaurioita. Orgaanispohjaiset aineet kuten esimerkiksi puu ja muovi voivat vaurioitua UV-säteilystä. Mineraalipohjaiset materiaalit kuten esimerkiksi betoni ja tiilet vaurioituvat harvemmin UV-säteilyn takia. Julkisivumateriaalia voidaan suojata pinnoitteiden avulla. Tapauksissa, joissa pinnoitteita on käytetty, tulee huolehtia niiden huollosta. Pinnoitteen vaurioituessa julkisivun vastaanottama kosteusrasitus kasvaa ja tämä kasvattaa riskiä muiden vaurioiden synnylle (Annala 2012, 33–34.)

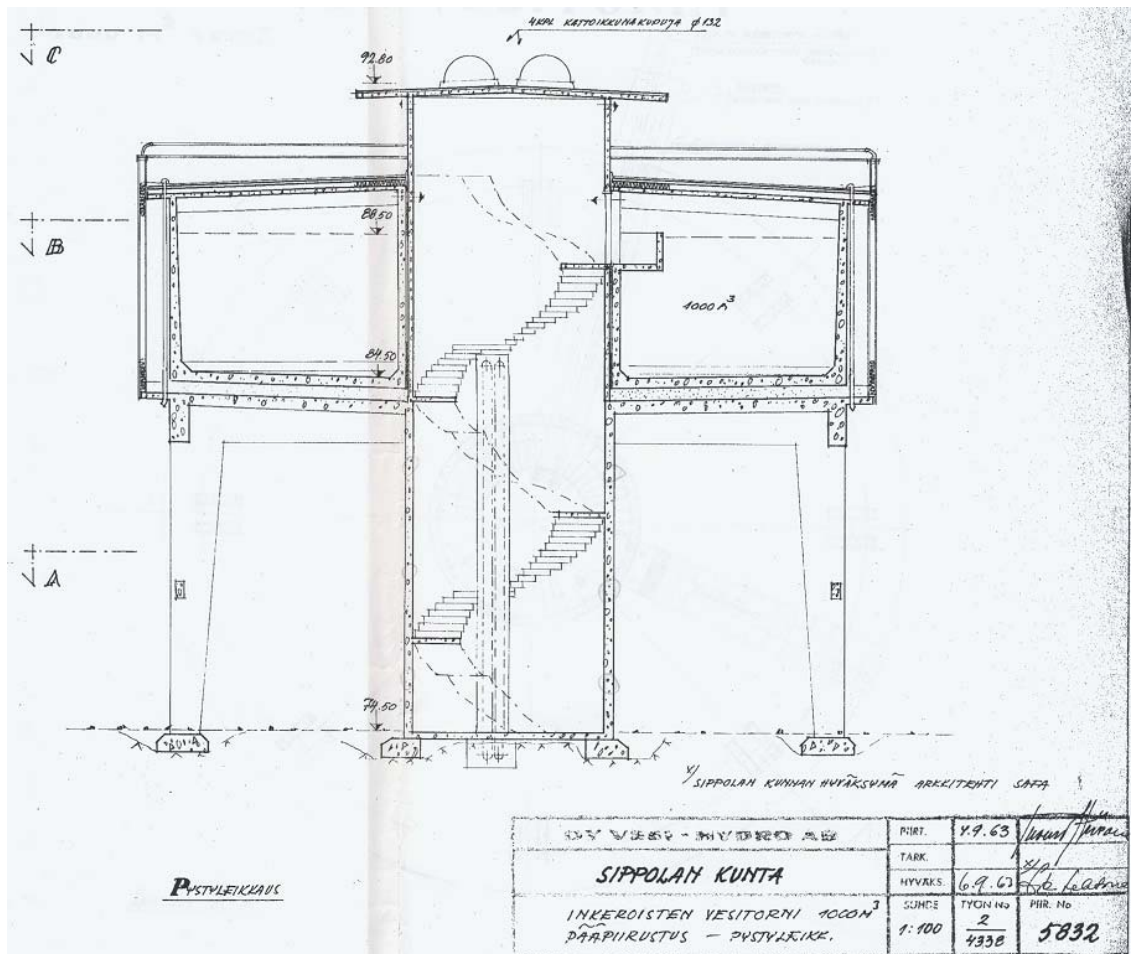
4 INKEROISTEN VESITORNI

4.1 Tornin historia ja rakenne

Inkeröiden vesitorni sijaitsee Harjumäen Suurikukkulalla. Oy Vesi-Hydro Ab on laatinut vesitornin piirustukset ja työselitykset. Julkisivujen tarkastukset suoritti arkkitehti Esko Luotonen. Päätös vesitornin rakentamisesta tehtiin vuonna 1964. Vesitorni rakentaminen aloitettiin samana vuonna, ja se valmistui seuraavana keväänä. Vesitornin rakentamisessa käytettiin Sippolan kunnan väkeä lukuun ottamatta ammattimiehiä, joita paikkakunnalta ei ollut saatavissa.

Vesisäiliö suunniteltiin ja rakennettiin muodoltaan pyöreäksi. Vesisäiliö on mitoiltaan 4 metriä korkea ja sen sisähalkaisija on 19 metriä. Vesisäiliön tilavuus on 1000 m³. Vesisäiliö on betonista valetun jalustan päällä, joka on 10 metriä korkea. Vesisäiliön julkisivu on päällystetty valkealla minerit-levyllä ja jalustaosa on maalattua betonia. Vesitornin katto on alun perin suunniteltu näköalapaikaksi, mutta sitä ei siihen tarkoi-

tukseen ole käytetty väestöhälyttimien asennuksen jälkeen. Tornille ei ole tehty mitään suurempia saneeraustoimenpiteitä. Vesisäiliön kantavina rakenteina toimivat reu-
napilaristo sekä keskisyylinteri ja näiden välillä kulkeva palkisto. Kuvissa 11–12 saata-
vissa olevat suunnitelmat Inkeröiden vesitornista.



Kuva 11. Inkeröiden vesitornin pystyleikkaus



Kuva 12. Inkeröisten vesitornin poikkileikkaus kantavien pilareiden puolivälin kohdal-
ta

4.2 Rakenteiden kuntokartoitus

4.2.1 Perustukset ja pilarit

Vesitornilla on 16 kantavaa pilaria jotka sijaitsevat pareittain symmetrisesti vesisäiliön laitoja pitkin sijoitettuina. Pilarit ovat 9 metriä pitkiä. Jokaista pilariparia yhdistää pilarien puolivälissä sijaitseva nelikulmainen betonivalu nurjahdustukena. Nurjahdustuet ovat kooltaan 50 x 50 x 40 cm. Pilareiden anturat ovat pystyleikkauksen mukaan 1500 x 500 cm. Pilarit ovat pinnoitettu valkoisella maalilla ja ne on tuhrattu graffiteilla noin 2 metrin korkeuteen asti. Tornin jalkaosan anturat ovat pystyleikkauksen mukaan 1200 x 500 cm.

Pilareista näkyy hieman raudoituksia. Pilaripareja yhdistävät betonivalut ovat pääosin todella huonokuntoisia. Pilareiden sekä nurjahdustukien vaurioista löytyy kuvia liitteessä 1.

4.2.2 Tornin jalka

Tornin alempi jalkaosa on 250 mm paksua betonia ja se on 9 metriä korkea. Tämän jälkeen se jatkuu 150 mm paksuna tornin ylimmälle kattorakenteelle asti. Jalan ylemmän osan pituus on 8 metriä. Jalkaosan sisähalkaisija on 5,5 metriä. Jalkaosan julkisivussa on sisäänkäynnin yläpuolisella tasolla vihreä maalipinta, joka jatkuu säiliön pohjaan asti. Sisäänkäynnin tasolla on osittain betonipinta näkyvissä, mutta se on miltei kokonaan graffitien peitossa. Jalkaosan sisäpuolella on valkoinen maalipinta. Maalipinta on huonossa kunnossa ja siinä on graffiteja. Vesisäiliön yläpuolelle nousevassa osassa, josta on kulku katolle, jalassa on vihreä maalipinnoite julkisivussa.

Jalkaosassa on sisä- sekä ulkopinnassa silmin havaittavia rapauksia. Maalipinnat ovat kauttaaltaan huonokuntoisia. Vesikaton yläpuolelle nousevassa osassa ulkopuolinen maalipinta on paremmassa kunnossa kuin muissa kohdin tornia mutta siinäkin on muutamia graffiteja. Tornin jalkaosan vaurioista löytyy kuvia liitteessä 2.

4.2.3 Laatat ja palkit

Tornin jalkaosan pohjalla on 200 mm paksu betoninen pinnoittamaton lattialaatta. Suurin läpivienti laatussa on vesisäiliön tulo- ja menojohdon sekä ylivuodon läpivienti

betonikanaaliin. Jalkaosan yläpäästä lähtee kahdeksan palkkia, jotka jatkuvat kantavien pilariparien yläpäiden keskikohtaan eli nurjahdustukien kohdille. Pilarien päällä jalkaosasta lähtevät palkit yhdistyvät pilarien ulkopintaa kiertävään rengaspalkkiin. Kaikkien edellä mainittujen palkkien päällä sijaitsee 400 mm paksu betonilaatta, joka siirtää säiliön kuormituksen kantaville rakenteille. Kyseinen laatta on maalattu pohjastaan vihreällä maalipinnoitteella. Vesisäiliön ylälaatan alla sijaitsee palkkeja, jotka siirtävät yläpohjan kuormat kantaville rakenteille. Palkit ovat 150 mm leveitä ja 550 mm korkeita. Vesisäiliön kattona toimiva laatta on 100 mm paksua betonia. Vesisäiliön yläpuolelle nousevassa tornin jalkaosassa on kattorakenteena 100 mm paksu pyöreä betonilaatta joka on halkaisijaltaan 8,5 metriä leveä.

Jalkaosan pohjalaatta on hyvässä kunnossa. Jalkaosasta reunapilareille menevistä palkeista on raudoituksia näkyvissä. Rengaspalkissa on raudoituksia näkyvissä. Jalkaosasta reunapilareille menevien palkkien päällä olevassa laatasta ei ole raudoituksia näkyvissä mutta sen maalipinta on todella huonossa kunnossa. Vesisäiliön ylälaatan alla sijaitsevilla palkeilla on raudoituksia näkyvissä. Vesisäiliön kattorakenteena toimivassa laatasta on raudoituksia näkyvissä. Tornin laattojen ja palkkien vaurioista löytyy kuvia liitteessä 3.

4.2.4 Julkisivu

Vesisäiliön julkisivuna on valkea minerit-levy joka kiertää koko säiliön. Levyt ovat pystysuuntaisesti kolmessa kerroksessa ja näiden yhteenlaskettu korkeus on 6,5 metriä. Levyjen takana on julkisivukoolaus ja sen takana lämmöneristeenä toimiva villa.

Julkisivun minerit-levyt ovat huonokuntoisia sekä julkisivukoolaus niiden takana. Osa levyistä on irronnut ja näistä kohdista, joista levyt ovat irronneet, myös eristevillat ovat irronneet. Minerit-levyt ovat kuitusementtilevyjä, ja niissä on noin 20 % asbestikuitua. Asbestin käyttö on nykyään rakennusmateriaalina kiellettyä sen haitallisuuden takia. Levyjen mahdollinen irtoaminen aiheuttaa tornin läheisyydessä turvallisuusriskin. Tornin julkisivun vaurioista löytyy kuvia liitteessä 4.

4.2.5 Yläpohjarakenteet ja vesikatto

Vesitornin säiliöosan yläpohja koostuu säiliön sulkevasta 150 mm paksusta betonilaatasta, 150 mm lämmöneristeestä ja 100 mm betonilaatasta. Katon kaato on 6:100. Sa-

devesien poisto tapahtuu katon ulkoreunoilta lähteviä sadevesiputkia pitkin. Sadevesiputket kulkevat julkisivun takana, vesisäiliön ulkopuolella. Julkisivu nousee metrin säiliöosan vesikaton yläpuolelle ja tämän päällä on metallinen kaide. Vesikaton yläpuolelle nouseva julkisivun yläpinta on pellitetty. Katolla on ulkopuolisen tahon antenniä sekä väestöhälytin.

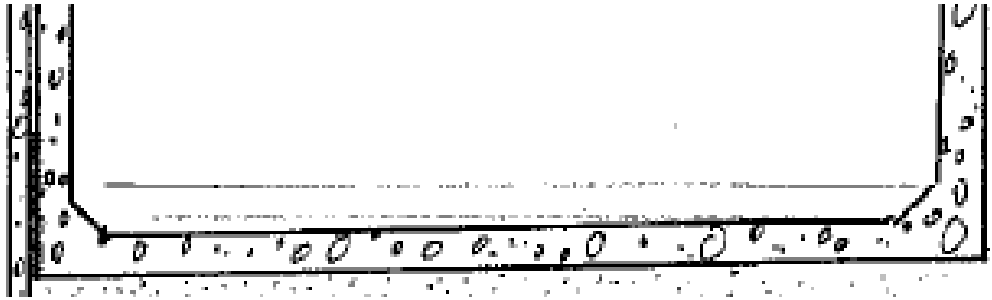
Tornin jalan yläpohjana toimii 100 mm paksu betonilaatta. Laatassa on neljä kappaletta kupumallisia kattoikkunoita. Kattoikkunat ovat halkaisijaltaan 1320 mm.

Vesikaton ulkopinta on päällisin puolin hyvässä kunnossa. Jalkaosan yläpohja on huonossa kunnossa säiliön sisäpuolelta katsottuna. Vesikaton yläpuolelle nouseva julkisivun osa on rungoltaan todella huonossa kunnossa. Kattoa kiertävä metallinen kaide on kauttaaltaan ruosteessa. Yläpohjarakenteiden sekä vesikaton vaurioista löytyy kuvia liitteessä 5.

4.2.6 Säiliö

Vesisäiliö on tilavuudeltaan 1000 m³. Tornin jalkaa vasten kiertävä säiliön seinä on 200 mm paksua betonia. Säiliön seinän ja tornin jalan välissä on 100 mm lämmöneristettä. Vesisäiliön pohja on 300 mm paksua betonia. Säiliön pohjan ja kantavan laatan välissä on oletettavasti 300 mm lecabetonia. Säiliön ulkoseinä on alhaalta ylöspäin kapeneva betoninen rakenne. Alimmassa kohdassa sen paksuus on 300 mm ja ylimässä 200 mm. Säiliö on sisemmästä sekä ulommasta alareunastaan vahvistettu kuvan 13 mukaisesti. Säiliön yläkuori on 100 mm paksua betonia. Yläkuori tukeutuu säiliön sisä- sekä ulkoseinään. Yläkuori jatkuu julkisivun sisäpintaan asti. Säiliön tarkastustila on betoninen tasanne, jonka kantavana rakenteena on säiliön sisempi seinä. Tasanteen pohja on sekä reunaseinät ovat 200 mm paksua betonia.

Tornin jalkaa vasten kiertävästä seinästä ovat raudoitukset näkyvissä. Vesisäiliön pohjan kuntoa ei voi arvioida tyhjentämättä ja putsaamatta säiliötä. Säiliön ulkoseinän sisäpinnan yläosassa on raudoituksia näkyvissä. Tarkastustilan tasanne on hyvässä kunnossa. Vesisäiliön vaurioista on kuvia liitteessä 6.



Kuva 13. Säiliön alareunat

4.2.7 Ovet

Vesitornissa on neljä ovea. Tornin ulko-ovena on metallinen ovi, jonka avaamisesta menee hälytys kaukovalvontaan. Seuraava ovi sisäänkäynnin jälkeen on puinen ikkunallinen lukittava ovi koppiin, jossa on läpiviennit tulo- ja menojohdoille sekä ylivuodolle. Kopissa on myös sähkötekniikkaa sekä kameravalvonnan hallintalaitteet. Rappusia ylöspäin mentäessä saavutaan vesisäiliötilan murtohälyttimellä varustetulle ovelle. Ovi on lukittava metalliovi. Kuljettaessa rappuset ylös asti saavutaan katolle menevälle ovelle. Oviaukossa on ensin puinen välioivi, jonka jälkeen on lukittava metalliovi. Katolle ei ole kulkua muuta kautta.

Jalkaosan ulko-ovi on hyväkuntoinen lukuun ottamatta siihen maalattuja graffiteja. Kopin ovi on hyväkuntoinen lukuun ottamatta tussilla tehtyjä sotkuja. Vesisäiliötilan ovi on hyväkuntoinen. Katolle menevät ovet ovat hyväkuntoisia. Ovien vaurioista on kuvia liitteessä 7.

4.2.8 Portaat ja kulkurakenteet

Vesitornin jalan sisäpintaa pitkin kulkevat paikallavaletut kierreportaat. Portaat jatkuvat alapohjan yläpinnan tasosta vesikatolle asti. Portaat ovat betonia ja ne ovat 1200 mm leveät. Portaissa on seitsemän kappaletta välitasanteita. Portaat ovat maalattu valkoiseksi. Portaiden sisäreunaa pitkin kiertää metrin korkea metallinen kaide, jonka käsijohde on päällystetty synteettisellä materiaalilla.

Portaissa ei ole raudoituksia näkyvissä. Toinen ja kolmas välitasanne on rapautunut sekä niissä on raudoituksia näkyvissä. Maalipinta on huonossa kunnossa koko portaiden matkalta. Metallinen kaide on paikoitellen ruostunut.

Vesisäiliön tarkastustilassa tasanteen vieressä sijaitsevat metalliset tikkaat itse säiliöön. Tikkaissa on havaittavissa todella pahoja ruostevaurioita. Portaiden ja kulkurakenteiden vaurioista on kuvia liitteessä 8.

4.2.9 Putkistot ja venttiilit

Vesitornin tulo- ja menojohdo on NS 250-putkea. Johto tulee vesitorniin lämpöeristettyä betonikanaalia pitkin. Samassa betonikanaalissa kulkee ylivuotoputki. Tulo- ja menojohdo sekä ylivuotovuotoputki nousevat jalkaosan alapohjan läpi sähkötekniikkaa sisältävään koppiin. Johdot kulkevat kopin katon läpi. Katolta putket kulkevat alumiinista valmistetun lämpöeristetyn suojan sisällä 10 metrin korkeuteen tornin jalan lattialaatan yläpinnasta mitattuna. 10 metrin korkeudessa putket menevät läpi tornin jalan seinästä ja säiliön seinästä säiliöön.

Vesikatolta sadevesiputket kulkevat säiliön julkisivun ja säiliön betonikuoren välissä, kunnes ne tulevat rengaspalkin yläpuolelta esiin, josta ne purkavat sadevedet ympäröivään maastoon. Tornin jalan ja vesisäiliön välistä tulevat putket, jotka purkavat tornin jalan sisäpintaan kiinnitettyyn kouruun. Kourusta vesi purkautuu putkea pitkin sähkötekniikkaa sisältävään koppiin. Kopissa vesi purkautuu betonikanaaliin, josta vesijohdot tulevat torniin.

Tulo- ja menojohdo sekä ylivuotoputki ovat kohtalaisessa kunnossa, liitoskohdissa on ruostetta. Tornin jalan sisäpuolella on turhia putkia, jotka eivät ole minkäänlaisessa käytössä. Kopissa josta johdot tulevat torniin sijaitsee yksi moottoroitu vuotoventtiili, joka sulkeutuu automaattisesti virtauksen kasvaessa poispäin tornista tarpeeksi suureksi ja estää näin tornin tyhjenemisen rikkotilanteessa. Venttiili on silminnähden hyvässä kunnossa. Putkistojen ja venttiilien vaurioista löytyy kuvia liitteessä 9.

4.2.10 Aidat

Vesitornia kiertää kantavien pilareiden ulkopintoja myöten 1,85 metriä korkea aita. Aita on metalliverkkoaita. Tornin ulko-oven kohdalla aidassa on portti.

Metalliverkkoaita on ehjä lukuun ottamatta porttia. Portista puuttuu metalliverkot kokonaan, eikä sitä pidetä lukittuna. Aidan vaurioista on kuvia liitteessä 10.

4.2.11 Valaistus, lämmitys ja ilmanvaihto

Tornin jalan sisäpuolella, ulko-oven yläpuolella on pallovalaisin. Sähkötekniikkaa sisältävässä kopissa on loisteputkivalaisin, jossa on kaksi putkea. Rappusten kolmannen tasanteen kohdalla loisteputkivalaisin, jossa on kaksi putkea. Vesisäiliön oven tornin jalan sisäpuolen yläpuolella on loisteputkivalaisin, jossa on kaksi putkea. Vesisäiliön tarkastustilan tasanteella sijaitsee loisteputkivalaisin, jossa on kaksi putkea sekä yksi pallovalaisin. Kattoikkunoiden sisäpuolella on neljä kappaletta valaisimia, jotka eivät toimi. Katolla on neljä kappaletta ulkovalaisimia, joissa ei ole polttimeita.

Kopissa on yksi 1000 W:n sähköpatteri. Kopin ulkopuoliseen seinään on kiinnitetty 5 kW:n lämpöpuhallin. Tornin jalan puolella vesisäiliön oven vieressä on 3 kW:n lämpöpuhallin. Vesisäiliön tarkastustilan tasanteella on 3 kW:n lämpöpuhallin.

Ulko-oven vieressä on kaksi kappaletta tuuletusventtiilejä. Venttiilit ovat ruosteessa ja ne ovat verkotettu. Portaiden kuudennen tasanteen korkeudessa on neljä kappaletta tuuletusventtiilejä vesisäiliöön. Katolle vievän oven vieressä on kaksi kappaletta tuuletusventtiilejä. Venttiilit ovat pahasti ruostuneet, eikä niitä ole verkotettu, mutta niissä on metalliluiskat estämässä eläinten pääsyn jalan sisäpuolelle. Portaiden toiseksi viimeisen ja viimeisen tasanteen välillä on 17 kappaletta halkaisijaltaan 50 mm:n tuuletusreikiä yläpohjan rakenteille. Valaistuksen, lämmityksen ja ilmanvaihdon vaurioista on kuvia liitteessä 11.

4.3 Yhteenveto vaurioista ja vaaditut toimenpiteet sekä kiireellisyysluokitukset

Inkeröisten vesitornin rakenteiden korjaamisen kiireellisyysluokitus määritellään asteikolla 1 - 4. Luokituksen merkitys on selitetty taulukossa 6. Kriittisimmiksi korjausten kohteiksi ovat valittu rakenteen kantavuuteen ja turvallisuuteen vaikuttavat vauriot sekä mahdolliset hygieniariskit. Näiden jälkeen kiireisimmiksi luokitellaan vaurioiden etenemiseen vaikuttavat seikat. Matalan kiireellisyysluokituksen vauriot ovat lähinnä esteettisiä. Vetolujuuskokeiden tulokset ovat analysoitu Suomen betoniyhdistys ry:n Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 BY 42-taulukon 6.1 mukaisesti.

Taulukko 6. Kiireellisyysluokitukset

Kiireellisyysluokitus	Selitys
1	Ei korjaustarvetta 10 vuoden sisällä
2	Korjaustarve 4 - 10 vuoden sisällä
3	Korjaustarve 1 - 4 vuoden sisällä
4	Korjaustarve 0 - 1 vuoden sisällä

4.3.1 Tornin jalka

Tornin jalasta otettiin kappaleet vetolujuuskokeita varten. Jalasta otettiin kaksi koe-kappaletta. Kappaleesta X1 saatiin murtojännitykseksi 2,447 MN/m². Kappaleesta X2 saatiin ensimmäisessä kokeessa murtolujuudeksi 0,704 MN/m², mutta arvo oli niin heikko, että koe suoritettiin uudelleen ja tällöin tulokseksi saatiin 0,910 MN/m². Kappaleen X1 tuloksen mukaan näytteessä ei todennäköisesti ole merkittävää rapaumaa. Kappaleen X2 tuloksen mukaan näytteessä on jonkinasteista rapaumaa. Tornin jalan vetolujuuskokeiden tulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 23.

Tornin jalasta mitattiin karbonatisoitumissyvyys ja peitekerrokset kahdelta alueelta. Alueen KJ1 ja KJ2 keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys oli 37,3 mm ja keskimääräinen peitekerroksen paksuus 49,1 mm. Näiden tulosten perusteella voidaan päätellä, että karbonatisoituminen ei ole edennyt raudoitteisiin asti. Raudoitteita ei ole myöskään silmämääräisesti nähtävissä tornin jalkaosassa. Tornin jalan karbonatisoitumissyvyys sekä peitekerroksen paksuudet ovat kokonaisuudessaan liitteessä 24.

Tornin jalasta otettiin kahdesta kohdasta KLJ1 ja KLJ2 porausjauhenäytteet, joista tehtiin kloridianalyysit. Tulokseksi kummastakin kohdasta saatiin 0,01 p- %. Tulos ei ylitä kriittistä raja-arvoa. Tornin jalan kloridianalyysit ovat kokonaisuudessaan liitteessä 25.

Tornin jalasta otettiin näytelieriöt kolmesta kohtaa ja ne sahattiin kahtia ja niistä tehtiin pintahietutkimukset. Näytteessä PHJ1 betonin kunto oli hyvä. Näytteessä PHJ2 betonin kunto oli tyydyttävä. Näytteessä PHJ3 betonin kunto oli 11 mm:n syvyyteen

asti heikko, 11–16 mm:n syvyyteen asti tyydyttävä ja muuten hyvä. Tornin jalan pintahietutkimusten tulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 26.

Jalkaosan julkisivusta tulee puhdistaa graffitit ja käsitellä julkisivu graffitisuoja-aineella kolmen metrin korkeuteen asti. Jalkaosan julkisivun maalipinta on pahoin hilsaillyt, ja vanha maali tulee poistaa ja korvata uudella.

Jalan sisäosasta otetun koekappaleen X2 heikon vetolujuuden takia vaurioitunut betoni tulee piikata pois ja korvata uudella. Tornin jalan sisäosassa maalipinta on todella huonossa kunnossa. Seinissä on myös laajalti levää tai lehtivihreää tornin jalan ja vesisäiliön seinän välistä kosteutta purkavan kourun alapuolella. Jalan sisäosan seinä tulee puhdistaa ja maalata uudelleen.

4.3.2 Pilarit, palkit ja laatastot

Kahdesta kantavasta reunapilarista otettiin kappaleet vetolujuuskokeita varten. Kappaleesta Y1 murtojännitykseksi saatiin 1,750 MN/m². Kappaleesta Y2 murtojännitykseksi saatiin 1,700 MN/m². Näiden tuloksen perusteella pilareissa ei todennäköisesti ole merkittävää rapaumaa. Pilareiden vetolujuuskokeiden tulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 23.

Kahdesta kantavasta reunapilarista mitattiin karbonatisoitumissyvyys ja peitekerroksen paksuudet. Alueella KP1 ja KP2 keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys oli 16,3 mm ja keskimääräinen peitekerroksen paksuus 39,5 mm. Näiden tulosten perusteella karbonatisoituminen ei ole edennyt raudoitteisiin asti tutkituissa kohdissa. Pilareiden karbonatisoitumissyvyys ja peitekerroksen paksuudet ovat kokonaisuudessaan liitteessä 24.

Kahdesta kantavasta pilarista KLP1 ja KLP2 otettiin porausjauhenäytteet, joista tehtiin kloridianalyysit. Tulokseksi kummastakin kohdasta saatiin 0,01 p- %. Tulos ei ylitä kriittistä raja-arvoa. Pilareiden kloridianalyysit ovat kokonaisuudessaan liitteessä 25.

Kahdesta kantavasta pilarista otettiin näytelieriöt, jotka sahattiin kahtia ja niistä tehtiin pintahietutkimukset. Näytteessä PHP1 betonin kunto oli hyvä. Näytteessä PHP2 betonin kunto oli 22 mm syvyyteen asti tyydyttävä (yksittäinen kohta) ja muuten hyvä. Pilarien pintahietutkimusten tulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 26.

Kantavissa reunapilareissa on paikoitellen raudoituksia näkyvissä. Nämä kohdat tulee piikata esiin, ruostesuojata ja laastipaikata. Pilareiden maalipinnat ovat heikossa kunnossa. Vanhat maalit tulee poistaa ja korvata uudella. Pilaripareja yhdistävät nurjahdustuet ovat huonokuntoisia, ja ne tulee piikata huonokuntoisesta betonista, laastipaikata sekä maalata uudelleen.

Tornin jalasta pilareille kulkevista palkeista mitattiin karbonatisoitumissyvyys ja peitekerroksen paksuudet kahdesta kohdasta. Alueella KSP1 ja KSP2 keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys oli 18,0 mm ja keskimääräinen peitekerroksen paksuus 22,4 mm. Näiden tulosten perusteella karbonatisoituminen ei ole edennyt raudoitteisiin asti tutkituissa kohdissa. Palkkien karbonatisoitumissyvyys sekä peitekerroksen paksuudet ovat kokonaisuudessaan liitteessä 24.

Tornin jalasta pilareille kulkevissa palkeissa on raudoituksia näkyvissä. Nämä kohdat tulee piikata esiin, ruostesuojata ja laastipaikata. Palkkien maalipinnat ovat heikossa kunnossa ja vanhat maalit tulee poistaa ja korvata uudella.

Rengaspalkista mitattiin karbonatisoitumissyvyys ja peitekerroksen paksuudet kahdesta kohtaa. Alueella KRP1 ja KRP2 keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys oli 13,0 mm ja keskimääräinen peitekerroksen paksuus 24,1 mm. Näiden tulosten perusteella karbonatisoituminen ei ole edennyt raudoitteisiin asti tutkituissa kohdissa. Rengaspalkin karbonatisoitumissyvyys sekä peitekerroksen paksuudet ovat kokonaisuudessaan liitteessä 24.

Kantavien pilareiden päällä kulkevassa rengaspalkissa on raudoituksia näkyvissä. Karbonatisoitunut betoni tulee poistaa esimerkiksi vesipiikkaamalla ja valaa uusi pinta ruiskubetonoinnilla. Palkin maalinpinta on todella huonossa kunnossa ja se tulee korvata uudella.

Kantavien pilareiden sekä palkkien päällä oleva betonilaatta tulee puhdistaa vanhoista maaleista. Puhdistuksen jälkeen laatta tulee maalata uudelleen.

Tornin jalkaosan kattona toimivasta betonilaatasta mitattiin karbonatisoitumissyvyys ja peitekerroksen paksuudet. Laatan L1 keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys oli 25,6 mm ja keskimääräinen peitekerroksen paksuus 15,4 mm. Näiden tulosten perusteella karbonatisoituminen on edennyt pitkälle raudoitteisiin asti. Silmämääräisesti

tutkittaessa raudoituksia on hyvin laajalti näkyvissä ja betonia irtoilee laattaa koputeltaessa. Vanha laatta tulee purkaa ja tilalle valaa uusi vastaava. Laatan karbonatisoitusvyödyt sekä peitekerroksen paksuudet ovat kokonaisuudessaan liitteessä 24.

4.3.3 Säiliön julkisivu, yläpohja ja vesikatto

Säiliön julkisivu on kauttaaltaan niin huonossa kunnossa, että se tulee uusita kokonaan. Minerit-levyt, joista osa on jo irronnut, tulee poistaa asianmukaisesti sekä vanha julkisivukoolaus purkaa kokonaisuudessaan eristeineen. Minerit-levyjen asbestipitoisuus tutkittiin asbestianalyysissä, jossa osoittautui, että ne sisältävät antofylliittia sekä krysotiilia. Asbestianalyysi on kokonaisuudessaan nähtävissä liitteessä 27. Julkisivukoolaus korvataan uudella ja julkisivun materiaaliksi valitaan esteettisesti sopiva ja määrystenmukainen materiaali.

Säiliön ylälaatatassa on alapinnassa vähäisesti raudoituksia näkyvissä. Vesikattona toimiva betonilaatta on silminnähden hyvässä kunnossa yläpinnastaan. Säiliön ylälaatatassa kohdat, joissa raudoituksia on näkyvissä, tulee piikata esiin, ruostesuojata ja laastipaikata.

4.3.4 Ovet, portaat ja aidat

Tornin jalkaosan ulko-ovesta tulee poistaa graffitit ja tämän jälkeen käsitellä ovi graffitisuoja-aineella, jotta se on helpompi puhdistaa, mikäli uusia maalauksia ilmestyy. Kopin ovi tulee puhdistaa sotkuista. Muut ovet eivät vaadi toimenpiteitä.

Portaista tulee poistaa vanha heikkokuntoinen maalipinta ja maalata ne uudelleen sopivalla maalilla. Portaiden toisessa ja kolmannessa tasanteessa on raudoituksia näkyvissä sekä rapautumista betonissa. Vauriokohdat tulee piikata esiin, ruostesuojata ja laastipaikata. Portaiden kaide tulee puhdistaa ja maalata. Vesikaton kiertävä kaide tulee puhdistaa ja maalata. Vesisäiliöön johtavat tikkaat tulee korvata uusilla.

Vesitornin kiertävän metalliverkkoaidan porttiin tulee vaihtaa uudet verkot vanhojen rikkiäisten tilalle. Kun portti on korjattu, se tulee pitää lukittuna.

4.3.5 Valaistus, lämmitys, ilmanvaihto ja putkistot

Vesitornin valaisimet ovat hyvässä kunnossa lukuun ottamatta kattoikkunoiden vieressä olevia valaisimia sekä katolla olevia valaisimia. Kattoikkunoiden vieressä olevat toimimattomat valaisimet tulee korvata esimerkiksi kahdella loisteputkivalaisimella. Katolla olevat valaisimet tulee korvata uusilla ulkokäyttöön tarkoitetuilla valaisimilla.

Vesitornin lämmitykseen käytettävät lämpöpuhaltimet sekä kopissa oleva sähköpatteri ovat hyvässä kunnossa. Ilmankosteus ei ainakaan talvella eikä syksyllä tuntunut olevan kovin suuri tornin jalan sisäpuolella eikä vesisäiliössä.

Ruosteessa olevat tuuletusventtiilit tulee korvata uusilla eläinsuojatuilla venttiileillä. Yläpohjan tuuletusreiät eivät vaadi toimenpiteitä.

Turhat putket tulee poistaa tornin jalan sisäseinältä. Tulo- ja lähtöputki sekä ylivuoto eivät vaadi toimenpiteitä.

4.4 Kustannusarviot toimenpiteistä

Inkeröisten vesitornin korjaustoimenpiteiden kustannusarviot ovat laskettu Korjaus-Klara 4 -ohjelman mukaisesti.

Taulukko 7. Kustannusarviot ja kiireellisyysluokitukset toimenpiteille

Rakenneos	Toimenpide	Kustannusarvio	Kiireellisyys
Tornin jalka	Vesipiikkaus 10 m2	800 €	Luokitus 4
	Ruiskubetonointi 10 m2	2200 €	
	Pinnan puhdistus 485 m2	5000 €	
	Pinnan maalaus 485 m2	5000 €	
	Graffitisuoja-aine 55 m2	2500 €	
Jalasta pilareille kulkevat palkit	Puhdistus 156 m2	1600 €	Luokitus 3
	Piikkaus, laastipaikkaus ja ruostesuojaus 156 jm	6000 €	
	Maalaus 156 m2	1100 €	
Rengaspalkki	Vesipiikkaus 142 m2	9000 €	Luokitus

	Ruiskubetonointi 142 m2	26000 €	3
	Maalaus 142 m2	1500 €	
Reunapilarit	Puhdistus 435 m2	4500 €	Luokitus 3
	Piikkaus, laastipaikkaus ja ruostesuojaus 435 jm	26000 €	
	Maalaus 435 m2	4500 €	
	Graffitisuoja-aine 125 m2	5500 €	
Nurjahdustuet	Puhdistus 8 m2	150 €	Luokitus 3
	Piikkaus, laastipaikkaus/uudelleen valu ja ruostesuojaus 8 jm	800 €	
	Maalaus 8 m2	150 €	
Vesisäiliön alapohjalaatta	Puhdistus ja maalaus 295 m2	7500 €	Luokitus 2
Säiliön julkisivu	Vanhan julkisivun purkaminen 430 m2	7500 €	Luokitus 4
	Julkisivun runko 430 m2	22000 €	
	Uusi pintamateriaali 430 m2 (laskettu polymeerisementtilevyllä)	30000 €	
Vesisäiliön ylälaatta	Piikkaus, laastipaikkaus ja ruostesuojaus 295 jm	20000 €	Luokitus 3
Tornin jalan katto-laatta	Vanhan laatan purku 19 m2	1800 €	Luokitus 3
	Uuden laatan valaminen 2 m3	800 €	
Ovet	Ulko-oven puhdistus, maalaus ja graffitisuoja-aineella käsittely 1kpl	800 €	Luokitus 3
	Kopin oven puhdistus 1kpl	400 €	
Portaat	Puhdistus 130 m2	2200 €	Luokitus 3
	Maalaus 130 m2	1500 €	
	2. ja 3. tasanteen piikkaus, laastipaikkaus ja ruostesuojaus 3 m2	1500 €	
Kaiteet	Puhdistus 110 jm	11000 €	Luokitus

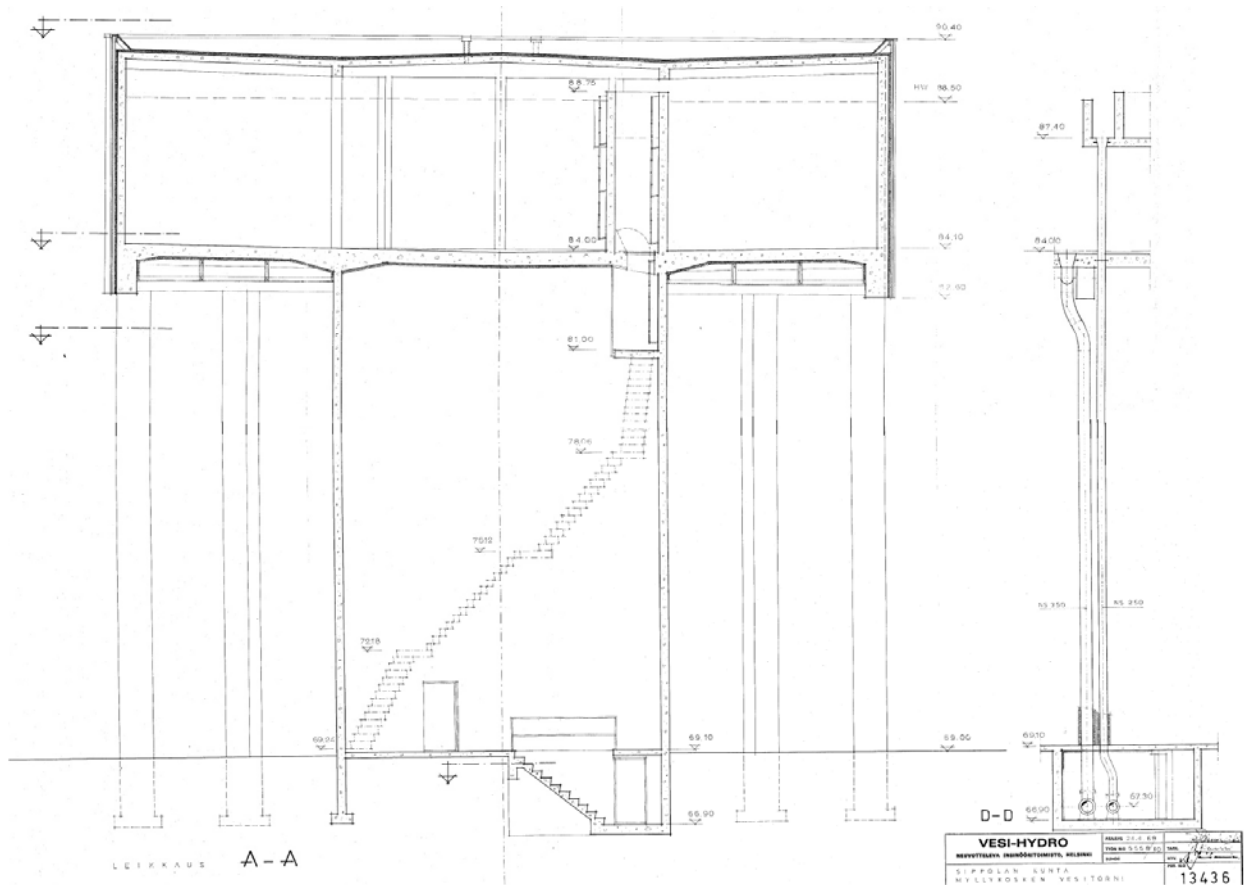
	Maalaus 110 jm		2
Tikkaat	1 kpl alumiinitikkaat 4 m	400 €	
Aidat	Portin verkkojen uusiminen 16 m ²	600 €	Luokitus 3
Valaisimet	8 kpl valaisinten poisto ja korvaaminen uusilla	1600 €	Luokitus 3
Tuuletusventtiilit	4 kpl tuuletusventtiilin pois- taminen ja korvaaminen uu- silla	1200 €	Luokitus 3
Kosteutta keräävä kouru	Kourun poisto ja korvaami- nen umpinaisella putkella 20 jm	200 €	Luokitus 4
Turhat putket	Turhien putkien poisto	200 €	Luokitus 1
Telineet	Telinekustannukset töille	26000 €	-
Suunnittelu	Suunnitelmat	15000 €	-
Työmaatekniikka	Työmaatekniikka	18000 €	-
Jätekuustannukset	Jätekuustannukset	19000 €	-
Työnjohto	Työmaan johto	50000 €	-
Kustannukset yhteensä		309500 €(ilman alv)	

5 MYLLYKOSKEN VESITORNI

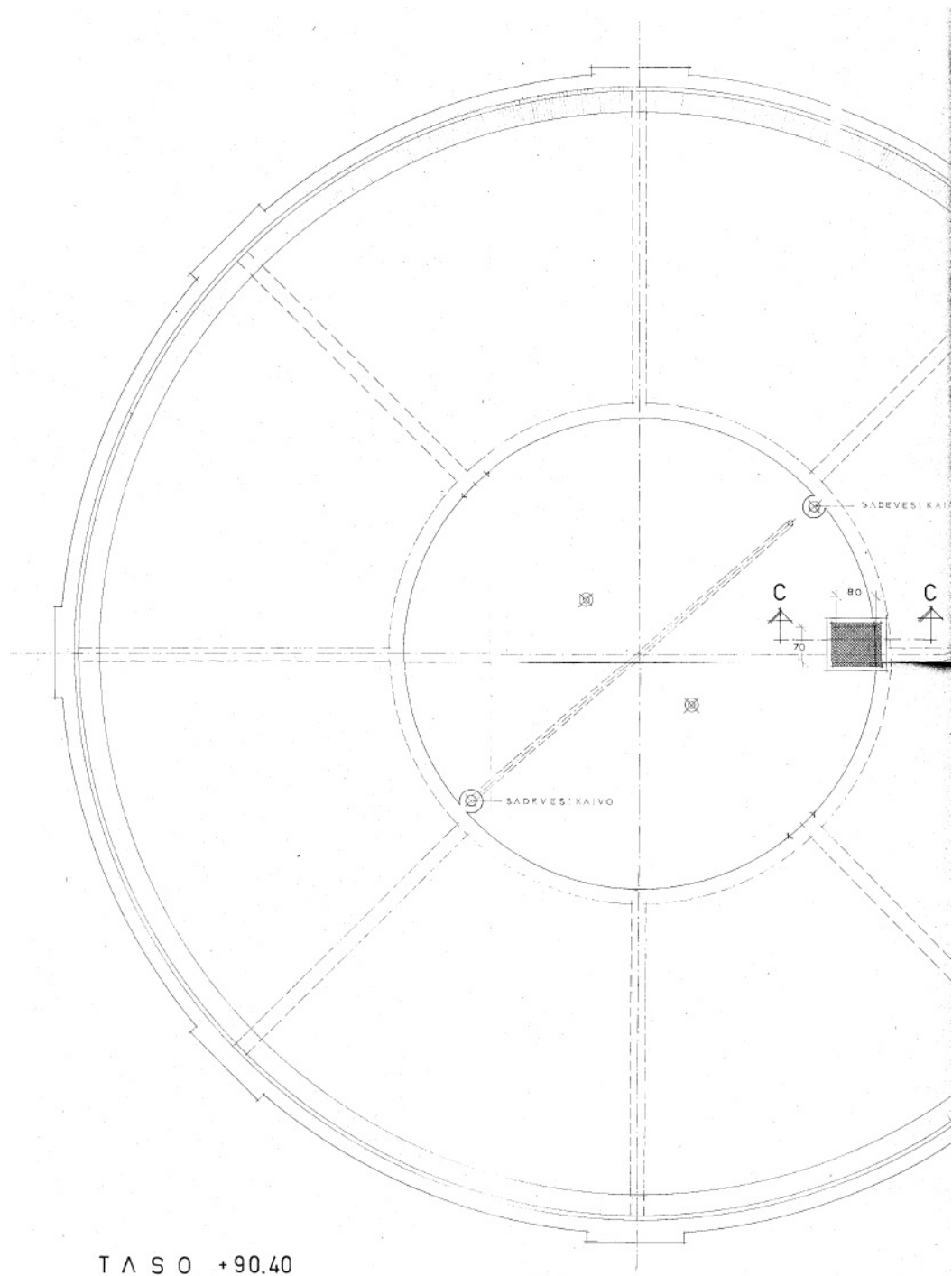
5.1 Tornin historia ja rakenne

Myllykosken vesitorni sijaitsee Kurkimäenkehällä. Insinööritoimisto Vesi-Hydro Jäämies & Co on laatinut vesitornin yleis-, koneisto- ja sähkösuunnittelun. Rakennesuunnittelun on laatinut Insinööritoimisto A-Betoni Oy. Julkisivujen tarkastukset suoritti arkkitehti Seppo Kasanen. Päätös vesitornin rakentamisesta tehtiin vuonna 1969. Vesitorni rakentaminen aloitettiin samana vuonna, ja se valmistui seuraavana vuonna. Pääurakoitsijana toimi Rakennusliike O. Penttilä ja aliurakoitsijoina Suomen Vesi- ja Lämpöjohto Oy (putkityöt), Peltisepänilike H. Riivari (terästyöt) sekä Asfalttiosakeyhtiö Lemminkäinen (vesikattotyöt).

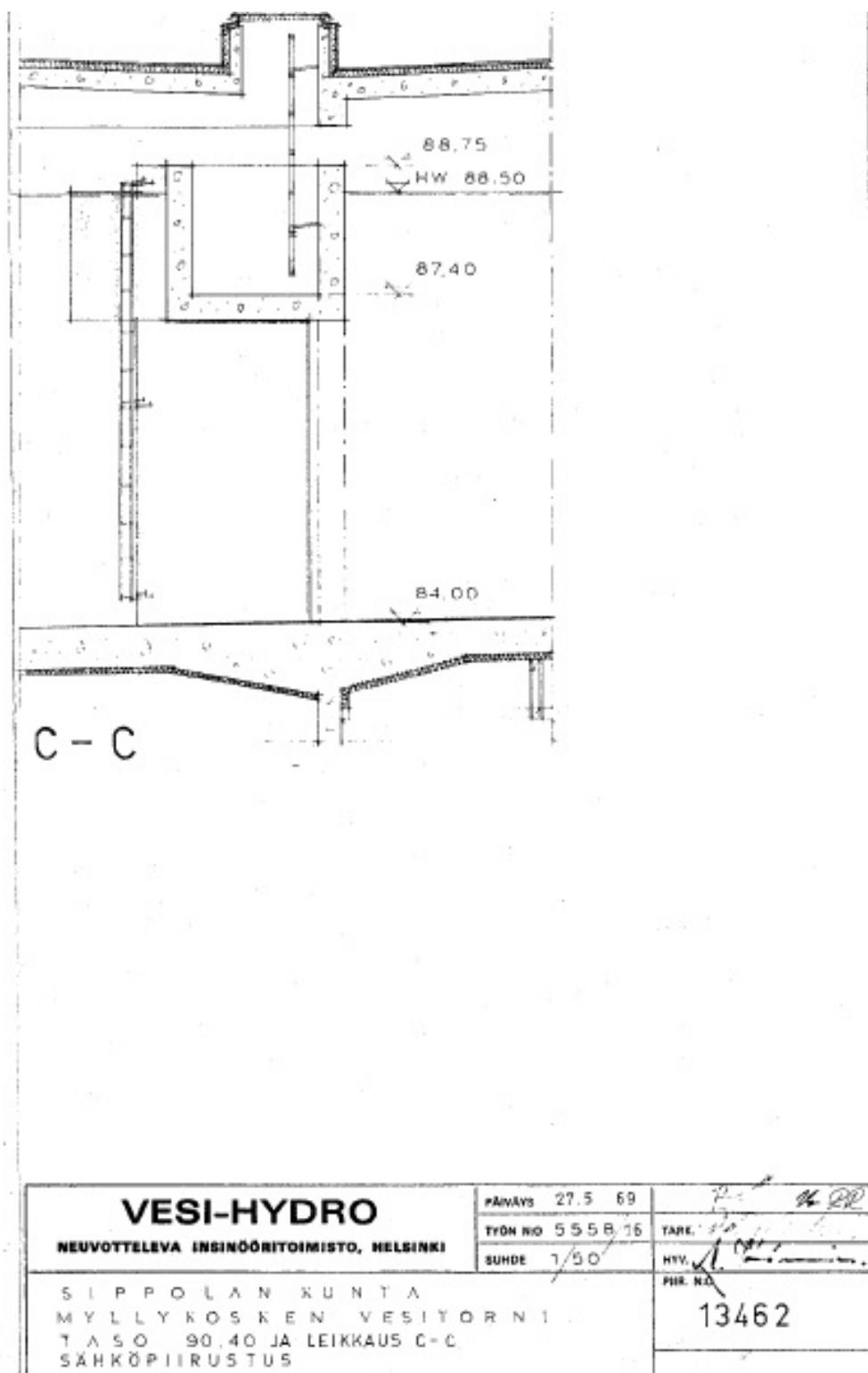
Vesisäiliö suunniteltiin ja rakennettiin muodoltaan sylinterinmuotoiseksi. Vesisäiliö on mitoiltaan 5 metriä korkea ja sen sisähalkaisija on 22 metriä. Vesisäiliön tilavuus on 1800 m³. Vesisäiliö on betonista valetun jalustan päällä, joka on 12 metriä korkea. Vesisäiliön julkisivu on päällystetty profiloidulla alumiinilevyllä ja jalustaosa on paljasta betonia. Lämmöneristeenä tornissa on käytetty polyuretillevyä, joka on kiinnitetty suoraan betoniin. Vesisäiliön kantavina rakenteina toimivat reunapilaristo, keskisyylinteri ja näiden välillä kulkeva palkisto, säiliön sisällä oleva pilarilinja sekä siitä lähtevät palkit sekä rengaspalkit. Kuvissa 14–16 saatavissa olevat suunnitelmat Myllykosken vesitornista.



Kuva 14. Myllykosken vesitornin pystyleikkaus



Kuva 15. Myllykosken vesitornin vaakaleikkaus



Kuva 16. Myllykosken vesitornin vesisäiliön tarkastustilan ja katolle kulkureitin pystyleikkaus

5.2 Rakenteiden kuntokartoitus

5.2.1 Perustukset ja pilarit

Vesitornilla on 8 kantavaa pilaria jotka sijaitsevat symmetrisesti vesisäiliön laitoja pitkin sijoitettuina. Pilarit ovat 15 metriä pitkiä. Pilareiden anturat ovat pystyleikkauksen mukaan 1400 x 300 cm. Tornin jalkaosan anturat ovat pystyleikkauksen mukaan 600 x 250 cm. Pilareissa on puhdas betonipinta mutta ne ovat tuhrittu graffiteilla noin 2 metrin korkeuteen asti. Pilareiden sisäpinnassa on raudoituksia näkyvissä. Vesisäiliön sisällä on kahdeksan pilaria, jotka kiertävät jalan reunaa pitkin. Pilarit ovat silminnähden hyvässä kunnossa. Pilareiden vaurioista on kuvia liitteessä 12.

5.2.2 Tornin jalka

Tornin jalkaosa on 250 mm paksua betonia. Jalkaosa on tasapaksu perustuksilta vesisäiliön pohjaan asti. Tornin jalkaosa on 16,5 metriä korkea. Jalkaosan sisähalkaisija on 8,8 metriä. Jalkaosan julkisivussa on puhdas betonipinta.

Sisäänkäynnin tasolla betonipinta on miltei kokonaan graffitien peitossa. Jalkaosan sisäpuolella on puhdas betonipinta. Tornin jalka on kauttaaltaan silminnähden hyvässä kunnossa. Tornin jalan vaurioista on kuvia liitteessä 13.

5.2.3 Laatat ja palkit

Tornin jalkaosan pohjalla on 150 mm paksu betoninen pinnoittamaton lattialaatta. Jalkaosan lattialaatan alapuolella on tila josta tulo- ja menojohdo sekä ylivuoto nousevat lattialaatan läpi. Jalkaosan yläpäästä lähtee kahdeksan palkkia jotka jatkuvat kantavien pilarien päälle. Palkkien alapinnassa on raudoituksia näkyvissä. Pilarien päällä jalkaosasta lähtevät palkit yhdistyvät pilarien ulkopintaa kiertävään rengaspalkkiin. Rengaspalkin sisä- ja alapinnassa on raudoituksia näkyvillä. Kaikkien edellä mainittujen palkkien päällä sijaitsee 350 mm paksu betonilaatta, joka siirtää säiliön kuormituksen kantaville rakenteille. Kyseinen laatta toimii vesisäiliön alapohjana.

Vesisäiliön yläpuolisen laatan alla sijaitsee 8 kappaletta palkkeja, jotka siirtävät yläpohjan kuormat pilareiden kautta tornin jalalle. Palkit lähtevät vesisäiliön sisällä olevalta rengaspalkilta joka kiertää jalan seinän mukaista pilarilinjaa. Säiliön sisällä ole-

vat palkit ovat silminnähdessä hyvässä kunnossa. Vesisäiliön yläpuolinen laatta on 200 mm paksua betonia. Laatat ei näy säiliöstä katsottuna merkittäviä vaurioita. Tornin laattojen ja palkkien vaurioista on kuvia liitteessä 14.

5.2.4 Julkisivu

Vesisäiliön julkisivuna on profiloitu alumiinilevy joka kiertää koko säiliön. Levyt ovat pystysuuntaisesti kahdessa kerroksessa ja näiden yhteenlaskettu korkeus on 7,5 metriä. Levyjen takana on julkisivukoolaus ja sen takana lämmöneristeenä toimiva polyurelitlevy. Kantavien pilareiden kohdalla vesisäiliön julkisivussa kulkee julkisivusta ulkonevat alumiinikasetit. Kasetit kulkevat vesisäiliön alapohjan tasolta vesikatolle asti. Vesisäiliön alapuoli tornin jalan ulkopuolelta on verhoiltu ruskeaksi maalatulla laudoituksella. Laidoitus on silminnähdessä hyvässä kunnossa. Tornin julkisivusta on kuvia liitteessä 15.

5.2.5 Yläpohjarakenteet ja vesikatto

Vesitornin säiliöosan yläpohja koostuu säiliön sulkevasta 200 mm paksusta betonilaa-tasta, 100 mm lämmöneristeestä, huovasta sekä suojakiveyksestä. Katolla on 2 kappa-letta sadevesikaivoja. Katon kaadot kaivoja kohti ovat 1:30. Sadevesien poisto tapah-tuu tornin jalkaosan sisäreunan kohdalle kulkevien sadevesiputkien läpi. Sadevesiput-ket kulkevat vesisäiliötilan sisäpuolella.

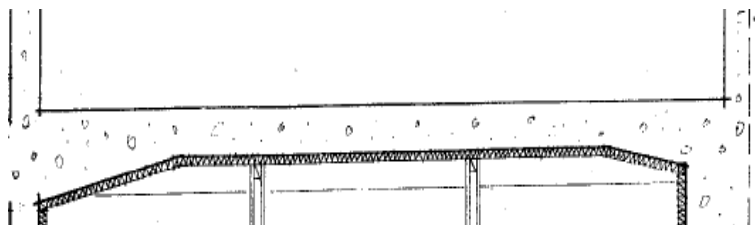
Julkisivu nousee 40 cm säiliöosan vesikaton yläpuolelle. Vesikaton yläpuolelle nouse-va julkisivun yläpinta on pellitetty. Katolla on ulkopuolisen tahon antennit. Yläpoh-jarakenteiden sekä vesikaton vaurioista on kuvia liitteessä 16.

5.2.6 Säiliö

Vesisäiliö on tilavuudeltaan 1800 m³. Tornin jalkaa yläpuolella kiertävä säiliön seinä on 250 mm paksua betonia. Vesisäiliön pohja on 350 mm paksua betonia. Tornin jalan sisäpuolisessa osassa on pohjan alapuolelle kiinnitetty 150 mm polyurelitlevyä. Levyt ovat ankkuroitu pohjaan laudoituksella joka on paikoitellen huonossa kunnossa.

Säiliön pohjan ja jalan yli menevän osan lautaverhoilun välissä on 600 mm koolaus. Säiliön ulkoseinä on 300 mm paksua betonia. Säiliö on sisemmästä sekä ulommasta

alareunastaan vahvistettu kuvan 17 mukaisesti. Säiliön yläkuori on 200 mm paksua betonia. Yläkuori tukeutuu säiliön ulkoseinään sekä jalan päältä lähtevään pilari-palkkijärjestelmään. Yläkuori jatkuu julkisivun pintaan asti. Säiliön tarkastustila on betoninen tasanne, johon nouseaan tikkaita pitkin. Tasanteen reunaseinät ovat 250 mm paksua betonia. Vesisäiliön vaurioista on kuvia liitteessä 17.



Kuva 17. Säiliön alareunat

5.2.7 Ovet

Vesitornissa on neljä ovea. Tornin ulko-ovena on metallinen ovi jonka avaamisesta menee hälytys kaukovalvontaan. Ulko-ovi on hieman lommoilla sekä graffitien peitossa. Ulko-oven takana oleva väliovi on puuta, ja se on hyvässä kunnossa. Seuraava ovi sisäänkäynnin jälkeen on ikkunallinen puinen ovi koppiin, jossa on sähkötekniikkaa. Ovesta on ikkunat rikki ja siinä on huono maalipinta. Mentäessä portaat alas tilaan, jossa on läpiviennit tulo- ja menojohdoille sekä ylivuodolle, on tila metallisen lukittavan oven takana. Ovesta on kaksi tuuletusventtiiliä. Ovi on muuten hyvässä kunnossa, mutta se ei pysy kiinni, ja on tällä hetkellä kiilattuna kiinni laudalla.

Tornin jalkaosan sisäpintaa kiertävät portaat noustessa saavutaan metalliverkosta valmistettuun lukittavaan oveen, joka on varustettu murtohälyttimellä. Ovi on osana metalliverkkoa, jonka avulla kulku vesisäiliötilaan on suojattu. Ovesta ja häkissä on lieviä ruostevaurioita. Katolle kuljettaessa nouseaan ensin vesisäiliön tarkastustilaan metallisen luukun läpi ja siitä metallisen luukun läpi katolle. Kummatkin luukut sekä niiden karmit ovat hieman ruostuneet. Tornin jalan sisäpuolella on vanha ulko-ovi nojaamassa jalan seinää vasten tarpeettomana. Ovien vaurioista on kuvia liitteessä 18.

5.2.8 Portaat ja kulurakenteet

Vesitornin jalan sisäpintaa pitkin kulkevat porraskrakenteet. Portaat jatkuvat alapohjan pinnasta tasolle josta nouseaan vesisäiliön tarkastustilaan johtaville tikkaille. Portaat

ovat metallia ja ne ovat 850 mm leveät. Kolme ensimmäistä porraskennettä tukeutuvat betonisiin tasanteisiin, joita on 3 kappaletta. Neljäs porraskennne tukeutuu betoniin tasanteeseen, josta nousee vesisäiliön tarkastustilaan. Portaat ovat maalattu harmaaksi. Portaiden sisäreunaa pitkin kiertää maalattu metallinen kaide.

Ensimmäiset kolme porraskennettä ovat hyvässä kunnossa. Ylimmän porraskennteen sivupalkit ovat ruostuneet.

Tornin jalan alapohjan tasolta lähtee portaat alas tilaan, jossa on tulo- ja menojohtojen sekä ylivuodon läpiviennit. Portaat ovat betonia ja ne ovat maanvaraiset. Portaista aiheutuvaa syvennelmää ympäröi metallinen kaide kaikista muista suunnista kuin suunnasta, josta rappusista kuljetaan. Kaide on harmaaksi maalattua metallia.

Portaat, jotka menevät tilaan jossa läpiviennit sijaitsevat, ovat hyvässä kunnossa. Syvennelmää ympäröivä kaide on paikoitellen ruosteessa.

Betoniselta tasanteelta, johon kierreportaat vievät nousee vesisäiliön tarkastustilaan. Tilaan kuljetaan metallisia tikkaita myöten. Tikkaat ovat kaksiosaiset, vesisäiliön alapinnan kohdalla mentäessä luukun läpi tikkaat katkeavat. Luukun jälkeen tikkaat jatkuvat tarkastustilaan asti. Tarkastustilasta nousee tikkaat katolle johtavalle luukulle. Vesisäiliön tarkastustilassa tasanteen vieressä sijaitsee metalliset tikkaat itse säiliöön. Kaikki tikkaat ovat ruosteessa. Portaiden ja kulkurakenteiden vaurioista on kuvia liitteessä 19.

5.2.9 Putkistot ja venttiilit

Vesitornin tulo- ja menojohto on NS 350 -putkea ja ylivuotojohto on NS 250 -putkea. Johdot nousevat jalakaosan alapohjan läpi niille varatun maanalaisen tilan lävitse. Johdot kulkevat tornin jalan sisäosan seinänvierustaa pitkin vesisäiliöön eristettyinä alumiinikuoreissa. Tilasta jossa johtojen läpiviennit torniin sijaitsevat, tulo- ja menojohto nousee 16,7 metrin korkeuteen säiliön pohjaan ja ylivuotojohto 20,1 metrin korkeuteen. Näkyvät osat putkista ovat hyväkuntoisia, hieman ruostetta mutta ei vakavampia vaurioita. Tilassa on kolme kappaletta venttiilejä. Tilassa on yksi moottoroitu venttiili, yksi manuaalinen venttiili ja lattiakaivon venttiili. Moottoroitu venttiili ei ole nykytilassaan säädettävissä automaatiolla. Venttiilit ovat silmämääräisesti hyvässä kunnossa, joskin lattiakaivon venttiili on melko ruosteinen.

Vesikatolta sadevesiputket kulkevat vesisäiliön sisäpuolella, josta ne purkautuvat ylivuotoon. Sadevesiputkien sijainti aiheuttaa hygieniariskin mahdollisen vuodon tapahtuessa. Putkistojen ja venttiilien vaurioista on kuvia liitteessä 20.

5.2.10 Aidat

Vesitornia kiertää kantavien pilareiden ulkopintoja myöten 1,95 metriä korkea aita. Aita on metalliverkkoaita. Tornin ulko-oven kohdalla aidassa on portti.

Metalliverkkoaidassa on reikiä useissa kohdissa. Osa aidan tukipylväistä on katkaistu poikki. Aidassa on kohta, jonka alta on ilmeisesti kaivettu maata pois, ja tästä kohdasta pääsy tornin jalalle on mahdollinen aidan alta. Portin metalliverkoissa on suuret reiät. Portti pidetään lukittuna. Aidan sekä tukipylväiden vaurioista on kuvia liitteessä 21.

5.2.11 Valaistus, lämmitys ja ilmanvaihto

Tornin jalan sisäpuolella seinää pitkin kiertää portaiden mukana kahdeksan kappaletta pallovalaisimia. Valaisimet toimivat mutta ovat melko himmeät eivätkä valaise sisätiloja asianmukaisesti. Maanalaisen tilan oven ulko- ja sisäpuolella on toimivat valaisimet. Sähkötekniikkaa sisältävässä kopissa on yksi toimiva loisteputkivalaisin. Vesisäiliön tarkastustilaan noustaessa tikkaiden varrella on kaksi valaisinta, jotka eivät toimi. Vesisäiliön tarkastustilassa on kaksi valaisinta, jotka eivät toimi sekä yksi toimiva pallovalaisin.

Maanalaisessa tilassa on 1000 W:n sähköpatterit. Sähkötekniikkaa sisältävässä kopissa on 500 W:n sähköpatterit. Muuta lämmitystä tornissa ei ole.

Tornin jalan alaosassa on kaksi kappaletta tuuletusventtiilejä ulko-ovesta sisään tultaessa oikealla puolella. Venttiilit ovat pahoin ruostuneita. Maanalaisen tilan ovesta on kaksi kappaletta tuuletusventtiilejä, jotka ovat hyvässä kunnossa. Häkissä, josta nousee vesisäiliötilaan, on kaksi kappaletta tuuletusventtiilejä, jotka ovat hyvässä kunnossa. Vesisäiliötilan katon läpi nousee kaksi tuuletusputkea vesikaton päälle. Tuuletusputkien hatut ovat ruosteessa. Valaistuksen, lämmityksen ja ilmanvaihdon vaurioista on kuvia liitteessä 22.

5.3 Yhteenveto vaurioista ja vaaditut toimenpiteet sekä kiireellisyysluokitukset

Myllykosken vesitornin rakenteiden korjaamisen kiireellisyysluokitus määritellään asteikolla 1 - 4. Luokituksen merkitys on selitetty taulukossa 6. Kriittisimmiksi korjausten kohteiksi ovat valittu rakenteen kantavuuteen ja turvallisuuteen vaikuttavat vauriot sekä mahdolliset hygieniariskit. Näiden jälkeen kiireisimmiksi luokitellaan vaurioiden etenemiseen vaikuttavat seikat. Matalan kiireellisyysluokituksen vauriot ovat lähinnä esteettisiä. Vetolujuuskokeiden tulokset ovat analysoitu Suomen betoniyhdistys ry:n Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 BY 42 -taulukon 6.1 mukaisesti.

5.3.1 Tornin jalka

Tornin jalasta otettiin kappale vetolujuuskokeita varten. Kappaleesta X3 saatiin murtojännitykseksi 2,287 MN/m². Kappaleen X3 tuloksen mukaan näytteessä ei todennäköisesti ole merkittävää rapaumaa. Tornin jalan vetolujuuskokeiden tulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 28.

Tornin jalasta mitattiin karbonatisoitumissyvyys ja peitekerrokset kahdelta alueelta. Alueella KJ3 keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys oli 14,4 mm ja keskimääräinen peitekerroksen paksuus 50,9 mm. Alueella KJ4 keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys oli 21,6 mm ja keskimääräinen peitekerroksen paksuus 49,7 mm. Näiden tulosten perusteella voidaan päätellä, että karbonatisoituminen ei ole edennyt raudoitteisiin asti. Raudoitteita ei ole myöskään silmämääräisesti nähtävissä tornin jalkaosassa. Tornin jalan karbonatisoitumissyvyudet sekä peitekerroksen paksuudet ovat kokonaisuudessaan liitteessä 29.

Tornin jalasta otettiin kahdesta kohdasta KLJ3 ja KLJ4 porausjauhenäytteet, joista tehtiin kloridianalyysit. Tulokseksi kummastakin kohdasta saatiin 0,01 p- %. Tulos ei ylitä kriittistä raja-arvoa. Tornin jalan kloridianalyysit ovat kokonaisuudessaan liitteessä 30.

Tornin jalasta otettiin näytelieriöt kahdesta kohtaa ja ne sahattiin kahtia ja niistä tehtiin pintahietutkimukset. Näytteessä PHJ4 betonin kunto oli 2 mm:n syvyyteen asti heikko, 2 - 14 mm:n syvyyteen asti tyydyttävä ja muuten hyvä. Näytteessä PHJ5 betonin kunto oli 7 mm:n syvyyteen asti heikko (yksittäinen kohta), 7 - 23 mm:n syvy-

teen asti tyydyttävä ja muuten hyvä. Tornin jalan pintahietutkimusten tulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 31.

Jalkaosan julkisivusta tulee puhdistaa graffitit ja käsitellä julkisivu graffitisuoja-aineella kolmen metrin korkeuteen asti. Jalkaosa on muuten sisä- sekä ulkopuoleltaan hyvässä kunnossa eikä vaadi toimenpiteitä.

5.3.2 Pilarit, palkit ja laatastot

Kahdesta kantavasta reunapilarista otettiin kappaleet vetolujuuskokeita varten. Kappaleesta Y3 otetussa kappaleessa murtojännitykseksi saatiin 1,594 MN/m². Kappaleesta Y4 otetussa kappaleessa murtojännitykseksi saatiin 2,582 MN/m². Näiden tulosten perusteella näytteissä ei todennäköisesti ole merkittävää rapaumaa. Pilareiden vetolujuuskokeiden tulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 28.

Kahdesta kantavasta reunapilarista mitattiin karbonatisoitumissyvyys ja peitekerroksen paksuudet. Alueella KP3 keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys oli 20,4 mm ja keskimääräinen peitekerroksen paksuus 42,8 mm. Alueella KP4 keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys oli 17,4 mm ja keskimääräinen peitekerroksen paksuus 33,7 mm. Näiden tulosten perusteella karbonatisoituminen ei ole edennyt raudoitteisiin asti tutkituissa kohdissa. Raudoitteita on nähtävissä runsaasti varsinkin sisäpuolen pinnassa jokaisessa pilarissa. Pilareiden karbonatisoitumissyvyys sekä peitekerroksen paksuudet ovat kokonaisuudessaan liitteessä 29.

Kahdesta kantavasta pilarista KLP3 ja KLP4 otettiin porausjauhenäytteet, joista tehtiin kloridianalyysit. Tulokseksi kummastakin kohdasta saatiin 0,01 p- %. Tulos ei ylitä kriittistä raja-arvoa. Pilareiden kloridianalyysit ovat kokonaisuudessaan liitteessä 30.

Kahdesta kantavasta pilarista otettiin näytelieriöt jotka sahattiin kahtia ja niistä tehtiin pintahietutkimukset. Näytteessä PHP3 betonin kunto oli 5 mm:n syvyyteen asti heikko (yksittäinen kohta), 5 - 30 mm:n syvyyteen asti tyydyttävä (yksittäinen kohta) ja muuten hyvä. Näytteessä PHP4 betonin kunto oli 20 mm:n syvyyteen asti heikko (yksittäinen kohta) ja muuten hyvä. Pilarien pintahietutkimusten tulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 31.

Vesisäiliön alapohjaa kantavista palkeista mitattiin karbonatisoitumissyvytydet ja peitekerroksen paksuudet kahdelta alueelta. Alueiden KSP3 ja KSP4 keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys oli 22,8 mm ja keskimääräinen peitekerroksen paksuus 24,3 mm. Tuloksista voidaan päätellä, että karbonatisoituminen alkaa olla hyvin lähellä raudoitteita ja paikoitellen jopa raudoitteissa asti. Raudoitteita ei kuitenkaan ole silminnähävissä. Palkkien karbonatisoitumissyvytydet sekä peitekerroksen paksuudet ovat kokonaisuudessaan liitteessä 29.

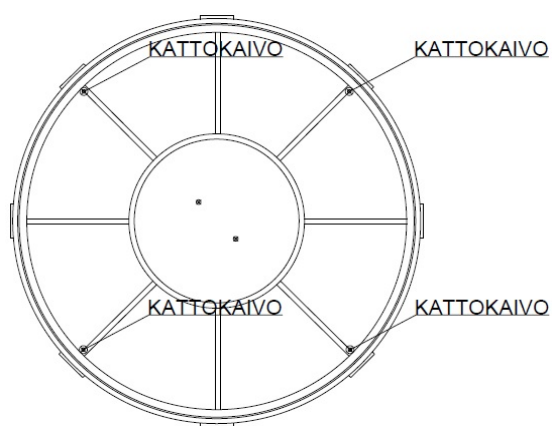
Säiliön pohjan ulkopintaa kiertävästä rengaspalkista mitattiin karbonatisoitumissyvytydet ja peitekerroksen paksuudet kahdelta alueelta. Alueiden KRP3 ja KRP4 keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys oli 31,0 mm ja keskimääräinen peitekerroksen paksuus 26,7 mm. Näiden tulosten perusteella voidaan päätellä että karbonatisoituminen on edennyt raudoitteisiin asti. Rengaspalkissa on paikoitellen raudoitukset silminnähävissä. Karbonatisoitunut betoni tulee poistaa esimerkiksi vesipiikkaamalla ja valaa uusi pinta ruiskubetonoinnilla. Rengaspalkin karbonatisoitumissyvytydet sekä peitekerroksen paksuudet ovat kokonaisuudessaan liitteessä 29.

5.3.3 Säiliön julkisivu, yläpohja ja vesikatto

Säiliön julkisivun profiloidut alumiinilevyt ovat silminnähden hyvässä kunnossa. Joissakin levyissä sekä päällispellityksissä on hieman levää tai lehtivihreää. Levyjen kiinnitysruuveja on irtoillut.

Säiliön ylälaatta on silminnähden kohtalaisessa kunnossa, raudoituksia on hieman näkyvissä sekä pientä rapautumista. Vaurioituneet kohdat tulee piikata esiin, ruostesuojata ja laastipaikata.

Vesikatolla suojakiveyksen seasta kasvaa puita ja muita kasveja. Sadeveden poistot tukkeutuvat helposti. Vanhat sadeveden poistot tulee poistaa ja niistä jäävät reiät muurata umpeen. Vesikaton kaadot tulee muuttaa siten, että ne kaatavat tornin keskipisteestä ulkoreunoja kohti. Tämä tapahtuu poistamalla suojakiveys katolta ja muuttamalla kaadot kovan villan avulla. Kun kaadot ovat muutettu, katto päällystetään uudella huovalla. Katon reunoille sijoitetaan 4 kappaletta kattokaivoja joista lähtee poistoputket jotka kulkevat säiliön julkisivun takana. Poistoputket purkavat sadeveden säiliön julkisivun alapuolelta ympäröivään maastoon. Kuvassa 18 on esitetty pääperiaate kattokaivojen sijoitteluun.



Kuva 18. Vesikaton kattokaivot

5.3.4 Ovet, portaat ja aidat

Tornin jalkaosan ulko-ovesta tulee poistaa graffitit, ja tämän jälkeen käsitellä ovi graffitisuoja-aineella, jotta se on helpompi puhdistaa, mikäli uusia maalauksia ilmestyy. Sähkötekniikkaa sisältävän kopin ovi tulee vaihtaa uuteen kertopuurunkoiseen oveen. Maanalaisen tilan oven lukkorunko tulee vaihtaa uuteen, jotta ovi pysyy suljettaessa kiinni. Vesisäiliöön johtavia tikkaita ennen olevasta ovesta tulee puhdistaa ruostevauriot ja maalata se uudestaan. Tikkaiden varrella olevat metalliset luukut sekä niiden karmit tulee puhdistaa ja maalata uudelleen.

Ylimmän porraskenteen ruostevauriot tulee puhdistaa ja maalata portaat uudelleen. Läpivientien tilaan johtavan syvennelmän ympäröivä kaide on paikoitellen ruostunut, ja se tulee puhdistaa ja maalata uudelleen. Kaikki neljät tikkaat tulee korvata uusilla.

Tornia kiertävän metalliverkkoaidan katkenneet tukipylväät tulee korvata uusilla, hajonnut verkko korvata uudella sekä maa tasata siten, että aidan alta kulkeminen ei ole mahdollista.

5.3.5 Valaistus, lämmitys, ilmanvaihto ja putkistot

Tornin jalan sisäpintaa portaiden mukana kiertävät kahdeksan valaisinta tulee vaihtaa kirkkaampiin valaisimiin. Vesisäiliön tarkastustilaan johtavien tikkaiden varrelta tulee vaihtaa kahteen valaisimeen polttimot. Tilanteessa, jossa polttimoiden vaihto ei auta, valaisimet vaihdetaan uusiin. Vesisäiliön tarkastustilassa sijaitsevista kahdesta epä-

kuntoisesta valaisimesta tulee selvittää toimivatko ne. Valaisimien ollessa rikki ne vaihdetaan uusiin.

Maanalaisessa sekä sähkötekniikkaa sisältävissä tiloissa olevat sähköpatterit toimivat. Vesitornin jalkaosan yläpäässä sekä säiliötilassa on huomattavan suuri ilmankosteus. Kosteuden poistoon tulee käyttää lämpöpuhaltimia sijoittamalla kaksi 5 kW:n puhallinta tornin jalkaosaan. Säiliötiloihin tulee sijoittaa yksi 5 kW:n lämpöpuhallin.

Tornin jalan alaosassa sijaitsevat ruosteisen tuuletusventtiilit tulee vaihtaa uusiin. Katolle nousevien tuuletusputkien hatut tulee vaihtaa uusiin.

Vesitornin tulo- ja menojohto sekä ylivuoto ovat hyvässä kunnossa eivätkä vaadi toimenpiteitä. Olemassa olevat sadevesiputket tulee poistaa vesisäiliön sisältä. Uudet sadevesiputket tulee vetää vesisäiliön ulkokuoren sekä julkisivun välistä siten että ne purkavat ympäröivään maastoon.

5.4 Kustannusarviot korjaustoimenpiteistä

Myllykosken vesitornin korjaustoimenpiteiden kustannusarviot ovat laskettu Korjaus-Klara 4 -ohjelman mukaisesti.

Taulukko 8. Kustannusarviot ja kiireellisyysluokitukset toimenpiteille

Rakenneos	Toimenpide	Kustannusarvio	Kiireellisyys
Tornin jalka	Pinnan puhdistus graffiteista 90 m ²	1500 €	Luokitus 3
	Graffitisuoja-aine 90 m ²	4000 €	
Jalasta pilareille kulkevat palkit	Piikkaus, laastipaikkaus ja ruostesuojaus 165 jm	10000 €	Luokitus 3
Rengaspalkki	Vesipiikkaus 180 jm	12000 €	Luokitus 4
	Ruiskubetonointi 180 jm	33000 €	
Reunapilarit	Puhdistus graffiteista 96 m ²	1500 €	Luokitus 3
	Piikkaus, laastipaikkaus ja ruostesuojaus 480 jm	27000 €	
	Graffitisuoja-aine 96 m ²	4300 €	

Säiliön julkisivu	Pesu 535 m2	4000 €	Luokitus 2
Vesisäiliön ylälaatta	Piikkaus, laastipaikkaus ja ruostesuojaus 380 jm	22000 €	Luokitus 3
Vesikatto	Suojakiveyksen poisto (imautolla) 405 m2	16200 €	Luokitus 4
	Kaatojen muutto uusilla eristeillä ja vanhan katteen purkutyöt 405 m2	16000 €	
	Huopakate 405 m2	14000 €	
	Uudet sadevesiputket ja kattokaivot asennuksineen	8000 €	
Ovet	Ulko-oven puhdistus, maalaus ja graffitisuoja-aineella käsittely 1 kpl	800 €	Luokitus 3
	1 kpl kertopuuovi koppiin	150 €	
	1 kpl lukkorunko maanalaisen tilan oveen	150 €	
	Häkkioven puhdistus ja maalaus 1 kpl	800 €	
	Metalliluukkujen puhdistus ja maalaus 2 kpl	600 €	
Portaat	Ylimmän porraskenteen puhdistus ja maalaus 1 kpl	2000 €	Luokitus 3
Kaiteet	Syvennelmää ympäröivän kaiteen puhdistus ja maalaus 16 jm	1600 €	Luokitus 2
Tikkaat	4 kpl sinkityt tikkaat	1600 €	
Aidat	Verkon uusiminen ja puuttuvien tukipylväiden pystytys 36 jm	4000 €	Luokitus 3
Valaisimet	12 kpl valaisinten poisto ja korvaaminen uusilla	2200 €	Luokitus 3
Tuuletusventtiilit	2 kpl tuuletusventtiilien kor-	600 €	Luokitus

	vaaminen uusilla		3
	2 kpl tuuletusputkien hattujen korvaaminen uusilla	100 €	
Lämpöpuhaltimet	3 kpl 5 kW lämpöpuhaltimia	1600 €	Luokitus 3
Telineet	Telinekustannukset töille	17000 €	-
Suunnittelu	Suunnitelmat	7000 €	-
Työmaatekniikka	Työmaatekniikka	10000 €	-
Jätekustannukset	Jätekustannukset	10000 €	-
Työnjohto	Työmaan johtaminen	50000 €	-
Kustannukset yhteensä		283700 €(ilman alv)	

6 YHTEENVETO INKEROISTEN JA MYLLYKOSKEN VESITORNIEN TILANTEESTA

Vesitornit vaativat välittömiä korjaustoimenpiteitä. Inkeröiden vesitorni on rakenteellisesti huonommassa kunnossa kuin Myllykosken vesitorni, mutta Myllykosken vesitornin sadevesijärjestelmä vaatii välitöntä uusimista aiheuttamansa hygieniariskin takia. Kantavissa rakenteissa ei ole havaittavissa merkittäviä vaurioita pois lukien Myllykosken vesitornin rengaspalkin karbonatisoitumissyvyys sekä Inkeröiden vesitornin jalan koekappaleen X2 murtolujuus. Koekappale otettiin huonokuntoisimmalta näytävästä kohdasta, johon tornin jalan sisäpuolella oleva kosteutta keräävä kouru oli vuotanut kosteutta todennäköisesti useiden vuosien ajan aiheuttaen korroosiota kyseisessä kohdassa. Kappaleesta X1 saadun murtolujuuden perusteella tornin jalka on kantavuudeltaan hyvässä kunnossa ja vauriot ovat vain paikallisia eikä koko jalan käsittäviä. Inkeröiden vesitornin vesisäiliön julkisivu aiheuttaa ympärillään liikkuville henkilöille turvallisuusriskin minerit-levyjen mahdollisen irtoamisen vuoksi.

Kokonaisuudessaan kummatkin tornit vaativat melko laajoja korjaustoimenpiteitä jotta ne säilyvät toimintakykyisinä. Kantavissa rakenteissa näkyvät raudoitukset tulee piikata esiin, ruostesuojata ja paikata umpeen. Esteettisesti Inkeröiden vesitorni on huonommassa kunnossa johtuen vesisäiliön julkisivusta sekä betonirakenteiden huonokuntoisesta maalipinnasta. Kummassakin tornissa on graffiteja ja ennen niiden poistamista tulee huolehtia, että suoja-aidat ovat asianmukaisessa kunnossa jotta pinnat pysyvät puhtaina. Graffitisuoja-aineella pilareiden, jalkojen ja ulko-ovien käsittely on

suositeltavaa, koska mikäli uusia sotkuja ilmestyy, ne voidaan puhdistaa huomattavasti helpommin.

6.1 Kriittisimmät vauriot

Myllykosken vesitornin kriittisimmät toimenpiteitä vaativat kohdat ovat sadevesijärjestelmä sekä rengaspalkki. Sadevesijärjestelmän uusiminen vaatii katon kaatojen muuttamisen ja tämän yhteydessä suojakiveys tulee poistaa ja huopakate tulee uusida.

Inkeröiden vesitornissa kriittisimmät toimenpiteitä vaativat kohdat ovat vesisäiliön julkisivu, tornin jalka sekä tornin jalan sisäpinnassa kiertävä kosteutta keräävä kouru. Tornin julkisivun minerit-levyt ja niiden kiinnitykset ovat huonokuntoisia ja julkisivun runko vaatii täydellisen uusimisen silmämääräisen tarkastelun perusteella. Tornin jalan sisäpuolisessa betonissa on paikallisia vaurioita siihen valuneen kosteuden johdosta ja vaurioitunut betoni tulee poistaa ja korvata uudella. Kosteusvaurioiden välttämiseksi tulevaisuudessa kosteutta keräävä kouru tulee vaihtaa umpinaiseen putkeen, josta ei vastaavia valumia pääse muodostumaan. Inkeröiden vesitornissa huomiotavana on myös jalkaosan kattona toimiva betonilaatta, joka on rakenteellisesti todella heikossa kunnossa eikä sitä kannata enää korjata, vaan purkaa pois ja valaa uusi laatta tilalle.

6.2 Kohteiden korjausjärjestys

Vesitornien vaurioita tutkittaessa korjausjärjestys on määritelty Suomen betoniyhdistys ry:n Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 BY 42 sivun 64 listan mukaisesti. Vaurioiden korjausjärjestys on määritelty seuraavanlaiseen tärkeysjärjestykseen:

1. Turvallisuuteen ja terveellisyyteen vaikuttavat seikat
 - a. rakenneosien kantavuus ja kiinnitysvarmuus
 - b. rakenteiden kosteustekninen toimivuus mikäli ne voivat aiheuttaa terveyshaittoja
 - c. rakenteissa esiintyvät myrkylliset tai muuten vaaralliset aineet
2. Korjausmenetelmän valintaan ja vaurioiden etenemiseen vaikuttavat seikat
 - a. betonin pakkasenkestävyys ja rapautumistilanne
 - b. raudoitteiden korroosiovauriot
 - c. kosteustekninen toimivuus

3. Muut seikat

- a. maalipinnoitteen kunto
- b. esteettinen kunto

Taulukossa 9 on määritelty korjausjärjestys Inkeröiden ja Myllykosken vesitornien vaurioille alkaen kiireellisimmästä toimenpiteestä.

Taulukko 9. Kohteiden korjausjärjestys

Vesitorni	Toimenpide
Myllykoski	Sadevesijärjestelmän muuttaminen
Inkeröinen	Julkisivun uusiminen
Myllykoski/Inkeröinen	Rengaspalkin korjaus
Inkeröinen	Tornin jalan betonirakenteen korjaus
Inkeröinen	Kosteutta keräävän kourun korvaaminen
Myllykoski/Inkeröinen	Rakenteiden piikkaukset ja laastipaikkaukset
Inkeröinen	Tornin jalan kattolaatan uusiminen
Myllykoski	Lämpöpuhaltimet
Myllykoski/Inkeröinen	Aidat
Myllykoski/Inkeröinen	Ovet
Myllykoski/Inkeröinen	Valaisimet
Myllykoski/Inkeröinen	Muut esteettiset seikat

7 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia vesitornien tämänhetkistä tilannetta sekä yleisesti ongelmia joita ilmenee vesitornien pitkäaikaisessa käytössä kahden kuntokartoituksen kautta. Saatavilla oleva materiaali aiheetta koskien alkaa olla melko iäkästä ja parhaiten tuntuman aiheeseen sai laatimani kahden kuntokartoituksen ohessa.

Kuntokartoittamani tornit olivat kummatkin paikallavalettuja betonisia vesitorneja joiden elementtirakenteisiin tai teräs tai puurakenteisiin torneihin en perehtynyt työssäni samoissa määrin. Paikallavaletut vesitornit ovat pitkäikäisiä betonirakenteita, ja jo työtä aloittaessani arvelin että kantavissa rakenteissa ei ole kovin massiivisia rakenteellisia vaurioita. Betonilaboratoriossa tehtyjen kokeiden perusteella osoittautui, että tornien betoneissa suurin vaurioita aiheuttava tekijä oli betonin karbonatisoituminen. Tutkimuksissa tosin selvisi, että karbonatisoituminen ei ollut ylittänyt peitekerroksia lukuun ottamatta Myllykosken vesitornin rengaspalkkia sekä Inkeröisten vesitornin jalkaosan kattona toimivaa betonilaattaa.

Yleiskatsauksessa vesitornien tilanteeseen rajasin alueeksi Kymenlaakson. Selvitetyäni tilanteen paljastui että suurin osa vesitorneista on rakennettu 1960- ja 1970-luvulla eikä saneerauksia ole tehty kuin muutamiin. Tästä voidaan päätellä että vaikka tämänhetkisten kuntokartoitusten perusteella ei saneeraustoimenpiteisiin ole tarvetta, niin lähitulevaisuudessa vesitornien korjaukset tulevat eteen useimpien tornien kohdalla.

LÄHTEET

Annala, P. 2012. Mineraalipohjaisten julkisivumateriaalien säänkestävyyden tutkiminen laboratoriossa. Diplomityö. Teknillinen yliopisto, rakennustekniikan osasto. Tampere. Saatavissa: dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/21252/Annala.pdf?sequence=3 [viitattu 22.1.2013].

Asola, I. 2003. Vesitorni – yhdyskunnan maamerkki. Keuruu: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL.

Delftin yliopisto. Self-healing of Concrete by Bacterial Mineral Precipitation. Saatavissa: <http://www.citg.tudelft.nl/en/research/projects/self-healing-concrete/> [viitattu 24.1.2013].

Kaupunkiliitto. 1979. Vesijohtojen ja viemäreiden suunnittelu. Kaupunkiliiton julkaisu B63.

Kaupunkiliitto. 1982. Vesisäiliöt. Kaupunkiliiton julkaisu B66.

Kestävä kivitalo. Betonin valinta. Kivitalon internetsivut. Saatavissa: <http://www.kivitalo.fi/betonirakentaminen/betoni/betonin-valinta.html> [viitattu 28.1.2013].

Kinnunen, S. sähköpostiviesti. 4.4.2013.

Kotonen, P. 2012. Kouvola Vesi Oy. Vesilähde 2/2012. Saatavissa: http://www.viestintaseland.fi/julkaisut/VesiLahde_212.html [viitattu 25.2.2013].

Kymen Vesi Oy. 2013. Vesitietoa. Kymen Vesi Oy:n internetsivut. Saatavissa: <http://www.kymenvesi.fi/Vesitietoa/> [viitattu 15.1.2013].

Pursiainen, K. sähköpostiviesti. 8.1.2013

Ruohomaa, K. 1974. Teknillistaloudellinen tutkimus vesisäiliöistä. Helsinki: Vesihallitus. Saatavissa:

<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/27507/Vesihallitus%20Tiedotus%2078.pdf?sequence=1> [viitattu 17.1.2013].

STT. 2012. Vesitorni romahti Jyväskylässä. Rakennuslehti 5.11.2012. Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/infra/29829.html> [viitattu 24.1.2013].

Suomen Betoniyhdistys ry. 1996. BY 41 Betonirakenteiden korjausohjeet.

Suomen Betoniyhdistys ry. 2002. BY 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus.

Tompuri, V. 2000. Vesitornien korjaukset yleistymässä. Rakennuslehti 23.11.2000. Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/1147.html> [viitattu 24.1.2013].

Valvontatutkimusohjelmamalli 2010. Valvira. VVY:n internetsivut. Saatavissa: www.vvy.fi/files/100/valvontatutkohjelmamalli_paivitetty_2010-1.doc [viitattu 20.1.2013].

Water supply – Requirements for systems and components for the storage of water. EN 1508. 1998. Eurostandardi.

Wikipedia. 2006. Varkauden vesitorni. Saatavissa: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Varkaus_water_tower_2006_07.jpg [viitattu 20.1.2013].

Wikipedia. 2010. Parkanon vesitorni. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Parkanon_vesitorni [viitattu 20.12.2013].

Wikipedia. 2012. Kangasvuoren vesitorni. Saatavissa: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kangasvuoren_vesitorni.jpg [viitattu 20.1.2013].

Wikipedia. 2007. Korson vesitorni. Saatavissa: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Korso_water_tower.jpg [viitattu 20.1.2013].

Wikipedia. 2011. Nurmijärven vesitorni. Saatavissa:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nurmij%C3%A4rven_vesitorni_2011.jpg
[viitattu 20.1.2013].

Wikipedia. 2005. Vaasan vesitorni. Saatavissa:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vaasan_vesitorni.jpg [viitattu 20.1.2013].

Wikipedia. 2006. Karhulan vesitorni. Saatavissa:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Karhulan_vesitorni.jpg [viitattu 20.1.2013].

Wikipedia. 2005. Hiekkaharjun vesitorni. Saatavissa:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vantaa_water_tower.jpg [viitattu 20.1.2013].

Wikipedia. 2011. Jylpyn vesitorni. Saatavissa:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jylpyn_vesitorni.JPG [viitattu 20.1.2013].

Wikipedia. 2012. Kangasvuoren vesitorni. Saatavissa:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Collapsed_Kangasvuori_water_tower.jpg
[viitattu 20.1.2013].

Inkeroisten vesitornin kantavien pilareiden graffiteja



Inkeröisten vesitornin kantavien pilareiden näkyvissä olevia raudoitteita



Inkeröisten vesitornin kantavien pilareiden betonin rapautumisvaurioita



Inkeröisten vesitornin kantavien pilarien julkisivun vaurioita



Inkeröisten vesitornin pilareiden nurjahdustukien vaurioita



Inkeröisten vesitornin jalan graffiteja



Inkeröisten vesitornin jalan maalipinnan vaurioita



Inkeroisten vesitornin jalan sisäpinnan vaurioita



Inkeröisten vesitornin rengaspalkin ulkopinnan vaurioita



Inkeröisten vesitornin rengaspalkin sisäpinnan vaurioita



Inkeröisten vesitornin vesisäiliön alapohjalaatan maalipinnan vaurioita



Inkerösten vesitornin jalan ja pilareiden välisten palkkien vaurioita



Inkerösten vesitornin vesisäiliön ylälaatan alla sijaitsevien palkkien vaurioita



Inkeröisten vesitornin jalkaosan kattona toimivan betonilaatan vaurioita



Inkeroisten vesitornin julkisivun vaurioita



Inkerösten vesitornin vesikaton ja yläpohjan vaurioita



Inkerösten vesitornin vesisäiliön vaurioita



Inkeroisten vesitornin ovien vaurioita



Inkeröisten vesitornin portaiden ja kulkurakenteiden vaurioita





Inkeroisten vesitornin putkistojen ja venttiilien vaurioita







Inkeröisten vesitornin aidan vaurioita



Inkeröiden vesitornin valaistuksen ja ilmanvaihdon vaurioita







Myllykosken vesitornin kantavien pilarien vaurioita





Myllykosken vesitornin jalan graffiteja



Myllykosken vesitornin rengaspalkin vaurioita



Myllykosken vesitornin jalan ja pilareiden välisten palkkien vaurioita



Myllykosken vesitornin vesisäiliön sisällä sijaitsevien palkkien ja pilarien vaurioita



Myllykosken vesitornin julkisivun vaurioita



Myllykosken vesitornin vesikaton vaurioita



Myllykosken vesitornin vesisäiliön vaurioita



Myllykosken vesitornin ovien vaurioita



Myllykosken vesitornin portaiden ja kulkurakenteiden vaurioita





Myllykosken vesitornin putkistojen ja venttiilien vaurioita





Myllykosken vesitornin aidan vaurioita





Myllykosken vesitornin valaistuksen ja ilmanvaihdon vaurioita



Kyamk Inkeroinen vetolujuudet

1/(1)



TESTAUSSELOSTUS N:O
2013066-VL

Tilaaaja
JTH-RKM Palvelu Oy

Rannankankaantie 5
49860 KLAMILA

Tilausvm.

1.2.2013

Asiakkaan viite

Tilaajan yhteyshenkilö:

Vetokone: F20D EASY M 2000 nr. 10112

Vetokoneen kalibrointitodistus: K024-VTT-S-08545-12,18.12.2012

Testikappaletyyppi: Poraliene

Työmaa / kohde

Inkeroisten vesitorni

BETONIN VETOLUJUUSTESTAUS (SFS 5445)

Testaus

Testaus on tehty standardin SFS 5445 mukaisesti. Tiheys on mitattu standardin SFS 12390-7 mukaisesti; menetelmä b: laskenta käyttäen todellisia mittoja ja paino punnittu toimitustilassa/pintakuivana.

Tulostulkinta

TIE TOJA KOEKAPPAL EISTA					MITTAUSTUL OS		
Tunnus	Näytteen- otto päivä	Testaus- päivä	Halkaisija d _m [mm]	Tiheys [kg/m ³]	Murto-kuorma [kN]	Murtojännitys [N/mm ²]	Selvitys murtokohdasta
V 1	31.1.2013	5.2.2013	54,6	2628,0	4,1	1,7	39-50mm up:sta. Pieniä kiviä.
V 2	31.1.2013	5.2.2013	54,6	2280,0	4,0	1,7	2-10mm up:sta. Pieniä kiviä.
V 3	31.1.2013	5.2.2013	54,6	2308,0	5,7	2,4	17-32mm up:sta. Pieniä kiviä.
V 4	31.1.2013	5.2.2013	54,6	2371,0	1,7	0,7	8-10mm up:sta. Kivi 20 x 33mm + paljon pieniä. Uusinta: 2,135 kN, murtopinnassa paljon pieniä kiviä.
Poikkeukset standardista / huomautukset:				Keskiarvo	3,9	1,6	
				Keskihajonta	1,7	0,7	

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU OY
RAKENNUSLABORATORIO
Ympäristöministeriön hyväksymä koetuslaitos

 RI Jari Harju

Tämän selostuksen OSITTAINEN julkaiseminen on sallittu vain kirjallisella luvalla.

Huomautukset raportista on tehtävä 14 vrk kuluessa.

Postiosoite
PL 9
48401Kotka

puh. 044 702 8888 (vaihdke)
fax. 044 702 8209

www.kyamk.fi
Email: etunimi.sukunimi@kyamk.fi

Kyamk Inkeroinen karbonatisoituminen ja peitekerrokset

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

KARBONATISOITUMISSYVYYS JA PEITEKERROKSET

KOHDE: **Inkeröisten vesitorni**PAIKKA: **Keskus 1-2**

MITTAUSARVOT, KESKIARVOT JA -HAJONNAT

RAKENTAMISVUOSI:

1964

SYVYYS [mm]	KARB. SYVYYS Havainnot		PEITEKERR. Havainnot		KORROO- SIOTILA	Karbonatisoitumissyvyys		Peitekerrokset	
	Kpl	%	Kpl	%	%	37,3 mm, keskiarvo 15 näytettä 11,5 keskihajonta		49,1 mm, keskiarvo 40 näytettä 8,2 keskihajonta	
0-5 mm	0	0,0	0	0,0	0,0	30	1	52	
6-10 mm	0	0,0	0	0,0	0,0	29	2	55	
11-15 mm	0	0,0	0	0,0	0,0	25	3	52	
16-20 mm	1	6,7	0	0,0	0,0	25	4	53	
21-25 mm	2	13,3	0	0,0	0,0	29	5	44	
26-30 mm	4	26,7	0	0,0	0,0	20	6	46	
31-35 mm	0	0,0	2	5,0	2,7	26	7	43	
36-40 mm	1	6,7	4	10,0	5,0	51	8	51	
41-45 mm	3	20,0	7	17,5	6,4	52	9	68	
46-50 mm	1	6,7	9	22,5	5,3	52	10	56	
51-55 mm	3	20,0	9	22,5	2,3	44	11	47	
56-60 mm	0	0,0	5	12,5	0,0	43	12	46	
61-80mm	0	0,0	4	10,0	0,0	39	13	49	
Yhteensä	15	100	40	100	21,6	45	14	62	
Keskiarvo	37,3	mm	49,1	mm	LIKIARVO	50	15	38	
Keskihajonta	11,5	mm	8,2	mm	LASKETTU		16	36	
Hajonta, alar.	25,9	mm	40,8	mm	MITTAUS-		17	51	
Hajonta, yläar.	48,8	mm	57,3	mm	ARVOISTA		18	60	
KARBONATISOITUMINEN AJAN FUNKTIOINA $x = k \cdot \sqrt{t}$ (mm) Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) <input type="text" value="49"/> a (tieto tilaajalta, piirustuksista tms.) Karbonatisoitumissyvyys x (mm) <input type="text" value="37,3"/> mm Karbonatisoitumiskerroin k (mm/√a) <input type="text" value="5,3"/> k (yleensä välillä 1,5 - 3,5 mm/√a)							19	57	
							20	51	
							21	33	
							22	44	
							23	52	
							24	45	
							25	38	
							26	35	
							27	41	
							28	60	
							29	47	
							30	45	
							31	42	
							32	59	
							33	47	
							34	49	
							35	46	
							36	39	
							37	52	
							38	48	
							39	62	
							40	61	
							41		
							42		
							43		
							44		
							45		
							46		
							47		
							48		
							49		
							50		

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

KARBONATISOITUMISSYVYYS JA PEITEKERROKSET

KOHDE: Inkerösten vesitorni

PAIKKA: Kiertävä kehäpalkki 1 ja 2

MITTAUSARVOT, KESKIARVOT JA -HAJONNAT

RAKENTAMISVUOSI: 1964

SYVYYS [mm]	KARB. SYVYYS Havainnot		PEITEKERR. Havainnot		KORROO- SIOTILA	Karbonatisoitumissyvyys		Peitekerrokset	
	Kpl	%	Kpl	%	%	13,0 mm, keskiarvo 6 näytettä 1,8 keskihajonta		24,1 mm, keskiarvo 64 näytettä 7,8 keskihajonta	
0-5 mm	0	0,0	0	0,0	0,0	14	1	22	
6-10 mm	0	0,0	1	1,6	1,6	12	2	18	
11-15 mm	5	83,3	7	10,9	6,4	13	3	40	
16-20 mm	1	16,7	13	20,3	1,7	16	4	21	
21-25 mm	0	0,0	19	29,7	0,0	11	5	20	
26-30 mm	0	0,0	11	17,2	0,0	12	6	37	
31-35 mm	0	0,0	9	14,1	0,0		7	16	
36-40 mm	0	0,0	3	4,7	0,0		8	19	
41-45 mm	0	0,0	0	0,0	0,0		9	21	
46-50 mm	0	0,0	1	1,6	0,0		10	34	
51-55 mm	0	0,0	0	0,0	0,0		11	17	
56-60 mm	0	0,0	0	0,0	0,0		12	34	
61-80mm	0	0,0	0	0,0	0,0		13	17	
Yhteensä	6	100	64	100	9,6		14	25	
Keskiarvo	13,0	mm	24,1	mm	LIKIARVO		15	23	
Keskihajonta	1,8	mm	7,8	mm	LASKETTU		16	10	
Hajonta, alar.	11,2	mm	16,4	mm	MITTAUS-		17	22	
Hajonta, yläar.	14,8	mm	31,9	mm	ARVOISTA		18	21	
							19	22	
							20	25	
							21	25	
							22	25	
							23	27	
							24	15	
							25	35	
							26	14	
							27	17	
							28	32	
							29	24	
							30	15	
							31	11	
							32	21	
							33	37	
							34	18	
							35	19	
							36	47	
							37	23	
							38	21	
							39	26	
							40	27	
							41	15	
							42	34	
							43	33	
							44	27	
							45	18	
							46	17	
							47	32	
							48	17	
							49	22	
							50	25	

KARBONATISOITUMINEN AJAN FUNKTIOINA

 $x = k \cdot \sqrt{t}$ (mm)

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) a
(tieto tilaajalta, piirustuksista tms.)

Karbonatisoitumissyvyys x (mm) mm

Karbonatisoitumiskerroin k (mm/ \sqrt{a}) k
(yleensä välillä 1,5 - 3,5 mm/ \sqrt{a})

Karbonatisoitumissyvyys tietyn ajan kuluttua
edellä lasketun kertoimen mukaan

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) a

Karbonatisoitumissyvyys x (mm) mm

10 vuoden kuluttua = t mm

20 vuoden kuluttua = t mm

30 vuoden kuluttua = t mm

40 vuoden kuluttua = t mm

50 vuoden kuluttua = t mm

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

KARBONATISOITUMISSYVYYS JA PEITEKERROKSET

KOHDDE: Inkeröisten vesitorni

PAIKKA: Lippaosa

MITTAUSARVOT, KESKIARVOT JA -HAJONNAT

RAKENTAMISVUOSI: 1964

SYVYYS [mm]	KARB. SYVYYS Havainnot		PEITEKERR. Havainnot		KORROO- SIOTILA	Karbonatisoitumissyvyys		Peitekerrokset	
	Kpl	%	Kpl	%	%	25,6 mm, keskiarvo 5 näytemäärä 2,6 keskihajonta		15,4 mm, keskiarvo 45 näytemäärä 9,6 keskihajonta	
0-5 mm	0	0,0	2	4,4	4,4	24	1	50	
6-10 mm	0	0,0	14	31,1	31,1	30	2	4	
11-15 mm	0	0,0	14	31,1	31,1	26	3	11	
16-20 mm	0	0,0	4	8,9	8,9	24	4	22	
21-25 mm	3	60,0	7	15,6	10,9	24	5	19	
26-30 mm	2	40,0	1	2,2	0,4		6	43	
31-35 mm	0	0,0	1	2,2	0,0		7	22	
36-40 mm	0	0,0	0	0,0	0,0		8	8	
41-45 mm	0	0,0	1	2,2	0,0		9	13	
46-50 mm	0	0,0	1	2,2	0,0		10	11	
51-55 mm	0	0,0	0	0,0	0,0		11	14	
56-60 mm	0	0,0	0	0,0	0,0		12	10	
61-80mm	0	0,0	0	0,0	0,0		13	9	
Yhteensä	5	100	45	100	86,9		14	14	
Keskiarvo	25,6	mm	15,4	mm	LIKIARVO		15	25	
Keskihajonta	2,6	mm	9,6	mm	LASKETTU		16	12	
Hajonta, alar.	23,0	mm	5,8	mm	MITTAUS-		17	6	
Hajonta, ylar.	28,2	mm	25,0	mm	ARVOISTA		18	13	
KARBONATISOITUMINEN AJAN FUNKTIOINA $x = k \cdot \sqrt{t}$ (mm) Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) <input type="text" value="49"/> a (tieto tilaajalta, piirustuksista tms.) Karbonatisoitumissyvyys x (mm) <input type="text" value="25,6"/> mm Karbonatisoitumiskerroin k (mm/√a) <input type="text" value="3,7"/> k (yleensä välillä 1,5 - 3,5 mm/√a)							19	21	
							20	11	
							21	19	
							22	18	
							23	11	
							24	13	
							25	15	
							26	7	
							27	10	
							28	10	
							29	6	
							30	7	
							31	12	
							32	15	
							33	24	
							34	27	
							35	5	
							36	8	
							37	7	
							38	9	
							39	20	
							40	12	
							41	35	
							42	8	
							43	10	
							44	24	
							45	22	
							46		
							47		
							48		
							49		
							50		

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

KARBONATISOITUMISSYVYYS JA PEITEKERROKSET

KOHDDE: Inkeröisten vesitorni

PAIKKA: Pilari 1-2

MITTAUSARVOT, KESKIARVOT JA -HAJONNAT

RAKENTAMISVUOSI: 1964

SYVYYS [mm]	KARB. SYVYYS Havainnot		PEITEKERR. Havainnot		KORROO- SIOTILA	Karbonatisoitumissyvyys		Peitekerrokset	
	Kpl	%	Kpl	%	%	16,3 mm, keskiarvo 16 näytettä 6,7 keskihajonta		39,5 mm, keskiarvo 89 näytettä 10,4 keskihajonta	
0-5 mm	0	0,0	0	0,0	0,0	20	1	36	
6-10 mm	4	25,0	0	0,0	0,0	21	2	38	
11-15 mm	3	18,8	1	1,1	0,7	29	3	35	
16-20 mm	4	25,0	2	2,2	0,4	25	4	37	
21-25 mm	4	25,0	12	13,5	0,4	6	5	31	
26-30 mm	1	6,3	17	19,1	0,0	21	6	32	
31-35 mm	0	0,0	22	24,7	0,0	11	7	40	
36-40 mm	0	0,0	10	11,2	0,0	22	8	27	
41-45 mm	0	0,0	10	11,2	0,0	9	9	32	
46-50 mm	0	0,0	7	7,9	0,0	18	10	28	
51-55 mm	0	0,0	5	5,6	0,0	17	11	33	
56-60 mm	0	0,0	2	2,2	0,0	12	12	34	
61-80mm	0	0,0	2	2,2	0,0	18	13	36	
Yhteensä	16	100	89	100	2,1	7	14	39	
Keskiarvo	16,3	mm	39,5	mm	LIKIARVO	9	15	57	
Keskihajonta	6,7	mm	10,4	mm	LASKETTU	15	16	55	
Hajonta, alar.	9,5	mm	29,1	mm	MITTAUS-		17	48	
Hajonta, yläar.	23,0	mm	49,9	mm	ARVOISTA		18	57	

KARBONATISOITUMINEN AJAN FUNKTIOINA

 $x = k \cdot \sqrt{t}$ (mm)

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) a
(tieto tilaajalta, piirustuksista tms.)

Karbonatisoitumissyvyys x (mm) mm

Karbonatisoitumiskerroin k (mm/ \sqrt{a}) k
(yleensä välillä 1,5 - 3,5 mm/ \sqrt{a})

Karbonatisoitumissyvyys tietyn ajan kuluttua
edellä lasketun kertoimen mukaan

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) a

Karbonatisoitumissyvyys x (mm) mm

10 vuoden kuluttua = t mm

20 vuoden kuluttua = t mm

30 vuoden kuluttua = t mm

40 vuoden kuluttua = t mm

50 vuoden kuluttua = t mm

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

KARBONATISOITUMISSYVYYS JA PEITEKERROKSET

KOHDDE: Inkeröisten vesitorni

PAIKKA: Sekundääripalkki 1 ja 2

MITTAUSARVOT, KESKIARVOT JA -HAJONNAT

RAKENTAMISVUOSI: 1964

SYVYYS [mm]	KARB. SYVYYS Havainnot		PEITEKERR. Havainnot		KORROO- SIOTILA	Karbonatisoitumissyvyys		Peitekerrokset	
	Kpl	%	Kpl	%	%	18,0 mm, keskiarvo 6 näytemäärä 3,8 keskihajonta		22,4 mm, keskiarvo 54 näytemäärä 9,5 keskihajonta	
0-5 mm	0	0,0	2	3,7	3,7	24	1	41	
6-10 mm	0	0,0	3	5,6	5,6	13	2	34	
11-15 mm	2	33,3	10	18,5	15,4	19	3	46	
16-20 mm	3	50,0	9	16,7	6,9	19	4	12	
21-25 mm	1	16,7	5	9,3	0,8	15	5	15	
26-30 mm	0	0,0	15	27,8	0,0	18	6	26	
31-35 mm	0	0,0	7	13,0	0,0		7	8	
36-40 mm	0	0,0	1	1,9	0,0		8	29	
41-45 mm	0	0,0	1	1,9	0,0		9	12	
46-50 mm	0	0,0	1	1,9	0,0		10	29	
51-55 mm	0	0,0	0	0,0	0,0		11	8	
56-60 mm	0	0,0	0	0,0	0,0		12	23	
61-80mm	0	0,0	0	0,0	0,0		13	29	
Yhteensä	6	100	54	100	32,4		14	26	
Keskiarvo	18,0	mm	22,4	mm	LIKIARVO		15	16	
Keskihajonta	3,8	mm	9,5	mm	LASKETTU		16	30	
Hajonta, alar.	14,2	mm	12,9	mm	MITTAUS-		17	13	
Hajonta, ylar.	21,8	mm	31,9	mm	ARVOISTA		18	32	

KARBONATISOITUMINEN AJAN FUNKTIOINA

 $x = k \cdot \sqrt{t}$ (mm)

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) a
 (tieto tilaajalta, piirustuksista tms.)
 Karbonatisoitumissyvyys x (mm) mm
 Karbonatisoitumiskerroin k (mm/ \sqrt{a}) k
 (yleensä välillä 1,5 - 3,5 mm/ \sqrt{a})

Karbonatisoitumissyvyys tietyn ajan kuluttua edellä lasketun kertoimen mukaan

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) a
 Karbonatisoitumissyvyys x (mm) mm

10 vuoden kuluttua = t mm
 20 vuoden kuluttua = t mm
 30 vuoden kuluttua = t mm
 40 vuoden kuluttua = t mm
 50 vuoden kuluttua = t mm

Kiratek Inkeroinen kloridipitoisuudet



1(1)

Kloridianalyysi KI1090/13
Kiratek Oy, 11.2.2013

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Rakennuslaboratorio
Jari Harju
PL 9, Pääskysentie 1
48401 KOTKA

Viite:

Analyysipyyntö 5.2.2013, Jari Harju

Kohde:

RAK2013066

Analyysitulokset:

Porausjauhenäytteistä tehtiin kloridianalyysit. Näytteet liuotettiin standardin SFS 5451 mukaisesti ja niiden kokonaiskloridipitoisuudet mitattiin potentiometrisesti kloridi-ioni sensitiivisellä elektrodilla. Tulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Näytteiden kloridipitoisuudet

Näyttenro:	Näytteenottoaikka ja -syvyys	CL ⁻ (p-%)
CL 1.	Pilari 1	0,01
CL 2.	Pilari 2	0,01
CL 3.	Keskus 1	0,01
CL 4.	Keskus 2	0,01
CL 5.	Sisäseinä	0,01

Tulkinta:

Klorideista voi olla vaaraa rakenteiden säilyvyydelle, kun kloridipitoisuus on kriittisen raja-arvon (0,03–0,07 p-%) suuruinen tai ylittää sen. Näytteiden kloridipitoisuudet alittavat kriittisen raja-arvon.

Kiratek Oy

Mikko Kivelä
laboratorioanalytikko, AMK



Myyntimiehenkuja 4, 90410 OULU • Puh. 0207 401 000 • Fax 0207 401 018
Pihkatie 5, 00410 HELSINKI • Puh. 0207 401 010 • Fax 0207 401 019
Nyyrikintie 12, 33540 TAMPERE • Puh. 0207 401 010 • Fax 0207 401 019
Korkalonkatu 2, 96100 ROVANIEMI • Puh. 0207 401 003 • Fax 0207 401 018

Y-tunnus 1559499-9 • www.kiratek.fi • etunimi.sukunimi@kiratek.fi

Kiratek Inkeroinen pintahietutkimukset



Pintahietutkimus nro BE1448b/13
Viite RAK2013066
Kiratek Oy, 1.3.2013

1(4)

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Rakennuslaboratorio
Jari Harju
PL 9
48401 KOTKA

Yleistiedot näytteistä

Tutkimuskohteen, viite Bet.lab/Rak 2013066, betonirakenteista tilaaja toimitti viisi betoninäytettä nro:t PH 1, PH 2, PH3, PH4 ja PH5 pintahietutkimusta varten.

Tutkimukset

Näytelieriöt sahattiin kahtia ja pintahietutkimukset tehtiin koko näytteen pituudelle.

Betoninäytteiden pintahietutkimukset suoritettiin Leica M55 stereomikroskoopilla.

Pintahieiden tutkinnassa käytettiin apuna standardia ASTM C856.

Tulokset

Näytteen PH 1 pituus on 56,0 mm ja se on otettu kohdasta pilari 1 0-90 mm up. Pintahie kattaa näytteen koko pituuden.

- betonin pinnalla oleva 0,1-0,3 mm paksu maalikerros on kiinni alustassa
- betoni on rakenteeltaan tasalaatuinen ja se ei ole kerroksellinen
- betonin runkoainekappaleet koostuvat läpimitaltaan alle 23,0 mm:n kokoisista reunoilta osittain pyöristyneistä rapakivigraniittikappaleista sekä sora- ja hiekka-aineksista
- sideaine on karbonaattiutunut 10,0–28,0 mm (\approx 19,0 mm) ulkopinnasta
- betonin runkoainekappaleiden ja sideaineen väliset rajapinnat ovat pääasiassa kiinni ja tartunnat hyvät
- ulkopinnalla puusälöjä
- ei havaittu selviä jatkuvia pakkasrapautumisen aiheuttamia mikrorakoja
- pyöreitä alle 0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös vaihtelevanmuotoisia alle 3,2 mm:n kokoisia ilmahuokosia → betoni ei ole lisähuokostettua ja ilmamäärän perusteella se ei ole pakkasenkestävä kosteissa olosuhteissa
- huokosissa ei ole täytteitä

Näytteen PH 2 pituus on 67,0 mm ja se on otettu kohdasta pilari 2 0-90 mm up. Pintahie kattaa näytteen koko pituuden.

- betonin pinnalla oleva 4,0–5,0 mm paksu tasoitekerros on kiinni alustassa. Tasoitteen pinnalla oleva 0,1 mm paksu maalikerros on laajalti irronnut alustasta ja sen pinnalla paljon lyhyitä mikrorakoja
- betoni on rakenteeltaan tasalaatuinen ja se ei ole kerroksellinen
- betonin runkoainekappaleet koostuvat läpimitaltaan alle 26,0 mm:n kokoisista reunoilta osittain pyöristyneistä rapakivigraniittikappaleista sekä sora- ja hiekka-aineksista
- sideaine on karbonaattiutunut 11,0–23,0 mm (\approx 17,0 mm) ulkopinnasta



Pintahietutkimus nro BE1448b/13

Viite RAK2013066

Kiratek Oy, 1.3.2013

2(4)

- betonin runkoainekappaleiden ja sideaineen väliset rajapinnat pääasiassa kiinni ja tartunnat hyvät, vain yksittäistä avautumista runkoainekappaleiden rajapinnoilla
- ulkopinnan 22,0 mm osassa yhden runkoainekappaleen rajapinta avautunut ja tässä kohdassa rapautumista. Muuten näytteessä ei havaittu kuivumisen tai pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita
- pyöreitä alle 0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös vaihtelevanmuotoisia alle 1,5 mm:n kokoisia ilmahuokosia → betoni ei ole lisähuokostettua ja ilmamäärän perusteella se ei ole pakkasenkestävä kosteissa olosuhteissa
- huokosissa ei ole täytteitä

Näytteen PH 3 pituus on 67,0 mm ja se on otettu kohdasta keskus 1 0-70 mm up. Pintahie kattaa näytteen koko pituuden.

- betonin pinnalla oleva 10,0–12,0 mm paksu tasoitekerros on sahattu irti alustasta. Tasoitteen pinnalla olevat kaksi maalikerrosta, paksuus 0,3-0,5 mm paksu, ovat laajalti irronneet alustasta ja pinnalla mikrorakoja
- betoni on rakenteeltaan tasalaatuinen ja se ei ole kerroksellinen
- betonin runkoainekappaleet koostuvat läpimitaltaan alle 15,0 mm:n kokoisista reunoilta osittain pyörityneistä rapakivigraniittikappaleista sekä sora- ja hiekka-aineksista
- sideaine on karbonaattiutunut 14,0–24,0 mm (≈ 18,0 mm) ulkopinnasta
- betonin runkoainekappaleiden ja sideaineen väliset rajapinnat ovat pääasiassa kiinni ja tartunnat hyvät
- ei havaittu jatkuvia kuivumisen tai pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita
- pyöreitä alle 0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös vaihtelevanmuotoisia alle 3,0 mm:n kokoisia ilmahuokosia → betoni ei ole lisähuokostettua ja ilmamäärän perusteella se ei ole pakkasenkestävä kosteissa olosuhteissa
- huokosissa ei ole täytteitä

Näytteen PH 4 pituus on 70,0 mm ja se on otettu kohdasta keskus 2 0-70 mm up, näyte kahtena kappaleena, katkennut n. 30,0 mm syvyydeltä ulkopinnasta. Pintahie kattaa näytteen koko pituuden.

- betonin pinnalla oleva n. 10,0 mm paksu tasoitekerros on kiinni alustassa. Tasoitteen pinnalla oleva 0,1-0,2 mm paksu maalikerros on kiinni alustassa.
- betoni on rakenteeltaan tasalaatuinen ja se ei ole kerroksellinen
- betonin runkoainekappaleet koostuvat läpimitaltaan alle 22,0 mm:n kokoisista reunoilta osittain pyörityneistä rapakivigraniittikappaleista sekä sora- ja hiekka-aineksista
- sideaine on karbonaattiutunut 37,0–47,0 mm (≈ 43,0 mm) ulkopinnasta
- betonin runkoainekappaleiden ja sideaineen väliset rajapinnat ovat vaurioituneessa kohdassa paikoin avautuneet, muuten pääasiassa kiinni ja tartunnat hyvät
- näyte on katkennut n. 30,0 mm syvyydeltä runkoainekappaleen rajapinnan myötäisesti ilmeisesti mikroraon kohdalta, näytteestä puuttuu materiaalia. Ulkopinnasta 54,0–63,0 mm syvyydessä on ulkopinnan suuntainen mikrorako, kehittynyt osin runkoainekappaleen rajapinnalle. Näytteessä ei havaittu muita selviä pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita
- teräs (Ø = 10,0 mm, puuttuu näytteestä) on betoniin jääneen painauman perusteella hyvässä kunnossa, ei ruostunut
- pyöreitä alle 0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös vaihtelevanmuotoisia alle 3,0 mm:n kokoisia ilmahuokosia → betoni ei ole lisähuokostettua ja ilmamäärän perusteella se ei ole pakkasenkestävä kosteissa olosuhteissa
- huokosissa ei ole täytteitä



Pintahietutkimus nro BE1448b/13

Viite RAK2013066

Kiratek Oy, 1.3.2013

3(4)

Näytteen PH 5 pituus on n. 52,0 mm ja se on otettu sisäseinästä. Pintahie kattaa näytteen koko pituuden.

- betonin pinnalla ei ole pinnoitetta ollenkaan
- betoni on rakenteeltaan tasalaatuinen ja se ei ole kerroksellinen
- betonin runkoainekappaleet koostuvat läpimitaltaan alle 22,0 mm:n kokoisista reunoilta osittain pyöristyneistä rapakivigraniittikappaleista sekä sora- ja hiekka-aineksista
- sideaine on karbonaattiutunut 8,0–20,0 mm (\approx 12,0 mm) ulkopinnasta
- betonin runkoainekappaleiden ja sideaineen väliset rajapinnat ovat vaurioituneessa kohdassa avautuneet, muuten pääasiassa kiinni ja tartunnat hyvät
- ulkopinnan 11,0 mm osa on voimakkaasti rapautunut, sideaine lähtenyt runkoainekappaleiden rajapinnoilta pois. Lievempää samanlaista vaurioita on vielä 16,0 mm syvyydessä ulkopinnasta. Muuten ei havaittu selviä pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita
- ulkopinnalla puusaloja
- pyöreitä alle 0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän kuten myös vaihtelevanmuotoisia alle 4,0 mm:n kokoisia ilmahuokosia → betoni ei ole lisähuokostettua ja ilmamäärän perusteella se ei ole pakkasenkestävä kosteissa olosuhteissa
- huokosissa ei ole täytteitä

Tulosten tarkastelu

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

Näyte PH 1	hyvä
Näyte PH 2	22,0 mm ulko-osa tyydyttävä (yksittäinen kohta), muuten hyvä
Näyte PH 3	hyvä
Näyte PH 4	tyydyttävä
Näyte PH 5	11,0 mm ulko-osa heikko, 11,0–16,0 mm tyydyttävä, muuten hyvä

Näytteiden betonit olivat tasalaatuisia ja ne eivät olleet kerroksellisia. Betonien runkoainekappaleet koostuivat pääasiassa alle 33,0 mm:n läpimittaisista reunoilta osittain pyöristyneistä rapakivigraniittikappaleista sekä sora- ja hiekka-aineksesta.

Sideaine oli karbonaattiutunut näytteessä PH 1 10,0–28,0 mm (\approx 19,0 mm) ulkopinnasta, näytteessä PH 2 11,0–23,0 mm (\approx 17,0 mm) ulkopinnasta, näytteessä PH 3 14,0–24,0 mm (\approx 18,0 mm) ulkopinnasta, näytteessä PH 4 37,0–47,0 mm (\approx 43,0 mm) ulkopinnasta sekä näytteessä PH5 8,0–20,0 mm (\approx 12,0 mm) ulkopinnasta.

Näytteiden betonien runkoainekappaleiden ja sideaineen väliset rajapinnat olivat pääasiassa kiinni, paitsi ulkopinnan vaurioituneissa osissa vaihtelevassa määrin auenneet.

Näytteessä PH 1 ei havaittu merkittäviä kuivumisen tai pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita. Näytteen PH2 ulkopinnan 22,0 mm osassa, yksittäinen kohta, runkoainekappaleen rajapinnoilta sideaine oli rapautunut pois. Muuten näytteessä ei havaittu kuivumisen tai pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita. Näytteessä PH 3 ei havaittu merkittäviä kuivumisen tai pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita. Näyte PH4 oli katkennut n. 30,0 mm syvyydeltä ilmeisesti mikroraon kohdalta. Lisäksi ulkopinnasta 54,0–63,0 mm syvyydessä oli ulkopinnan suuntainen mikrorako, kehittyneet runkoainekappaleen rajapinnalle. Näytteen



4(4)

Pintahietutkimus nro BE1448b/13

Viite RAK2013066

Kiratek Oy, 1.3.2013

PH5 ulkopinnan 11,0 mm osa oli voimakkaasti rapautunut ja hieman lievempiä vaurioita esiintyi vielä 16,0 mm syvyydessä. Muuten näytteessä ei havaittu kuivumisen tai pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita

Näytteiden PH2, PH3 ja PH4 ulkopinnalla oli 4,0–12,0 mm paksu tasoitekerros ja ne olivat kiinni alustassa. Näytteiden PH1 ja PH4 ulkopinnalla oleva pinnoite oli kiinni alustassa. Muiden näytteiden pinnoitteet olivat kokonaan tai osittain irronneet alustasta.

Näytteiden betonit eivät olleet lisähuokostettuja, ja niiden ilmamäärien perusteella ne eivät olleet pakkasenkestäviä kosteissa olosuhteissa.

Kiratek Oy

Seppo Suoperä
laboratoriopäällikkö, geologi

Kiratek Inkeroinen asbestianalyysi



1(1)

Asbestianalyysi ASB6669/13
Kiratek Oy, 6.2.2013

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Rakennuslaboratorio
Jari Harju
PL 9, Pääskysentie 1
48401 KOTKA

Viite:

Analyysipyyntö 5.2.2013, Jari Harju

Kohde:


RAK2013066

Analyysitulokset:

Analyysit on tehty joko valomikroskoopilla (merkintä VM) tai läpäisyelektronimikroskoopilla (merkintä EM).

Näyttenro:	Tutkittava materiaali	Tulos	Asbestilaatu
ASB 1.	Pintalevy	(VM) Sisältää asbestia,	antofylliitti ja krysotiili.
ASB 2.	Valkoinen maali (porauslieriöstä PH 1)	(EM) Ei sisällä asbestia	
ASB 3.	Vihreä maali (porauslieriöstä PH 3)	(EM) Ei sisällä asbestia	

Kiratek Oy


 Tapio Arola
geologi, FM


Kiratek

Myyntimiehenkuja 4, 90410 OULU • Puh. 0207 401 000 • Fax 0207 401 018
 Pihkatie 5, 00410 HELSINKI • Puh. 0207 401 010 • Fax 0207 401 019
 Nyyrikintie 12, 33540 TAMPERE • Puh. 0207 401 010 • Fax 0207 401 019
 Korkalonkatu 2, 96100 ROVANIEMI • Puh. 0207 401 003 • Fax 0207 401 018

Y-tunnus 1559499-9 • www.kiratek.fi • etunimi.sukunimi@kiratek.fi

Kyamk Myllykoski vetolujuudet

1/(1)



TESTAUSSELOSTUS N:O
2013065-VL

Tilaaja	Tilauspvm.	Asiakkaan viite
JTH-RKM Palvelu Oy	31.1.2013	
Rannankankaantie 5	Tilaajan yhteyshenkilö:	
49860 KLAMILA	Vetokone: F20D EASY M 2000 nr. 10112	
	Vetokoneen kalibrointitodistus: K024-VTT-S-08545-12.18.12.2012	
	Testikappaletyyppi: Poraliene	
Työmaa / kohde		
Myllykosken vesitorni		

BETONIN VETOLUJUUSTESTAUS (SFS 5445)

Testaus Testaus on tehty standardin SFS 5445 mukaisesti. Tiheys on mitattu standardin SFS 12390-7 mukaisesti; menetelmä b: laskenta käyttäen todellisia mittoja ja paino punnittu toimitustilassa/pintakuivana.

Tulostulkinta

TIE TOJA KOEKAPPAL EISTA					MITTAUSTULOS		
Tunnus	Näytteen- otto päivä	Testaus- päivä	Halkaisija d _m [mm]	Tiheys [kg/m ³]	Murto-kuorma [kN]	Murtojännitys [N/mm ²]	Selvitys murtokohdasta
V 1	31.1.2013	5.2.2013	54,6	2336,0	3,7	1,6	19-35mm up:sta. Kivi 36 x 27 mm
V 2	31.1.2013	5.2.2013	54,6	2261,0	6,1	2,6	2-14mm up:sta. Pieniä kiviä.
V 3	31.1.2013	5.2.2013	54,6	2335,0	5,4	2,3	21-33mm up:sta. Kivi 34 x 18 mm + pieniä kiviä.
Poikkeukset standardista / huomautukset:				Keskiarvo	5,0	2,2	
				Keskihajonta	1,2	0,5	

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU OY
RAKENNUSLABORATORIO
Ympäristöministeriön hyväksymä koetuslaitos

RI Jari Harju

Tämän selostuksen OSITTAINEN julkaiseminen on sallittu vain kirjallisella luvalla. Huomautukset raportista on tehtävä 14 vrk kuluessa.

Postiosoite
PL 9
48401Kotka

puh. 044 702 8888 (vaihide)
fax. 044 702 8209

www.kyamk.fi
Email: etunimi.sukunimi@kyamk.fi

Kyamk Myllykoski karbonatisoituminen ja peitekerrokset

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

KARBONATISOITUMISSYVYYS JA PEITEKERROKSET

KOHDDE: Myllykosken vesitorni

PAIKKA: Keskus 1

MITTAUSARVOT, KESKIARVOT JA -HAJONNAT

RAKENTAMISVUOSI: 1966

SYVYYS [mm]		KARB. SYVYYS Havainnot		PEITEKERR. Havainnot		KORROO- SIOTILA	Karbonatisoitumissyvyys	Peitekerrokset
	Kpl	%	Kpl	%		%		
0-5 mm	1	12,5	0	0,0		0,0	14,4 mm, keskiarvo 8 näytettä 8,1 keskihajonta	50,9 mm, keskiarvo 70 näytettä 6,4 keskihajonta
6-10 mm	2	25,0	0	0,0		0,0		
11-15 mm	2	25,0	0	0,0		0,0		
16-20 mm	0	0,0	0	0,0		0,0		
21-25 mm	3	37,5	0	0,0		0,0		
26-30 mm	0	0,0	1	1,4		0,0		
31-35 mm	0	0,0	0	0,0		0,0		
36-40 mm	0	0,0	2	2,9		0,0		
41-45 mm	0	0,0	11	15,7		0,0		
46-50 mm	0	0,0	12	17,1		0,0		
51-55 mm	0	0,0	23	32,9		0,0		
56-60 mm	0	0,0	20	28,6		0,0		
61-80mm	0	0,0	1	1,4		0,0		
Yhteensä	8	100	70	100		0,0		
Keskiarvo	14,4	mm	50,9	mm		LIKIARVO		
Keskihajonta	8,1	mm	6,4	mm		LASKETTU		
Hajonta, alar.	6,3	mm	44,5	mm		MITTAUS-		
Hajonta, yläar.	22,5	mm	57,3	mm		ARVOISTA		

KARBONATISOITUMINEN AJAN FUNKTIOINA

 $x = k \cdot \sqrt{t}$ (mm)

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) 47 a

(tieto tilaajalta, piirustuksista tms.)

Karbonatisoitumissyvyys x (mm) 14,4 mm

Karbonatisoitumiskerroin k (mm/ \sqrt{a}) 2,1 k(yleensä välillä 1,5 - 3,5 mm/ \sqrt{a})Karbonatisoitumissyvyys tietyn ajan kuluttua
edellä lasketun kertoimen mukaan

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) 10 a

Karbonatisoitumissyvyys x (mm) 6,6 mm

10 vuoden kuluttua = t 15,8 mm

20 vuoden kuluttua = t 17,2 mm

30 vuoden kuluttua = t 18,4 mm

40 vuoden kuluttua = t 19,6 mm

50 vuoden kuluttua = t 20,7 mm

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

KARBONATISOITUMISSYVYYS JA PEITEKERROKSET

KOHDDE: Myllykosken vesitorni

PAIKKA: Keskus 2

MITTAUSARVOT, KESKIARVOT JA -HAJONNAT

RAKENTAMISVUOSI: 1966

SYVYYS [mm]	KARB. SYVYYS Havainnot		PEITEKERR. Havainnot		KORROO- SIOTILA	Karbonatisoitumissyvyys		Peitekerrokset	
	Kpl	%	Kpl	%	%	21,6 mm, keskiarvo 8 näytettä 6,0 keskihajonta		49,7 mm, keskiarvo 38 näytettä 9,1 keskihajonta	
0-5 mm	0	0,0	0	0,0	0,0	26	1	44	
6-10 mm	0	0,0	0	0,0	0,0	28	2	60	
11-15 mm	2	25,0	0	0,0	0,0	22	3	38	
16-20 mm	1	12,5	0	0,0	0,0	19	4	39	
21-25 mm	2	25,0	0	0,0	0,0	14	5	47	
26-30 mm	3	37,5	0	0,0	0,0	13	6	42	
31-35 mm	0	0,0	1	2,6	0,0	22	7	47	
36-40 mm	0	0,0	6	15,8	0,0	29	8	36	
41-45 mm	0	0,0	8	21,1	0,0		9	45	
46-50 mm	0	0,0	6	15,8	0,0		10	57	
51-55 mm	0	0,0	3	7,9	0,0		11	44	
56-60 mm	0	0,0	9	23,7	0,0		12	59	
61-80mm	0	0,0	5	13,2	0,0		13	59	
Yhteensä	8	100	38	100	0,0		14	37	
Keskiarvo	21,6	mm	49,7	mm	LIKIARVO		15	42	
Keskihajonta	6,0	mm	9,1	mm	LASKETTU		16	61	
Hajonta, alar.	15,6	mm	40,6	mm	MITTAUS-		17	55	
Hajonta, ylar.	27,6	mm	58,8	mm	ARVOISTA		18	50	

KARBONATISOITUMINEN AJAN FUNKTIOINA

$$x = k \cdot \sqrt{t} \text{ (mm)}$$

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) a
 (tieto tilaajalta, piirustuksista tms.)
 Karbonatisoitumissyvyys x (mm) mm
 Karbonatisoitumiskerroin k (mm/√a) k
 (yleensä välillä 1,5 - 3,5 mm/√a)

Karbonatisoitumissyvyys tietyn ajan kuluttua
 edellä lasketun kertoimen mukaan

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) a
 Karbonatisoitumissyvyys x (mm) mm

10 vuoden kuluttua = t mm
 20 vuoden kuluttua = t mm
 30 vuoden kuluttua = t mm
 40 vuoden kuluttua = t mm
 50 vuoden kuluttua = t mm

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

KARBONATISOITUMISSYVYYS JA PEITEKERROKSET

KOHDE: Myllykosken vesitorni

PAIKKA: Pilari 1

MITTAUSARVOT, KESKIARVOT JA -HAJONNAT

RAKENTAMISVUOSI: 1966

SYVYYS [mm]	KARB. SYVYYS Havainnot		PEITEKERR. Havainnot		KORROO- SIOTILA	Karbonatisoitumissyvyys		Peitekerrokset	
	Kpl	%	Kpl	%	%	20,4 mm, keskiarvo 8 näytemäärä 11,1 keskihajonta		42,8 mm, keskiarvo 54 näytemäärä 7,5 keskihajonta	
0-5 mm	1	12,5	0	0,0	0,0	22	1	38	
6-10 mm	0	0,0	0	0,0	0,0	19	2	43	
11-15 mm	1	12,5	0	0,0	0,0	30	3	48	
16-20 mm	3	37,5	0	0,0	0,0	18	4	57	
21-25 mm	1	12,5	0	0,0	0,0	17	5	54	
26-30 mm	1	12,5	1	1,9	0,3	5	6	40	
31-35 mm	0	0,0	7	13,0	1,6	11	7	36	
36-40 mm	0	0,0	18	33,3	4,2	41	8	40	
41-45 mm	1	12,5	10	18,5	1,2		9	53	
46-50 mm	0	0,0	10	18,5	0,0		10	38	
51-55 mm	0	0,0	2	3,7	0,0		11	57	
56-60 mm	0	0,0	6	11,1	0,0		12	47	
61-80mm	0	0,0	0	0,0	0,0		13	45	
Yhteensä	8	100	54	100	7,3		14	45	
Keskiarvo	20,4	mm	42,8	mm	LIKIARVO		15	56	
Keskihajonta	11,1	mm	7,5	mm	LASKETTU		16	50	
Hajonta, alar.	9,3	mm	35,3	mm	MITTAUS-		17	50	
Hajonta, ylar.	31,5	mm	50,3	mm	ARVOISTA		18	48	
							19	47	
							20	37	
							21	48	
							22	44	
							23	43	
							24	45	
							25	40	
							26	42	
							27	56	
							28	56	
							29	28	
							30	31	
							31	42	
							32	34	
							33	40	
							34	40	
							35	36	
							36	34	
							37	38	
							38	36	
							39	31	
							40	40	
							41	39	
							42	47	
							43	43	
							44	38	
							45	32	
							46	44	
							47	33	
							48	38	
							49	35	
							50	36	

KARBONATISOITUMINEN AJAN FUNKTIOINA

 $x = k \cdot \sqrt{t}$ (mm)

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) a
 (tieto tilaajalta, piirustuksista tms.)
 Karbonatisoitumissyvyys x (mm) mm
 Karbonatisoitumiskerroin k (mm/√a) k
 (yleensä välillä 1,5 - 3,5 mm/√a)

Karbonatisoitumissyvyys tietyn ajan kuluttua edellä lasketun kertoimen mukaan

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) a
 Karbonatisoitumissyvyys x (mm) mm

10 vuoden kuluttua = t mm
 20 vuoden kuluttua = t mm
 30 vuoden kuluttua = t mm
 40 vuoden kuluttua = t mm
 50 vuoden kuluttua = t mm

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

KARBONATISOITUMISSYVYYS JA PEITEKERROKSET

KOHDDE: Myllykosken vesitorni

PAIKKA: Pileri 2

MITTAUSARVOT, KESKIARVOT JA -HAJONNAT

RAKENTAMISVUOSI: 1966

SYVYYS [mm]	KARB. SYVYYS Havainnot		PEITEKERR. Havainnot		KORROO- SIOTILA	Karbonatisoitumissyvyys		Peitekerrokset	
	Kpl	%	Kpl	%	%	17,4 mm, keskiarvo		33,7 mm, keskiarvo	
0-5 mm	0	0,0	0	0,0	0,0	8 näytettä		65 näytettä	
6-10 mm	1	12,5	4	6,2	5,8	6,1 keskihajonta		16,9 keskihajonta	
11-15 mm	1	12,5	5	7,7	6,3	6	1	55	
16-20 mm	3	37,5	7	10,8	6,1	12	2	61	
21-25 mm	3	37,5	11	16,9	3,2	18	3	64	
26-30 mm	0	0,0	5	7,7	0,0	16	4	47	
31-35 mm	0	0,0	7	10,8	0,0	22	5	62	
36-40 mm	0	0,0	3	4,6	0,0	18	6	56	
41-45 mm	0	0,0	5	7,7	0,0	23	7	61	
46-50 mm	0	0,0	3	4,6	0,0	24	8	13	
51-55 mm	0	0,0	5	7,7	0,0		9	40	
56-60 mm	0	0,0	5	7,7	0,0		10	54	
61-80mm	0	0,0	5	7,7	0,0		11	6	
Yhteensä	8	100	65	100	21,3		12	42	
Keskiarvo	17,4	mm	33,7	mm	LIKIARVO		13	60	
Keskihajonta	6,1	mm	16,9	mm	LASKETTU		14	64	
Hajonta, alar.	11,3	mm	16,8	mm	MITTAUS-		15	41	
Hajonta, ylar.	23,4	mm	50,6	mm	ARVOISTA		16	27	
							17	33	
							18	32	
							19	39	
							20	55	
							21	33	
							22	26	
							23	13	
							24	16	
							25	10	
							26	21	
							27	13	
							28	29	
							29	24	
							30	24	
							31	18	
							32	15	
							33	20	
							34	16	
							35	20	
							36	59	
							37	53	
							38	55	
							39	59	
							40	56	
							41	46	
							42	47	
							43	45	
							44	40	
							45	44	
							46	24	
							47	23	
							48	34	
							49	25	
							50	27	

KARBONATISOITUMINEN AJAN FUNKTIOINA

$$x = k \cdot \sqrt{t} \text{ (mm)}$$

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) a(tieto tilaajalta, piirustuksista tms.)
Karbonatisoitumissyvyys x (mm) mmKarbonatisoitumiskerroin k (mm/√a) k
(yleensä välillä 1,5 - 3,5 mm/√a)Karbonatisoitumissyvyys tietyn ajan kuluttua
edellä lasketun kertoimen mukaanRakenteen ikä, aika vuosina = t (a) aKarbonatisoitumissyvyys x (mm) mm10 vuoden kuluttua = t mm20 vuoden kuluttua = t mm30 vuoden kuluttua = t mm40 vuoden kuluttua = t mm50 vuoden kuluttua = t mm

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

KARBONATISOITUMISSYVYYS JA PEITEKERROKSET

KOHDDE: Myllykosken vesitorni

PAIKKA: Vesisäiliön alapalkit, 2 kohtaa

MITTAUSARVOT, KESKIARVOT JA -HAJONNAT

RAKENTAMISVUOSI: 1966

SYVYYS [mm]	KARB. SYVYYS Havainnot		PEITEKERR. Havainnot		KORROO- SIOTILA	Karbonatsoitumissyvyys		Peitekerrokset	
	Kpl	%	Kpl	%	%	22,8 mm, keskiarvo		24,3 mm, keskiarvo	
0-5 mm	0	0,0	0	0,0	0,0	6 näytettä		62 näytettä	
6-10 mm	0	0,0	2	3,2	3,2	8,1 keskihajonta		8,5 keskihajonta	
11-15 mm	0	0,0	9	14,5	14,5	19	1	23	
16-20 mm	4	66,7	8	12,9	8,6	19	2	26	
21-25 mm	1	16,7	13	21,0	5,2	23	3	29	
26-30 mm	0	0,0	14	22,6	3,8	39	4	28	
31-35 mm	0	0,0	9	14,5	2,4	18	5	6	
36-40 mm	1	16,7	5	8,1	0,7	19	6	16	
41-45 mm	0	0,0	2	3,2	0,0		7	26	
46-50 mm	0	0,0	0	0,0	0,0		8	26	
51-55 mm	0	0,0	0	0,0	0,0		9	13	
56-60 mm	0	0,0	0	0,0	0,0		10	26	
61-80mm	0	0,0	0	0,0	0,0		11	14	
Yhteensä	6	100	62	100	38,4		12	21	
Keskiarvo	22,8	mm	24,3	mm	LIKIARVO		13	22	
Keskihajonta	8,1	mm	8,5	mm	LASKETTU		14	23	
Hajonta, alar.	14,7	mm	15,8	mm	MITTAUS-		15	22	
Hajonta, ylar.	30,9	mm	32,8	mm	ARVOISTA		16	14	
							17	15	
							18	17	
							19	33	
							20	23	
							21	12	
							22	22	
							23	36	
							24	28	
							25	27	
							26	11	
							27	16	
							28	36	
							29	30	
							30	31	
							31	32	
							32	31	
							33	28	
							34	40	
							35	32	
							36	25	
							37	19	
							38	23	
							39	18	
							40	13	
							41	10	
							42	33	
							43	18	
							44	21	
							45	29	
							46	22	
							47	26	
							48	44	
							49	27	
							50	21	

KARBONATISOITUMINEN AJAN FUNKTIOINA

 $x = k \cdot \sqrt{t}$ (mm)Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a)
(tieto tilaajalta, piirustuksista tms.)

47 a

Karbonatsoitumissyvyys x (mm)

22,8 mm

Karbonatsoitumiskerroin k (mm/ \sqrt{a})
(yleensä välillä 1,5 - 3,5 mm/ \sqrt{a})

3,3 k

Karbonatsoitumissyvyys tietyn ajan kuluttua
edellä lasketun kertoimen mukaan

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a)

10 a

Karbonatsoitumissyvyys x (mm)

10,5 mm

10 vuoden kuluttua = t

25,1 mm

20 vuoden kuluttua = t

27,3 mm

30 vuoden kuluttua = t

29,2 mm

40 vuoden kuluttua = t

31,1 mm

50 vuoden kuluttua = t

32,8 mm

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

KARBONATISOITUMISSYVYYS JA PEITEKERROKSET

KOHDDE: Myllykosken vesitorni

PAIKKA: Vesisäiliön kiertävät alapalkit, 2 kohtaa

MITTAUSARVOT, KESKIARVOT JA -HAJONNAT

RAKENTAMISVUOSI: 1966

SYVYYS [mm]	KARB. SYVYYS Havainnot		PEITEKERR. Havainnot		KORROO- SIOTILA	Karbonatisoitumissyvyys		Peitekerrokset	
	Kpl	%	Kpl	%	%	31,0 mm, keskiarvo		26,7 mm, keskiarvo	
0-5 mm	0	0,0	0	0,0	0,0	5 näytemäärä		48	5 näytemäärä
6-10 mm	0	0,0	0	0,0	0,0	15,7 keskihajonta		7,3	keskihajonta
11-15 mm	0	0,0	2	4,2	4,2	48	1	27	
16-20 mm	2	40,0	7	14,6	11,7	48	2	28	
21-25 mm	1	20,0	16	33,3	16,7	17	3	24	
26-30 mm	0	0,0	10	20,8	8,3	18	4	26	
31-35 mm	0	0,0	5	10,4	4,2	24	5	20	
36-40 mm	0	0,0	6	12,5	5,0		6	19	
41-45 mm	0	0,0	2	4,2	1,7		7	37	
46-50 mm	2	40,0	0	0,0	0,0		8	32	
51-55 mm	0	0,0	0	0,0	0,0		9	35	
56-60 mm	0	0,0	0	0,0	0,0		10	36	
61-80mm	0	0,0	0	0,0	0,0		11	25	
Yhteensä	5	100	48	100	51,7		12	37	
Keskiarvo	31,0	mm	26,7	mm	LIKIARVO		13	22	
Keskihajonta	15,7	mm	7,3	mm	LASKETTU		14	24	
Hajonta, alar.	15,3	mm	19,4	mm	MITTAUS-		15	21	
Hajonta, ylar.	46,7	mm	34,0	mm	ARVOISTA		16	25	
							17	39	
							18	27	
							19	23	
							20	22	
							21	19	
							22	34	
							23	25	
							24	43	
							25	20	
							26	23	
							27	41	
							28	21	
							29	36	
							30	40	
							31	25	
							32	12	
							33	19	
							34	16	
							35	21	
							36	22	
							37	18	
							38	30	
							39	27	
							40	24	
							41	25	
							42	30	
							43	14	
							44	28	
							45	34	
							46	31	
							47	28	
							48	27	
							49		
							50		

KARBONATISOITUMINEN AJAN FUNKTIOINA

$x = k \cdot \sqrt{t}$ (mm)

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) a
(tieto tilaajalta, piirustuksista tms.)

Karbonatisoitumissyvyys x (mm) mm

Karbonatisoitumiskerroin k (mm/ \sqrt{a}) k
(yleensä välillä 1,5 - 3,5 mm/ \sqrt{a})

Karbonatisoitumissyvyys tietyn ajan kuluttua edellä lasketun kertoimen mukaan

Rakenteen ikä, aika vuosina = t (a) a

Karbonatisoitumissyvyys x (mm) mm

10 vuoden kuluttua = t mm

20 vuoden kuluttua = t mm

30 vuoden kuluttua = t mm

40 vuoden kuluttua = t mm

50 vuoden kuluttua = t mm

Kiratek Myllykoski kloridipitoisuudet



1(1)

Kloridianalyysi KI1089/13
Kiratek Oy, 11.2.2013

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Rakennuslaboratorio
Jari Harju
PL 9, Pääskysentie 1
48401 KOTKA

Viite:

Analyysipyyntö 5.2.2013, Jari Harju

Kohde:

RAK2013065

Analyytitulokset:

Porausjauhenäytteistä tehtiin kloridianalyysit. Näytteet liuotettiin standardin SFS 5451 mukaisesti ja niiden kokonaiskloridipitoisuudet mitattiin potentiometrisesti kloridi-ioni sensitiivisellä elektrodilla. Tulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Näytteiden kloridipitoisuudet

Näyttenro:	Näytteenottopaikka ja -syvyys	CL ⁻ (p-%)
CL 1.	Pilari 1	0,01
CL 2.	Pilari 2	0,01
CL 3.	Keskus 1	0,01
CL 4.	Keskus 2	0,01

Tulkinta:

Klorideista voi olla vaaraa rakenteiden säilyvyydelle, kun kloridipitoisuus on kriittisen raja-arvon (0,03–0,07 p-%) suuruinen tai ylittää sen. Näytteiden kloridipitoisuudet alittavat kriittisen raja-arvon.

Kiratek Oy

Mikko Kivela
laboratorioanalyttikko, AMK



Myyntimiehenkuja 4, 90410 OULU • Puh. 0207 401 000 • Fax 0207 401 018
Pihkatie 5, 00410 HELSINKI • Puh. 0207 401 010 • Fax 0207 401 019
Nyyrikintie 12, 33540 TAMPERE • Puh. 0207 401 010 • Fax 0207 401 019
Korkalonkatu 2, 96100 ROVANIEMI • Puh. 0207 401 003 • Fax 0207 401 018

Y-tunnus 1559499-9 • www.kiratek.fi • etunimi.sukunimi@kiratek.fi

Kiratek Myllykoski pintahietutkimukset



Pintahietutkimus nro BE1447b/13
Viite RAK2013065
Kiratek Oy, 27.2.2013

1(4)

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Rakennuslaboratorio
Jari Harju
PL 9
48401 KOTKA

Yleistiedot näytteistä

Tutkimuskohteen, viite Bet.lab/Rak 2013065, betonirakenteista tilaaja toimitti neljä betoninäytettä nro:t PH 1, PH 2, PH3 ja PH4 pintahietutkimusta varten.

Tutkimukset

Näytelieriöt sahattiin kahtia ja pintahietutkimukset tehtiin koko näytteen pituudelle.

Betoninäytteiden pintahietutkimukset suoritettiin Leica MS5 stereomikroskoopilla.

Pintahieiden tutkimuksessa käytettiin apuna standardia ASTM C856.

Tulokset

Näytteen PH 1 pituus on 86,0 mm ja se on otettu kohdasta pilari 1 0-90 mm up. Pintahie kattaa näytteen koko pituuden.

- betonin pinnalla ei ole pinnoitetta ollenkaan
- betoni on rakenteeltaan tasalaatuinen ja se ei ole kerroksellinen
- betonin runkoainekappaleet koostuvat läpimitaltaan alle 22,0 mm:n kokoisista reunoilta osittain pyöristyneistä rapakivigraniittikappaleista sekä sora- ja hiekka-aineksista
- sideaine on karbonaattiutunut 11,0–27,0 mm (\approx 16,0 mm, epätasaisesti) ulkopinnasta
- betonin runkoainekappaleiden ja sideaineen väliset rajapinnat ovat ulkopinnan vaurioituneessa osassa avautuneet, muuten pääasiassa kiinni ja tartunnat hyvät
- ulkopinnalla puusäliä
- ulkopinnan 5,0 mm osasta on rapautunut paikoin materiaalia pois. Ulkopinnan 16,0 mm:n osassa monen runkoainekappaleen rajapinnoilta sideaine on rapautunut pois ja vastaavanlaista ongelmaa ulottuu lievenpänä 30,0 mm asti. Muuten näytteessä ei havaittu kuivumisen tai pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita
- pyöreitä alle 0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän ja vaihtelevanmuotoisia alle 4,5 mm:n kokoisia ilmahuokosia kohtalaisesti → betoni ei ole lisähuokostettua ja ilmamäärän perusteella se ei ole pakkasenkestävä kosteissa olosuhteissa
- huokosissa ei ole täytteitä

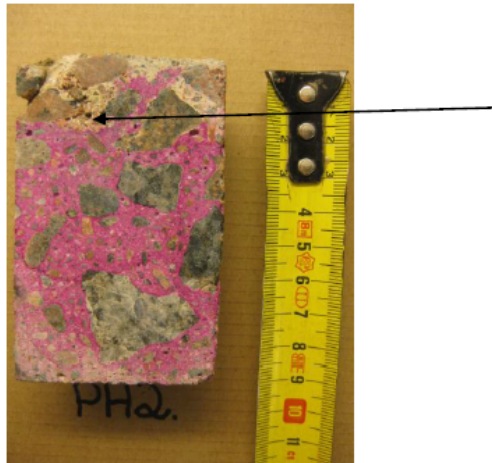
Näytteen PH 2 pituus on 87,0 mm ja se on otettu kohdasta pilari 2 0-90 mm up. Pintahie kattaa näytteen koko pituuden.

- betonin pinnalla ei ole pinnoitetta ollenkaan
- betoni on rakenteeltaan tasalaatuinen ja se ei ole kerroksellinen
- betonin runkoainekappaleet koostuvat läpimitaltaan alle 25,0 mm:n kokoisista reunoilta osittain pyöristyneistä rapakivigraniittikappaleista sekä sora- ja hiekka-aineksista
- sideaine on karbonaattiutunut 2,0–21,0 mm (\approx 12,0 mm, epätasaisesti) ulkopinnasta



2(4)

Pintahietutkimus nro BE1447b/13
Viite RAK2013065
Kiratek Oy, 27.2.2013



Kuva 1. Näytteen PH2 ulkopinnalla on yksittäinen 20,0 mm ulottuva vaurioitunut kohta, nuolen kohta.

- betonin runkoainekappaleiden ja sideaineen väliset rajapinnat ovat ulkopinnan vaurioituneessa osassa paikoin avautuneet, muuten pääasiassa kiinni ja tartunnat hyvät
- ulkopinnalla puusälöjä
- ulkopinnan 20,0 mm osassa monen runkoainekappaleen rajapinnoilta sideaine on rapautunut pois, yksittäinen kohta ulkopinnalla, ks. kuva 1. Muuten näytteessä ei havaittu kuivumisen tai pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita
- pyöreitä alle 0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän ja vaihtelevanmuotoisia alle 4,5 mm:n kokoisia ilmahuokosia kohtalaisesti → betoni ei ole lisähuokostettua ja ilmamäärän perusteella se ei ole pakkasenkestävä kosteissa olosuhteissa
- huokosissa ei ole täytteitä

Näytteen PH 3 pituus on 60,0 mm ja se on otettu kohdasta keskus 1 0-60 mm up. Pintahie kattaa näytteen koko pituuden.

- betonin pinnalla ei ole pinnoitetta ollenkaan
- betoni on rakenteeltaan tasalaatuinen ja se ei ole kerroksellinen
- betonin runkoainekappaleet koostuvat läpimitaltaan alle 33,0 mm:n kokoisista reunoilta osittain pyörityneistä rapakivigraniittikappaleista sekä sora- ja hiekka-aineksista
- sideaine on karbonaattiutunut 1,0–28,5 mm ($\approx 11,0$ mm, epätasaisesti) ulkopinnasta
- betonin runkoainekappaleiden ja sideaineen väliset rajapinnat ovat ulkopinnan vaurioituneessa osassa osittain avautuneet, muuten pääasiassa kiinni ja tartunnat hyvät
- ulkopinnalla puusälöjä
- ulkopinnan 2,0 mm osasta on rapautunut paikoin materiaalia pois. Ulkopinnan 14,0 mm:n osassa runkoainekappaleen rajapinnoilta sideaine on rapautunut osittain pois. Muuten näytteessä ei havaittu kuivumisen tai pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita
- pyöreitä alle 0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän ja vaihtelevanmuotoisia alle 3,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia kohtalaisesti → betoni ei ole lisähuokostettua ja ilmamäärän perusteella se ei ole pakkasenkestävä kosteissa olosuhteissa
- huokosissa ei ole täytteitä



Pintahietutkimus nro BE1447b/13

Viite RAK2013065

Kiratek Oy, 27.2.2013

3(4)

Näytteen PH 4 pituus on 76,0 mm ja se on otettu kohdasta keskus 2 0-70 mm up. Pintahie kattaa näytteen koko pituuden.

- betonin pinnalla ei ole pinnoitetta ollenkaan
- betoni on rakenteeltaan tasalaatuinen ja se ei ole kerroksellinen
- betonin runkoainekappaleet koostuvat läpimitaltaan alle 15,0 mm:n kokoisista reunoilta osittain pyöristyneistä rapakivigraniittikappaleista sekä sora- ja hiekka-aineksista
- sideaine on karbonaattiutunut 1,0-32,0 mm (\approx 27,0 mm, epätasaisesti) ulkopinnasta
- betonin runkoainekappaleiden ja sideaineen väliset rajapinnat ovat ulkopinnan vaurioituneessa osassa osittain avautuneet, muuten pääasiassa kiinni ja tartunnat hyvät
- ulkopinnalla puusälöjä
- ulkopinnan 7,0 mm osassa monen runkoainekappaleen rajapinnoilta sideaine on rapautunut pois, yksittäinen kohta ulkopinnalla. Lisäksi sideaine on löystynyt osittain 7,0-23,0 mm ulko-osassa. Muuten näytteessä ei havaittu kuivumisen tai pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita
- pyöreitä alle 0,8 mm:n kokoisia ilmahuokosia on vähän ja vaihtelevanmuotoisia alle 3,5 mm:n kokoisia ilmahuokosia kohtalaisesti → betoni ei ole lisähuokostettua ja ilmamäärän perusteella se ei ole pakkasenkestävä kosteissa olosuhteissa
- huokosissa ei ole täytteitä

Tulosten tarkastelu

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

Näyte PH 1	5,0 mm ulko-osa heikko (yksittäinen kohta), 5,0-30,0 mm tyydyttävä (yksittäinen kohta), muuten hyvä
Näyte PH 2	20,0 mm ulko-osa heikko (yksittäinen kohta), muuten hyvä
Näyte PH 3	2,0 mm ulko-osa heikko, 2,0-14,0 mm tyydyttävä, muuten hyvä
Näyte PH 4	7,0 mm ulko-osa heikko (yksittäinen kohta), 7,0-23,0 mm tyydyttävä, muuten hyvä

Näytteiden betonit olivat tasalaatuisia ja ne eivät olleet kerroksellisia. Betonien runkoainekappaleet koostuivat pääasiassa alle 33,0 mm:n läpimittaisista reunoilta osittain pyöristyneistä rapakivigraniittikappaleista sekä sora- ja hiekka-aineksesta.

Sideaine oli karbonaattiutunut näytteessä PH 1 11,0-27,0 mm (\approx 16,0 mm, epätasaisesti) ulkopinnasta, näytteessä PH 2 2,0-21,0 mm (\approx 12,0 mm, epätasaisesti) ulkopinnasta, näytteessä PH 3 1,0-28,5 mm (\approx 11,0 mm, epätasaisesti) ulkopinnasta sekä näytteessä PH 4 1,0-32,0 mm (\approx 27,0 mm, epätasaisesti) ulkopinnasta.

Näytteiden betonien runkoainekappaleiden ja sideaineen väliset rajapinnat olivat pääasiassa kiinni, paitsi ulkopinnan vaurioituneissa osissa vaihtelevassa määrin auenneet.

Näytteen PH 1 ulkopinnan 5,0 mm osasta on rapautunut paikoin materiaalia pois. Ulkopinnan 16,0 mm:n osassa monen runkoainekappaleen rajapinnoilta sideaine on rapautunut pois ja vastaavanlaista ongelmaa ulottuu lievempänä 30,0 mm asti. Muuten näytteessä ei havaittu kuivumisen tai pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita. Näytteen PH2 ulkopinnan 20,0 mm osassa, yksittäinen kohta, monen runkoainekappaleen rajapinnoilta sideaine on rapautunut pois. Muuten näytteessä ei havaittu kuivumisen tai pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita.



Pintahietutkimus nro BE1447b/13

Viite RAK2013065

Kiratek Oy, 27.2.2013

4(4)

Näytteen PH3 ulkopinnan 2,0 mm osasta on rapautunut paikoin materiaalia pois. Ulkopinnan 14,0 mm:n osassa runkoainekappaleen rajapinnoilta sideaine on rapautunut osittain pois. Muuten näytteessä ei havaittu kuivumisen tai pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita. Näytteen PH4 ulkopinnan 7,0 mm osassa, yksittäinen kohta, monen runkoainekappaleen rajapinnoilta sideaine on rapautunut pois. Lisäksi sideaine on löystynyt osittain 7,0-23,0 mm ulko-osassa. Muuten näytteessä ei havaittu kuivumisen tai pakkasrapautumisen aiheuttamia vaurioita.

Näytteiden ulkopinnalla ei ollut pinnoitetta ollenkaan, vaan muottilaudoista jääneitä puusälöjä.

Näytteiden betonit eivät olleet lisähuokostettuja, ja niiden ilmamäärien perusteella ne eivät olleet pakkasenkestäviä kosteissa olosuhteissa.

Kiratek Oy

Seppo Suoperä
laboratoriopäällikkö, geologi