



Kouvolan kaupunki

Kuntotutkimusselostus

Suurjännitelinjan betonipylväät nro:t 7, 9, 10



INSINÖÖRITOIMISTO
SUUNNITTELUKIDE

Suurjännitelinjan betonipylväiden nro:t 7, 9, 10 kuntotutkimus

KUNTOTUTKIMUSSELOSTUS

SISÄLLYSLUETTELO

1. YLEISTÄ

- 1.1 Tehtävä
- 1.2 Ominaistiedot ja rakenne
- 1.3 Rakennesuunnitelmat
- 1.4 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset

2. RAKENTEILLE TEHDYT TUTKIMUKSET JA TUTKIMUSTULOKSET

- 2.1 Silmämääräinen tarkastus
- 2.2 Tehdyt tutkimukset ja laitteet
- 2.3 Betonipylväät, havainnot
 - 2.3.1 Betonipeitteet
 - 2.3.2 Karbonatisoitumissyvyys
 - 2.3.3 Kloridipitoisuus
 - 2.3.4 Raudotteiden korrosio, betonin rapautumat
 - 2.3.5 Betonin puristus- ja vetolujuus
 - 2.3.6 Betonin halkeilu ja tiiveys
 - 2.3.7 Betonin pakkasenkestävyys
 - 2.3.8 Vesivuodot ja kosteusmittaukset
 - 2.3.9 Muut havainnot
- 2.4 Varusteet ja laitteet
 - 2.4.1 Johtimien kiinnikkeet
 - 2.4.2 Maadoitusjohtimet
 - 2.4.3 Tikasaskelmat

3. YHTEENVETO TUTKIMUKSISTA

- 3.1 Turvallisuusnäkökohdat
- 3.2 Rakenteiden kantavuus ja kestävyys
- 3.3 Tutkimustulosten luotettavuus
- 3.4 Rakenteiden kunto

4. EHDOTUS JATKOTOIMENPITEIKSI

- 4.1.1 Toimenpiteet
- 4.1.2 Seuraava tarkastus
- 4.1.3 Kustannusarvio

LIITTEET

- Liite 1 Betonipeitemittaukset
- Liite 2 Puristuslujuuskokeet
- Liite 3 Ohuthietutkimus
- Liite 4 Klordianalyysi
- Liite 5 Vetolujuuskokeet
- Liite 6 Karbonatisoituminen
- Liite 7 Valokuvia

1 YLEISTÄ

1.1 Tehtävä

Betonipylväiden kuntotutkimuksen tehtävänä oli selvittää:

- pylvään betonirakenteiden kuntoa pistokokein
- pylväisiin liittyvien varusteiden ja laitteiden kunto
- tarvittavat jatkotoimenpiteet pylväskohtaisesti

Varsinaiseen tarkastukseen ei liittynyt rakenteen kestävyys- ja vakavuustarkastelua. Betonipylväistä on tehty jo aiemmin v. 2013 erillinen rakenteen kestävyys- ja vakavuustarkastelu.

Tarkastus tehtiin toukokuun lopussa v. 2019. Tarkastuksen suoritti ins. Simo Siippola ja ins. amk. Jussi Kurhinen toimi rakenneasiantuntijana. Tarkastusryhmään kuului lisäksi timanttiporaaja ja avustava insinööriharjoittelija sekä nosturiauto kuljettajineen. Tilaajan yhteyshenkilönä toimi Tapani Vuorentausta Kouvolan Kaupungilta.

1.2 Ominaistiedot ja rakenne

Pylvään nro 7 rakenteen tiedot:

- pylväs on perustettu ilmeisesti samanlaisen teräsbetonisen anturan varaan kuin muutkin linjan pylväät. Perustamistavasta (maanvarainen tai paalutettu) ei ole tietoa.
- pylvään pilariosa ja orret ovat teräsbetonisia
- pylvään korkeus on n. 27,2m
- pylvään pilariosan alapään poikkileikkaus on n. 1,35 x 1,35m ja yläpään n. 0,4 x 0,4m
- pylvään pilariosassa on kolme poikittaista ortta, joiden kokonaispituudet (vaakamitta) vaihtelevat välillä 8,65m... 11,65m
- pylväiden pilariosan ja orsien pinnat ovat pinnoittamattomia betonipintoja. Muottimateriaalina on käytetty lautaa.

Pylvään nro 9 rakenteen tiedot:

- pylväs on perustettu ilmeisesti samanlaisen teräsbetonisen anturan varaan kuin muutkin linjan pylväät. Perustamistavasta (maanvarainen tai paalutettu) ei ole tietoa.
- pylvään pilariosa ja orret ovat teräsbetonisia
- pylvään korkeus on n. 31m
- pylvään pilariosan alapään poikkileikkaus on n. 1,3 x 1,3m ja yläpään n. 0,4 x 0,4m
- pylvään pilariosassa on kolme poikittaista ortta, joiden kokonaispituudet (vaakamitta) vaihtelevat välillä 8,65m... 11,65m

- pylväiden pilariosan ja orsien pinnat ovat pinnoittamattomia betonipintoja. Muottimateriaalina on käytetty lautaa.

Pylvään nro 10 rakenteen tiedot:

- pylväs on perustettu ilmeisesti samanlaisen teräsbetonisen anturan varaan kuin muutkin linjan pylväät. Perustamistavasta (maanvarainen tai paalutettu) ei ole tietoa.
- pylvään pilariosa ja orret ovat teräsbetonisia
- pylvään korkeus on n. 29,5m
- pylvään pilariosan alapään poikkileikkaus on n. 1,3 x 1,3m ja yläpään n. 0,4 x 0,4m
- pylvään pilariosassa on kolme poikittaista ortta, joiden kokonaispituudet (vaakamitta) vaihtelevat välillä 8,65m... 11,65m
- pylväiden pilariosan ja orsien pinnat ovat pinnoittamattomia betonipintoja. Muottimateriaalina on käytetty lautaa.

Pylväiden alkuperäisiä rakennepiirustuksia (osa) on tämän raportin liitteenä, josta pylvään rakenne käy tarkemmin ilmi.

Pylväät sijaitsevat Kouvolassa Kuusankoskella lähellä Kymijoen rantaa Kuusaantien ja pallokentän välisellä puistoalueella. Pylväs on yksi useammasta vanhan suurjännitesähkolinjan betonipylvästä. Pylvään juurella kulkee kevyenliikenteen väylä.

1.3 Rakennesuunnitelmat

Osa pylväiden rakennepiirustuksista oli käytettävissä tarkastuksen apuna. Suunnitelmat on laadittu v. 1943 /1947/1953.

1.4 Aikaisemmat tutkimukset, tarkastukset ja korjaukset

Pylväille on tehty edellinen kuntotutkimus vuonna 1999. Tällöin pylväiden (Nro:t 7 ja 8) kunto arvioitiin ikäänsä (tällöin n. 50v) nähden hyväksi. Joidenkin vaurioiden todettiin vaativan korjausta.

v. 2013 pylväälle nro 8 on tehty kuntotutkimus.

Pylväille ei ole tehty varsinaisia korjaustoimenpiteitä kuluneella ajanjaksolla.

2 RAKENTEILLE TEHDYT TUTKIMUKSET JA TUTKIMUSTULOKSET

2.1 Silmämääräinen tarkastus

Silmämääräisessä tarkastuksessa havainnoidaan rakenteen pinnan kuntoa (esim. verkkohalkeilu, korroosio ja rapautuminen) sekä mahdollisia näkyviä rakenteellisia vaurioita (halkeamat, lohkeamat).

2.2 Tehdyt tutkimukset ja laitteet

Pistokoeluonteisia tutkimuksia tehtiin pylväistä yhteensä seuraavasti:

- ohuthie- / pintahietutkimus (7 kpl), Labroc Oy:n laboratoriossa
- vetolujuustutkimus (laboratoriossa) (7 kpl), Labroc Oy
- puristuslujuusmääritys (3 kpl), Labroc Oy
- kloridipitoisuuksien määritys (yht. 3 kpl), Labroc Oy:n laboratoriossa
- karbonatisoitumissyvyys (11 kpl)
- betonipeitemittaukset (1 alue / pylväs, poikkileikkauksenomaisesti)
- halkeamaleveyksien mittauksia pistokoeluonteisesti

Ohut- ja pintahietutkimukset ja kloridipitoisuuksien määritykset tehtiin Labroc Oy:n laboratoriossa. Tutkimusselostukset ovat liitteenä.

Betonin veto- ja puristuslujuus määritettiin betonilieriöistä Labroc Oy:n laboratoriossa. Tutkimusselostus on liitteenä.

Säätötila oli tarkastuksen aikana kirkas ja melko tyyni.

Tutkimuksissa käytettiin seuraavia menetelmiä ja laitteita:

- raudoituksen betonipeitteet mitattiin HILTI PS-20 betonipeitemittarilla
- ohuthie- ja pintahietutkimukset tehtiin rakenteesta timanttikoralla poratuista lieriönäytteistä (n. ø 70mm). Tutkimukset tehtiin Labroc Oy:n, Oulun laboratoriossa. Tutkimusselostus liitteenä.
- kloridipitoisuus määritettiin liuottamalla porajauheet standardin SFS-EN 14629 mukaisesti. Labroc Oy:n tutkimusselostus liitteenä.
- betonin vetolujuus testattiin timanttikoralla poratuista lieriönäytteistä (n. ø 70mm) laboratoriossa. Tutkimusselostus liitteenä.
- betonin puristuslujuus testattiin n. ø 95mm lieriöistä
- timanttikoraukset suoritettiin mm. Weka ja HILTI DD130 - timanttikoraukuskalustolla
- näyteporaukset tehtiin pilariosasta ja orsista poraamalla tiettyyn syvyyteen. Apuna porauksessa käytettiin betonipeitemittaria, jolla etsittiin raudoituksesta vapaa kohta, jotta vältettiin raudoituksen katkeaminen.

2.3 Betonipylväät, havainnot

2.3.1 Betonipeitteet

Betonipeitteen laatu ja paksuus ovat yksi tärkeimmistä seikoista betoniterästen säilyvyyden kannalta. Tyypillisesti 1950-luvun vaihteessa betonipeitteet olivat paksuudeltaan n. 20...30mm:n luokkaa. Vaihteluja rakenneosittain ja paikallisesti voi kuitenkin esiintyä suurestikin.

Nykyiset vaatimukset vaihtelevat rakenteen rasitusluokan perusteella pääsääntöisesti välillä 35...50mm.

Raudoituksen betonipeitteet ovat mitatuissa kohdissa pääosin (n. >60-75 % mittaustuloksista) seuraavat:

Rakenneosa	Betonipeite pääosin	Betonipeitevaatimus (nykyinen min.)	Alle betonipeitevaatimuksen (%)
Pylväs 7, pylvään alaosa	mm 15-39	mm 35	% 86
Pylväs 9, pylvään alaosa	mm 30-49	mm 35	% 23
Pylväs 10, pylvään alaosa	mm 30-54	mm 35	% 13

Raudoituksen betonipeitteistä todettiin seuraavaa:

- betonipeitteissä oli alituksia nykyisiin vaatimuksiin verrattuna lähes kaikkialla, mikä on tyypillistä tämän ikäiselle rakenteelle
- yllä esitetystä taulukossa on esitetty mitkä ovat pääosin teräksien betonipeitteet – pienempiäkin arvoja esiintyy paikallisesti
- betonin pinta on silmämääräisesti tarkastellen kohtuullisen tiiviin oloista. Kuitenkin paikoin oli havaittavissa pinnallista verkkohalkeilua, joka voidaan tulkita rapautuman esiasteeksi, mutta sillä ei ole toistaiseksi vakavaa vaikutusta betonin säilyvyydelle. Verkkohalkeilu on pylväässä 7 huomattavasti vakavampaa, ns. syvää verkkohalkeilua, jonka vaikutukset betonin säilyvyydelle ovat huomattavasti vakavampia.
- pylvään 7 betonipeitteet ovat kautta linjan selvästi pienemmät kuin kahdessa muussa tutkitussa pylväässä. Tämä näkyy myös runsaina ruostuneina kohtina ja pinnassa olevina teräksinä. Pahimmissa kohdoin raudoituksen ruostuminen on aiheuttanut vakavia lohkeamia ja halkeamia rakenteeseen.
- betonin pinnalta sementtiliimakerros on kulunut pois ja pinnan hienojakoinen runkoaines on tullut esiin. Tämä voidaan luokitella normaaliksi ikääntymiseksi.
- kaikissa pylväissä betonin pinnalla on laajalla alueella ohuehko sammal- / jäkäläkerros

Betonipeitteet ovat pylvään rakennusajankohdan huomioiden kohtuulliset lukuun ottamatta pylvästä 7.

Betonin karbonatisoitumisesta voi olla paikallisesti vaaraa säilyvyydelle, mm. pilariosan alaosassa, koska paikoin betonipeitteessä on halkeamia, joiden kohdalla karbonatisoituminen pääsee etenemään syvemmälle.

2.3.2 Karbonatisoitumissyvyys

Tunkeutuessaan betoniin ilman sisältämä hiilidioksidi vaikuttaa betonin sisältämän huokosveden PH-arvoon, joka alenee (betoni karbonisoituu). Tämä alentaa betonin teräksiä suojaavaa vaikutusta. Mikäli karbonatisoituminen etenee betoniteräksiin asti ja betonissa on kosteutta, terästen korroosio käynnistyy.

Hiilidioksidin tunkeutumissyvyyteen ja – nopeuteen vaikuttavat mm. betonin tiiveys ja kosteuspitoisuus. Halkeamien kohdalla tunkeutuminen etenee

paikallisesti syvemmälle kuin ehjässä betonissa. Tällöin karbonatisoituminen voi edetä nopeammin teräkseen saakka.

Karbonatisoitumissyvyys määritettiin ohuthienäytelieriöistä, vetokoelieriöistä sekä puristuslujuusnäytteistä.

Karbonatisoitumisnäytteet on tutkittu Labroc Oy:n laboratorioissa. Tutkimusselostukset ovat liitteenä, liitteet 3 ja 6.

Karbonatisoitumissyvyudet eri rakenneosissa ovat seuraavat:

Rakenneosa	Karbonatisoitumissyvyys, mitattujen arvojen vaihteluväli	Karbonatisoitumissyvyys keskimäärin
------------	--	-------------------------------------

Pylväs 7

Välorsi	mm 1-10	mm 4
Pilari, alaosa	mm 1-8	mm 3
Pilari, välitorren yläpuolelta	mm 1-7	mm 4
Alaorsi	mm 1-17	mm 2

Pylväs 9

Alaorsi	mm 1-2	mm 1
Välorsi	mm 0-18	mm 1
Pilari, alaosan puoliväli	mm <1	mm <1
Pilari, alatorren ja välitorren välistä	mm 1-11	mm 4
Pilari, alaosa	mm 1-13	mm 2

Pylväs 10

Yläorsi	mm <1-12	mm 1
Välorsi	mm 0-2	mm 1
Pilari, puoliväli	mm 5-22	mm 13
Pilari, alaosa	mm 5-19	mm 6
Pilari, alatorren alapuolelta	mm 3-60*	mm 8

*) halkeaman kohta

Edellä esitettyjen tulosten perusteella karbonatisoituminen ei vielä uhkaa laajoilla alueilla terästen säilyvyyttä.

Paikallisesti yksittäiset pienen suojaavan betonipeitteen omaavat ja pinnassa olevat teräkset ovat jo osin karbonatisoitumisvyöhykkeessä tai karbonatisoituminen etenee lähivuosina näiden terästen tasolle. Näiden terästen korroosioriski on kohonnut.

Lisäksi esim. pilariosan alaosassa, karbonatisoituminen on paikoin edennyt jopa yli 20mm syvyyteen.

Suurimmalla osalla betonipintaa karbonatisoituminen on ollut hidasta useimpiin samanikäisiin betonirakenteisiin verrattuna. Karbonatisoituminen saavuttaa pääosan raudoituksesta vasta kymmenien vuosien kuluttua lukuun ottamatta edellä mainittuja paikallisia kohtia ja pinnassa olevia teräksiä.

Suurin riski raudoituksen korroosiolle on pylväässä 7 pienten betonipeitteiden vuoksi. Kohonnut riski korroosiolle on varauksin myös pylväässä 10, koska paikoin karbonatisoituminen on edennyt melko syvälle (yli 20mm).

2.3.3 Kloridipitoisuus

Kloridien riittävän korkea pitoisuus betonirakenteessa aiheuttaa nopeaa ja voimakasta terästen korroosiota. Kloridikorroosiolle on tyypillistä pistemäisyys ja nopea eteneminen.

Tässä yhteydessä, pohjautuen aiempiin tutkimuksiin, kloridipitoisuudet tutkittiin vain liikennettä lähimpänä olevasta pylvästä 7.

Betonirakenteiden kloridipitoisuus määritettiin laboratoriossa yhteensä 3 porajauhenäytteestä (SFS-EN 14629). Näytesyvyydet betonin pinnasta olivat 0-20, 20-40 ja 40-60mm. Kloridipitoisuuksiksi (happoliukoinen) saatiin seuraavia arvoja:

Rakenneosa	Betonipeite pääosin	Kloridipitoisuus 0 – 20 mm p-%	Kloridipitoisuus 20 – 40 mm p-%	Kloridipitoisuus 40 – 60 mm p-%
Pilarin 7 alaosa (liikenteen puoli)	mm 15-39	<0,01	<0,01	0,01

Betonin kloridipitoisuuden kriittisenä raja-arvona käytetään 0,03 ... 0,07 % betonin painosta, kun määrittäminen on tehty happoliukoisena.

Näytteenottokohdissa kloridipitoisuus alitti kriittisen raja-arvon.

Klorideista ei toistaiseksi aiheudu vaaraa rakenteen säilymiselle.

2.3.4 Raudoituksen korrosio, betonin rapautumat

Silmämääräisesti todeten ruostuneita kohtia pylväässä esiintyi erityisesti pylväässä 7, jossa korrosiovauriot olivat erittäin vakavia.

Pahimmat vauriot sijaitsevat n. 4m:n korkeudessa pylvään jokaisessa kulmassa. Kyseisessä kohdin, betoniteräksistä on syöpynt pois arviolta n. 20% teräksen paksuudesta.

Pylväässä 7 oli korroosiota havaittavissa lähes jokaisessa osassa pylvästä. Teräksiä oli runsaasti aivan pinnassa ja myös joistakin syvistä verkkohalkeamista oli tihkunut ruostetta pinnalle.

Muissa pylväissä näkyvät ruostekohdat olivat pieniä ja silmämääräisesti todeten korrosio ei näissä ole luonteeltaan aggressiivista. Muutamassa kohdin ruostunut teräs oli lohkaissut paikallisesti betonipeitettä pois.

Paikoin pilariosien alaosissa teräksen kohdalla oli pitkä, muutaman metrin mittainen, pystysuuntainen halkeama. Tämä viittaa jo alkaneeseen teräksen korrosioon. Kyseisestä kohdasta tehtiin koepiikkaus, jolloin todettiin syvemmillä sijaitsevan teräksen korroosion alkaneen. Teräs oli avauskohdassa lievästi laikuttaisesti ruostunut. Oletettavaa on, että teräs on ruostunut samankaltaisesti koko halkeaman matkalla.

Betonin pinnassa ei havaittu laajoja rapautuneita alueita lukuun ottamatta paikallisia rapautumakohtia sekä pylvästä 7.

Pylvään 7 pilarissa havaittiin vakavaa rapautumaa ja lohkeamia sekä ns. syvää verkkohalkeilua, joka on muuttumassa hiljalleen ”näkyväksi” rapautumaksi.

Pylvään orsissa havaittiin useissa kohdin vakavaa rapautumaa ja ruostuneiden terästen aiheuttamia lohkeamia. Veden ja pakkasen seurauksena betonin pintaa on irtoillut ja betonipaloja on pudonnut alas.

Lisäksi n. 4m:n korkeudessa lohkeamien, rapautuman ja ruostuneiden terästen kohdalla oli melko suuri kiilamainen vaakahalkeama, joka saattaa viitata rakenteen kallistumiseen kyseisessä kohdassa. Juuri kyseisessä kohdassa betoniteräkset ovat heikentyneet korroosion seurauksena.

2.3.5 Betonin puristus- ja vetolujuus

PURISTUSLUJUUS

Betonin lujuutta tutkittiin puristuslujuuskoelieriöitä testaamalla.

Tutkimuksen mukaan betonin puristuslujuus (kuutiolujuus) pylväiden pilariosassa on seuraava:

- pylväs 7, alaosa 48 N/mm²
- pylväs 9, alaosa 42 N/mm²
- pylväs 10, alaosa 46 N/mm²

Tulokset olivat toisiinsa verraten tasalaatuisia.

VETOLUJUUS

Betonin vetolujuusarvojen perusteella voidaan arvioida mm. betonin rapautumisen astetta ja mahdollisten halkeamien (mm. mikrorakojen) olemassaoloa. Betonin vetolujuuskokeella voidaan määrittää mm. soveltuuko rakenteen betoni korjausalustaksi. Yleensä korjausalustaksi soveltuvan betonin vetolujuus on oltava suurempi kuin 1,5 N/mm².

Betonin vetolujuutta tutkittiin näytelieriöistä laboratoriossa tehdyin tutkimuksin Labroc Oy:n laboratoriossa. Tutkimustulokset ovat liitteenä, liite 5.

Rakenneosa	Veto 1: Vetolujuus N/mm ²	Murtokoh- dan et. up. mm	Uusintaveto 2: Vetolujuus N/mm ²	Murtokoh- dan et. up. mm
Pylväs 7, alhaalta	3,4	6-21	-	-
Pylväs 7, välisorsi	1,5	73-95	-	-
Pylväs 7, pilari väliorren yläpuolelta	2,5	57-87	-	-
Pylväs 9, pilari, alaosan puoliväli	1,4	76-98	1,2	87-105
Pylväs 9, alaorsi	1,7	58-73	-	-
Pylväs 9, pilari, väliorren ja alaorren puoliväli	1,4	21-35	1,3	25-35
Pylväs 10, pilari, puoliväli	2,1	47-66	-	-
Pylväs 10, yläorsi	1,8	28-36	-	-

2.3.6 Betonin halkeilu ja tiiveys

Betonipylväissä 9 ja 10 havaittiin muutamia halkeamia pylvään eri kohdissa. Suurin halkeama kummassakin oli pilariosan keskikohdalla usean metrin mittainen pystyhalkeama. Halkeaman kohdalla on samansuuntainen betoniteräs. Halkeama lienee, ainakin osin, aiheutunut korroosion käynnistymisestä betoniteräksessä.

Yhdessä näytteessä (pylväs 10) havaittiin halkeama, joka jatkuu mikrohalkeamana aina 60mm:n syvyydelle saakka. Näitä näytekohdan kaltaisia kohtia kummassakin pylväessä oli useita. Oletuksena onkin, että myös kyseisissä kohdissa on syvälle ulottuvia halkeamia. Joissain näytteissä oli havaittavissa pinnan säröilyä n. 1-2 mm syvyydelle.

Pylväiden 9 ja 10 betonit todettiin ohuthietutkimuksissa suhteellisen tasalaatuisiksi. Betonien huokosiin on kiteytynyt kalsiumhydroksidia, johtuen ilmeisesti korkeasta vesi-sementtisuhteesta. Huokosissa esiintyi myös ettringiittiä ja alle 0,1 mm:n huokokset olivat jo umpeutuneet.

Runkoaineen ja sideaineen väliset tartunnat olivat pääosin hyvät ja suhteellisen tiiviit vain yksittäisesti osin avoimet. Rajapinnoilla oli yleisesti kalsiumhydroksidia.

Betonipylväissä 9 ja 10 ohuthietutkimuksen perusteella pylväissä betonin tiivistyminen on hieman puutteellista tai vähintään suhteellisen hyvää.

Betonipylväessä 7 havaittiin runsaasti halkeamia pylvään eri kohdissa. Suurimmat halkeamat sijaitsivat pylvään pilariosassa. Pilariosassa oli laajoilla alueilla ns. syvää verkkohalkeilua, joka heikentää betonin säilyvyyttä ulottuessaan syvälle aina betoniteräksiin saakka. Aikaa myöten betoniteräs ruostuu ja betonipinta lohkeaa irti.

Pylväessä 7 oli erittäin vakavia halkeilu- ja lohkeamavaurioita n. 4m:n korkeudessa. Betoniteräkset olivat ruostuneet ja syöpyneet sekä korkanneet suuria betonikappaleita irti pilarin kulmista.

Lisäksi samassa kohdin oli "kiilamainen" vaakahalkeama, joka antaa viitteitä siitä, että rakenne saattaa olla kallistunut ja taipua kyseisestä kohdasta terästen syöpmisen ja heikkenemisen myötä.

Kyseisen huonon kohdan viereisessä näytteessä havaittiin mikrohalkeama, joka jatkuu aina 60mm:n syvyydelle saakka. Näytekohdan kaltaisia ja sitä huonompia kohtia pylväessä oli useita. Oletuksena onkin, että pinnassa on useita syvälle ulottuvia halkeamia.

Pylvään 7 betoni todettiin ohuthietutkimuksissa tasalaatuisiksi. Betonien huokosiin on kiteytynyt kalsiumhydroksidia, johtuen ilmeisesti korkeasta vesi-sementtisuhteesta sekä ettringiittiä. Huokosissa esiintyi myös ettringiittiä. Alle 0,1 mm:n huokokset olivat umpeutuneet.

Runkoaineen ja sideaineen väliset tartunnat olivat pääosin hyvät ja tiiviit. Rajapinnoilla oli yleisesti kalsiumhydroksidia.

Betonipylvään 7 ohuthietutkimuksen perusteella betonin tiivistyminen on hyvää.

Pylväiden 7, 9 ja 10 betonit olivat kunnoltaan pääosin hyviä tai tyydyttäviä, mutta etenkin pylvään 7 betonissa oli kiireellisiä toimenpiteitä vaativia vaurioita, jotka edetessään saattavat yhdessä betoniterästen syöpymisen kanssa vaarantaa pylvään stabiliteetin.

Tutkimusselostus ohuthienäytteistä on liitteenä, liite 3.

2.3.7 Betonin pakkasenkestävyys

Poranäytteistä tehtyjen ohuthietutkimusten perusteella todettiin seuraavaa:

- pylväiden betonit eivät ole huokosrakenteen perusteella pakkasenkestäviä kosteusrasituksessa.

2.3.8 Vesivuodot ja kosteusmittaukset

Tässä yhteydessä kosteusmittauksia ei suoritettu.

Orsien alapinnoilla oli veden valumajälkiä, joita voidaan luonnehtia normaaleiksi tämänkaltaisessa rakenteessa. Valumien vuoksi kosteusrasitus voi kuitenkin kyseisillä alueilla olla hieman suurempi kuin nopeammin kuivuvissa rakenteen osissa.

Lisäksi pylväissä olevissa halkeamissa vesi pääsee etenemään syvemmälle ja näin lisäämän räsitusta betonipinnalle.

2.3.9 Muut havainnot

Betonirakenteiden yleiskunto todettiin ikänsä nähden hyväksi tai tyydyttäväksi **pylväissä 9 ja 10**.

Pylvään 7 yleiskunto on huono, betonin ja betoniterästen vaurioiden vuoksi.

Lisäksi orsissa olevat rapautumat ja betonien lohkeamat on luokiteltava vakavaksi vaurioksi betonikappaleiden putoamisvaaran vuoksi.

2.4 Varusteet ja laitteet

2.4.1 Johtimien kiinnikkeet

Vanha suurjännitejohto on ollut kiinnitettynä pylvään orsiin teräksisten lenkkien välityksellä. Lenkit ovat vielä paikoillaan betonivalussa. Itse lenkit ovat ruosteessa tai hapettuneet, mutta niiden kunto ei ole kriittinen. Lenkkien kiinnitys betonivaluun on orren rapautumisen ja halkeilun takia joissain pylväissä heikentymässä, mutta toistaiseksi ne ovat kiinni syvemmillä betonissa. Aikaa myöten rapautuman edetessä kiinnitys vaarantuu, ellei rapautumia korjata.

2.4.2 Maadoitusjohtimet

Pylväisiin on kiinnitetty maadoitusjohtimet (ukkosenjohdatin) ylimmän orren päälle ja pilariosan kylkeen. Johtimet ovat päällisin puolin kunnossa ja kiinni pylväessä. Alhaalla johtimen pää kuitenkin roikkuu vapaana pylvään sivulla, eikä sitä ole johdettu maahan. Sähkötekniisiin ratkaisuihin ei tässä yhteydessä oteta kantaa.

2.4.3 Tikasaskelmat

Pylvään pilariosan yhdelle sivulle on (valuun) kiinnitetty askelmat, jotka on tehty terästangoista. Askelmien maalipinta on vaurioitunut läheltä betonin pintaa ja teräs on näiltä kohdin ruosteessa.

3 YHTEENVETO TUTKIMUKSISTA

3.1 Turvallisuusnäkökohdat

Betonipylväiden 9 ja 10 betonirakenne on ikänsä nähden kohtuullisessa kunnossa lukuun ottamatta muutamia yksittäisiä kohtia, jotka vaativat korjaustoimenpiteitä.

Betonipylvään 7 betonissa oli kiireellisiä toimenpiteitä vaativia vaurioita (mm. lohkeamat ja rapautumat), jotka edetessään saattavat yhdessä betoniterästen syöpymisen kanssa vaarantaa pylvään stabiliteetin. Pylväässä oli n. 4m:n korkeudessa melko suuri kiilamainen vaakahalkeama, joka saattaa viitata rakenteen kallistumiseen kyseisessä kohdassa. Juuri kyseisessä kohdassa betoniteräksiset ovat heikentyneet korroosion ja syöpymisen seurauksena. Betoniteräksistä on syöpynyt pois arviolta n. 20% sen paksuudesta.

Lisäksi pylvään 7 orsissa oli lohkeamia ja rapautumia, joista oli jo pudonnut betonikappaleita alas.

3.2 Rakenteiden kantavuus ja kestävyys

Tilattuun kuntotutkimukseen ei liittynyt kantavuuden ja pylvään vakavuuden arviointia.

Pylvästä nro 8 on tehty aiempina vuosina tehty erillinen kantavuus- ja vakavuustarkastelu.

Kuitenkin pylvään 7 kohdalla on suositeltavaa ryhtyä pikaisiin tilapäisiin vahvistus- tai korjaustoimenpiteisiin ennen lopullista päätöstä mahdollisista korjaus- tai purkutoimenpiteistä.

3.3 Tutkimustulosten luotettavuus

Tarkastuksen pohjana ollut tutkimusohjelma perustuu pistokoeluonteisiin mittauksiin ja näytteisiin, joilla on pyritty saamaan kattava kuva betonipylvään nykykunnosta ja tarpeellisista toimenpiteistä. Kuitenkin, koska näytteet ovat hyvin pistemäisiä luonteeltaan, saattaa pylväässä olla näytekohdista poikkeavia rakenteiden ominaisuuksia. Näytekohdat on valittu niin, että ne antaisivat mahdollisimman kattavan ja edustavan kuvan pylvään nykykunnosta.

3.4 Rakenteiden kunto

Tehtyjen tutkimusten perusteella on saatu käsitys betonipylvään nykykunnosta ja sen säilyvyyteen vaikuttavista tekijöistä.

Säilyvyyden kannalta hyviä seikkoja ovat:

- suurimmalta osin betonin pinta on kohtuullisen tiivistä eikä laajoja rapautumia tai valuvikoja esiinny lukuunottamatta pylvästä 7
- kloridipitoisuudet ovat pieniä
- karbonatisoituminen on ollut kohtuullisen hidasta lukuunottamatta paikallisia syvälle karbonatisoituneita kohtia

Seuraavia seikkoja voidaan pitää rakenteiden säilyvyyttä vaarantavana ja osa niistä vaatii välittömiä toimenpiteitä:

1. Orsien rapautumat
2. Etenkin pylvään 7 erittäin vakavat korroosioauriot ja rapautumat
3. Rakenteiden eri osissa on halkeamia, joiden kautta mm. karbonatisoituminen etenee normaalia nopeammin syvemmälle betoniin
4. Pylväessä 7 on paljon syvää verkkohalkeilua, josta aiheutuu betonipinnan lohkeilua ja betoniterästen korroosiota
5. Pylväessä on paikoin ruostuneita teräksiä pinnassa (etenkin pylväs 7). Lisäksi teräksiset askelmat ovat hieman ruostuneet.
6. Yleisesti suojaavat betonipeitteet ovat pienehköjä nykyisiin vaatimuksiin verrattuna
7. Pylväiden 7, 9 ja 10 perustustavasta ei ole varmistettua tietoa

4 EHDOTUS JATKOTOIMENPITEIKSI

4.1.1 Toimenpiteet

Tutkimustulosten mukaan **pylvään nro 9** betonin vetolujuustulokset ovat hieman pienemmät kuin muiden tutkittujen pylväiden vastaavat tulokset. Havaitut vetolujuudet olivat välillä 1,4... 1,7 N/mm². Suunnitteluohjeiden mukaan korjattavan betonin vetolujuus tulisi olla 1,5 N/mm². Havaitut alitukset ovat kuitenkin niin pieniä, että pylvään nro 9 betonin voidaan katsoa olevan korjaukseen soveltuvaa.

Erikoistarkastuksessa tehtyjen havaintojen ja tutkimustulosten perusteella **pylväiden nro 9 ja 10** korjaukseen voidaan soveltaa pylvääseen nro 8 tehtyä korjaussuunnitelmaa. Korjaussuunnitelman soveltamista tehtäessä tulee huomioida, että pylväiden 9 ja 10 mittasuhteet poikkeavat jonkin verran pylvään nro 8 mitoista.

Erikoistarkastuksessa **pylväässä nro 7** todettiin useissa kohdissa pahasti ruostuneita betoniteräksiä ja suojabetonipeitteet lähes kaikissa todetuissa kohdissa olivat liian pieniä. Lisäksi pylvään juuresta (noin 4m maanpinnasta) havaittiin vakava pylvään läpi menevä halkeama. Halkeaman kohdalla olevien betoniterästen ympäriltä on betonipeite irronnut kokonaan ja ko. betoniteräkset ovat voineet käydä myötötilassa pylvääseen kohdistuneen rasituksen aikana.

Pylvään nro 7 korjaukseen ei voida soveltaa pylvääseen nro 8 tehtyä korjaussuunnitelmaa. Pylväästä nro 7 on tehtävä oma erillinen korjaus- tai purkus suunnitelma, jossa on huomioitu erikoistarkastuksessa todetut vauriot ja puutteet sekä huomioida myös mahdolliset työnaikaiset tuentajärjestelyt.

Pylvään 7 kohdalla on suositeltavaa ryhtyä pikaisiin tilapäisiin vahvistus- tai korjaustoimenpiteisiin.

Kouvolassa 14.8.2019

Insinööritoimisto Suunnittelukide Oy

Simo Siippola
Päätarkastaja, ins.

Jussi Kurhinen
Rakennearkkipäällikö, ins. AMK

BETONIPEITEMITTAUKSET

LIITE 1

Kohde: Pylväät 7, 9, 10

22.5.2019

Rakenne	Nyk. Min. Betonipeite- vaatimus (mm)	Mittaustuloksia tarkasteluvälillä (kpl)														Yhteensä kpl	Alittavia %
		0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	Yli 60			
Pylväs 7 Pylvään alaosa (Ympäri)	35	10	2	5	6	15	19	15	10	1	1				84	85,7	
Pylväs 9 Pylvään alaosa (Ympäri)	35					1	6	13	33	13	11	7	5		89	22,5	
Pylväs 10 Pylvään alaosa (Ympäri)	35			1			2	7	9	15	20	7	3	14	78	12,8	

Yht: 251 kpl

Rakenne	Mittaustuloksia tarkasteluvälillä (%)														Yhteensä %
	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	Yli 60		
Pylväs 7 Pylvään alaosa (Ympäri)		11,9	2,4	6,0	7,1	17,9	22,6	17,9	11,9	1,2	1,2	0,0	0,0	0,0	100
Pylväs 9 Pylvään alaosa (Ympäri)		0	0	0,0	0,0	1,1	6,7	14,6	37,1	14,6	12,4	7,9	5,6	0,0	100
Pylväs 10 Pylvään alaosa (Ympäri)		0	0	1,3	0,0	0,0	2,6	9,0	11,5	19,2	25,6	9,0	3,8	17,9	100



PURISTUSLUJUUS							
Tilaja:	Insinööritoimisto Suunnittelukide Oy						
Kohde:	Betonipylväs 7 (P7)	Tilauspäivä:	24.5.2019				
Projektinumero:	-	Toimituspäivä:	29.5.2019				
Näytetunnukset:	P7PUR	Näytteenotto pvm:	21.5.-24.5.2019				
		Testaus pvm:	4.6.2019				
Arvioitu runkoaineen maksimiraekoko:	25 mm	Pintakosteustila testaushetkellä:	kuiva				
Menetelmät:							
Puristuslujuuskoe on akkreditoitu menetelmä ja se suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä laboratoriossa standardin SFS-EN 12504-1 mukaisesti. Koekappaleiden puristuspinna on tasoitettu hiomalla siten, että pituuden ja halkaisijan suhde on 1,0. Kokeessa käytetty puristustestauskone on Controls Automax 55-C46D02. Puristuslujuuskokeen mittausepävarmuus on $\pm 2,1\%$. Laitteisto on kalibroitu 09/2018 (Espoo) ja 10/2018 (Oulu). Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.							
TULOKSET: Näytteenottaja: -							
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Halkaisija [mm]	Näytteen pituus [mm]	Tiheys [kg/m ³]	Voima [kN]	Tulos 1) [MPa]	Poikkeama
P7PUR	Pylväs, alhaalta	95,22	125	2300	321,3	47,9	-

1) Lieriölujuus on muunnettu kuutiolujuudeksi BY65 kohdan 5.2.3.2 mukaan.



Antti Väyrynen
 Laborantti
 040 5259993

PURISTUSLUJUUS							
Tilaja:	Insinööritoimisto Suunnittelukide Oy						
Kohde:	Betonipylväs 9 (P9)	Tilauspäivä:	24.5.2019				
Projektinumero:	-	Toimituspäivä:	29.5.2019				
Näytetunnukset:	P9PUR	Näytteenotto pvm:	21.5.-24.5.2019				
		Testaus pvm:	4.6.2019				
Arvioitu runkoaineen maksimiraekoko:	19 mm	Pintakosteustila testaushetkellä:	kuiva				
Menetelmät:							
Puristuslujuuskoe on akkreditoitu menetelmä ja se suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä laboratoriossa standardin SFS-EN 12504-1 mukaisesti. Koekappaleiden puristuspinnot on tasoitettu hiomalla siten, että pituuden ja halkaisijan suhde on 1,0. Kokeessa käytetty puristustestauskone on Controls Automax 55-C46D02. Puristuslujuuskokeen mittausepävarmuus on $\pm 2,1\%$. Laitteisto on kalibroitu 09/2018 (Espoo) ja 10/2018 (Oulu). Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.							
TULOKSET: Näytteenottaja: -							
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Halkaisija [mm]	Näytteen pituus [mm]	Tiheys [kg/m³]	Voima [kN]	Tulos 1) [MPa]	Poikkeama
P9PUR	Pylväs, alhaalta	95,21	125	2290	281,7	42,0	-

1) Lieriölujuus on muunnettu kuutiolujuudeksi BY65 kohdan 5.2.3.2 mukaan.



Antti Väyrynen
 Laborantti
 040 5259993

PURISTUSLUJUUS							
Tilaja:	Insinööritoimisto Suunnittelukide Oy						
Kohde:	Betonipylväs 10 (P10)	Tilauspäivä:	24.5.2019				
Projektinumero:	-	Toimituspäivä:	29.5.2019				
Näytetunnukset:	P10PUR	Näytteenotto pvm:	21.5.2019				
		Testaus pvm:	4.6.2019				
Arvioitu runkoaineen maksimiraekoko:	21 mm	Pintakosteustila testaushetkellä:	kuiva				
Menetelmät:							
Puristuslujuuskoe on akkreditoitu menetelmä ja se suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä laboratoriossa standardin SFS-EN 12504-1 mukaisesti. Koekappaleiden puristuspinna on tasoitettu hiomalla siten, että pituuden ja halkaisijan suhde on 1,0. Kokeessa käytetty puristustestauskone on Controls Automax 55-C46D02. Puristuslujuuskokeen mittausepävarmuus on $\pm 2,1\%$. Laitteisto on kalibroitu 09/2018 (Espoo) ja 10/2018 (Oulu). Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.							
TULOKSET: Näytteenottaja: -							
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Halkaisija [mm]	Näytteen pituus [mm]	Tiheys [kg/m ³]	Voima [kN]	Tulos 1) [MPa]	Poikkeama
P10PUR	Pylväs, alhaalta	95,16	139	2310	305,7	45,6	-

1) Lieriölujuus on muunnettu kuutiolujuudeksi BY65 kohdan 5.2.3.2 mukaan.



Antti Väyrynen
 Laborantti
 040 5259993

OHUTHIEANALYYSI		
Tilaja: Suunnittelukide Oy/ Simo Siippola	Tilaus-/ toimituspäivä: 29.5-2019 (toimitus)	Kohde/ projektinumero: Betonipylväs 7
Näytetunnukset: OH4, OH5	Näytteiden materiaali, muoto ja koko: Betoni, poralieriöt Ø 70 ja 55 mm	Näytepreparaatti: Ohuthie 48 mm x 28 mm (paksuus 0,020-0,025 mm)
Menetelmä: Tilaaajan toimittamat näytteet tutkittiin stereomikroskoopilla ja niistä valmistetut ohuthieet polarisaatiomikroskoopilla. Ohuthieanalyysi on akkreditoitu menetelmä ja analyysissä sovelletaan standardia ASTM C 856-18a. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Ohuthieet on valmistettu tilaaajan osoittamasta näytepinnasta pintaa vastaan kohtisuoraan. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.		

YHTEENVETO/ TULOSTEN ARVIOINTI:

Taulukossa on arvioitu näytteiden laatua ja kuntoa asteikolla: HYVÄ, TYYDYTTÄVÄ, VÄLTTÄVÄ ja HEIKKO. Karbonatisoituminen on mitattu ohuthieestä ja/tai fenoliftaleiiniliuoksella lieriön halkaistulta pinnalta. Rapautuneisuutta on kuvattu asteikolla 0-4: 0 - ei rapautumaa, 1 - vähäistä, 2 - orastavaa, 3 - kohtalaista, 4 - voimakasta.

Näyte:	Rakenneseosa/ ohuthiepinta:	Laatu:	Kunto:	Karbonatisoituminen min-max/ka.(mm):	Huokostus/ täytteet:	Rapautu- neisuus:
OH4	Pylväs / ulkopinta 0-48 mm	hyvä	ulkopinta 30 mm tydyttävä, muuten hyvä	0-3/1	ei/ettringiitti	1
OH5	Pylväs alaorsi / ulkopinta 0-48 mm	tydyttävä	hyvä	1-17/2	ei/ettringiitti, kalsiumhyd- roksidi	0

LAATU JA MIKRORAKENNE:

- rapautumisvaurioita ei ole havaittavissa, pylvään ulkopinnan yksittäinen mikrohalkeama on kutistumatyyppinen
- betonit ovat suhteellisen tasalaatuisia ja hyvin tiivistyneitä, vesi-sementtisuhde on arviolta korkeahko etenkin pylvään alaorsinäytteessä (kalsiumhydroksidikiteytyviä kiviaineen rajapinnoilla ja huokostiloissa), laatu kuitenkin vähintään tyydyttävä tälläkin osin
- betoni ei ole huokostettua, eikä se ole huokosrakenteen perusteella arvioituna pakkasenkestävää kosteusrasituksessa
- karbonatisoituminen ei ole edennyt syvälle betoniin
- huokostiloihin on kiteytynyt ettringiittiä ja kalsiumhydroksidia

KUNTOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT:

- näytteissä ei ole havaittavissa betonin kuntoa merkittävästi heikentäviä tekijöitä

TUTKIMUSTULOKSET:

Näyte: OH4		
Rakenneosa: Pylväs ~4 m, huonon kohdan vierestä	Lieriönäytteen pituus: 120 mm	Ohuthiepinta: Ulkopinta 0-48 mm
YLEISTIEDOT: <ul style="list-style-type: none">- näytelieriö on ehjä, näyte ei ulotu rakenteen läpi- ulkopinta on betonipinnalla- näytteeseen ei ole sattunut teräksiä- karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 0-3 mm, keskimäärin 1 mm		
KOOSTUMUS JA MIKRORAKENNE: <ul style="list-style-type: none">- betoni on tasalaatuista- kiviaineen tartunnat ovat pääosin tiiviit, rajapinnoilla paikoin kalsiumhydroksidia- kiviaine on osin kulmikasta ja osin pyöristynyttä (pääkivilajit: granitoidit), suurin havaittu raekoko 12 mm, kiviaine on ehjää- sideaineen (portlandsementti) mikrorakenne on tasainen		
HUOKOSRAKENNE: <ul style="list-style-type: none">- tiivistyminen on hyvä, tiivistyshuokosia ($\varnothing < 4$ mm) on jonkin verran- betonissa on suojahuokosiksi ($\varnothing 0,02-0,8$ mm) luokiteltavia huokosia jonkin verran (arviolta tahattomasti syntyneet)- huokostiloihin on kiteytynyt ettringiittiä ja yksittäiset alle 0,10 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet		
RAPAUTUNEISUUS/SÄRÖILY: <ul style="list-style-type: none">- ulkopinnassa pintaa vasten kohtisuora mikrohalkeama noin 30 mm syvyydelle (leveys ulkopinnassa 0,2 mm, kapenee syvemmälle)- muuta halkeilua, säröilyä tai mikrosäröilyä ei ole havaittavissa		

Näyte: OH5**Rakenneosa:**

Pylväs, alaorsi

Lieriönäytteen pituus:

110 mm

Ohuthiepinta:

Ulkopinta 0-48 mm

YLEISTIEDOT:

- näytelieriö on ehjä, näyte ei ulotu rakenteen läpi
- ulkopinta on betonipinnalla, pinnassa orgaanista kasvustoa
- näytteeseen ei ole sattunut teräksiä
- karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 1-17 mm, keskimäärin 2 mm

KOOSTUMUS JA MIKRORAKENNE:

- betoni on tasalaatuista
- kiviaineen tartunnat ovat pääosin tiiviit, rajapinnoilla yleisesti kalsiumhydroksidia
- kiviaine on osin kulmikasta ja osin pyöristynyttä (pääkivilajit: granitoidit), suurin havaittu raekoko 8 mm, kiviaine on ehjää
- sideaineen (portlandsementti) mikrorakenne on tasainen

HUOKOSRAKENNE:

- tiivistyminen on hyvä, tiivistyshuokosia ($\varnothing < 4$ mm) on jonkin verran
- betonissa on suojahuokosiksi ($\varnothing 0,02-0,8$ mm) luokiteltavia huokosia on vähän
- huokostiloihin on kiteytynyt ettringiittiä ja kalsiumhydroksidia, yksittäiset alle 0,15 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet näistä

RAPAUTUNEISUUS/SÄRÖILY:

- halkeilua, säröilyä tai mikrosäröilyä ei ole havaittavissa



Tapani Arola, Tutkija, Geologi
p. 050 411 3779, tapani.arola@labroc.fi



Sakari Alaoja, Geologi, FM
p. 050 5129 753, sakari.alaoja@labroc.fi

OHUTHIEANALYYSI		
Tilaja: Suunnittelukide Oy/ Simo Siippola	Tilaus-/ toimituspäivä: 29.5.2019 (toimitus)	Kohde/ projektinumero: Betoniptylväs 9
Näytetunnukset: OH6, OH7	Näytteiden materiaali, muoto ja koko: Betoni, poralieriöt Ø 70 ja 55 mm	Näytepreparaatti: Ohuthie 48 mm x 28 mm (paksuus 0,020-0,025 mm)
Menetelmä: Tilajan toimittamat näytteet tutkittiin stereomikroskoopilla ja niistä valmistetut ohuthieet polarisaatiomikroskoopilla. Ohuthieanalyysi on akkreditoitu menetelmä ja analyysissä sovelletaan standardia ASTM C 856-18a. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Ohuthieet on valmistettu tilaajan osoittamasta näytepinnasta pintaa vastaan kohtisuoraan. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.		

YHTEENVETO/ TULOSTEN ARVIOINTI:

Taulukossa on arvioitu näytteiden laatua ja kuntoa asteikolla: HYVÄ, TYYDYTTÄVÄ, VÄLTTÄVÄ ja HEIKKO. Karbonatisoituminen on mitattu ohuthieestä ja/tai fenoliftaleiiniliuoksella lieriön halkaistulta pinnalta. Rapautuneisuutta on kuvattu asteikolla 0-4: 0 - ei rapautumaa, 1 - vähäistä, 2 - orastavaa, 3 - kohtalaista, 4 - voimakasta.

Näyte:	Rakenneseosa/ ohuthiepinta:	Laatu:	Kunto:	Karbonatisoituminen min-max/ka.(mm):	Huokostus/ täytteet:	Rapautu- neisuus:
OH6	Pylväs / ulkopinta 0-48 mm	tydyttävä	hyvä	2-13/2	ei/ettringiitt, kalsiumhydr oksididi	0
OH7	Väljorsi / ulkopinta 0-48 mm	tydyttävä	hyvä	0-18/1	ei/ kalsiumhyd- roksidi	1

LAATU JA MIKRORAKENNE:

- merkittäviä rapautumisvaurioita ei ole havaittavissa, väljorren pinnassa vähäistä pintasäröilyä
- betonit ovat suhteellisen tasalaatuisia, tiivistyminen on hieman puutteellinen etenkin pylväsnäytteessä, vesi-sementtisuhte on arviolta korkeahko (kalsiumhydroksidikiteytymä kiviaineen rajapinnoilla ja huokostiloissa)
- betoni ei ole huokostettua, eikä se ole huokosrakenteen perusteella arvioituna pakkasenkestävää kosteusrasituksessa
- karbonatisoituminen ei ole edennyt syväälle betoniin
- huokostiloihin on kiteytynyt kalsiumhydroksidia ja pylväsnäytteessä myös ettringiittiä

KUNTOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT:

- näytteissä ei ole havaittavissa betonin kuntoa heikentäviä tekijöitä

TUTKIMUSTULOKSET:

Näyte: OH6		
Rakenneosa: Pylväs, alhaalta	Lieriönäytteen pituus: 135 mm	Ohuthiepinta: Ulkopinta 0-48 mm
YLEISTIEDOT: <ul style="list-style-type: none">- näytelieriö on ehjä, näyte ei ulotu rakenteen läpi- ulkopinta on betonipinnalla- näytteeseen ei ole sattunut teräksiä- karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 2-13 mm, keskimäärin 2 mm		
KOOSTUMUS JA MIKRORAKENNE: <ul style="list-style-type: none">- betoni on suhteellisen tasalaatuista- kiviaineen tartunnat ovat suhteellisen tiiviit, rajapinnoilla yleisesti kalsiumhydroksidia- kiviaine on osin kulmikasta ja osin pyöristynyttä (pääkivilajit: granitoidit), suurin havaittu raekoko 24 mm, kiviaine on ehjää- sideaineen (portlandsementti) mikrorakenne on tasainen		
HUOKOSRAKENNE: <ul style="list-style-type: none">- tiivistyminen on hieman puutteellinen, tiivistyshuokosia ($\varnothing < 4$ mm) on kohtalaisen runsaasti, ne ovat tasaisesti jakautuneet- suojahuokosiksi ($\varnothing 0,02-0,8$ mm) luokiteltavia huokosia jonkin verran (arviolta tahattomasti syntyneet)- huokostiloihin on kiteytynyt ettringiittiä ja kalsiumhydroksidia, yksittäiset alle 0,1 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet		
RAPAUTUNEISUUS/SÄRÖILY: <ul style="list-style-type: none">- halkeilua, säröilyä tai mikrosäröilyä ei ole havaittavissa		

Näyte: OH7		
Rakenneosa: Välionsi	Lieriönäytteen pituus: 100 mm	Ohuthiepinta: Ulkopinta 0-48 mm
YLEISTIEDOT: <ul style="list-style-type: none"> - näytelieriö on ehjä, näyte ei ulotu rakenteen läpi - ulkopinta on betonipinnalla - näytteeseen ei ole sattunut teräksiä - karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 0-18 mm, keskimäärin 1 mm 		
KOOSTUMUS JA MIKRORAKENNE: <ul style="list-style-type: none"> - betoni on suhteellisen tasalaatuista - kiviaineen tartunnat ovat suhteellisen tiiviit, rajapinnoilla yleisesti kalsiumhydroksidia - kiviaine on osin kulmikasta ja osin pyöristynyttä (pääkivilajit: granitoidit), suurin havaittu raekoko 16 mm, kiviaine on ehjää - sideaineen (portlandsementti) mikrorakenne on tasainen 		
HUOKOSRAKENNE: <ul style="list-style-type: none"> - tiivistyminen on suhteellisen hyvä, tiivistyshuokosia ($\emptyset < 6$ mm) on jonkin verran - suojahuokosiksi ($\emptyset 0,02-0,8$ mm) luokiteltavia huokosia on vähän - huokostiloihin on kiteytynyt kalsiumhydroksidia 		
RAPAUTUNEISUUS/SÄRÖILY: <ul style="list-style-type: none"> - pinnassa on säröilyä, tämä rajoittuu 1-2 mm syvyydelle - muuta halkeilua, säröilyä tai mikrosäröilyä ei ole havaittavissa 		



Tapani Arola, Tutkija, Geologi
 p. 050 411 3779, tapani.arola@labroc.fi



Sakari Alaoja, Geologi, FM
 p. 050 5129 753, sakari.alaoja@labroc.fi

OHUTHIEANALYYSI		
Tilaja: Suunnittelukide Oy/ Simo Siippola	Tilaus-/ toimituspäivä: 29.5-2019 (toimitus)	Kohde/ projektinnumero: Betoniptylväs 10
Näytetunnukset: OH1, OH2, OH3	Näytteiden materiaali, muoto ja koko: Betoni, poralieriöt Ø 70 ja 55 mm	Näytepreparaatti: Ohuthie 48 mm x 28 mm Ohuthie 76 mm x 26 (näyte OH2) (paksuus 0,020-0,025 mm)
Menetelmä: Tilaaajan toimittamat näytteet tutkittiin stereomikroskoopilla ja niistä valmistetut ohuthieet polarisaatiomikroskoopilla. Ohuthieanalyysi on akkreditoitu menetelmä ja analyysissä sovelletaan standardia ASTM C 856-18a. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Ohuthieet on valmistettu tilaaajan osoittamasta näytepinnasta pintaa vastaan kohtisuoraan. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.		

YHTEENVETO/ TULOSTEN ARVIOINTI:

Taulukossa on arvioitu näytteiden laatua ja kuntoa asteikolla: HYVÄ, TYYDYTTÄVÄ, VÄLTTÄVÄ ja HEIKKO. Karbonatisoituminen on mitattu ohuthieestä ja/tai fenoliftaleiiniliuoksella lieriön halkaistulta pinnalta. Rapautuneisuutta on kuvattu asteikolla 0-4: 0 - ei rapautumaa, 1 - vähäistä, 2 - orastavaa, 3 - kohtalaista, 4 - voimakasta.

Näyte:	Rakenneosä/ ohuthiepinta:	Laatu:	Kunto:	Karbonatisoituminen min-max/ka.(mm):	Huokostus/ täytteet:	Rapautu- neisuus:
OH1	Pylväs / ulkopinta 0-48 mm	tydyttävä	hyvä	5-18/14	ei/ kalsiumhyd- roksidi, ettringiitti	0
OH2	Pylväs / ulkopinta 0-76 mm	tydyttävä	tydyttävä	3-60/8	ei/ kalsiumhyd- roksidi, ettringiitti	1
OH3	Välirsä / ulkopinta 0-48 mm	tydyttävä	hyvä	0-2/1	ei/ kalsiumhyd- roksidi, ettringiitti	0

LAATU JA MIKRORAKENNE:

- merkittäviä rapautumisvaurioita ei ole havaittavissa, pylväsnäytteessä OH2 oleva pintaa vasten kohtisuora halkeama on pitkäaikainen ja kutistumatyyppinen, halkeama on syntynyt pintaan arviolta plastisessa vaiheessa
- betonit ovat suhteellisen tasalaatuisia, tiivistyminen on tyydyttävä, vesi-sementtisuhte on arviolta korkeahko (kalsiumhydroksidikiteytymiä kiviaineen rajapinnoilla ja huokostiloissa)
- betoni ei ole huokostettua, eikä se ole huokosrakenteen perusteella arvioituna pakkasenkestävää kosteusrasituksessa
- karbonatisoituminen ei ole ehjillä betonipinnoilla edennyt syväälle betoniin, näytteessä OH2 olevan halkeaman ja mikrohalkeaman yhteydessä karbonatisoitumista on syvemmillä
- huokostiloihin on kiteytynyt kalsiumhydroksidia ja hieman ettringiittiä

KUNTOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT:

- näytteessä OH2 oleva halkeama jatkuu mikrohalkeamana syväälle betoniin (kunto tyydyttävä), muissa näytteissä ei ole havaittavissa betonin kuntoa heikentäviä tekijöitä

TUTKIMUSTULOKSET:

Näyte: OH1		
Rakenneosa: Pylväs, puoliväli	Lieriönäytteen pituus: 140 mm	Ohuthiepinta: Ulkopinta 0-48 mm
YLEISTIEDOT: <ul style="list-style-type: none">- näytelieriö on ehjä, näyte ei ulotu rakenteen läpi- ulkopinta on betonipinnalla- näytteeseen ei ole sattunut teräksiä- karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 5-18 mm, keskimäärin 14 mm		
KOOSTUMUS JA MIKRORAKENNE: <ul style="list-style-type: none">- betoni on suhteellisen tasalaatuista- kiviaineen tartunnat ovat pääosin suhteellisen tiiviit, yksittäisesti osin avoimet, rajapinnoilla yleisesti kalsiumhydroksidia- kiviaine on osin kulmikasta ja osin pyöristynyttä (pääkivilajit: granitoidit), suurin havaittu raekoko 10 mm, kiviaine on ehjää- sideaineen (portlandsementti) mikrorakenne on tasainen		
HUOKOSRAKENNE: <ul style="list-style-type: none">- tiivistyminen on hieman puutteellinen, tiivistyshuokosia ($\varnothing < 3$ mm) on kohtalaisen runsaasti, ne ovat tasaisesti jakautuneet- suojahuokosiksi ($\varnothing 0,02-0,8$ mm) luokiteltavia huokosia jonkin verran (arviolta tahattomasti syntyneet)- huokostiloihin on kiteytynyt kalsiumhydroksidia ja ettringiittiä, yksittäiset alle 0,1 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet		
RAPAUTUNEISUUS/SÄRÖILY: <ul style="list-style-type: none">- halkeilua, säröilyä tai mikrosäröilyä ei ole havaittavissa		

Näyte: OH2**Rakenneosa:**
Pylväs, alorren alapuolelta**Lieriönäytteen pituus:**
130 mm**Ohuthiepinta:**
Ulkopinta 0-48 mm**YLEISTIEDOT:**

- näytelieriö on ehjä, näyte ei ulotu rakenteen läpi
- ulkopinta on betonipinnalla
- näytteeseen ei ole sattunut teräksiä
- karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 3-60 mm, keskimäärin 8 mm (maksimi halkeamassa)

KOOSTUMUS JA MIKRORAKENNE:

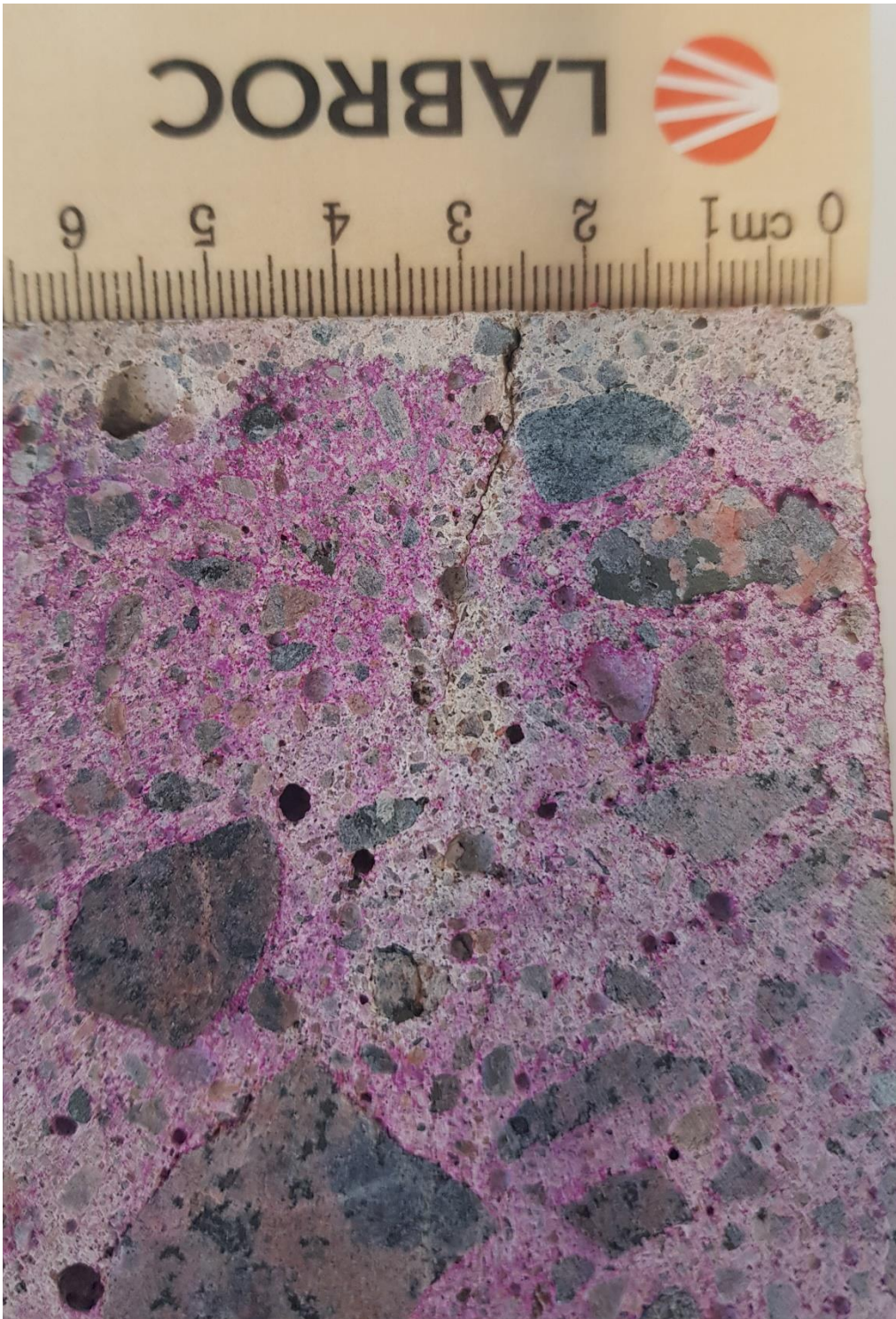
- betoni on suhteellisen tasalaatuista
- kiviaineen tartunnat ovat pääosin suhteellisen tiiviit, yksittäisesti osin avoimet, rajapinnoilla yleisesti kalsiumhydroksidia
- kiviaine on osin kulmikasta ja osin pyöristynyttä (pääkivilajit: granitoidit), suurin havaittu raekoko 20 mm, kiviaine on ehjää
- sideaineen (portlandsementti) mikrorakenne on tasainen

HUOKOSRAKENNE:

- tiivistyminen on hieman puutteellinen, tiivistyshuokosia ($\varnothing < 3$ mm) on kohtalaisen runsaasti, ne ovat tasaisesti jakautuneet
- suojahuokosiksi ($\varnothing 0,02-0,8$ mm) luokiteltavia huokosia jonkin verran (arviolta tahattomasti syntyneet)
- huokostiloihin on kiteytynyt kalsiumhydroksidia ja ettringiittiä, yksittäiset alle 0,1 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet

RAPAUTUNEISUUS/SÄRÖILY:

- ulkopinnassa on pintaa vasten kohtisuora halkeama/mikrohalkeama, tämä on kohtalaisen voimakas 20 mm syvyydelle (leveys pinnassa 0,8 mm) ja jatkuu haaroittuvana mikrohalkeamana yli 60 mm syvyydelle (leveys näillä osin alle 0,02 mm) (**kuva 1**), pinnassa halkeama myötäilee kiviainesta, syvemmillä osa haaroittuvista mikrosäröistä leikkaa yksittäisiä pieniä kiviainesrakeita
- muuta halkeilua, säröilyä tai mikrosäröilyä ei ole havaittavissa



Kuva 1. Näyte OH2. Ulkopinnassa on pintaa vasten kohtisuora halkeama, tämä ulottuu voimakkaana noin 20 mm syvyydelle ja jatkuu mikrohalkeamana yli 60 mm syvyydelle.

Näyte: OH3
Rakenneosa:

Väliorsi

Lieriönäytteen pituus:

110 mm

Ohuthiepinta:

Ulkopinta 0-48 mm

YLEISTIEDOT:

- näytelieriö on ehjä, näyte ei ulotu rakenteen läpi
- ulkopinta on betonipinnalla
- näytteeseen ei ole sattunut teräksiä
- karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 0-2 mm, keskimäärin 1 mm

KOOSTUMUS JA MIKRORAKENNE:

- betoni on suhteellisen tasalaatuista
- kiviaineen tartunnat ovat pääosin suhteellisen tiiviit, yksittäisesti osin avoimet, rajapinnoilla yleisesti kalsiumhydroksidia
- kiviaine on osin kulmikasta ja osin pyöristynyttä (pääkivilajit: granitoidit), suurin havaittu raekoko 20 mm, kiviaine on ehjää
- sideaineen (portlandsementti) mikrorakenne on tasainen

HUOKOSRAKENNE:

- tiivistyminen on suhteellisen hyvä, tiivistyshuokosia ($\varnothing < 3$ mm) on jonkin verran, ne ovat tasaisesti jakautuneet
- suojahuokosiksi (\varnothing 0,02-0,8 mm) luokiteltavia huokosia jonkin verran (arviolta tahattomasti syntyneet)
- huokostiloihin on kiteytynyt kalsiumhydroksidia, yksittäiset alle 0,1 mm:n kokoiset huokokset ovat umpeutuneet

RAPAUTUNEISUUS/SÄRÖILY:

- halkeilua, säröilyä tai mikrosäröilyä ei ole havaittavissa

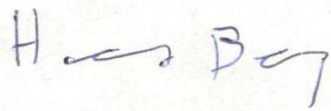


Tapani Arola, Tutkija, Geologi
 p. 050 411 3779, tapani.arola@labroc.fi



Sakari Alaoja, Geologi, FM
 p. 050 5129 753, sakari.alaoja@labroc.fi

KLORIDIPITOISUUDEN MÄÄRITYS				
Tilaja:	Insinööritoimisto Suunnittelukide Oy			
Kohde:	Betonipylväs 7 (P7)	Tilauspäivä:	24.5.2019	
Projektinnumero:		Toimituspäivä:	29.5.2019	
Menetelmät:				
Koe suoritettiin titraamalla tilaajan toimittamista näytteistä standardin SFS-EN 14629 mukaan (Volhardin menetelmä). Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.				
TULOKSET:				
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Kuivapaino [g]	Cl -pitoisuus [p-%]	Tyyppi
CL	Pylväs, alhaalta (liikenteen puoli) 0-20 mm	5,17	< 0,01	Jauhe
	Pylväs, alhaalta (liikenteen puoli) 20-40 mm	5,14	< 0,01	
	Pylväs, alhaalta (liikenteen puoli) 40-60 mm	5,13	0,01	

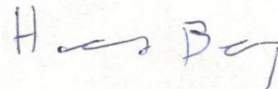


Henna Berg
 Tutkija, laborantti
 040 7411 421

VETOLUJUUS						
Tilaja:	Insinööritoimisto Suunnittelukide Oy					
Kohde:	Betonipylväs 7 (P7)	Tilauspäivä:	24.5.2019			
Projektinumero:		Toimituspäivä:	29.5.2019			
Menetelmät:						
Koe suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä laboratoriossa standardin SFS 5445 mukaan. Kokeessa käytetty vetolaite on Proceq DY-225. Vetolaitteen mittausepävarmuus on $\pm 0,30-2,02\%$. Laite on kalibroitu 01/2019.						
Vetokoe betonista suoritetaan uudelleen, jos tulos alittaa 1,5 MN/m ² . Mahdollinen uusintaveto merkitty *.						
Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiantoista KSE 2013 mukaisesti.						
TULOKSET:						
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Ø	Pituus mm	Tulos MN/m ²	Murtokohta ja -tapa	Poikkeama
P7V3	Pylväs, alhaalta ("takaa")	70	97	3,4	6-21 mm ulkopinnasta, pääosin leikkaa	-
P7V4	Välisorsi	56	108	1,5	73-95 mm ulkopinnasta, pääosin myötäilee	-
P7V5	Pylväs, väliorren yläpuolelta	70	107	2,5	57-87 mm ulkopinnasta, pääosin myötäilee	-



 Ari Rätty
 Tutkija, laborantti
 040 7598 869



 Henna Berg
 Tutkija, laborantti
 040 7411 421

VETOLUJUUS						
Tilaja:	Insinööritoimisto Suunnittelukide Oy					
Kohde:	Betonipylväs 9 (P9)	Tilauspäivä:	24.5.2019			
Projektinnumero:		Toimituspäivä:	29.5.2019			
Menetelmät:						
Koe suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä laboratoriossa standardin SFS 5445 mukaan. Kokeessa käytetty vetolaite on Proceq DY-225. Vetolaitteen mittausepävarmuus on $\pm 0,30-2,02\%$. Laite on kalibroitu 01/2019. Vetokoe betonista suoritetaan uudelleen, jos tulos alittaa 1,5 MN/m ² . Mahdollinen uusintaveto merkitty *. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiantoista KSE 2013 mukaisesti.						
TULOKSET:						
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Ø	Pituus mm	Tulos MN/m ²	Murtokohta ja -tapa	Poikkeama
P9V6	Pylväs, alaosan puoliväli	70	111	1,2* 1,4	87-105 mm ulkopinnasta, pääosin myötäilee 76-98 mm ulkopinnasta, pääosin myötäilee	- -
P9V7	Alaorsi	70	101	1,7	58-73 mm ulkopinnasta, pääosion myötäilee	-
P9V8	Pylväs, alaorren ja väliorren välistä	70	110	1,3* 1,4	25-35 mm ulkopinnasta, pääosin myötäilee 21-35 mm ulkopinnasta, pääosin myötäilee	- -



 Ari Rätty
 Tutkija, laborantti
 040 7598 869



 Henna Berg
 Tutkija, laborantti
 040 7411 421

VETOLUJUUS						
Tilaja:	Insinööritoimisto Suunnittelukide Oy					
Kohde:	Betonipylväs 10 (P10)	Tilauspäivä:	24.5.2019			
Projektinnumero:		Toimituspäivä:	29.5.2019			
Menetelmät:						
Koe suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä laboratorioissa standardin SFS 5445 mukaan. Kokeessa käytetty vetolaite on Proceq DY-225. Vetolaitteen mittausepävarmuus on $\pm 0,30-2,02\%$. Laite on kalibroitu 01/2019. Vetokoe betonista suoritetaan uudelleen, jos tulos alittaa 1,5 MN/m ² . Mahdollinen uusintaveto merkitty *. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.						
TULOKSET:						
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Ø	Pituus mm	Tulos MN/m ²	Murtokohta ja -tapa	Poikkeama
P10V1	Pylväs, ~puoliväli	70	107	2,1	47-66 mm ulkopinnasta, pääosin myötäilee	-
P10V2	Yläorsi	70	69	1,8	28-36 mm ulkopinnasta, pääosin myötäilee	-



 Ari Rätty
 Tutkija, laborantti
 040 7598 869



 Henna Berg
 Tutkija, laborantti
 040 7411 421

KARBONATISOITUMISSYVYYDEN MÄÄRITYS

Tilaja:	Insinööritoimisto Suunnittelukide Oy		
Kohde:	Betonipylväs 7 (P7)	Tilauspäivä:	24.5.2019
Projektinnumero:		Toimituspäivä:	29.5.2019

Menetelmät:

Määritys suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä standardin SS 137242:1988 mukaisesti betonilieriön halkaistulta pinnalta. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.

TULOKSET:

Näyte	Materiaali/ tila tai rakennusosa	Ulko-/yläpinta minimi-maksimi/ keskiarvo (mm)	Ala-/sisäpinta minimi-maksimi/ keskiarvo (mm)
P7V3	Pylväs, alhaalta ("takaa")	< 1-4/1	-
P7V4	Välisorsi	1-10/4	-
P7V5	Pylväs, välitorren yläpuolelta	1-7/4	-
P7PUR	Pylväs, alhaalta	< 1-8/5	-



Petri Perätalo
Tutkija, laboratorioanalyttikko
050 3407 810

KARBONATISOITUMISSYVYYDEN MÄÄRITYS

Tilaja:	Insinööritoimisto Suunnittelukide Oy		
Kohde:	Betonipylväs 9 (P9)	Tilauspäivä:	24.5.2019
Projektinnumero:		Toimituspäivä:	29.5.2019

Menetelmät:

Määrittäminen suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä standardin SS 137242:1988 mukaisesti betonilieriön halkaistulta pinnalta. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.

TULOKSET:

Näyte	Materiaali/ tila tai rakennusosa	Ulko-/yläpinta minimi-maksimi/ keskiarvo (mm)	Ala-/sisäpinta minimi-maksimi/ keskiarvo (mm)
P9V6	Pylväs, alaosan puoliväli	< 1	-
P9V7	Alaorsi	< 1-2/1	-
P9V8	Pylväs, alaorren ja väliorren välistä	< 1-11/4	-
P9PUR	Pylväs, alhaalta	< 1-4/1	-



Petri Perätalo
Tutkija, laboratorioanalyttikko
050 3407 810

KARBONATISOITUMISSYVYYDEN MÄÄRITYS

Tilaja:	Insinööritoimisto Suunnittelukide Oy		
Kohde:	Betonipylväs 10 (P10)	Tilauspäivä:	24.5.2019
Projektinnumero:		Toimituspäivä:	29.5.2019

Menetelmät:

Määrittäminen suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä standardin SS 137242:1988 mukaisesti betonilieriön halkaistulta pinnalta. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.

TULOKSET:

Näyte	Materiaali/ tila tai rakennusosa	Ulko-/yläpinta minimi-maksimi/ keskiarvo (mm)	Ala-/sisäpinta minimi-maksimi/ keskiarvo (mm)
P10V1	Pylväs, ~puoliväli	7-22/13	-
P10V2	Yläorsi	< 1-12/1	-
P10PUR	Pylväs, alhaalta	5-19/6	-



Petri Perätalo
Tutkija, laboratorioanalyttikko
050 3407 810



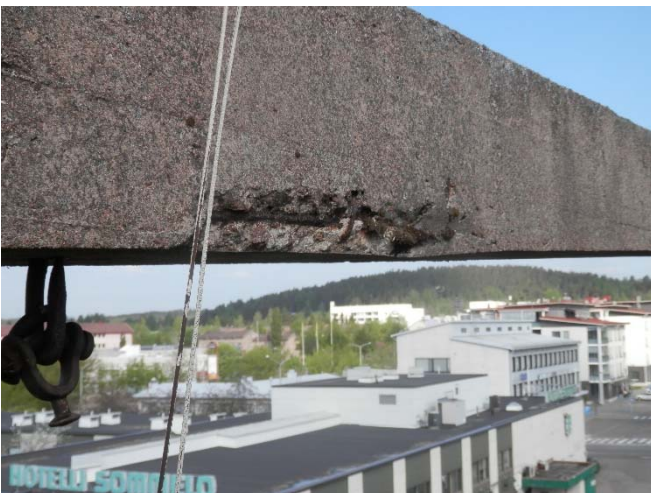
VALOKUVIA BETONIPYLVÄISTÄ



Kuva 1. Yleiskuva, pylväs 9



Kuva 2. Ylin orsi, pylväs 10. Kuvassa näkyy orren päälle kiinnitetty maadoitusjohdin.



Kuva 3. Väliorsi, pylväs 7. Ruostunut teräs ja lohjennut betoni.



Kuva 4. Pilariosaa keskimmäisen orren kohdalta (pylväs 7). Nuolella on merkitty ruostunut ja lohjennut kohta.



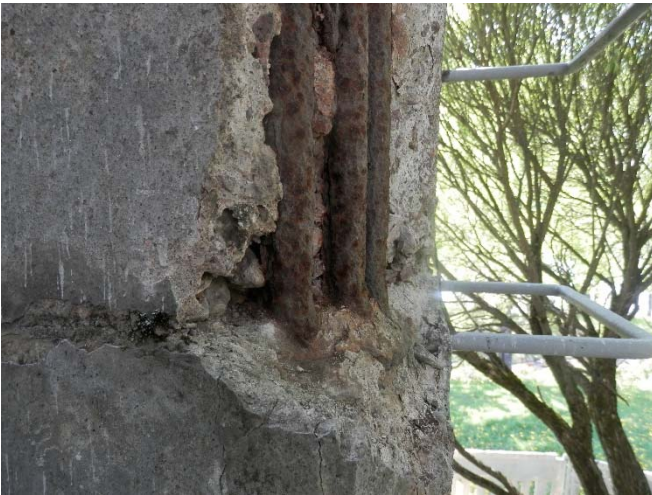
Kuva 5. Pylvään 7 pinnassa on verkkohalkeilua. Verkkohalkeilua on paikoin myös muissa pylväissä.



Kuva 6. Alempana pylvästä verkkohalkeilu on vakavampaa ja lohkeilua esiintyy.



Kuva 7. Pylvään 7 nurkissa on erittäin vakavasti ruostuneita ja syöpyneitä teräksiä. Kuvassa näkyy myös vaakahalkeama.



Kuva 8. Sama vaurio lähempää.



Kuva 9. Betoniteräksiä oli pinnassa koko pylvään 7 alueella useissa kohdin.



Kuva 10. Pylväs 9.



Kuva 11. Pylvään 10 ylin orsi.
Pinta normaalisti ikääntynyttä.
Pinnassa on jäkälää / sammalta.



Kuva 12. Näytteenottoa orresta, pylväs 9.