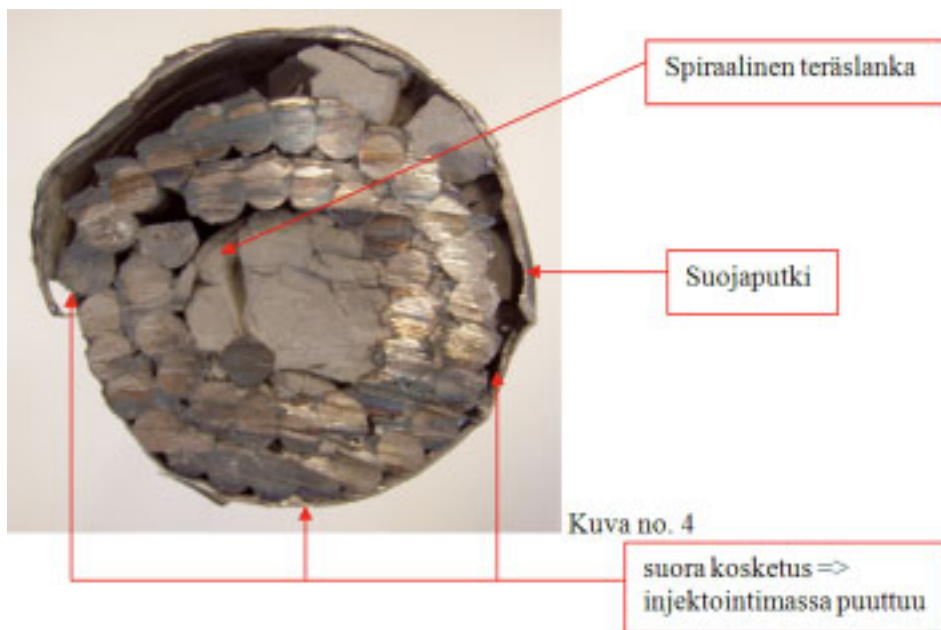


BETONIRAKENTEIDEN KUNNON TARKASTUS MIRA-LAITTEELLA

Torsten Lunabba, tekniikan lisensiaatti,
vanhempi asiantuntija Destia Oy,
Guy Rapaport, insinööri, projektipäällikkö,
Ramboll Finland Oy



1
Vesivuoto kotelopalkin ja alalaatan liittymäkohdassa
kotelon sisällä Savilahden sillassa.



2
Mälkiän sillan pituussuuntainen jänne.

Ulkomaalaisessa kirjallisuudessa /1/ mainitaan, että jännitetyistä silloissa on usein säilyvyysongelmia. Eniten vaurioita aiheuttavat puutteellinen suojaputken injektointi ja kannen vuotava veden-eritys.

Suomessa pelätään eniten, että vuotavista liikuntasauomoista tunkeutuu vettä ankkureiden kautta jänteiden suojaputkiin. Näin oli käynyt esimerkiksi Savilahden sillassa Mikkelissä (kuvat 1 ja 3) ja näin olisi voinut käydä myös Saimaan kanavan ylittävissä Mälkiän sillassa, joka tarkastettiin sillan purkutöiden yhteydessä talvella 2008 - 2009.

Injektointi oli Mälkiän sillassa onnistunut vain osittain (kuva 2). Jänneankkureita peittävässä betonivalussa oli myös halkeamia, mihin kloridipitoinen vesi oli tunkeutunut. Onneksi ruosteauriot olivat etupäässä vain ankkurikappaleiden ulkopinnoissa. Yhdessä jänteessä vesi oli kuitenkin päässyt myös ankkurikappaleen sisään.

KYMMENEN SILLAN SYSTEMAATTINEN TUTKIMUS

Destia Oy alikonsulttina Ramboll Finland Oy tutki kymmenen eri sillan ankkurialueita Hämeen, Uudenmaan ja Keski-Suomen tiepiirien alueilla. Apuna käytettiin *Mira tomografialaitetta*, joka on matalataajuuksinen leikkausaaltoihin perustuva ultraäänitomografiajärjestelmä, joka sopii rakennetta rikkomattomaan materiaalitutkimiseen. Mira-laitteen matkietokoneen näytölle tuottamaa kuvaa ei pidä sekoittaa röntgen- tai muun läpäisylaitteen tuottamaan kuvaan. Mira-laitteen kolmiulotteinen kuva saadaan leikkausaaltojen heijastumista.

Operaattori selvittää ensiksi aallon nopeuden betonirakenteessa. Mikäli aallon nopeus on luokkaa 2500 m/s, on se merkki jännitetyille betonirakenteelle tyypillisestä korkealuokkaisesta betonista. Mikäli aallon nopeus on luokkaa 2000 m/s, ollaan jännittämättömän betonin alueella ja sitä alemmilla nopeuksilla voidaan jo puhua huonolaatuisesta tai rapautuneesta betonista.

Taajuusalueen 100 KHz kuvaan saadaan näkyviin kaikkein pienimmät muutamien millimetrien kokoiset vauriot. Tunkeutuma on tällöin vain noin 200 mm. Matalimmilla 20-30 kHz:n taajuuksilla päästään runsaasti raudoitetuissa betoniraketeissa 1-1,5 m ja harvaan raudoitetuissa rakenteissa 2,5 m syvyyteen, mutta vaurioiden tulee tällöin olla suurempia jotta niitä havaittaisiin.

Kuvaa käsiteltäessä operaattori aloittaa karkeasta kontrastista. Kontrastia tarkentaessa todelli-



3

set vauriot tulevat jossakin vaiheessa äkillisesti esiin (kuva 5). Kun kontrastia edelleen lisätään, vaurioiden lisäksi tulevat esiin luonnolliset vaihtelut äänen nopeudessa ja heijastumisessa. Tyhjätilat ja materiaalivaihtelut betonin sisällä sekä betonin ja teräksen rajapinnat antavat heijastusvaikutuksia, joita ei pidä tulkita rakenteessa oleviksi vaurioiksi silloin kun ne ovat tavanomaisen vähäisiä (kuva 6). Vain kokenut käyttäjä pystyy säätämään taajuusalueen ja kontrastin siten, että etsityt haitalliset viat löytyvät ja vaarattomat materiaalivaihtelut ja pienet harvaalat erottuvat todellisista vaurioista.

MIRA LAITTEEN KÄYTTÖKELPOISUUS

Mira laitteella jänteet voitiin luotettavasti paikantaa. Tämä oli hyvinkin tarpeellista, koska jänteiden sijainti ei vastannut suunnitelmia. Vauriot olivat Mira laitteella paikannettavissa ainakin lähinnä ulkopintaa olevissa jänteissä. Syvemmillä rakenteessa tulkintaa vaikeuttavat merkittävästi ankkurialueen tiheä rauditus. Harmia oli myös poikkipalkeista ja ylälaatoista, jotka estivät laitteen tuomisen jänteen kohdalle. Tutkimuksissa löytyi yksi jänne, mistä injektointi jostakin syystä puuttui kokonaan. Muut vauriot olivat seurausta epätäydellisestä injektoinnista. Vaurioiksi luultiin usein suoja-

3

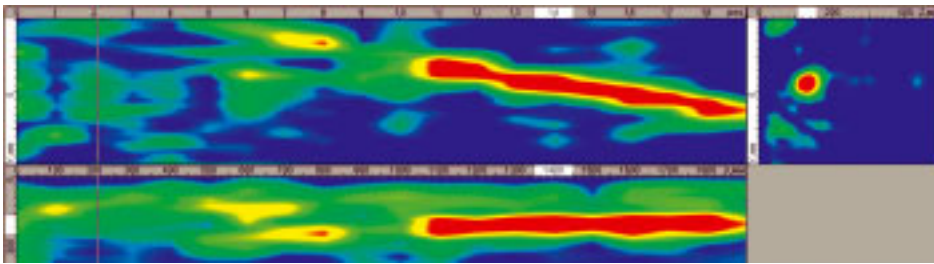
Savilahden silta.

4

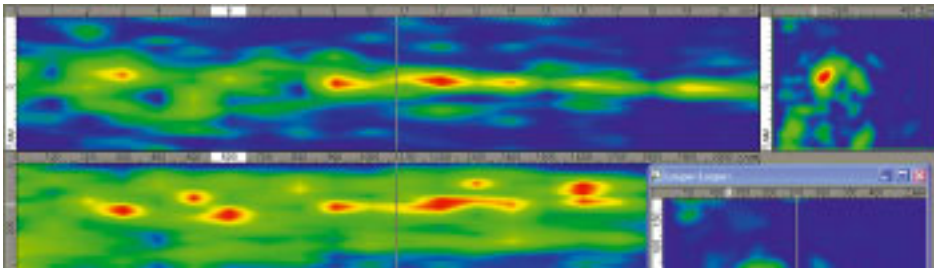
MIRA - Tomographer, Germann Instruments.



4



5
Injektoimaton jänne Lieviön (U-1113) sillassa, voimakas heijastuma erottuu selvästi vaurion kohdalla.



6
Lievät ja ympäristöstä vähemmän erottuvat heijastumat Lieviön (U-1113) sillan onnistuneesti injektoidussa jänneissä.

kien jatkoskohtia, joissa kierresaumaputket ovat päällekkäin tai missä putken päälle on kierretty teippiä.

Mira tomografialaitetta on käytetty myös Torniojoen ratasillan virtapilareiden korjaustyössä, missä Mira laitteella voitiin paljastaa ne onkalot 0,5-1,0 m:n syvyydessä, joita piti injektoida uudelleen. Lisäksi on laitetta käytetty hyvällä menestyksellä halkeaminen ja onkaloiden etsimiseen siltakansien muotoiluvalun alta. Mira laitteella voidaan paikantaa onkalot, harvavalut, halkeamat, laminoituminen, jne. kunhan betoni-, teräs- tai kivi-pinnasta löytyy riittävän tasainen pinta antennin nastoja varten. Mikäli betonin pinnassa on pehmeämpiä kerroksia, Mira tutkimuksia ei voi tehdä. Toistaiseksi on vielä selvittämättä onnistuisiko tutkiminen asfalttibetoni- ja valuasfalttikerroksen läpi.

KIRJALLISUUS

/1/ Management of Post-Tensioned Grouted Duct bridges 2000.
Piarç Committee on Road bridges (V11).

CONDITION INSPECTION OF CONCRETE STRUCTURES USING MIRA EQUIPMENT

Prestressed bridges often suffer from durability problems. Problems are mostly caused by deficient injection of the protective conduit and leaking waterproofing of the deck. The biggest fear in Finland is for water to gain access from leaking expansion joints through the anchors into the protective conduits of the tendons.

Destia Oy together with its sub-consultant Ramboll Finland Oy has used Mira tomography equipment in the inspection of the anchor areas of bridges. The equipment, which is designed for non-destructive material tests, consists of a low-frequency ultrasonic tomography system based on shear waves.

The tendons can be reliably located with Mira equipment. Damages can be detected at least on tendons closest to the external surface. The dense reinforcement of the anchor area makes interpretation more difficult deeper in the structure.

Provided there is an adequately level surface for the antenna pins on the concrete, steel or stone surface, Mira equipment can be used to locate voids, honeycombing, cracks, laminations, etc. If softer top layers are applied on the concrete surface, Mira equipment cannot be used. At present it is not known if inspections could be made through a layer of asphalt concrete or mastic asphalt.