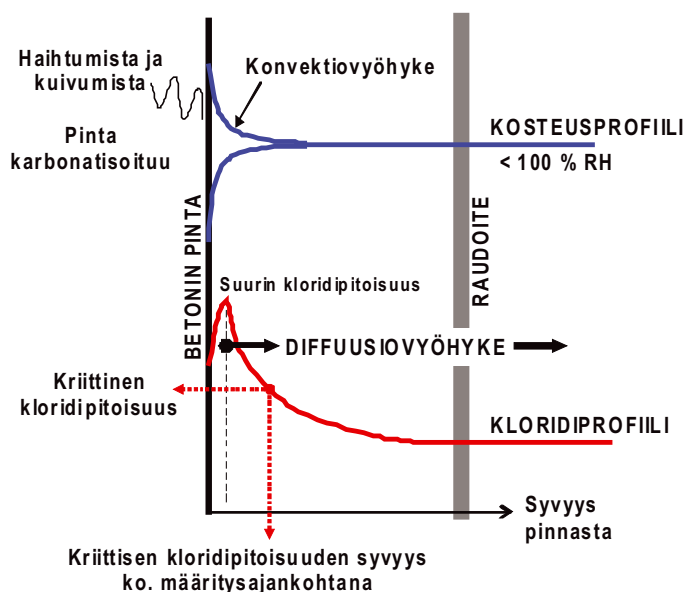


KLORIDIEN TUNKEUTUMISEN PIENENTÄMINEN BETONIIN

Liisa Salparanta, diplomi-insinööri
Hannele Kuosa, diplomi-insinööri
VTT



1
Raippaluodon silta on Suomen pisin silta, joka yhdistää Raippaluodon mantereeseen Mustasaaren kunnassa. Sillan pituus on 1 045 metriä. Siltakannen leveys on 12 metriä, josta 8 metriä on kaksikaistaisen ajoradan käytössä ja loput vajaat 4 metriä toimii kevyen liikenteen väylänä. Pisin silta-aukko on pituudeltaan 250 metriä ja sen vapaa korkeus on 26 metriä. Sillan tukipilarit kohoavat 82 metrin korkeuteen. Silta on palkittu Vuoden Betonirakenne 1997 kunniamaininnalla.



2

2

Periaatekuva kloridien tunkeutumisesta betoniin. Betonin pintaosaan kloridit voivat tunkeutua myös veden mukana, mutta syvemmälle betoniin ne etenevät hitaasti diffuusiolla eli väkevyyserojen tasoittumisen kautta.

Vesi yhdistettynä toistuvaan jäätymiseen ja sulamiseen rasittaa betonia ankarasti. Kun joukkoon lisätään vielä ripaus kloridisuoloja, olosuhteet muuttuvat entistäkin haastavimmiksi. Valitettavasti näitä kaikkia rasituksia - vettä, vuorottelevaa pakkasta ja lauhaa sekä kloridisuoloja – esiintyy Suomessa sekä yhdessä että erikseen. Onneksi betonin sietokykyä voidaan parantaa tai betonia voidaan suojata rasituksia vastaan. Samalla paranevat raudoitteiden säilyvyys, jotka myös kärsivät, jos niitä ympäröi liiallinen kosteus, happi ja lisäksi vielä kloridit, jotka aiheuttavat ikävää pistekorrosiota.

Suomessa kloridien tunkeutumisesta tarvitaan lisätietoa erityisesti tieolosuhteista eli betonisiltajen osalta. Silloin klorideille altistuvat erityisesti reunapalkit, siltapilarit sekä väli- ja maatuet. Klorideille altistuvat myös meluseinät, parkkihallien rakenteet, pysäköintitasot sekä laiturirakenteet ja muut merirakenteet. Esimerkiksi siltoihin kloridit siirtyvät sekä virtaavan veden, roiskeveden, aurattavan lumen että vesisumun mukana. Vesisumun mukana ne voivat liikkua melko pitkiäkin matkoja ja siirtyä ilmavirtausten mukana merkittävässä määrin myös rakenteiden suoja puolelle.

Betonin sisällä kloridit siirtyvät väkevyyserojen tasoittumisen kautta eli diffuusiolla. Jos betoni pääsee ajoittain kuivumaan, kloridit voivat kuitenkin myös tunkeutua sen pintaosaan kapillaarihuokosiin kloridipitoisen veden mukana. Kloridipitoisen ja kloridittoman betonin välille ei muodostu jyrkkää rajaa. (ks. kuva 2)

Tässä artikkelissa esitellään joitakin tuoreita kloridien tunkeutumista koskevia tutkimuksia ja tutkimustuloksia.

VEDEN TUNKEUTUMISEN VÄHENTÄMINEN

Kloridien pääsy betoniin voidaan pienentää selvästi vähentämällä tai estämällä kloridipitoisen veden tunkeutumista betoniin. Vesi tunkeutuu betoniin kapillaarihuokosten kautta. Siksi kloridien tunkeutumisesta voidaan estää tai sitä voidaan ainakin vaikeuttaa:

- rakenteellisin keinoin eli vaikuttamalla mekaanisesti veden pääsyyn kapillaarihuokosiin
 - estämällä kloridipitoisen veden, roiskeiden tai suolasumun pääsy rakenteen pinnalle ulkoisissa rakennelmissä, kuten katoksissa ja seinämissä,
 - vähentämällä veden imeytysaika johtamalla kloridipitoisen veden nopeasti pois rakenteen pinnalta kallistuksella ja viemä-



- röinnein paikkaan, jossa siitä ei ole haittaa,
- betoniteknisin keinoin eli valmistamalla betonia, jonka kapillaarihuokoisuus on alhainen,
 - käyttämällä erityisiä suojausmenetelmiä ja aineita kuten
 - betonille soveltuvaa veden imeytymistä estävää pinnoitusta,
 - impregnointia, jossa kapillaarihuokosten pinnat käsitellään kemiallisesti vettähylkiviksi tai
 - muottikangasta, joka jo valun yhteydessä tiivistää betonin pintakerrosta.

Pienen molekyylikoon nk. syväimpregnointiaineilla molekyylikoko on niin pieni, että ne pystyvät tunkeutumaan riittävän syvälle betonin huokosiin. Muottikankaan tehtävänä on toimia eräänlaisena muotin salaojituksena, joka imee kapillaarisesti vettä betonin pinnasta ja näin pienentää pintakerroksen vesi-sementtisuhdetta.

Betonin ohuesta pintakerroksesta, johon esimerkiksi sadeveden huuhteleva vaikutus kohdistuu, kloridit voivat ajoittain myös jossain määrin poistua. Niitä ei kuitenkaan poistu veden haihtuessa, vaan tällöin kloridit jäävät betoniin. Betonin pintakerroksen vesiliukoiseen kloridipitoisuuteen vaikuttaa myös betonin karbonatisoituminen, koska se voi vapauttaa alun perin sideaineeseen sitoutuneita klorideja. Vapautuvat kloridit voivat siirtyä betonissa kuten siihen tunkeutuneet ja kloridit.

BETONIN KOOSTUMUKSEN MERKITYS

Oleellinen merkitys kloridien tunkeutumisessa on betoni tiiviydellä ja tämän vuoksi erityisesti vesi-sideainesuhteella, joka vaikuttaa ensisijaisena muodostuvan kapillaarihuokosverkoston määrään ja yhtenäisyyteen. Tiiviyttä lisääviä betonin suhteituskeinoja ovat myös kiviaineksen rakeisuuden ja muodon säätö sekä rakeisuuskäyrän optimointi tiiviisti pakkautuvaksi ja hienoainemäärän vastaava säätö. Betonin tiiviyteen voidaan vaikuttaa myös lisäämällä betoniin silikaa tai muuta vastaavasti toimivaa ja mielellään ainakin ajan kuluessa reagoivaa materiaalia. Tällöin sementtipasta sekä myös sen heikoin kohta eli pasta-kiviainesrajapinnat muodostuvat mahdollisimman tiiviiksi. Lisäksi betoni tulee aina tiivistää valun yhteydessä huolella. Tiiviyteen voidaan edelleen vaikuttaa käyttämällä pinnan huokoisuutta alentavaa muottimateriaalia ja jälkihoitamalla betoni kunnolla.

Koska vain vapaat eli huokosvedessä olevat vesiliukoiset kloridit voivat liikkua betonissa, merkitystä on myös sillä, kuinka paljon betonin sideaine kykenee sitomaan klorideja. Merkitystä on sekä sideainemäärällä että koostumuksella. Kloridit voivat sitoutua kemiallisesti sementtikiven sisäisille pinnoille. Sideaineiden kyky sitoa klorideja poikkeaa toisistaan. Esimerkiksi masuunikuona sitoo klorideja hidastaen näin niiden tunkeutumista.

Sideainekoostumus vaikuttaa myös siihen,

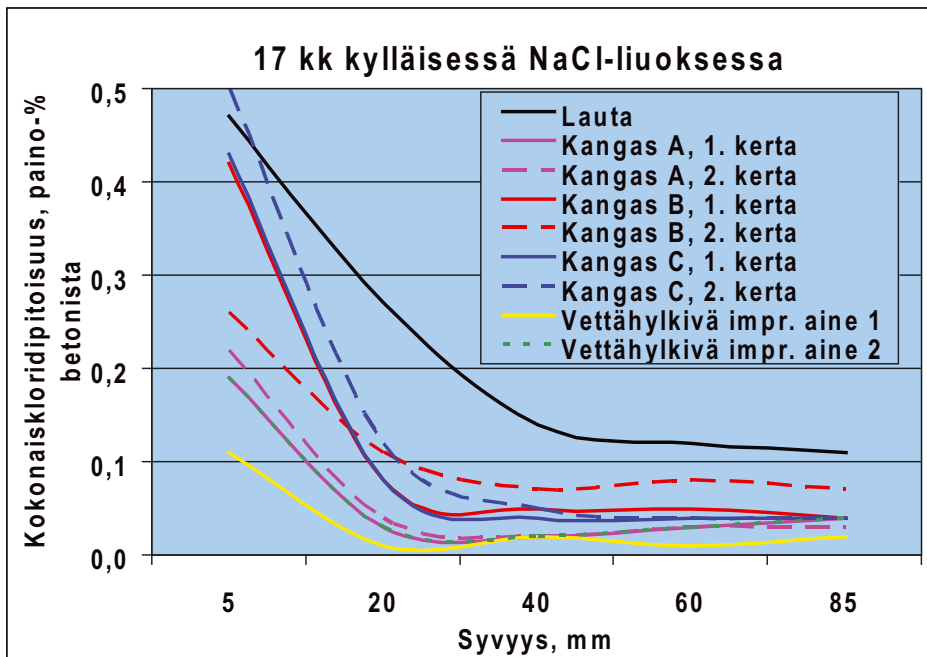
kuinka suuri on se kloridipitoisuus, jossa raudoitteiden korrosio voi alkaa. Korrosion alkamisen kannalta kriittinen kloridipitoisuus on suhteessa erityisesti huokosveden emäksisyyteen eli hydroksyyli-ionien määrään, johon sideainekoostumus vaikuttaa. Esimerkiksi silika toisaalta selvästi tiivistää betonia, mutta toisaalta pienentää sementtikiven kykyä sitoa klorideja ja myös pienentää huokosveden emäksisyyttä eli laskee kriittisen kloridipitoisuuden arvoa.

Tietyt betonin koostumustekijät voivat edesauttaa sisäistä mikrohalkeilua. Erityisesti korkealujuusbetoneissa on niiden sisäisen kuivumisen vuoksi vaarana mikrohalkeamien muodostuminen. Ulkoinen jälkihoito tehoaa huonosti tiiviiseen betoniin, johon vesi ei pääse kunnolla tunkeutumaan. Sisäiset mikrohalkeamat kasvattavat betonin läpäisevyyttä ja myös kloridien diffuusiota. Sisäisen kuivumisen vähentämiseen on jo olemassa uusia keinoja kuten nk. sisäinen jälkihoito.

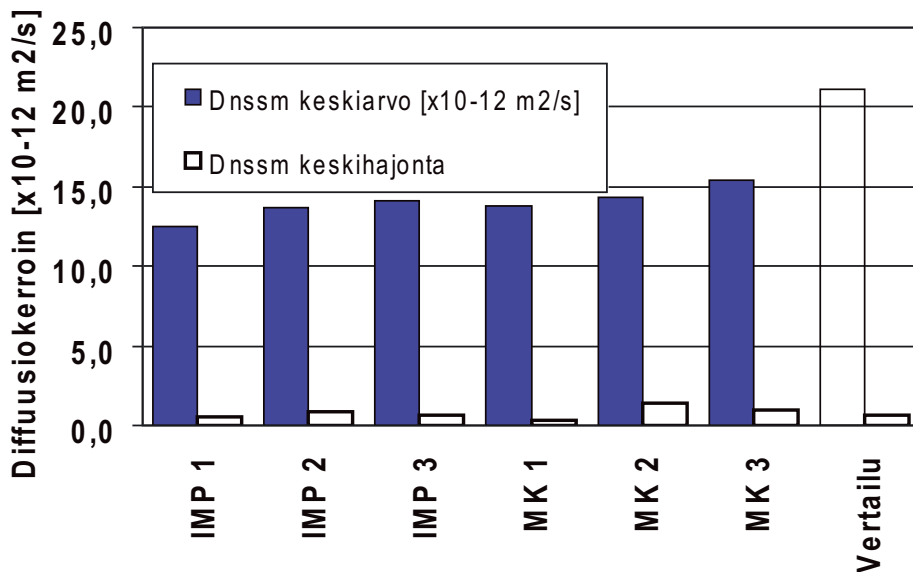
Kaikkiaan kloridien tunkeutumisnopeuden ennakointi eri koostumusten betoneihin vaatii sekä teoreettista että kokeellista tutkimusta. Huomioon joudutaan ottamaan myös ympäristöolosuhteet ja

3

Aleksanterinkadun silta Porvoossa on kolmiaukkoinen jännitetty betoninen laattasilta. Sen kokonaispituus on 129 metriä ja leveys 21 metriä. Rakennesuunnittelusta on vastannut *Suomalainen Insinööritoimisto Oy*. Silta on paljuttu Vuoden Betonirakenne 2004 kunniamaininnalla.



4



5

4 Erilaisia muuttimateriaaleja vastaan valettujen betonikappaleiden kloridipitoisuusprofiilit 17 kk:n NaCl-liuosimeytyksen jälkeen. Kaksi lautamuottia vastaan valettua tutkimuspintaa oli impregnoitu vettähyllivällä impregnointiaineella.

5 Diffuusio kertoimien (NT Build 492) suuruus 3 kk ikäisille betoninäytteille, joista kolme sisälsi vettä hylkivällä impregnointiaineella käsitellyn pinnan (IMP) ja kolme muuttikangasta vastaan valetun pinnan (MK). Viimeinen tulos (Vertailu) vastaa käsittelemätöntä lautamuottipintaa. Tutkimuksessa oli mukana ainoastaan Tiehallinnon käyttönsä hyväksymiä tuotteita.

niiden vaihtelu sekä moninaiset samankin sillan tai rakennuksen eri osien vaihtelevat kosteus- ja kloridirasitusolosuhteet. Myös käytännön olosuhteita vastaavat kenttäkokeet ovat välttämättömiä.

JÄLKIHOIDON MERKITYS

Jälkihoidon aloittaminen välittömästi betonoinnin jälkeen ja pinnan pitäminen märkänä mahdollisimman pitkään valun jälkeen minimoi kapillaarihuokosten muodostumista. Lyhin jälkihoitoaika on yleensä 3 vrk, mutta on suositeltavaa jatkaa jälkihoitoa ainakin viikon ajan. Jälkihoidoksi riittää veden haihtumisen estäminen betonin pinnasta peitteiden tai jälkihoitoaineen avulla.

MUOTTIMATERIAALIN MERKITYS

Tuoreen betonin tiivistämisen yhteydessä betonimassassa olevaa ilmaa ja vettä siirtyy muottipintaa kohti. Jos muuttimateriaali on tiivis, betonin pintakerroksen vesi-sideainesuhde kasvaa ja siten myös pinnan huokoisuus kasvaa. Kun muuttimateriaali imee vettä tuoreesta betonista, betonin pinnan vesi-sideainesuhde laskee ja pinnan betonista tulee tiiviimpää.

VTT:llä tutkittiin kolmen erilaisen muottikankaan käytön vaikutusta kloridien tunkeutumiseen betoniin. Kuva 4 esittää koekappaleista määritettyjä kloridipitoisuusprofiileja, kun kappaleet ovat olleet 17 kk:n ajan alapinnastaan imeytymässä kylläisessä NaCl-liuoksessa ja vesi on päässyt haihtumaan kappaleiden yläpinnasta.

Laboratoriokokeiden mukaan muottikangasta vastaan valettu betonipinta estää tehokkaasti kloridien tunkeutumista lautamuottiin verrattuna. Tutkimuksessa todettiin myös, että kaikki tutkitut kankaat johtivat hyvälaatuiseen betonipintaan myös toiseen kertaan käytettäessä.

Tutkimuksessa oli mukana ainoastaan Tiehallinnon käyttöönsä hyväksymiä muottikankaita. Kuten kaikissa tuoteryhmissä myös muottikankaiden joukossa saattaa olla tuotteita, jotka eivät toimi aivan yhtä hyvin kuin tässä yhteydessä tutkitut tuotteet.

Muottikankaan käytön etu suoja-ainekäsittelyyn verrattuna on se, että pintaa ei tarvitse huoltaa.

SUOJA-AINEET

Standardissa "SFS-EN 1504-1 Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi- Osa 1: Määritelmät" määritellään:

- *Betonipinnan suojausaineet ja niiden yhdistelmät*
Aineet ja niiden yhdistelmät, jotka levitettynä parantavat betonin ja raudoitettujen betonirakenteiden säilyvyyttä.
- *Pinnoitus*
Käsittely, jolla betonin pintaan saadaan yhtenäinen suojakerros.
HUOM. 1 Tyypillinen paksuus on 0,1 mm... 5,0 mm. Erityissovellutukset voivat vaatia yli 5,0 mm paksuutta.
HUOM. 2 Sideaineena voi olla esim. orgaanisia polymeerejä tai orgaanisia polymeerejä, joiden fillerinä on sementtiä, tai polymeeridisersiolla modifioitua hydraulista sementtiä.
- *Vettä hylkivä impregnointi*
Betonin käsittely, jossa saadaan aikaan vettä hylkivä pinta. Huokokset ja kapillaarit ovat sisäpuolisesti pinnoituneita, mutta eivät täyttyneitä. Betonin pinnalla ei ole kalvoa ja tästä syystä sen ulkonäkö muuttuu vai vähän tai ei lainkaan.
HUOM. Aktiiviset yhdisteet voivat olla esim. silaaneja tai siloksaaneja.

- **Impregnointi**

Betonin käsittely, jolla vähennetään betonin pinnan huokoisuutta ja lujitetaan betonin pintaa. Huokokset ja kapillaarit ovat osittain tai kokonaan täyttyneet.

HUOM. 1 Tämän käsittelyn tuloksena on tavallisesti betonin pinnassa oleva epäjatkuva ohut kalvo.

HUOM. 2 Sideaineena voi olla esimerkiksi orgaanisia polymeerejä.

Betonin pinnoittaminen ja pinnan impregnointi ovat kapillaarien suaukkojen tukkimismenetelmiä. Vettä hylkivä impregnointi on kapillaariseinämien käsittelyä vettä hylkiviksi (apolaarisiksi) niin, että veden on nestemuodossa hankala päästä kapillaareihin ja edetä niissä.

Jotta suoja-ainekäsittelyllä saavutetaan toivotu tulos, kaikkien lopputulokseen vaikuttavien tekijöiden: rakenteen kunnon, suoja-aineen, työn suorituksen sekä työn aikaisten ja suoja-aineen jälkihoidon aikaisten olosuhteiden on ehdottomasti oltava kunnossa.

Ulkobetonirakenne voidaan pinnoittaa tai impregnoida, jos suojatun pinnan taakse ei pääse kerääntymään kosteutta. Pinnan taakse kerääntyvä kosteus on erityisen suuri riski, jos rakenne on pinnoitettu tiiviillä pinnoitteella. Uusi rakenne kantaa pinnoittaa tai impregnoida ennen kuin kloridit ovat päässeet tunkeutumaan rakenteeseen. Vanhan rakenteen pinnoittaminen tai impregnointi on säilyvyyden kannalta riski, jos kloridit ovat saavuttaneet raudoituksen laajoilla alueilla ja raudoituksen korrosio on käynnistynyt. Alustan suojausaineen levityksen aikainen kosteusvaatimus on tuotekohtainen ja riippuu suoja-aineen sideaineesta.

Vettä hylkivä impregnointi soveltuu, kun rakenne altistuu ulkopuolelta tunkeutuvalla kosteudella ja klorideille. Jos kloridit ovat jo saavuttaneet raudoituksen laajoilla alueilla ja raudoituksen korrosio on käynnistynyt, vettä hylkivästä impregnoinnista ei ole apua. Kosteuden kulkeutuminen suojatun pinnan taakse ei ole niin suuri riski kuin impregnoinnin tai erityisesti pinnoitteen yhteydessä etenkin silloin, kun vesi pääsee haihtumaan suojatun pinnan läpi vähintään yhtä nopeasti kuin sitä kulkeutuu rakenteen sisäosista. Jos vettä hylkivästä impregnoidun pinnan taakse kulkeutuva vesi on kloridipitoista, vesi pääsee haihtumaan ja kloridit kerääntyvät rakenteeseen suojatun pinnan taakse.

Useat vettä hylkivät impregnointiaineet perustu-

vat silaaneihin, joiden alkalinkestävyys on heikko, joten yleensä vettä hylkivä impregnointi kannattaa ajoittaa siten, että pinta on ehtinyt karbonatisoitua ja sen pH on laskenut riittävästi. Pääsääntöisesti vettä hylkivä impregnointi kannattaa tehdä n. 6 kk rakentamisen jälkeen. Jotkut aineet kestävät alkalisuutta ja ne voidaan levittää nuorellekin betonille. Vettä hylkivä impregnointiaine imeytyy kuivaan betoniin paremmin kuin märkään. Toisaalta silaanin polymeroituminen edellyttää kosteutta. Betonin optimaalinen kosteus käsittelyn aikana on 50 %:n suhteellinen kosteus. Käytännössä betoni ei ole Suomen siltaolosuhteissa koskaan vettä hylkivän impregnoinnin kannalta liian kuivaa.

Edellä mainitussa VTT:n laboratoriotutkimuksessa oli muottikankaiden lisäksi mukana kaksi Tiehallinnon käyttöönsä hyväksymää pinnan vettä hylkiväksi tekevää impregnointiainetta. Molemmat aineet ovat silaanipohjaisia ja soveltuvat myös nuorelle betonille. Aineet levitettiin hiekkapuhalletulle betonipinnalle, kun betoni oli 2 kk:n ikäistä. Kuva 4 osoittaa, että molemmat suoja-aineet estivät kloridien tunkeutumista vähintään yhtä hyvin kuin muottikankaat.

Suoja-ainekäsittely on ajoittain uusittava. Tarvittava uusintaväli riippuu aineesta, olosuhteista ja vaatimustasosta.

VAURIOITUMISMEKANISMEN

YHTEISVAIKUTUKSET – Duralnt -PROJEKTI

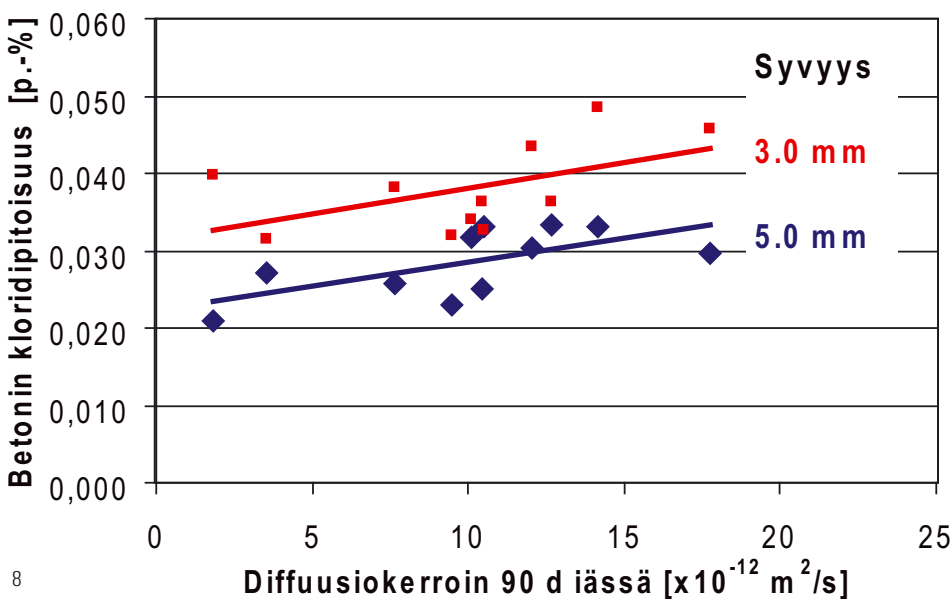
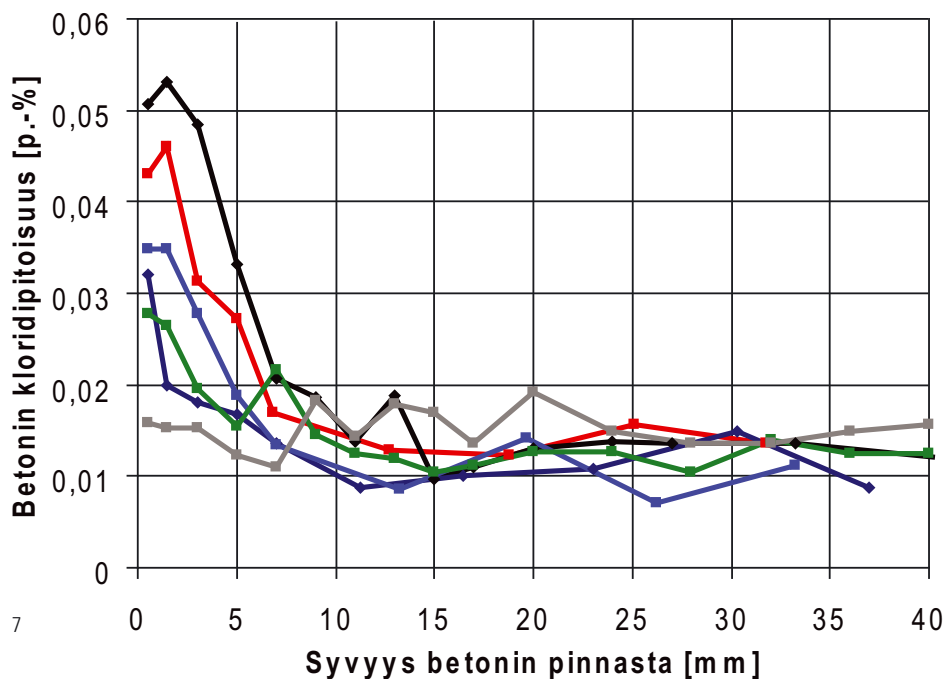
Keväällä 2008 käynnistyi VTT:n ja TKK:n osittain TEKES-rahoitteinen Duralnt-projekti (*Effect of interacted deterioration parameters on service life of concrete structures in cold environments, 2008 – 2011*). Projektiin on luonnostaan sisällytetty yhtenä osatehtävä vuonna 2007 käynnistynyt kansallinen betonin säilyvyyden kenttätutkimusprojekti eli aiempi Durafield-projekti (ks. *Betoni-lehti* n:o 4, 2007). Myös kansainvälistä yhteistyötä (Norja, USA, Kanada, Portugali) sisältävässä Duralnt-projektissa sekä tutkitaan kokeellisesti että mallinnetaan betonin erilaisten vaurioitumismekanismien vuorovaikutuksia.

Yhtenä tutkimuskohteena Duralnt-projektiin sisältyy kloridien tunkeutumisen tutkiminen yhteisvaikutuksessa, jossa betoni samanaikaisesti tai vuorottain karbonatisoituu kuten käytännön rakenteissakin väistämättä tapahtuu. Karbonatisoituminen muuttaa betonin kemiallista koostumusta ja kloridien sitomiskykyä sekä huokosrakennetta ja tiivysominaisuuksia. Karbonatisoituminen vaikuttaa



6

VTT:n profiilihiontalaite, jolla voidaan hioa halkaisijaltaan 75 – 100 mm:n betoniliierioistä pinnalta alkaen jauhenäytteitä (pienempi kuva) kloridipitoisuusmäärittelyksi. VTT:llä on käytössä myös tekniikka, jossa näyte voidaan ottaa tarkoin eri syvyysväleiltä kuivakatkaisulaikalla.



tämän vuoksi osaltaan siihen, miten kloridit tunkeutuvat betoniin. Tämä vaikutus ei ole kaikille betoneille samanlainen. Esimerkiksi sideainekoostumus vaikuttaa oleellisesti siihen, miten karbonatisoituminen vaikuttaa kloridien tunkeutumiseen. Tutkimukset tehdäänkin useille eri sideainekoostumusten betoneille.

Duralnt projektissa tavoitteena ovat mm. käyttöikämallit sekä myös käytännön laskentakaavat, jotka ottavat huomioon mm. betonin karbonatisoitumisen vaikutuksen kloridien tunkeutumiseen. Yhteisvaikutukset huomioon ottavassa käyttöikämallissa otetaan huomioon myös se, miten pakkasen pintaa rapauttava tai sisäisiä vaurioita eli särmöjä aiheuttava vaikutus kiihdyttää kloridien tunkeutumista. Projektiin sisältyy myös suola-pakkas- ja pakkasrasituksen sekä karbonatisoitumisen vuorovaikutusten tutkiminen ja mallintaminen.

Vaurioitumis- ja käyttöikämallille tulee ja myös voidaan säätää todellisia olosuhteita kuten esimerkiksi siltarakenteiden rasitusolosuhteita vastaaviksi. Tämä tulee mahdolliseksi, kun käytössä on riittävästi erilaisten betonikoostumusten kenttäkoetuloksia. Duralnt-projektissa kenttäkoetuloksia saadaan kloridien tunkeutumisen osalta sekä uusimalta tielolosuhteiden kotimaiselta Duralnt-koekentältä että myös jo aiemmin perustetuilta koekentiltä eli Ruotin BTB-projektin Boräs'in tielolosuhteiden koekentältä ja EU-projekti CONLIFE'in kloridirasituksen koekentältä.

7
Tienvieruskoekentällä yhden talvikauden yli olleista betoneista määritettyjä kloridiprofiileja. Kloridimääriin vaikutti betonin vesi-sementtisuhde, sideainekoostumus, suojauskäsittely ja muottikankaan käyttö sekä koekappaleen etäisyys suolattavasta tiestä. Yli 8 mm syvyyksillä oleva pitoisuusvaihtelu johtuu määrittämisen normaalia hajonnasta.

8
Vasta yhden talvikauden koekentällä olleiden betonikappaleiden kloridipitoisuudet korreloivat ennakkoon määritettyjen klorididiffuusiokertoimien kanssa (määrittäminen 3 kk iässä, NT Build 492).

VT 9
Kloridipitoisuuden koelieriöiden irrotuskohtia kenttäkoekappaleissa.

TULOKSIA Duralnt-KOEKENTÄLTÄ

Duralnt[®] in VT7:n tien vieruskoekentän betonit ovat olleet tiesuolauksen aiheuttamassa kloridirasituksessa vasta yhden talvikauden (2007 – 08) yli. Leudosta talvesta huolimatta tien suolaukset oli suhteellisen paljon, koska tien pintalämpötila kuitenkin laski usein hieman pakkasen puolelle. Keväällä 2008 laboratorioon kuljetettiin tutkittavaksi kaikkiaan 24 yli 100 kg:n painoista betonikappaletta, joiden tielle suuntautuneelta pinnalta alkaen porattiin näytteet kloridipitoisuusmäärityksiin. Kukin poralieriö ositettiin kuivahionalla ja -sahauskella millimetrien tarkkuudella pinnasta alkaen eri syvyyksiä edustaviksi osanäytteiksi. Kemiallisten määritysten jälkeen saatiin lopulta betonikoostumuksia ja suojaustapoja edustavat kloridiprofiilit.

Kloridien tunkeutumissyvyys oli kaikissa tutki-
tuissa tapauksissa korkeintaan 8 mm. Vettä hylki-
vällä impregnoinnilla käsitellyillä tai muottikan-
gasta käyttäen valmistetuilla betonipinnoilla tun-
keutumissyvytykset olivat tätä selvästi pienempiä.
Alustavia tuloksia saatiin myös siitä, miten raken-
teen etäisyys suolattavasta tiestä vaikuttaa tun-
keutuvien kloridien määrään. Kaikkiaan jo yhden
talvikauden jälkeiset kloriditunkeutuman kenttä-
koetulokset vastasivat suuntaa antavasti oletuk-
sia ja laboratoriossa tehdyissä ennakkokokeissa
saatuja tuloksia. Ennakkoon oli mm. määritetty
klorididiffuusiokertoimet 3 kk:n ikäisille betoni-
näytteille (NT Build 492). Kenttäkokeista saadaan
kuitenkin riittävän luotettavia tuloksia vasta use-
ampien vuosien jälkeen. Tällöin niitä voidaan hyö-
dyntää täysimääräisesti kloridien tunkeutuma- ja
käyttöikämallien verifiointissa. Erityisen kiinnostavaa
ja mallinnuksen kannalta oleellista on seura-
rata raudotteiden korroosion kannalta kriittisen
kloridipitoisuuden etenemistä betonissa. Seuraava
kerran Duralnt[®] -koekappaleiden kloridipitoi-
suusmääritykset tehdään kolmannen talvikauden
jälkeisinä keväällä 2010.



DECREASING CHLORIDE PENETRATION INTO CONCRETE

Penetration of chlorides and water into concrete structures is well known to be harmful. In this article some new Finnish research on chloride penetration and ways to diminish it is presented.

Penetration of chlorides into concrete can be diminished by structural ways e.g. diminishing chloride contaminated water, splash water and water mist entering concrete surfaces, or leading water away as soon as possible. In addition, there are several more or less known ways to design concrete mixes to be more resistant to chloride penetration.

Recently more special ways to hinder water and chloride penetration into concrete has also been studied in Finland and at VTT. These include the use of form linings and hydrophilic impregnation of concrete, i.e. internally coating concrete capillary pore surfaces but not filling them. According to laboratory tests and preliminary field testing beside Highway 7 in Finland, both the use of lining and hydrophilic impregnation can clearly diminish chloride penetration into concrete. Impregnation needs to be renewed every now and then to keep it active. Surfaces cast with form linings are maintenance-free. The products in the research were all approved by the Finnish Road Administration. Other commercial products may also exist not acting exactly as those in this research.

After some years more results will be available as the concrete specimen beside Highway 7 age and chlorides have more time to penetrate into the concrete. In addition, a new project entitled "Duralnt (2008 – 2011): The effect of interacted deterioration parameters on service life of concrete structures" is underway. In this project the effects of carbonation, salt-frost and frost deterioration on chloride penetration will be studied and modelled.

10

Duralnt[®] -koekentän betonirivistö suolattavan tien VT7 vieressä keväällä 2008.