

Läpäisevät betonipäällysteet kaupunkitulvien ehkäisyyn

Materiaalikehitys ja toimivuus – CLASS-hankkeen tuloksia

**Hannele Kuosa, Kalle Loimula,
Emma Niemeläinen ja Erika Holt**
Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy

Ilmastomuutoksen seurauksena Suomessa sateet sekä lisääntyvät että voimistuvat. Vettä läpäisevät päällysteet on osoitettu eurooppalaisen ja kansallisen tason direktiiveissä ja strategioissa yhdeksi keinoksi lieventää tiiviiden pintojen lisääntymisen aiheuttamia haittoja. Vettä läpäisevät päällysteet toimivat hyvin alueilla, joilla raskas liikenne ei aiheuta liiallisia rasituksia, kuten erityisesti parkkipaikoilla, kevyen liikenteen väylillä, jalkakäytävillä, pihoilla, kentillä ja aukioilla.

Kaksivuotinen vettä läpäisevien päällysteiden CLASS-projekti (*Climate Adaptive Surfaces*) päättyi tammikuussa 2015. Projektia rahoittivat 15 yhteistyökumppania, Tekes ja VTT. Projektissa VTT kehitti yhdessä yrityskumppaneiden kanssa Suomen ilmasto-olosuhteisiin ja rakentamiskäytäntöihin soveltuvia vettä läpäiseviä päällystemateriaaleja ja -ratkaisuja. Vettä läpäisevät päällysteet on tarkoitettu hulevesien aiheuttamien kaupunkitulvien ja valumavesien vähentämiseen.

CLASS-projektin jälkeinen vaihe on myös käynnistynyt. Läpäisevien päällysteiden pilotteja on jo suunniteltu Espooseen, Helsinkiin ja Ouluun ja niiden rakentaminen alkaa keväällä 2015. Piloteissa hankitaan kokemuksia ja lisätietoa läpäisevien päällysteiden toimivuudesta käytännön olosuhteissa suunnitelmallisen seurannan, tiedonkeruun ja monitorointimittauksen avulla.

CLASS-projektia on aiemmin esitelty *Betoni*-lehden numerossa 2/2014. Tässä artikkelissa käsitellään projektissa saatuja tuloksia ja projektissa tehtyä ensimmäistä suomalaista läpäisevien päällysteiden käsikirjaa. Toiveena on, että Suomessa luottamus vettä läpäiseviin päällysteisiin lisääntyy ja niistä tulee normaali osa toimivaa, kestävää ja viihtyisää kaupunkiympäristöä.

CLASS-hanke ja sen tavoitteet

Projektin alussa selvitettiin kaupunkien tarpeita ja toiveita vettä läpäisevien pintamateriaalien ja rakenteiden tutkimuksen ja kehityksen suh-

teen. Tämän jälkeen painopiste oli läpäisevien materiaalien kehittämisessä, niitä sisältävien rakenteiden toimivuuden osoittamisessa sekä asiantuntemuksen ja osaamisen lisäämisessä.

Uutta läpäiseviin päällysteisiin liittyvää osaamista tarvitaan huleveden käsittelyssä sekä päällysteiden suunnittelussa, rakentamisessa ja asianmukaisessa ylläpidossa. Hankkeessa kehitettiin myös hulevesien mallinnusmenetelmiä, jotka ottavat huomioon uusien materiaalien erityispiirteet ja toiminnan.

Projektiraportoinnit kuten myös läpäisevien päällysteiden käsikirja löytyvät projektin kotisivuilta. Ne on tarkoitettu suomalaisen osaamisen ja suomalaisten yritysten vettä läpäiseviin päällysteratkaisuihin tarkoitettun materiaali- ja tuotevalikoiman laajentamisen tueksi. Uusia tuotteita tarvitaan mm. kiviainesten sekä sementtipohjaisten materiaalien ja ympäristötuotteiden osalta. Uudet suomalaiset materiaali- ja tuoteinnovaatiot, jotka on kehitetty erityisesti kestävyys- ja säilyvyys-, sekä myös materiaalien ekologisuus- ja kierrätysaspektit huomioon ottaen, ovat jatkossa tervetulleita.

Tutkimusta ovat tukeneet rinnakkaistutkimukset Ruotsin "Grå-Gröna"-projektissa, jossa tavoitteina oli erityisesti kaupunkien vihreyden ja viihtyvyyden edistäminen.

Vettä läpäisevät päällysteratkaisut

Läpäisevä päällyste koostuu vettä läpäisevästä pintakerroksesta ja rakennekerroksista, joissa vettä voidaan pidättää ennen sen maaperään imeytymistä tai toisaalle johtamista. Rakenne-

1 Tavanomaiset tiiviit pinnat eivät läpäise runsasta määrää sadetta. Vesi valuu pintaa pitkin vesistöihin tai siirtyy kuormittamaan hulevesiverkostoja.

2 Vettä läpäisevät päällysteet toimivat hyvin alueilla, joilla raskas liikenne ei aiheuta liiallisia rasituksia, kuten erityisesti parkkipaikoilla, kevyen liikenteen väylillä, jalkakäytävillä, pihoilla, kentillä ja aukioilla. Suomessa on jo käytössä vettä läpäiseviä betonipäällystetuotteita.

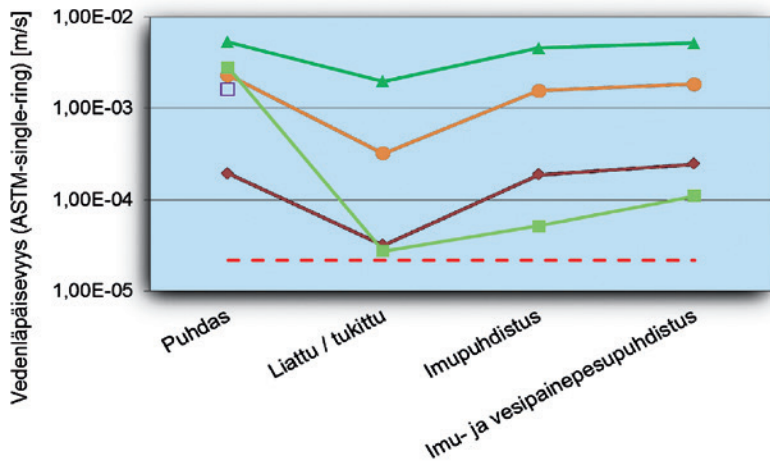


1



2

- Betonikivipinta. Aukot (saumat) 10 %; saumamateriaalina 1/5 mm vesipesty sepeli
- Betonikivipinta. Aukot (saumat) 10 %; sidottu saumamateriaali
- Betonikivipinta. Aukot (saumat) 5 %; saumamateriaali 1/5 mm vesipesty sepeli
- ▲— Läpäisevä betoni. LB-0
- Läpäisevä betoni. LB-1
- - - Rankkasade $2,17 \times 10^{-5}$ m/s

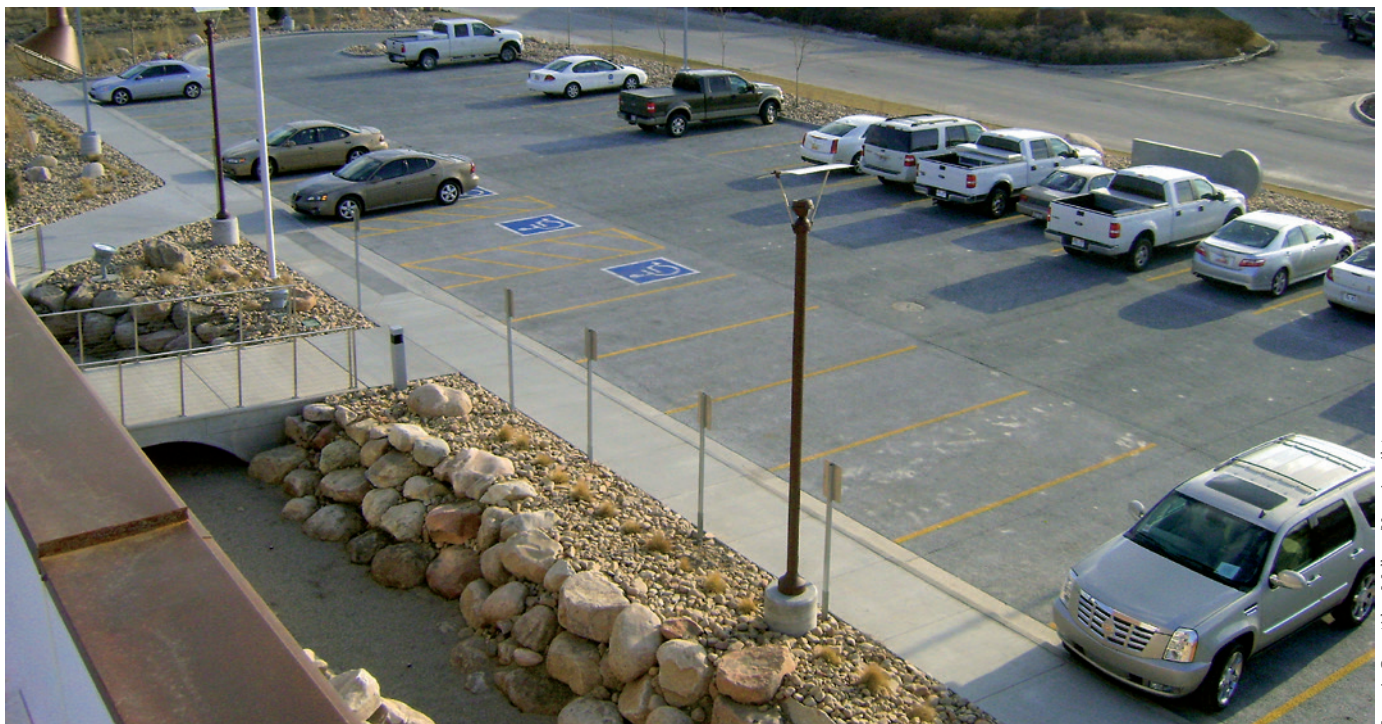


3



Anne Beeldens/BRRC

5



Lonnie Gray (Alan Wallace/Vesa Anttila)

6



4

3 Läpäisevien betonikivi- ja betonipintojen (LB) vedenläpäisevyys puhtaana, liattuna/tukittuna ja puhdistettuna. Kuvan rankkasade vastaa Helsingin alueella kerran 10 vuodessa tapahtuvaa 10 minuutin rankkasadetta, jonka voimakkuudessa ilmastonmuutos on otettu huomioon.

4 CLASS-projetissa tehty käsikirja vettä läpäisevien päällysteiden suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon.

5 Rakenteilla oleva vettä läpäisevä betonikivipinta.

6 Läpäisevää betonia käyttäen tehty parkkipaikka.



7 Betonikivipinnan vedenläpäisevyys määritellään Rig-testauksessa ja single-ring-menetelmällä (ASTM).



8 Vettä läpäisevän betonin (LB) rakenne. Vettä läpäisevien toisiinsa yhteydessä olevien huokosten koko on pääosin 1–8 mm. Sementtipastan suojuhuokokset (<0,8 mm) takaavat LB:n hyvän pakkasenkestävyyden.

kerrokset ovat yleensä suuren huokostilavuuden kiviaineskerroksia, mutta ne voivat olla osin myös sidottuja suuremman kantavuuden kerroksia.

Pintakerroksen materiaaleiksi soveltuvat betoni- ja luonnonkivipäällysteet, joissa saumojen tai aukkojen materiaali läpäisee hyvin vettä sekä läpäisevä betoni ja avoin asfaltti. Ratkaisuun voidaan sisällyttää myös muita tarvittavia materiaaleja, tuotteita ja rakenteita, kuten geotekstiiliä, georisteitä sekä hulevesien putkitus-, viivytys- ja keruujärjestelmiä.

Betoni- ja luonnonkivipinnat

Vettä läpäisevät betoni- ja luonnonkivipinnat sopivat erinomaisesti viihtyisään kaupunkiympäristöön. Niitä käyttäen ja lisäksi yhdistämällä niitä muihin pintoihin ja muihin hulevesiratkaisuihin on mahdollista luoda monipuolisia, viihtyisiä ja toimivia ratkaisuja. Näissä ratkaisuissa saumat tai aukkokohdat ovat vettä läpäisevää materiaalia eli yleensä pestyä kiviainesta, josta pienimmät raekoot (<1 mm) puuttuvat (katkaistu rakeisuus) ja myös hienoaineksen (<0,125 mm) määrä on mahdollisimman pieni. Saumat voivat olla myös erityistä sidottua ja vettä läpäisevää materiaalia.

VTT:llä tutkittiin tällaisten ratkaisujen toimintaa vedenläpäisevyyden osalta sekä puhtaana, liattuna että kahdella eri tavalla puhdistettuna. Tukkipana aineksena käytettiin fillerin (0/1 mm) ja kaoliinisaven seosta (50/50 p.-%) ja sen määränä oli 2 kg/m². Tarkoituksena oli imitoida läpäisevän päällysteen tukkeutumista ajan kuluessa. Käytetty tukkivan aineksen määrä oli suuri ja vastaa olosuhteista riippuen jopa kymmenien vuosien altistusta. Puhdistusmenetelminä olivat imupuhdistus

ja sitä seuraava vesipainepesu. Puhdistusaika oli molemmilla menetelmillä 2 minuuttia/0,5 m². Vaikka laboratoriomenetelmät eivät välttämättä vastaa käytännön puhdistuslaitteita ja -menetelmiä, niillä voitiin saada hyvin suuntaa antavia tuloksia.

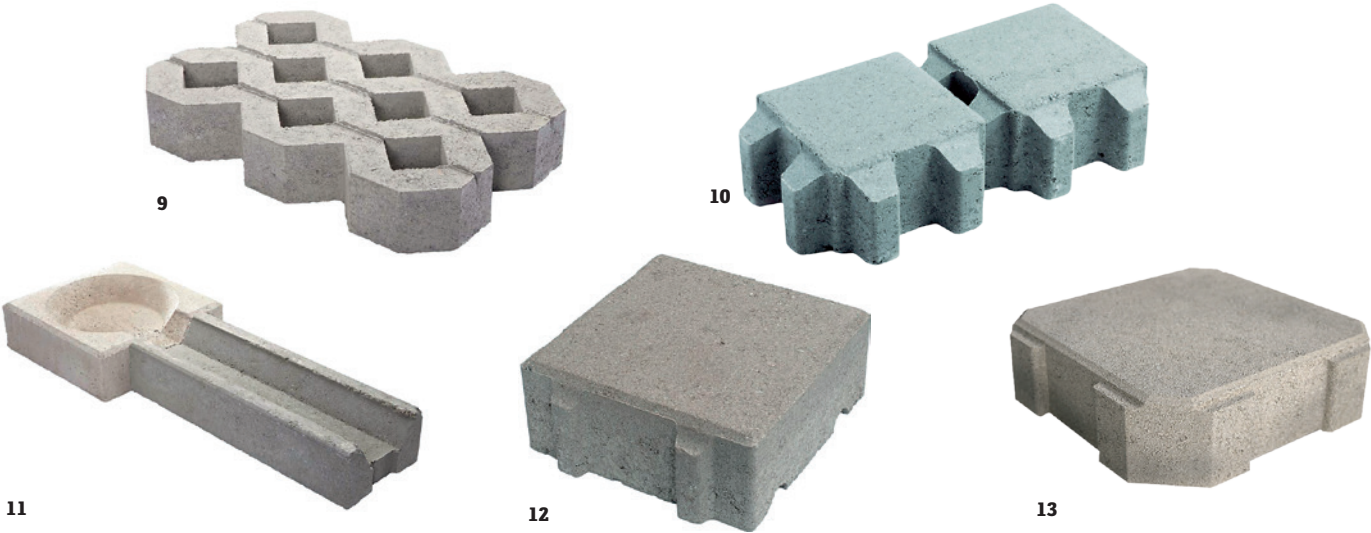
Laboratoriotutkimuksia varten valmistettiin Rig-laitteisto, johon voitiin rakentaa koko päällyste kaikkine rakennekerroksineen tai vain pintakerros, joka koostui esimerkiksi betonikivistä ja sen alapuolisesta vettä läpäisevästä tasauserroksesta. Rig'in pinta-ala on 0,5 × 1,0 m ja korkeus on säädettävissä välillä 0,33–1,0 m sen mukaan kuinka paksua päällystettä tai sen osaa halutaan tutkia. Laitteistoon sisältyy sadetusyksikkö sekä sadetusvesimäärän että rakenteen läpi kulkeutuneen vesimäärän automaattinen mitta-ajan funktiona. Päällysteen vedenläpäisevyyttä mitattiin myös standardoiduilla menetelmillä (ASTM:n "single-ring") rakenteen päältä. Tällainen mittaus soveltuu myös sekä käytännön olosuhteisiin että yksittäisten pintakerrosten laboratoriotutkimuksiin. Mittauksen tuloksena saadaan vedenläpäisevyys (m/s).

Betonikivien osalta muuttujina olivat saumamateriaali ja aukkomäärä, eli aukkojen %-osuus koko pinta-alasta (5 % tai 10 %) ja käytetyssä koejärjestelyssä samalla sauman leveys, joka oli 1/5 mm vesipesty sepeli tai sidottu kaupallinen saumamateriaali (Grepur 294 UV). Sauman leveyden kasvattaminen luonnollisesti kasvatti pinnan vedenläpäisevyyttä. Suurempi vaikutus läpäisevyyteen oli kuitenkin sauman likaantumisen, mikä laski läpäisevyyttä selvästi alkuperäisestä. Imupuhdistuksella läpäisevyyttä saatiin palautettua huomattavasti ja vesipainepesulla edelleen lisää.

Likaamisen jälkeenkin vedenläpäisevyys oli vielä tasolla, joka vastaa riittävää vedenläpäisevyyttä jopa erittäin harvoin toistuvassa rankkasateessa. Sidotun saumamateriaalin tapauksessa vedenläpäisevyys kasvoi puhdistustoimenpiteiden vaikutuksesta. Tämä johtui todennäköisesti puhdistuksen aiheuttamista muutoksista sauman pintaominaisuuksiin. Pinta hieman kului ja avautui, mikä edesauttoi veden imeytymistä. Sidotun sauman etuna on se, että se pysyy paikoillaan puhdistuksessa. Kiviainessauma yleensä poistuu sauman yläosasta puhdistuksen vaikutuksesta ja joudutaan korvaamaan uudella tai puhdistetulla materiaalilla. Tämä on toisaalta etu alkuperäisen läpäisevyyden palauttamisen kannalta. Jatkossa myös uusien materiaalien ja ratkaisujen vedenläpäisevyys voidaan määrittää tarvittaessa helposti laboratorio- ja kenttäkokein.

Likaantumisen vaikutus vedenläpäisevyyteen tulee ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa, jotta materiaalien ja päällysteiden vedenläpäisevyys saadaan pysymään koko käyttöiän riittävällä varmuudella hyvällä tasolla. Läpäisevän päällysteen ympäristö ja sen huolto vaikuttavat oleellisesti päällysteen toimintaan. Läpäisevien päällysteiden tukkeutumisesta käytännön olosuhteissa saadaan lisää tutkimustietoa pilot-projekteissa. Tällöin voidaan mm. selvittää, miten esimerkiksi valittavat talvikunnossapidon käytännöt kuten hiekoitus ja muut huoltomenettelyt vaikuttavat läpäisevien päällysteiden toimintaan.

Kokeellisten tutkimusten tulokset vastasivat hyvin ulkomaisia tutkimustuloksia. CLASS-projektissa tehdyssä käsikirjassa on esitetty yhteenvedon vedenläpäisevyyden arvoja tai vaihtelualueita erilaisille vettä läpäiseville päällysteille.



Rakennusbetoni- ja Elementti Oy



15



16

9-14 Suomalaisilta betonituotevalmistajilta löytyy jo hyvin vettäläpäiseviin päällysteisiin sopivia betonikiviä, -laattoja ja muita tuotteita. Betoniteollisuus ry:n ympäristöbetonijaos on mukana CLASS-hankkeessa kehittämässä rakenneratkaisuja. Pilottikohteissa testataan rakenteiden toimivuutta. Tuotekehittelyn tuloksena syntyy uusia betonituotteita ja -päällysteitä.

15 Viherässä on väribetonikivi, joka soveltuu hyvin esimerkiksi raitiovaununukiskojen välialueelle.

16 Läpäisevä betonikivipinta ennen saumojen täyttämistä vettä läpäisevällä materiaalilla. Rakentamisen aikana sekä sen jälkeen tulee varmistaa, että pinnalle ei pääse kulkeutumaan liikaavaa ja tukkivaa ainesta lähialueilta.

Arvoja on esitetty sekä ulkomaisiin ohjeistuksiin ja kirjallisuuteen että CLASS-projektissa tehtyjen tutkimusten koetuloksiin perustuen sekä tukkeutumattomille, tukkeutuneille että puhdistetuille päällysteille.

CLASS-projektin kokeelliset arvot vedenläpäisevyydelle on määritetty ASTM:n single-ring-menetelmällä. Näitä arvoja ei välttämättä voi menetelmäerojen vuoksi verrata suoraan muiden menetelmien antamiin arvoihin, eikä myöskään suoraan esimerkiksi läpäisevyyksiin luonnonmukaisissa sateissa.

CLASS-käsikirjassa on annettu myös yleinen suunnittelussa käytettäväksi suositeltu eli riittävästi varmalla puolella oleva vedenläpäisevyys sekä arvo, jonka alittuessa päällyste tulisi viimeistään puhdistaa sen toimivuuden varmistamiseksi. Kaikkiaan vedenläpäisevyydet kuten myös tukkeutumisen ja puhdistuksen vaikutukset ovat aina materiaaliikohtaisia. Materiaalin huokoisuus ja myös huokosten kokojakautuma ja huokosverkoston yhtenäisyys vaikuttavat sen toimintaan. Tässä asiassa on vielä jatkotutkimustarvetta.

Läpäisevä betoni (LB)

Läpäisevä betoni (LB) on Suomessa suhteellisen uusi materiaali. CLASS-projektissa tavoitteena oli saada siitä hyvä käsitys sekä perusominaisuuksien kuten lujuuden, huokoisuuden ja vedenläpäisevyyden, mutta erityisesti myös

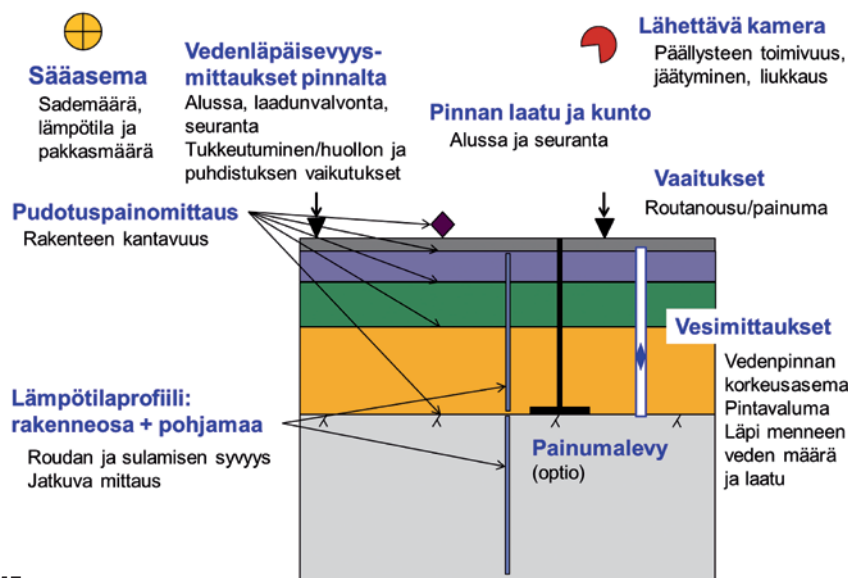
jäädytys-sulatuskestävyyden ja sen varmistamisen osalta.

Läpäisevän betonin koostumuksessa kiviaineksen rakeisuus on oleellinen riittävän vedenläpäisevyyden saavuttamiseksi. Sen tulee olla suhteellisen tasarakeinen, jotta betoniin jää kooltaan 1 – 8 mm:n tyhjätilojen muodostama verkosto, jonka kautta vesi pääsee helposti materiaalin läpi.

LB-massoja valmistettiin käyttäen kahta rakeisuudeltaan ja suurimmalta raekooltaan erilaista kiviainesta. Pienemmän suurimman raekoon LB (<8 mm) soveltuu vettä läpäisevän päällysteen pintamateriaaliksi ja suuremman raekoon LB (<12 mm) soveltuu paremmin esimerkiksi päällysteen kantavaan kerrokseen.

Suuresta yleensä noin 20 %:n huokoisuudesta ja hyvästä vedenläpäisevyydestä huolimatta tällaisen betonin puristuslujuudelle voidaan asettaa kantavana pintana vaatimukseksi 17 MPa. Pakkasekestävyyden aikaansaa sideaineen suuri tiiviys eli erittäin pieni vesi-sementtisuhte (0,25 – 0,34) ja lisäksi kiviainespartikkeleita sitovan hienon sementtilaastiosuuden suoja huokostus.

Hyvän ja myös käytännön olosuhteissa toimivan LB:n valmistus vaatii yleensä lisäaineiden käyttöä. Tyypillisesti näitä ovat tehonotkistin, mahdollisesti stabiliaattori, huokostin, hydraattiota (sitoutumista) viivyttävät lisäaineet sekä mahdollisesti sementtipastaa tiivistävät



17

17 Pilot-projekteissa seurataan erilaisten vettä läpäisevien päällysteiden hydrologista ja rakenteellista toimintaa. Myös päällysteiden toimivuutta, kuntoa ja säilyvyyttä seurataan pitkäaikaisesti. Soveltuvien osin vettä läpäisevien päällysteiden toimivuutta verrataan samoissa olosuhteissa olevien tavanomaisten päällysteiden toimintaan (esim. routakäyttäytyminen, pinnan liukkaus). Kuva Harri Kivikoski / VTT

polymeerilisäaineet. Myös oikein valitusta sementistä ja mahdollisista seosaineista on apua erityisesti säilyvyyden varmistamisessa. LB:n valmistuksessa vesimäärän hallinta on tavallistakin oleellisemmassa asemassa. Massa ei saa olla liian kuivaa eikä märkää. Toimivan ja säilyvyydeltään hyvän LB:n valmistus vaatii hyvää betoniosaamista. Käytännön kokemuksia tästä betonityypistä on luvassa pilot-projekteissa.

Likaamis-puhdistuskokeissa suuren vedenläpäisevyyden LB:n vedenläpäisevyys pystyttiin palauttamaan lähes täysin. Erittäin hienojakoinen materiaali voi mennä veden mukana LB:n läpi. Massakoostumus ja myös massan tiivistys valussa vaikuttavat kuitenkin muodostuvan huokosverkoston ominaisuuksiin eli sekä vedenläpäisevyyteen että puhdistettavuuteen.

Kokeellisissa tutkimuksissa oli tavoitteena tutkia erityisesti LB:n jäädytys-sulatuskestävyyttä sekä ilman suolan vaikutusta että sen kanssa. Tähän liittyi uusina asioina sekä jäädytys-sulatusmenetelmien että suojahuokosituksen ja muun mikrorakenteen arviointi- ja analyysimenetelmien valinta. Tavanomaisesti käytettävät menetelmät, kuten esimerkiksi nk. laattakoe, eivät sovellu sellaisenaan, koska LB läpäisee sen päälle laitetun veden ja suolaliuoksen.

CLASS-tutkimuksissa käytettiin kolmea eri rasisuolosuhdetta edustavaa jäädytys-sulatusmenetelmää. Ne erosivat toisistaan kosteusolosuhteidensa osalt, lisäksi yhdessä oli mukana suolan vaikutus (3 % NaCl-liuos). Ankarin rasiutus oli jäädytys-sulatus siten, että koekappale oli koko ajan yhteydessä sen alapuoliseen suolaliuokseen. Myös jäädytys-sulatus, jossa koekappaleet olivat koko ajan vesiupotuksessa, oli lähes yhtä ankara silloin, kun betonin suo-

jahuokostus ja näin ollen myös kestävyys oli vaillinaisen. Parhaiten LB kesti kokeessa, jossa 50 d vesi-imeytyksen jälkeen jäädytys-sulatus tapahtui muovin käärittynä. Tässä kokeessa jopa huokostamattoman LB:n kestävyys oli hyvä.

Saatujen tulosten mukaan LB:n huokostuksen onnistuminen on oleellista. Ei riitä, että massaan muodostuu huokosia sekoitusvaiheessa. Huokosten tulee pysyä stabiileina myös valussa ja tiivistyksessä sekä massan kovettumisvaiheessa. Huokostuksen onnistuminen voidaan selvittää tavanomaisin mikrorakennetutkimuksin. Tulosten mukaan LB-päällyste voidaan valmistaa kestäväksi ankarakin talviolosuhteita. Käytännössä LB-päällysteen kestävyyttä voidaan edelleen edesauttaa varmistamalla alapuolisen rakenteen hyvä vedenläpäisevyys sekä minimoimalla altistuminen tiesuolalle. Usein läpäiseviä päällysteitä käytetäänkin alueilla, joita ei suolata kuten asukaspihoilla ja vähän liikennöidyillä alueilla.

Toimivuus ja haasteet talviolosuhteissa

Onnistuneen päällysteratkaisun vedenläpäisevyys pysyy suunnitellulla tasolla ja päällyste kestää vaurioitumatta sille suunnitellun käyttöajan. Koko elinkaaren aikaisen toiminnan varmistamisessa oleellisia tekijöitä ovat ympäristö- ja rasisuolosuhteiden mukainen suunnittelu, olosuhteisiin soveltuvat materiaali-valinnat ja asianmukaiset rakentamistekniikat. Myös oikeat huoltotoimenpiteet, kuten erityisesti ajoittainen vedenläpäisevyyttä palauttava puhdistus, ovat tärkeitä. Lisätietoa ja kokemusta tarvitaan vielä erityisesti käytännön olosuhteista. Tätä on jatkossa saatavissa kaupunkien pilot-projekteista, jotka käynnistyivät osin projektin kuluessa, ja joiden suunnitteluun ja

seurantaan myös VTT osallistuu.

Suomessa talviolosuhteet asettavat läpäiseville päällysteille erityisvaatimuksensa. Pintamateriaalien jäädytys-sulatuskestävyyden ja talvikauden toiminnan lisäksi myös koko rakenteen toiminta talviolosuhteissa on oleellista. Tutkimuksissa panostettiinkin päällysteiden toiminnan arviointiin olosuhteissa, jossa infrastruktuuri on alttiina jäätymiselle ja sulamiselle, kelirikolle, routimiselle sekä liukkaudentorjunta-aineille ja hiekoitushiekalle. Talviolosuhteet huomioon ottavan materiaalikehityksen lisäksi tehtiin myös selvitys ja tutkimusraportti, johon koottiin nykytietämystä läpäisevien päällysteiden hydrologisesta ja muusta toiminnasta kylmissä ilmasto-olosuhteissa ja mm. routamitoituksen ja talvikauden kunnossapidon suositukset Suomen olosuhteisiin.

Käsikirja suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon

Yhteistyössä projektipartnereiden kanssa CLASS-projektissa tehtiin käsikirja, johon tiivistettiin eri työpaketeissa hankittu tietämys ja tulokset. Käsikirjan pääsisältöä ovat vettä läpäisevien päällysteiden suunnitteluperiaatteet, käyttökohteet, mitoituksen periaatteet, ohjeistus pinta- ja rakennekerrosten materiaalien sekä täydentävien tuotteiden valintaan ja laadunvalvontaan, mitoituksen ohjeistus sekä hydrologisen että rakenteellisen ja myös mm. routa- ja vesilaatumitoituksen osalta.

Pilot-projektit

Hulevesien hallintaan ja kaupunkitulvien ehkäisyyn on kaivattu jo pitkään uusia konkreettisia keinoja. CLASS-projektissa mukana olleiden kaupunkien (Espoo, Helsinki, Oulu ja

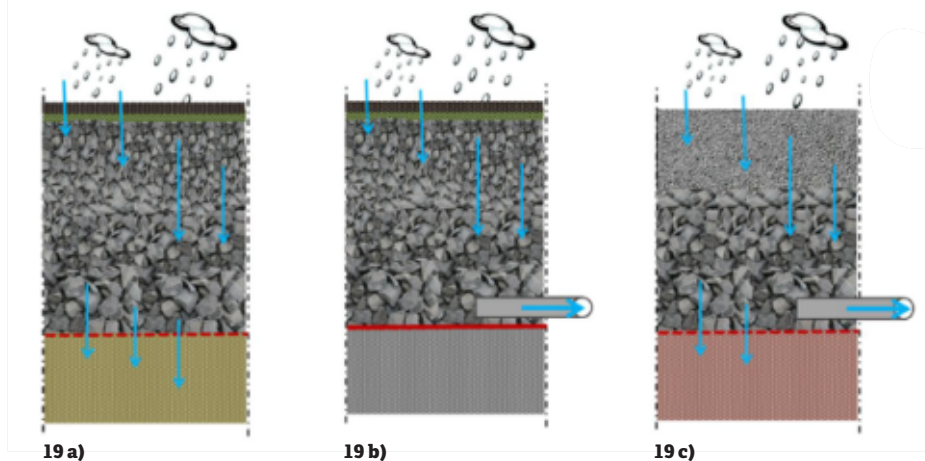


18 Vettä läpäisevä betonikivipinta. Parkkipaikka.

18

Vantaa) pilot-projektien suunnittelu käynnistyi-kin pääosin jo projektin aikana ja ensimmäisten pilottien rakentaminen alkaa keväällä 2015. VTT tuo pilotteihin CLASS-hankkeessa ja ruotsalaisessa sisarhankkeessa "Grå-gröna systemlösningar för hållbara städer" (GrGr) kehitetyn ja kootun erityisasiantuntemuksen. Kohteiden suunnittelusta ja mitoituksista vastaa kunkin hankkeen pääkonsultti.

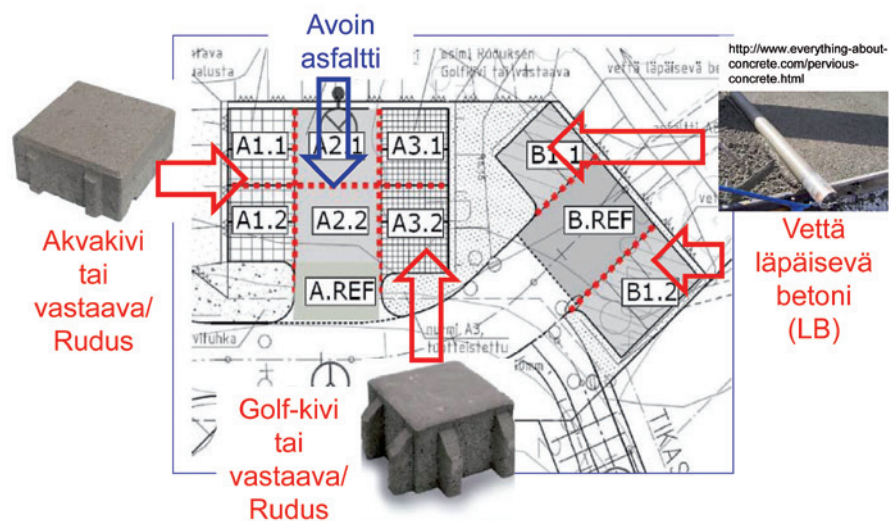
Piloteissa seurataan ja mitataan routa- ja sulamiskäyttäytymistä, erilaisten päällysteiden vedenläpäisevyyttä ja kuntoa, pinnan olosuhteita kuten liukkautta sekä virtaavia vesimääriä ja vedenpinnan korkeusasemaa. Mittauksia tehdään kahden ensimmäisen vuoden aikana tiheämmin ja sen jälkeen harvemmin. Yleisenä tavoitteena on saada varmuus läpäisevien päällysteiden soveltuvuudesta Suomen olosuhteisiin. Piloteissa hankittuun tietämykseen perustuen voidaan jatkossa tarkistaa ja tarkentaa läpäisevien päällysteiden suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon ohjeistusta Suomessa.



19 a) Avoin järjestelmä, jossa kaikki päällysteen läpäissyt vesi imeytetään maahan.

19 b) Suljettu järjestelmä, jossa kaikki päällysteen läpäissyt vesi viivytetään ja johdetaan muualle.

19 c) Yhdistetty järjestelmä, jossa osa vedestä imeytetään maahan ja osa viivytetään ja johdetaan muualle.



20 Yksi pilot-alue, jossa tutkitaan erilaisia vettä läpäiseviä materiaaleja on Lillhem, Tikaslaakso, Espoossa. Alueella on parkkipaikkoja, jotka ovat toisistaan täysin eristettyjä alueita. Suunnittelija on valinnut eri materiaaleja päällysteiksi tehtäviä seurantamittauksia varten.

Viitteet

- CLASS-projektin kotisivut, tutkimusraportit, artikkelit ja esitelmät: <http://www2.vtt.fi/sites/class/?lang=en> Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.
- Vettä läpäisevät päällysteet – Käsikirja suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon. VTT TECHNOLOGY 201. 59 s. + liitteet.
- Kuosa, H., Loimula, K. & Niemeläinen, E. 2015. Deliverable D2: Vettä läpäisevät pinnoitteet ja rakenteet – Materiaalikehitys ja simulointitestausta. VTT Tutkimusraportti VTT-R-05001-14. 121 s.



21

Permeable concrete surfacing materials for prevention of urban flooding

As a result of the climate change, rainfall will in Finland become both more frequent and more abundant. Permeable surfacing materials are referred to in European and national-level directives and strategies as one means to mitigate the adverse effects of the increased application of impermeable surfaces. Permeable surfacing materials are well suited in areas free from high stresses caused by heavy traffic, such as parking areas, pedestrian and bicycle roads, pavements, courtyards, playgrounds and squares.

A two-year project on permeable surfacing materials known as the CLASS project (Climate Adaptive Surfaces) was concluded in January 2015. The project was carried out by VTT Technical Research Centre of Finland together with collaboration partners to develop permeable surfacing materials and solutions adapted to the Finnish climate conditions and construction practices.

The results of the experimental studies were consistent with international research results. The manual produced in the CLASS project pre-

sents in conclusion permeability values or ranges for various permeable surfacing materials. These values have been determined for unclogged, clogged and cleaned surfacing materials on the basis of both international specifications and literature, and the test results achieved in the CLASS project.

Pervious concrete (PC) is a relatively new material in Finland. One of the objectives of the CLASS project was to obtain good understanding of this material in terms of not only its basic properties, such as durability, porosity and permeability, but also its freeze-thaw resistance and how to ensure it.

The post-project phase of CLASS has also already started. Demonstration pilots of the use of permeable surfacing materials are planned to be implemented in Espoo, Helsinki and Oulu, with construction work scheduled to start in the spring of 2015.

21 Louhi-kivet ovat uutta betonikivimallistoa, jotka soveltuvat hyvin vettäläpäisevien alueiden päällystämiseen.

22 Läpäisevää betonia (LB) voidaan muotoilla ja värjätä. Saatujen tulosten mukaan LB:n huokostuksen onnistuminen on oleellista. Ei riitä, että massaan muodostuu huokosia sekoitusvaiheessa. Huokosten tulee pysyä stabiileina myös valussa ja tiivistyksessä sekä massan kovettumisvaiheessa. Tulosten mukaan LB-päällyste voidaan valmistaa kestävästi ankaruuden talviolosuhteita. Käytännössä LB-päällysteen kestävyttä voidaan edelleen edesauttaa varmistamalla alapuolisen rakenteen hyvä vedenläpäisevyys sekä minimoimalla altistuminen tiesuolalle.

23 Tapiolan keskustassa on käytetty laajalti 700 x 700 x 80 mm betonilaattaa 20 mm:n saumalla asennettuna. Sauma toimii osana veden imeyttämistä.

Lonnie Gray (Alan Wallace/Vesa Anttila)



22

Rudus Oy



23