Ilmastonmuutos ja kaupunkien tiivistyminen
Tuovat paineita myös hulevesien hallinnalle

Sirkka Saarinen, toimittaja

Ilmastonmuutos ja kaupunkien tiivistyminen vaikuttavat voimakkaasti veden kiertoon. Tulvariski kasvaa, kun rankkasateita on entistä useammin ja kaupungeissa läpäisemätöntä pintaa on entistä enemmän. Ne aiheuttavat paineita hulevesien hallinnalle.

Betoniteollisuus ry:n lokakuussa järjestämät *Hulevesiratkaisut muuttuvassa ilmastossa* -seminaarit Espoossa ja Tampereella osoittivat, että otsikon aihe näkyy myös suunnittelijoiden työssä. Vaikka tutkimuksia ja pilottikohteita on jo jalkautettu myös käytäntöön, tarve ja tiedonjano tulevaisuuden hulevesiratkaisuista on suuri.

Nykytilanteesta antoi karun kuvan jo se, että seminaarien otsikkokysymykseen *Tuleeko vedenpaisumus* esitelmöitsijöiden ei ollut vaikea löytää kuvia. Niitä ei edes tarvitse lähteä etsimään kaukaa. Tuoreimmissa kuvissa oli Helsingin keskusta-aluetta parin kuukauden takaa. Elokuun perjantaina satoi 62 millimetriä. Vesi lainehti kaduilla. Esimerkiksi rautatieaseman metroasema jouduttiin sulkemaan, kun vesi tulvi metrotunneliin.

Poikkeustilanne ei edes ollut poikkeuksellinen, vaan vastaavia vedenpaisumuksia on Suomessakin ollut useita. Suurten taloudellisten vahinkojen lisäksi voi kyse olla myös hengestä: esimerkiksi Espanjan kaakkoisosan tulvissa elokuussa menehtyi neljä ihmistä.

Olosuhteet muuttuvat joka tapauksessa

Ilmatieteen laitoksen ryhmäpäällikkö, tutkija *Antti Mäkelän* viesti kuulijoille oli selkeä: ilmasto on jo muuttunut ihmiskunnan kasvihuonekaasupäästöjen seurauksena. Ilmastomalleihin perustuvien arvioiden mukaan lämpeneminen myös jatkuu ja sen suuruus ja vaikutukset riippuvat päästöjen määrän kehityksestä, siis niiden rajoittamisen tehokkuudesta.

Koska ilmakehään jo tähän mennessä päässeet kasvihuonekaasupäästöt vaikuttavat siellä vielä vuosikymmeniä, muuttuviin olosuhteisiin varautuminen esimerkiksi kaupungeissa on joka tapauksessa välttämätöntä. Tuoreimpien arvioiden mukaan pääkaupunkiseudun ilmasto lämpenee kaikkina vuodenaikoina, talvella enemmän kuin kesällä. Mikäli päästöjen hillinnässä onnistutaan tyydyttävästi, vuoteen 2100 mennessä tammikuun keskilämpötila on arvioiden mukaan reilut 5 °C korkeampi kuin nykyään, ja vastaavasti heinäkuussa ero on noin 3 °C.

Mäkelän grafiikoista näkyi selkeästi, että vuorokauden korkeimmat lämpötilat kesäisin kohoavat samaa tahtia keskilämpötilan kohoamisen kanssa. Talvella sataa selvästi nykyistä enemmän ja aurinkoa nähdään harvemmin. Vaikka vuosikeskilämpötilan nousu on jatkuva, vuosivaihtelu on jatkossakin suuri. Myös tulevaisuudessa yksittäiset vuodet vaihtelevat: kylmiä ja lumisia talvia on jatkossakin, mutta niiden esiintymisen todennäköisyys muuttuu.

Rankkasateita selvästi useammin

”Lämpötila ja kosteus kulkevat käsi kädessä. Kun lämpötila kohoaa, odotettavissa on että veden kierto tehostuu. Haihdunta voimistuu ja sademäärät kasvaa. Sateen jakautuminen kuitenkin vaihtelee: jotkut alueet kuivuvat, jotkut puolestaan kostuvat entisestään. Suomessa on odotettavissa sademäärien kasvu päästöistä riippuen muutamasta prosentista jopa muutamaan kymmeneen prosenttiin”, Mäkelä kertoi.

Keskimääräiset ja suurimmat sademäärät sekä myös sadepäivien määrä kasvaa. Esimerkiksi Helsingissä nykyilmaston kerran 20 vuodessa esiintyvä rankkasade esiintyisi vuosisadan loppupuolella kerran 10 vuodessa. Kerran sadassa vuodessa esiintyvän rankkasateen todennäköisyys kasvaisi kolme kertaa sadassa vuodessa esiintyväksi.

Keskimääräisten tuulten voimakkuuksien arvioidaan pysyvän likimain ennallaan. Kun roudan määrä vähenee, myrskyt kuitenkin kaatavat puita aikaisempaa herkemmin.

Merenpinnan keskimääräinen korkeus Helsingin edustalla noussee muutamia kymmeniä senttimetrejä. Merellä jäät keskimäärin ohenevat ja jään pinta-ala pienentyy. Kuitenkin yksittäisiä runsasjäisiäkin talvia esiintyy vielä lähivuosikymmeninä.

Päästöt eivät tunne valtakuntien rajoja

Vaikka ilmastonmuutoksen vaikutuksista osan voidaan ajatella olevan Suomessa suotuisia, kuten lämmitystarpeen pieneneminen ja pidempi kasvukausi, Mäkelä korosti, että maailmanlaajuisesti suurin osa vaikutuksista on ihmiskunnan ja maapallon eliöstön kannalta erittäin epäsuotuisia.

Ilmastonmuutos aiheuttaa entistä voimakkaampia sään ääri-ilmiötä, jotka aiheuttavat kuivuutta, nälänhätää, pakolaisuutta. Koska päästöt eivät myöskään tunne valtakuntien rajoja, päästöjen hillinnästä on sovittava kansainvälisesti.

1

1 Tulvariski kasvaa, kun rankkasateita on entistä useammin ja kaupungeissa läpäisemätöntä pintaa on entistä enemmän.

2 Läpäisevät päällysteet ovat keino hallita hulevesiä.

Climate change and higher urban density cause challenges also for stormwater management

Climate change and higher urban density have a strong impact on water circulation. A higher frequency of heavy rainfall and increased amount of impenetrable surfaces in urban areas increase flooding risk. They also put pressure on stormwater management.

In Finland, an increase in precipitation from a few percent to up to tens of percent can be expected, depending on emissions. In Helsinki, for example, the current twenty-year interval between heavy downpours would in the climatic conditions prevailing at the end of the century be reduced to 10 years. The probability of once-a-century torrential rain would increase to three times every hundred years.

Instead of being wary of stormwater, we should see it as a resource by integrating stormwater management into urban building. An underground sewer network leading water away from buildings is still needed as part of the stormwater system. In addition, the implementation of stormwater management in a compact urban environment requires a controlled combination of infiltration, attenuation and drainage.

As a traditional material for infrastructure products, concrete is used abundantly in drainage structures, often as underground pipes, tanks and ponds. Concrete is equally suited for above ground stormwater solutions. In addition to an extremely extensive range of concrete products for environmental construction, such as pavers and slabs, gutters and kerbs, the concrete industry has also developed water permeable paving materials and joint structures. Various innovative stormwater products are also produced.

The CLASS project (Climate Adaptive Surfaces) ended in 2015. As a continuation of the research project, various paving materials are being tested in associated pilot projects in Espoo and Helsinki, where their water penetration, surface conditions and the frost and thaw performance of the structures, as well as surface maintenance activities are monitored. The water permeability of the structures has deteriorated during the three years, but is still higher than that of impermeable pavings.

Green roofs also provide an effective solution for the infiltration and attenuation of stormwater at the point of generation. A high number of green roofs have already been built also in Finland. Recycled concrete, for example, has been utilised in the structural layers of green roofs.

2

3

Hulevedestä ongelman sijasta resurssi

"Ei pelätä hulevettä, vaan nähdään se resurssina. Integroidaan hulevesien hallinta kaupunkirakentamiseen. Huomataan arvot, joita hulevesien hallinnalla voidaan tuottaa", kannusti ryhmäpäällikkö Anni Orkoneva Ramboll Oy:stä Betoniteollisuus ry:n järjestämässä Hulevesiseminaarissa.

"Viemäriverkosto, joka johtaa vedet pois rakennusten luota, tarvitaan edelleen osana hulevesijärjestelmää", Orkoneva totesi, mutta kehotti laajempaan kokonaisnäkemykseen. Myös kaupunkialueilla pitäisi edistää luonnollista veden kiertokulkua.

Vesitasapainon muuttuminen näkyy hyvin Orkonevan esittelemässä kaaviossa. Luonnonolosuhteissa sadevedestä vain pieni, enintään 5 prosentin osuus, päätyy pintavalunnaksi. Sen sijaan kaupunkiolosuhteissa, jossa on paljon läpäisemätöntä kovaa pintaa, suurin osa sadevedestä päätyy valuntaan.

Hulevesien kokonaisvaltaisessa hallinnassa tavoite on lähestyä luonnontilaa: voimistaa imeytymistä ja haihduntaa myös kaupunkialueilla. Tiiviissä kaupunkirakentamisessa ja monessa muussakin paikassa hulevesien hallintakokonaisuus vaatii imeytyksen, viivytyksen ja poisjohtamisen muodostamaa hallittua kokonaisuutta.

Sään ääri-ilmiöiden tunnistaminen osa suunnittelua

Sään ääri-ilmiöt, kuten tulvatilanteet, ovat tämän päivän laskelmissa aina mukana: Suunnittelussa se tarkoittaa sitä, että osapuolien kesken sovitaan periaatteista: miten hoidetaan perussade, miten erilaiset tulvatilanteet, mitkä ovat pintojen valumakertoimet ja läpäisevyys, ja miten voidaan hyödyntää luonnonmukaisia ratkaisuja.

Lakeihin kirjattujen vaatimusten lisäksi monilla tilaajilla, kuten kaupungeilla on omat hulevesiä koskevat perusperiaatteet ja strategiat. Esimerkiksi Helsingissä asemakaava saattaa edellyttää viherkertoimen käyttöä. Siinä hulevesillä on varsin suuri rooli: on osoitettava, että rakennettavan tontin pinta pystyy viivyttämään ja imeyttämään mahdollisimman paljon hulevesiä kasvillisuuden käyttöön.

Betonia maan alla ja päällä ja katollakin

Betonia käytetään perinteisenä kunnallisteknisten tuotteiden materiaalina paljon veden johtamiseen, usein juuri maan alla putkina, kaivoina ja altaina. Yhtälailla betoni toimii hulevesiratkaisuissa myös maan päällä.

Erittäin laajan ympäristörakentamiseen käytettyjen betonikiveysten ja -laatoitusten, -kourujen ja -reunakivien valikoiman lisäksi betoniteollisuus on kehittänyt läpäiseviä päällysteitä ja saumarakenteita. Tuotannossa on myös innovatiivisia hulevesituotteita, esimerkiksi Rudus Oy:n Hörppö -kaluste kerää ympäröiviltä alueilta hulevedet ja toimii samalla kadunkalusteena ja istutusalustana kasveille.

Tehokas imeytys- ja viivytysratkaisu hulevesien syntypaikalla ovat viherkatot. Niitä on jo ilahduttavan paljon myös käytössä: seminaarissa esiteltiin muun muassa Helsingin yliopiston *Viides ulottuvuus – viherkatot* osaksi kaupunkia -tutkimusta. Viherkattojen rakennekerroksissa on hyödynnetty muun muassa kierrätysbetonia.

Kunnalla vastuu

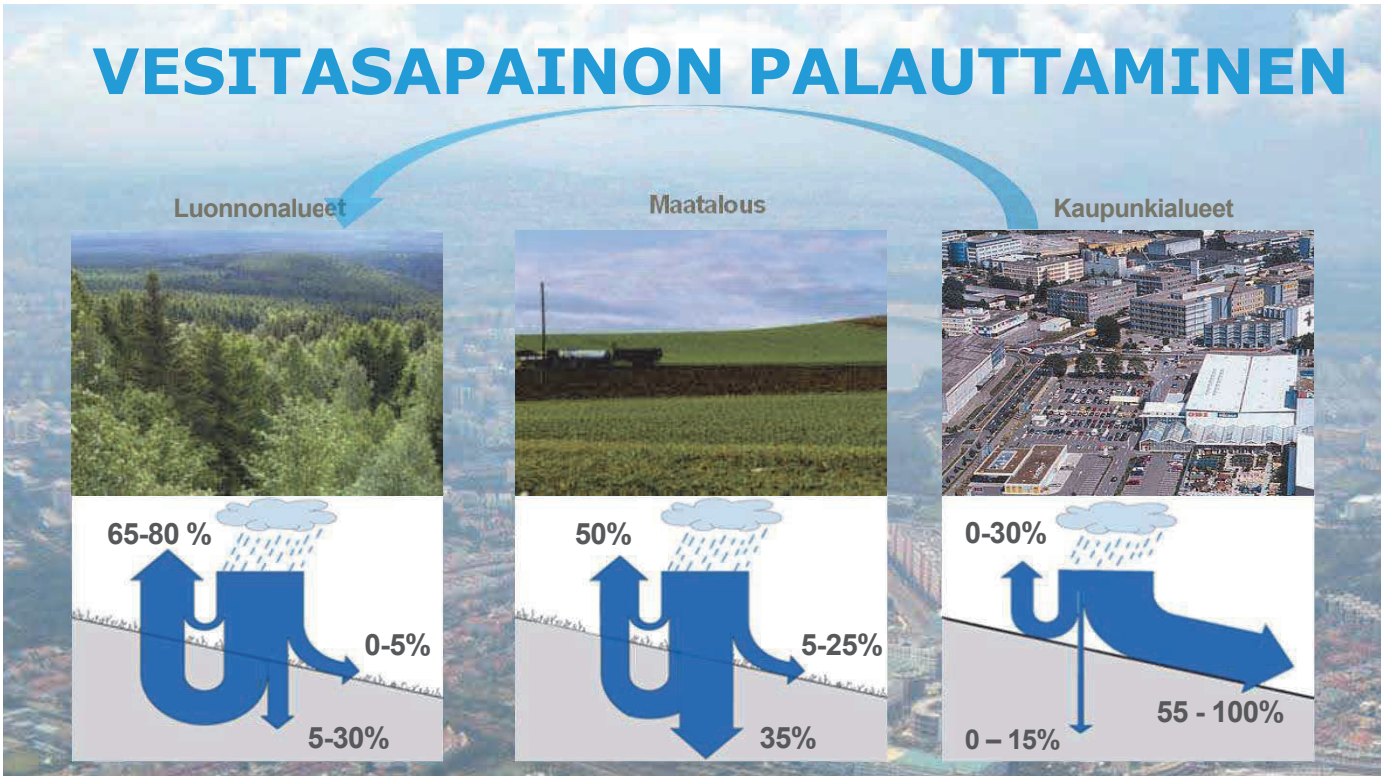
Vuonna 2014 huleveteen liittyvät säädökset siirtyivät Vesihuoltolaista Maankäyttö- ja rakennuslakiin. Kokonaisvastuu asemakaava-alueella siirtyi kunnalle. Hulevedet eivät ole enää osa vesihuoltoa, vaan maankäytön suunnittelua ja kuntatekniikkaa. Kunta voi halutessaan ottaa vastuuta myös muiltakin alueilta.

Kunnalla on kaksi perusvaihtoehtoa hulevesijärjestelyille. Joko kunta vastaa kaikesta hulevesien hallinnasta, hulevesiverkostosta. Tällöin noudatetaan MRL:ää. Tai kunta vastaa hulevesien hallinnasta lukuun ottamatta viemäröintiä, josta vastaa vesihuoltolaitos. Tällöin noudatetaan MRL:ää ja Vesihuoltolakia.

Molempia tapoja on käytössä tai ollaan ottamassa käyttöön. Yhden toimijan mallin ovat valinneet mm. Vaasa, Hämeenlinna ja Tampere. Kahden toimijan malli on jo käytössä esimerkiksi Rovaniemellä, Joensuussa ja pääkaupunkiseudulla HSY-alueella.

4

5



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

4 Viherkattojen avulla voidaan pienentää valuntahuippuja: valunta viivästyy ja kokonaisvalunta on vähäisempi osan vedestä imeytyessä viherkattoon ja haihtuessa siitä takaisin ilmaan.

5 Luonnonolosuhteissa sadevedestä vain pieni, enintään 5 prosentin osuus, päätyy pintavalunnaksi. Kaupunkiolosuhteissa, jossa on paljon läpäisemätöntä kovaa pintaa, suurin osa sadevedestä päätyy valuntaan.

6

Class-projektin pilottihankkeita seurattu nyt kolme vuotta

Läpäisevät päällysteet ovat yksi keino hallita hulevesiä. Kaksivuotinen, VTT:n koordinoima Tekes-hanke vettä läpäisevien päällysteiden CLASS-projekti (Climate Adaptive Surfaces) päättyi tammikuussa 2015.Hankkeen pilottikohteissa Espoossa ja Helsingissä on nyt seurattu kolme vuotta. Niissä testataan erilaisia päällysteitä ja seurataan niiden vedenläpäisevyyksiä, pintojen olosuhteita sekä rakenteiden routa- ja sulamiskäyttäytymistä ja pintojen huoltamista.

Class-projektia rahoittivat 15 yhteistyökumppania, Tekes ja VTT. Projektissa VTT kehitti yhdessä yrityskumppaneiden kanssa Suomen ilmasto-olosuhteisiin ja rakentamiskäytäntöihin soveltuvia vettä läpäiseviä päällystemateriaaleja ja -ratkaisuja.

CLASS-projektia on esitelty Betoni -lehden numeroissa 2/2014 ja 1/2015. Lisätietoa löytyy muun muassa projektin kotisivuilta *www.vtt.fi/sites/class/en*. Betoniteollisuus ry:n lokakuussa järjestämissä Hulevesiseminaareissa pilottikohteiden kokemuksista kertoi VTT:n tutkija *Ville Rinta-Hiiro*.

Vettä läpäisevät päällysteratkaisut

Nimensä mukaisesti läpäisevä päällyste koostuu vettä läpäisevästä pintakerroksesta ja rakennekerroksista, joissa vettä voidaan pidättää ennen sen maaperään imeytymistä tai toisaalle johtamista. Rakennekerrokset ovat yleensä suuren huokostilavuuden kiviaineskerroksia, mutta ne voivat olla osin myös sidottuja suuremman kantavuuden kerroksia.

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

Pilotit pysäköintialueella ja kevyen liikenteen väylällä

Class-pilotteja, joissa seurataan vedenläpäisevyyksiä ja talvikäyttäytymistä, on meneillään kaksi. Espoon Tikaslaakson pysäköintialue valmistui vuoden 2016 lopulla. Siellä on käytetty läpäisevää asfalttia, betonikiviä läpäisevällä sidotulla saumalla sekä betonikiviä läpäisevällä sitomattomalla saumalla.

”Kolmen vuoden käytön jälkeen kaikki päällysteet ovat hyvässä kunnossa. Niissä on vain pieniä yksittäisiä kulumia”, Rinta-Hiiro kertoi.

Helsingin Kuninkaantammen pilotin noin 200 metriä pitkä kevyenliikenteen väylä on puolestaan päällystetty läpäisevällä asfaltilla ja bussipysäkin levennys läpäisevällä betonikiveyksellä. Myös ne ovat pysyneet pääosin hyvässä kunnossa. Tosin likaantuminen on ympärillä olevien Kuninkaantammen rakennustyömaiden takia ollut voimakasta.

Mittauksia kolmelta vuodelta

Vedenläpäisevyysmittaukset pilottikohteissa on tehty keväisin, tuloksia on nyt saatu kolmelta vuodelta. Jokaisesta päällysteestä on kolme mittauskohtaa.

”Vedenläpäisevyys on heikentynyt aika paljon alkuarvosta. Vedenläpäisevyyttä on kuitenkin edelleen parempi kuin läpäisemät-

Vedenläpäisevyysmittaukset

Tulokset

Kuninkaantammi

Vedenläpäisevyys [10^{-3} m/s]			
	4/2017	5/2018	6/2019
Läpäisevä betonikiveys	4,09 - 5,12	0,72 - 2,29	0,045 - 0,14
Avoin asfaltti 1-kerros	0,12 - 0,71	≈ 0 - 0,35	≈ 0 - 0,0075
Avoin asfaltti 2-kerros	0,14 - 0,98	≈ 0 - 0,063	≈ 0

Tikaslaakso

Vedenläpäisevyys [10^{-3} m/s]			
	10/2016	5/2018	6/2019
Avoin asfaltti	0,75 - 1,50	0,069 - 1,20	0,015 - 0,56
Läpäisevä betoni	≈ 0 - 6,65	≈ 0 - 4,39	≈ 0 - 3,25
Betonikiveys & läpäisevä, sidottu sauma	0,28 - 0,55	0,12 - 0,75	0,014 - 0,34
Betonikiveys & läpäisevä sauma	7,57 - 9,14	7,52 - 8,78	5,85 - 7,32

Päällyste	Vedenläpäisevyys, 10^{-3} m/s
Sidottu sauma VTT CLASS laboratorio (min.)	0,2
Sidottu sauma VTT CLASS laboratorio (max.)	0,6
Betonikiveys kivisaumoilla, kirjallisuus (min.)	1,1
Betonikiveys kivisaumoilla, kirjallisuus (max.)	14
Betonikiveys VTT CLASS, laboratorio (min.)	1,6
Betonikiveys VTT CLASS, laboratorio (max.)	3,1
Avoin asfaltti, kirjallisuus (min.)	0,1
Avoin asfaltti, kirjallisuus (max.)	3,5
Avoin asfaltti VTT (min.)	0,2
Avoin asfaltti VTT (max.)	0,6
Läpäisevä betoni, kirjallisuus (min.)	0,5
Läpäisevä betoni, kirjallisuus (max.)	12
Läpäisevä betoni VTT CLASS laboratorio (min.)	2,8
Läpäisevä betoni VTT CLASS laboratorio (max.)	5,4
Puhdistus viimeistään	0,07

tömillä päällysteillä.", Rinta-Hiiro esitteli mittaustuloksia ja huomautti, että standardimittauksen vesimäärä on monikymmenkertainen verrattuna rankkasateeseen. Myös saman mittauskohdan käyttäminen voi heikentää vedenläpäisevyyttä tulevissa mittauksissa.

Iso syy vedenläpäisevyyden heikentymiseen on hänen mukaansa juuri likaantuminen. Myös hiekoituksella on vaikutusta: vedenläpäisevyyden kannalta sepeli tai hiekka, josta hienoin kiviaines olisi seulottu pois, olisivat parempia vaihtoehtoja kuin normaali hiekoitushiekka.

Molemmissa pilottikohteissa on kokeiltu päällysteen puhdistamista harja-autolla ja Kuninkaantammessa lisäksi painepesulla. Ne eivät ole Rinta-Hiiron mukaan juurikaan parantaneet vedenläpäisevyyttä. Tarkoituksena onkin testata muita puhdistustapoja, esimerkiksi imua, jolla tukkiva materiaali saataisiin poistettua pinnasta.

Talvikäyttäytymisessä eroja

Pilottikohteissa on havaittu, että päällysteiden talvikäyttämisessä on eroja. Verrattuna tavalliseen päällysteeseen läpäisevien päällysteiden huokoinen rakenne on eristävä. Ne ovat pinnasta kylmempiä, mutta roudan syvyys on pienempi. Routavauriot ovat siten pienempiä.

"Tieosuuksilla, joissa käytetään sekä läpäisevää että läpäisemätöntä päällystettä, tien liukkaus voi pintalämpötilaeron takia vaihtua", Rinta-Hiiro huomautti.

7

6 Vettä läpäisevän pintakerroksen materiaaleiksi soveltuvat betoni- ja luonnonkivipäällysteet, joissa saumojen tai aukkokohtien materiaali läpäisee hyvin vettä sekä läpäisevä betoni ja avoin asfaltti.

7 Iso syy vedenläpäisevyyden heikentymiseen on likaantuminen. Myös hiekoituksella on vaikutusta: vedenläpäisevyyden kannalta sepeli tai hiekka, josta hienoin kiviaines on seulottu pois, ovat parempia vaihtoehtoja kuin normaali hiekoitushiekka.