

KOVAT, VETTÄ LÄPÄISEVÄT PINNOITTEET
Tuotteita maailmalta ja niiden soveltuminen Suomeen



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Lepaa, Maisemasuunnittelu

kevät, 2017

Emma Sokala

Maisemasuunnittelun koulutusohjelma
Lepaa

Tekijä	Emma Sokala	Vuosi 2017
Työn nimi	Kovat, vettä läpäisevät pinnoitteet	
Työn ohjaaja	Hannu Äystö	

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kolmesta erilaisesta kovasta, mutta vettä läpäisevästä pintamateriaalista niiden soveltuvuus Suomeen. Päälysteiden nimet ovat Barrikade Kivipäälyste, Stabilizer The Organic Natural Binder -päälyste sekä Sächsische Wegedecken-kiviaineskekoitus. Työn on tilannut Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan yksikkö.

Kaikki kolme pinnoitetta toimivat samalla periaatteella. Materiaaleilla on kuitenkin kaikilla eri sideaineet kovettumiseen. Sideaine Barrikade Kivipäälysteellä on polyuretaani. Stabilizerin sideaine on psyllium ja Sächsische Wegedeckenin ainesosat olivat liikesalaisuus. Työssäni olen kuvaillut jokaisen tuotteen ominaispiirteitä pohjautuen jälleenmyyjiltä tai maahantuojilta saamiin tietoihin. Työssä on myös esitelty syitä sille, miksi läpäiseviä pintoja tulisi suosia rakentamisessa.

Työn tarkoituksena oli löytää uusia, kestävästä kehitystä edistäviä pihapäälysteitä, jotka soveltuvat Suomen rakennustapoihin ja sääolosuhteisiin. Tästä opinnäytetyöstä selviää, että kaikilla päälysteillä on mahdollisuuksia selviytyä Suomen talvesta, mutta näyttöä niille tarvitaan. Jatkotutkimusehdotus on koekenttäalueiden perustaminen ja raportointi kahden kauden ajalta tulosten luotettavuuden ja vertailun kannalta.

Avainsanat Päälystemateriaali, vettä läpäisevä, piha, rakentaminen

Sivut 35 sivua, joista liitteitä 2 sivua

Degree Programme in Landscape Design
Lepaa

Author	Emma Sokala	Year 2017
Subject	Hard, water permeable pavements	
Supervisor	Hannu Äystö	

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to find out the suitability of three different hard but water permeable pavements to Finland. The names of the pavements are Barrikade-stone system, Stabilizer The Organic Natural Binder-pavement and Sächsische Wegedecken-stone chipping mixture. The thesis is ordered by Häme University of Applied Sciences, campus of Lepaa.

All these three pavements work with the same principle. However, needed binder is different with all of these pavements. Barrikade's binder is polyurethane. Stabilizer's binder is psyllium and Sächsische Wegedecken's ingredients were a trade secret. This thesis describes every products' characteristics based on knowledge from retailers and importers. Reasons for using permeable pavements in construction are also shown in this work.

The purpose of this thesis was to find new pavements which encourage sustainable land use and fit for methods of construction and weather conditions in Finland. It can be found in this thesis that all of these shown pavements have possibilities to survive from Finnish winter but there must be proof for that. A Suggestion to further study is to make a experimental area of these products and report from the area two seasons' time period to make sure that results are reliable and comparative.

Keywords Pavement, water permeable, garden, construction

Pages 35 pages including appendices 2 pages

SISÄLLYS

JOHDANTO.....	1
2 LÄPÄISEVÄT PINNOITTEET.....	1
2.1 Käyttötarkoitus.....	2
2.2 Rakenteet.....	4
2.3 Rakennekerrosten kuivatus.....	6
2.4 Yleisimmät päällystemateriaalit Suomessa.....	7
2.4.1 Läpäisevien pintojen projekteja Suomessa.....	8
2.4.2 Yleisimpiä läpäiseviä päällysteitä maailmalla.....	8
3 LAIT, OHJEET JA VAATIMUKSET.....	9
3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki ja Rakentamismääräyskokoelma (RakMK).....	9
3.2 Vesihuoltolaki.....	11
3.3 Pihan yleinen rakentamistapaohje.....	11
3.4 InfraRYL 2010 osa 1: Väylät ja alueet ja MaaRYL 2010 - Talonrakennuksen maatyöt 12	
3.5 Rakennustietokortisto (RT-kortisto).....	12
4 PÄÄLLYSTEET.....	13
4.1 Polyuretaani – Barrikade Kivipäällyste.....	13
4.2 Psyllium – Stabilizer The Organic Natural Binder.....	15
4.3 Kiviainessekoitus – Sächsische Wegedecken.....	16
5 TUTKIMUSMENETELMÄT JA TULOKSET.....	17
5.1 Asennus.....	18
5.1.1 Barrikade Kivipäällyste.....	19
5.1.2 Stabilizer The Organic Natural Binder.....	19
5.1.3 Sächsische Wegedecken.....	21
5.2 Ylläpito.....	22
5.2.1 Barrikade Kivipäällyste.....	22
5.2.2 Stabilizer The Organic Natural Binder.....	23
5.2.3 Sächsische Wegedecken.....	24
5.3 Kustannukset ja muut huomiot.....	24
5.3.1 Barrikade Kivipäällyste.....	24
5.3.2 Stabilizer The Organic Natural Binder.....	25
5.3.3 Sächsische Wegedecken.....	25
6 TULOSTEN ANALYYSI JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	25
LÄHTEET.....	28
HAASTATTELUT.....	33
Liitteet	
Liite 1	Sächsische Wegedecken-tuotteen väri vaihtoehtoja
Liite 2	Sächsische Wegedecken-tuotteen asennusohjeet

JOHDANTO

Opinnäytetyöni idea lähti liikkeelle opintomatkalta Saksasta, syksyllä 2015. Kiersimme kohteita oppaiden kanssa ja he kertoivat, kuinka yleinen pihojen päällysmateriaali eräänlainen vettä läpäisevä päällyste siellä on. Tämä kyseinen päällyste oli kova, mutta vettä läpäisevä ja sen kovetesideaineena oli psyllium. Kiinnostuin aiheesta ja juttelin ohjaavan opettajani kanssa, voisiko siitä muodostaa opinnäytetyön. Otin selvää pinnoitteista, jotka olivat samanlaisia kuin Saksassa esiintyvät ja selvitin, onko niillä mahdollisia CE-merkintöjä tai esimerkkikohteita kylmistä maista.

Psylliumilla kovetettuun pintamateriaaliin tutustuessani löysin kaksi muuta samalla kaavalla toimivaa pinnoitetta, joissa on erilaiset ainesosat. Kaksi tuotetta toimivat niin, että haluttuun kiviainekseen sekoitetaan sideaine. Sekoituksen jälkeen massa levitetään halutulle pinnalle ja massan kovetuttua pinta on kova, mutta vettä läpäisevä. Kolmas tuote, joka esiintyy tässä työssä, on kiviainessekoitus, jonka tarkemmat tuotetiedot sekä kovettumisprosessi olivat liikesalaisuuksia.

Tässä opinnäytetyössä on käsitelty syitä sille, minkä takia vettä läpäiseviä pintamateriaaleja tulisi käyttää enemmän rakentamisessa. Pintamateriaalien erilaiset käyttökohteet, niihin liittyvät rakenteelliset vaatimukset sekä rakenteiden kuivatus ovat myös esiteltyinä. Työhön on myös koottuna rakentamiseen ja materiaalien kestävyysliittymiä lakeja ja säädöksiä.

Tutkimuksessani selvitän kolmesta erilaisesta kovasta vettä läpäisevästä pintamateriaalista niiden ominaisuudet pääpiirteittäin, materiaalien hyvät ja huonot puolet, käyttökohteet, kustannukset sekä muita huomioitavia asioita.

2 LÄPÄISEVÄT PINNOITTEET

Monilla paikkakunnilla Suomessa asumiskäyttöön on otettu sellaisia alueita, joissa tulvimisen riski on varsin suuri. Ilmastonmuutoksen myötä tilanteen on arvioitu pahenevan erityisesti talviaikana sekä merenpinnan on arvioitu nousevan. (Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry, 2010, 20.) Ilmastonmuutoksesta johtuen lämpötilat kohoavat ja rankkasateet sekä tulvat yleistyvät. Kaupungit ovat sään ääri-ilmiöille haavoittuvaisempia. (HSY, 2015.)

Maankäytön suunnittelussa on huomioitava ilmastonmuutoksesta aiheutuvat asiat, kuten talviaikaisen sadannan lisääntyminen ja merenpinnan

kohoaminen ja varmistettava näistä seikoista johtuen riittävä turvallisuustaso rakentamisessa. Keväällä tulvia erityisesti aiheuttavat lumien sulaminen sekä jääpadot, muina aikoina rankkasateet. Taajama-alueilla tulvavedet rankkasateiden aikaan voivat valua kellarikerroksiin. Vettä läpäisemättömien pintojen suuren kasvun myötä sadevesiviemäriverkostot eivät pysty johdattamaan suuria vesimääriä kerralla pois, joka johtaa tulviin kaupunkialueilla. (Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry, 2010, 20.)

Läpäisevillä pinnoitteilla tarkoitetaan pinnoitemateriaaleja, joista vesi pääsee valumaan alempiin kerroksiin. Niitä käyttämällä voidaan säilyttää maaperän keskeisiä toimintoja, kuten yhteyden säilyttäminen maanalaiseen maaperään. Läpäisevien pintamateriaalien käyttö vähentää pintavalumia, tulvia sekä vesieroosiota. Käyttö myös vähentää lämpösaarekeilmiötä ja on siis tärkeässä roolissa kaupunkien viilennyksessä. (Euroopan komissio 2012, 26.) Lämpösaarekeilmiö tarkoittaa sitä, että kaupunkien keskuksissa on korkeampi lämpötila, kuin ympäröivillä alueilla. Tämän ilmiön aiheuttaa rakennusten, liikenteen ja teollisuuden aiheuttama hukkalämpö. Tehokkaalla viemäröinnillä suuri määrä sadevedestä ei pääse haihtumaan vesihöyrynä ilmaan. Vesihöyry sitoo itseensä lämpöä, mutta viemäröinnillä haihdunta on vähäisempää. (Ilmasto-opas.fi, 2014.) Erilaisia läpäiseviä pinnoitteita voidaan käyttää viilentämisen tarkoituksessa sellaisilla alueilla, joissa kasvillisuuden käyttö ei ole mahdollista, esimerkiksi suurilla parkki-alueilla (Techo-Bloc, 2015).

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy on tehnyt tutkimuksen, joka osoittaa, että kuuden tunnin sekä viiden vuorokauden aikana kertyvät sademaksimit kasvavat vuosisadan loppuun mennessä noin 25-50 % Suomessa. Tämä tarkoittaa sitä, että erityisesti kaupunkitulvariski kasvaa. (Makkonen, Tikkanmäki, 17.) Vettä läpäiseviä pinnoitemateriaaleja tällä hetkellä Suomessa ovat muun muassa yhtenäinen läpäisevä materiaali, kuten avoin betoni tai läpäisevä asfaltti. Betoniset tai luonnonkivet, joiden saumausmateriaali on sellaista, josta pääsee vesi valumaan läpi, luokitellaan myös läpäiseviksi pinnoitteiksi. (Kuosa 2014, 8.)

2.1 Käyttötarkoitus

Sadanta, valunta, haihdunta sekä veden suodattuminen maaperään ovat neljä osaa veden kiertokulusta. Rakennetuilla alueilla kaikki hydrologisen kierron komponentit poikkeavat luonnontilaisesta. Sadanta on runsaampaa ja haihdunta pienempää. Katujen, teiden, kattojen ja pysäköintialueiden koko on jopa puolet kokonaisalasta, joka vaikuttaa suuresti veden kiertokulkuun. Luonnossa on kaikilla maalajeilla yhteys pinta- ja pohjavesien välillä, mutta taajamissa tämä yhteys on poikki läpäisemättömien pintojen vuoksi. (Hulevesiopas, 18.) Päälystettyjen pintojen käyttö rakentamisessa vähentää veden imeytymistä maaperään ja siitä edelleen pohjaveteen. Kaupunkialueiden vesien laatu heikkenee, koska luonnolliset elementit sen

puhdistamiseen puuttuvat. (Kotola, Nurminen & Vakkilainen, 2005, 8.) Alueiden esteettiset ja käytölliset syyt ovat johtaneet siihen, että hulevedet johdetaan alueelta mahdollisimman nopeasti pois hulevesiviemäröinnillä. Vanhoilla keskusta-alueilla hulevedet voivat myös joutua sekaviemäröintiin, jolloin hule- ja kuivatusvedet johdetaan yhteisissä putkissa jätevesien kanssa. (Hulevesiopas, 18.)

Tehokas rakentaminen kaupunkiympäristössä ja kaupungistuminen vähentävät haihduntaa. Päälystettyjen pintojen suuri määrä sekä kasvillisuuden vähäisyys ovat haihduntaa pienentäviä tekijöitä, joka johtaa kokonaisvalunnan lisääntymiseen. (Kotola ym. 2005, 8.)

VTT:n tekemässä tutkimushankkeessa olivat mukana Helsingin, Vantaan sekä Espoon kaupungit. Hankkeessa kartoitettiin sitä, mihin Suomen suurimmat kaupungit tarvitsevat läpäiseviä pinnoitteita. Käyttökohteiksi muodostuivat suuret kentät, esimerkiksi koulujen piha-alueet, kadut sekä pysäköinti. Kaupungit halusivat kokonaistaloudellisesti edullisia ja kestäviä ratkaisuja, mitkä ottavat huomioon ilmastonmuutokseen liittyvät asiat, kuten lisääntyvät sademäärät. (Wahlgren, Kling 2014, 85.) Hetkelliset rankkasateet suurilla läpäisemättömillä pinta-alueilla aiheuttavat tulvariskin, kun laajoilta asfalttikentiltä täytyy saada suuri määrä vettä johdettua nopeasti pois (Eskola & Tahvonen, 2010, 12).

Läpäiseviä pintoja suositellaan käytettäväksi alueilla, joissa ei ole säännöllistä raskasta liikennettä. Liikenteen nopeudelle on myös asetettu rajat, maksiminopeus tulisi olla noin 50 km/h. Käyttökohteiksi suositellaan kevyen liikenteen väyliä, pysäköintialueita, pelastumisteitä, pihakatuja, pihoja, toreja ja kenttiä. Läpäisevät pinnat soveltuvat myös hyvin peli-, urheil- ja liikunta-alueisiin. Yleisesti katuluokat 5 ja 6 (joskus myös 4) ovat pinnoitteille sopivia käyttökohteita. (Forstén, Holt, Kuosa, Määttänen, Niemeläinen 2015, 13.) Katuluokkien kantavuudet ovat 200 MN/m² – 175 MN/m² (Soini 2009, 117).

Läpäisevien pintojen käyttöä voivat rajoittaa esimerkiksi kulutuksen kestävyys, jos se ylittää annetut kantavuudet. Myöskin suolojen kestävyys, esteettömyysvaatimukset ja esteettisyysvaatimukset voivat olla rajoittavia tekijöitä. Alueet, joissa hulevesiin pääsee kertymään paljon haitallisia aineita tai alueen ympäristö on erityisen herkkä, ei läpäiseviä pintamateriaaleja suositella käytettäväksi. Talvikunnossapidosta ja puhdistusmenetelmistä läpäisevien materiaalien kohdalla ei ole vielä Suomessa kokemusta. Rakennekerroksiin soveltuvista kotimaisista kiviaineksista tarvitaan myös käytännönkokemusta lisää. (Holt, Kivikoski, Kling Korkealaakso, Kuosa, Loimula, Niemeläinen & Törnqvist 2015, 23.)

Läpäiseviä pintoja suunniteltaessa on otettava huomioon olosuhteet. Ulkomaisista ohjeista poiketen esimerkiksi sulamis-jäätymiskestävyys sekä sääolosuhteet voivat olla eri ja ohjeita tuleekin noudattaa harkiten. (Holt, ym. 2015, 24.) Teknologian tutkimuskeskuksen, VTT Oy:n tutkija Hannele

Kuosa oli sitä mieltä, että jokaisesta Suomeen tulevasta uudesta läpäisevästä pintamateriaalista olisi ainakin hyvä olla laboratoriotestit esimerkiksi pakkasenkestävyydestä. Omakotirakentajalle voivat riittää ulkomailta tulleet tiedot, mutta julkisella puolella vaaditaan jo enemmän. (Kuosa, 2016.)

2.2 Rakenteet

Ilmaston muuttuminen vaikuttaa oleellisesti routaan sekä lumeen. Rakentamisessa otetaan aina huomioon roudan syvyys, mikä on suoraan yhteydessä rakennuskustannuksiin. Esimerkiksi Etelä- ja Keski-Suomessa roudan maksimipaksuus on 1,0-1,5 metriä ja Pohjois-Suomessa routa ylettyy kahdesta kolmeen metriin. Ilmastonmuutoksen myötä lumettoman maan roudan vuosittaisesta maksimipaksuudesta tiputaan Etelä-Suomessa puolesta metristä metriin ja Pohjois-Suomessa 1,0-2,0 metrin syvyyteen. (Ala-Outinen, Harmaajärvi, Kivikoski, Kouhia, Makkonen, Saarelainen, Touhola & Törnqvist, 2004, 52.) Esimerkiksi 26.12.2016 roudan syvyys Itä-Suomessa oli alle 1 cm, kun taas 4.1.2017 syvyydeksi oli mitattu 1-10 cm. Vuorokauden keskilämpötila lähes koko Suomessa 5.1.2017 oli noin -20 pakkasastetta ja arvioituna 11.1.2017 sää lauhtui muutamaan pakkasasteeseen lähes koko maassa. (Valtion ympäristöhallinto, ymparisto.fi, 2017.)

Lisääntyvät sademäärät varsinkin talvikausina aiheuttavat sen, että teiden ja katujen liukkaudentorjunta lisääntyy. Suolauksen lisääntymisellä on haittavaikutuksia ympäristölle ja rakenteille. Hiekoituksen lisääminen liukkauden torjumiseksi aiheuttaa muun muassa sakokaivojen täyttymistä sekä pölyhaittoja keväällä. Talvikautena märkien ajanjaksojen piteneminen yhdessä autojen nastarenkaiden kanssa pienentää päällysteiden kuluksen kestävyyttä. Talvisateiden yleistyminen kasvattaa myös tulvariskejä taajamissa. Sadevesiviemäriverkostot ylikuormittuvat, jolloin rankkasateilla tonttihulevedet eivät pääse verkostoihin. Näin ollen viemäriverkosto pitäisi uusida ja saneerata, mutta haittavaikutukset eivät synny äkillisesti, jolloin yhteiskunnan on vaikeampaa huomata muutoksen tarvetta. (Ala-Outila, ym. 2004, 53, 56.)

Hulevesijärjestelmät ovat rakennettava ja suunniteltava niin, että ne toimivat myös talviaikana. Imeytys- ja suodatusrakenteiden yläpuolelle jäävä tyhjätila vapaalle vedelle on tyhjennyttävä vuorokauden kuluessa. Huonosti rakennettu imeytysjärjestelmä jäätyy kokonaan, jolloin se lakkaa toimimasta ja toimii uudestaan vasta, kun se on sulanut kauttaaltaan. Tukkeutumisen ja jäätyneen aiheuttamia riskejä voidaan välttää rakentamalla alueisiin tarpeeksi suuret kaivot ja putket. (Viherympäristöliitto, julkaisu 51, 2011, 12.)

Vettä läpäisevien pintojen rakennekerrokset käsittävät yleensä pintakerroksen sekä alapuolisen rakennekerroksen. Pintakerros koostuu itse läpäi-

sevästä pinnoitteesta ja alapuolinen rakennekerros mitoitetaan aina tapauskohtaisesti, ottaen huomioon alueen kohdekohtaiset tarpeet sekä olosuhteet. Suunnittelussa ja mitoituksessa on otettava huomioon sellaiset asiat, joita pinnoitteelta vaaditaan käytön sekä hulevesien suhteen. Tällaisia tavoitteita ovat esimerkiksi vedenläpäisevyys, viivytykskapasiteetti sekä jossain määrin puhdistuskyky. (Holt, ym. 2015, 20 - 21.)

Päällysrakenteella tarkoitetaan itse päällystystä sekä sen alapuolelle tulevia rakennekerroksia. Päällysteen alle tulee asennuskerros, joka voi olla hiekkaa, soraa tai mursketta, kooltaan #0-6(8) mm. Tämän alle tulee kantava kerros, joka voi olla murskesoraa tai mursketta #0-35 mm. Jakavan kerroksen materiaali voi olla mursketta, soraa tai murskesoraa #0-65 mm. (RT 89-11002/2010, 6.) Pohjamaan ollessa routivaa voidaan päällysrakennekerroksia pienentää routaeristyksillä. Eristeenä voidaan käyttää polystyreeniä, jonka vahvuus tulisi olla 100 mm. Eriste voi olla myös polyuretaanilevyä, joka asennetaan 200 mm vahvuisen hiekkakerroksen päälle. (Soini 2009, 118.)

Rakennekerrosten mitoituksessa tulee ottaa huomioon liikenteen aiheuttama kuormitus, alusrakenteen kantavuus, routarasisitukset sekä valmiin päällysteen laatuvaatimukset. Sidotun, esimerkiksi stabiloidun päällysteen kantavan kerroksen tasaisuusvaatimuksen suurin sallittu poikkeama on poikkisuunnassa kolmen metrin oikolaudalla mitattuna 10 mm. (RT 89-11002/2010.) Mahdolliset päällysteen korjattavuuteen liittyvät seikat sekä pinnoitteen puhtaanapito vaikuttavat myös päällysrakennekerrosten rakentamiseen ja kerrosvahvuuteen (Soini 2009, 116).

Pihan haluttu laatutaso määrää alueen routasuojaukset sekä mitoitukset. Piha-alueen toiminnot, esteettiset vaatimukset sekä arvioidut rakennus- ja korjauskustannukset määräävät laatutason. Routasuojaukset mitoitetaan maalajin, pihan rakenteen, ilmastollisten tekijöiden sekä routimisolosuhteiden mukaan. Pihoilla routamitoituksessa käytetään yleisesti kerran kymmenessä vuodessa toistuvaa pakkasmäärää, F10. Piha-alueiden routasuojaukset voidaan mitoittaa sitomattomien rakennekerrosten pakkasmäärien mukaan, mutta silloin yleensä rakennekerrospaksuudet kasvavat suuriksi. Suojauksien on ulotuttava vähintään 0,5 metriä päällysteen reunan ulkopuolelle, pois lukien kasvillisuusalueet, koska niistä ei poisteta lunta talvella. (Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry, 2007, 46-50.)

Rikkoutuneet päällysrakenteet johtuvat yleisesti maapohjan routimisesta ja siitä, ettei päällysrakenteen paksuutta olla osattu määrittää oikein. Siltisessä maassa routanousu on kaikista kovinta. Routamitoitus päällysrakenteille tehdään aina suunnittelukohteen olojen mukaan ja tapauskohtaisesti, kuitenkin noudattaen Talonrakennuksen routasuojausohjeita vuodelta 2007. (RT 89-11002/2010, 6-7.)

2.3 Rakennekerrosten kuivatus

Vetenä tai lumena tulevasta sadannasta osa haihtuu takaisin ilmaan, osa valuu maanpintaa pitkin ojiin ja vesistöihin ja osa imeytyy maaperään. Tätä maaperään imeytyvää vettä kutsutaan vajovedeksi, joka muodostaa pohjaveden täyttämällä yhteneväisesti maanpinnan huokokset. Pohjavesi liikkuu maan painovoiman mukaan ja pinnalla vedenpaine on yhtä suuri kuin ilmanpaine. Pohjaveden pinnan alla paine vedessä on hydrostaattinen ja on suurempi kuin ilmanpaine. Kapillaarivesi voi nousta lähelle maan pintaa, kun vesi pääsee nousemaan vesimolekyylien ja maa-aineksen välisen vetovoiman sekä pintajännityksen vaikutuksesta. Savimaassa kapillaarinen nousukorkeus voi olla jopa 30 metriä, koska nousukorkeus on sitä suurempi, mitä hienojakoisempaa maa-aines on. Kapillaarista vettä ei voida kuivattaa, koska se on niin sanottua sidottua vettä. (Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry, 2010, 12.)

Pohjavedenpinnan nousu sekä lasku aiheuttavat haasteita rakenteille. Kun huokoinen materiaali, esimerkiksi betoni, tiili tai puu, on kosketuksissa vapaan veden tai maahuokosissa olevan kostean ilman kanssa, materiaali imee kosteutta. Pohjavedenpinnan lasku savimailla aiheuttaa saven tilavuuden pienenemistä ja siitä johtuen maapohjan painumista. Jos rakenteet ovat tehty maanvaraisesti savipinnoille, voivat ne vaurioitua maapohjan painuessa. (Ala-Outila, ym. 2004, 62.)

Huonosti vettä läpäisevä pohjamaa tarvitsee rakennekerrokseen kuivatusjärjestelmän. Kuivatuksella tarkoitetaan sitä, että rakennekerroksien läpi valunut ylimääräinen vesi johdetaan pois. (Eskola & Tahvonen, 2010, 98.) Talorakentamisessa rakennuspohjan kuivattamisella estetään pohjaveden kapillaarinen nousu salaojituserroksien avulla. Pohja- ja vajovesien kertyminen rakennusalueelle johdetaan pois salaojien avulla ympäröivään sadevesiviemäriverkostoon tai maastoon. Tontin kuivattamisella varmistetaan myös piha-alueiden kulkuväylien sekä oleskelualueen rakennekerrosten sekä pohjamaan kantavuuden säilyminen sekä routimisen väheneminen. (Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry, 2010, 11.) Pohjamaan ollessa itsessään vettä läpäisemätöntä, voi rakenteisiin lisätä monenlaisia muunnelmia, joissa voi olla esimerkiksi putkirakenteita ja säiliöitä (Holt ym. 2015, 19).

Liikenne-, jalankulku- ja varastokenttäalueilla salaojitukseen tulee kiinnittää huomiota, jos pohjaveden pinta on korkealla, pohjavesi virtaa rakennekerrokseen sivuilta, pohjamaa on routivaa tai huonosti vettä läpäisevää. Yleensä tällaisilla alueilla pintakuivatuksen tehokkuus määräytyy käyttömukavuuden mukaan, kuitenkin niin, ettei tulviminen aiheuta haittaa tai vaaraa ympäristölle tai liikenteelle. (Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry, 2010, 47.)

Alueiden liiallisesta salaojittamisesta sekä kuivattamisesta voi olla ympäristölle myös haittaa. Pohjaveden jatkuva alentaminen salaojittamalla johtaa siihen, että pohjavesikaivannot voivat kuivua, rakenteet painua, puupaalut lahota ja kasvillisuus kuolla. Edellä mainitut haitat ovat yleisempiä tiivistä asutuilla alueilla. (Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry, 2010, 43-44.)

Suomessa jo muutamilla kaupunkikunnilla on käytössä niin sanottu hulevesimaksu. Oulussa syksyllä 2016 kuntalaisille lähetettiin hulevesimaksut, joiden takana on lakimuutos ja se koskee kaikkia Oulun kaava-alueen kiinteistöjä. (Loukkola, 2016.)

2.4 Yleisimmät päällystemateriaalit Suomessa

Pihoilla erilaisten käytävien pinnat voivat olla sidottuja tai sitomattomia. Laatoitusalueet tai kivituhkalla päällystetyt polut voivat olla pihan päällystemateriaaleja. Taulukosta voi huomioida yleisimpien päällystemateriaalien vaihtoehtoja, kustannuksia ja valmiin päällysteen kerrospaksuuksia.

Taulukko 1. Yleisimpiä päällystemateriaaleja Suomessa (Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry, 2007, 65-66., Sepeli.fi, n.d., Soini, 2009, 121., Uitto, 2013).

Yleisimmät päällystemateriaalit Suomessa	Kerrospaksuus	Väri vaihtoehdot	Hinta
Sepelipäällyste, raekoko #3-6 / #4-8	20 mm	musta, valkoinen (koristesepeli)	15-18€/1 tn
AB-asfaltti (asfalttibe-toni)	40 mm	musta (väripigmentti)	20-30 €/m ²
Kivituhka raekoko #0-6 / #0-8	30-50 mm	punertava, harmaa	16 €/1 tn
Soramurske raekoko #0-12	50 mm		10-15 € / 1 tn
Betonikiveys/laatoitus	300x300 mm / 500x500 mm	useita eri värejä	n. 16 € / m ²

Sora, hiekka tai murskepinnat ovat tyypillisesti hyvin vettä läpäiseviä kiviainespintoja. Materiaalina on yleisimmin käytetty kivituhkaa, jonka raekoko on 0/6-8 mm. Valumakerroin kiviainespinoilla on noin 0,3, mikä tarkoittaa sitä, että suurin osa hulevesistä imeytyy rakennekerroksiin. Yleisimmät käyttökohteet ovat yksityispihat, puistojen käytävät ja pienet tiealueet. Kiviainespinta ei sovellu pohjavesialueille, jossa maaperään voi joutua epäpuhtauksia. (Eskola & Tahvonen, 2010, 99.) Sitomattomat päällysteet soveltuvat hyvin alueisiin, joissa ei pinnalta vaadita suurta kulutuksen kestävyttä. Rakentaminen ja pinnan korjaaminen ovat sidottuihin päällysteisiin

verrattuna helpompia ja nopeampia. Ylläpidolliset asiat, kuten auraus, launaukset, rikkaruohojen kitkentä ja kanttaus ovat taas sitomattomien pintojen huonoja puolia. (Soini 2009, 121.)

Sidottuja päällysteitä ovat esimerkiksi erilaiset betonikiveykset. Niitä suositaan siksi, koska ylläpito on helppoa ja pintoja on mahdollista saada melkein minkälaisina tahansa. Betonikiviä on eri mallisia sekä väri vaihtoehtoja ovat laajat. Kiveykset sopivat myös paremmin liikennealueisiin kuin esimerkiksi kivituhkapinta. 80 mm paksu betonikivi kestää raskaan liikenteen ja niiden kulutuksen kesto on erittäin kova. (Soini 2009, 122-123.)

Asfalttipäällysteiset pihat ovat yleisiä suomalaisessa katukuvassa. Itse asfalttipäällyste tarkoittaa kiviaineksen, bitumisen sideaineen ja lisäaineiden seosta. Asfalteissakin on monia erilaisia vaihtoehtoja. AB, eli asfalttibetonia käytetään yleisesti massapintauksissa ja paikkauksissa. Valuasfaltin (VA) suhteutuksissa pyritään siihen, että sideaine täyttää kokonaan kiviaineksen tyhjän tilan. Avoimessa asfaltissa (AA) toisiinsa yhteydessä olevat ilmahuokokset saavat aikaan vettä läpäisevän rakenteen. Sirotepintauksessa (SIP) päällysteen pinnalle liimataan sideaineella ohut kerros mursketta ja soratien pintauksella (SOP) sitomattomalle alustalle liimataan sideaineella ohut murskekerros. (Päällystealan neuvottelukunta PANK ry, 2011, 41, 48, 72.)

2.4.1 Lämpäisevien pintojen projekteja Suomessa

CLASS-projektissa (Climate Adaptive Surfaces), joka toteutettiin vuosina 2012-14, tutkittiin vettä läpäiseviä pinnoitteita ja niiden alusrakenteita. Hankkeella pyrittiin selvittämään, miten vettä läpäiseviä pintaratkaisuja suunnitellaan ja toteutetaan käytännössä ja miten ne kestävät Suomen ilmaston ja talviolosuhteet. Hankkeessa tutkittavat materiaalit olivat päällystekivistä tehdyt pinnat, joiden saumat ja aukkokohdat olivat vettä läpäiseviä. Hankkeessa olivat mukana myös avoin asfaltti sekä huokoinen betoni. (Holt ym. 2015, 3, 25.) Hankkeen yhdessä pilottikohteessa parkkialueella on testissä vettä läpäisevä sauma-aine, avoin asfaltti sekä huokoinen betoni. Liikennealueilla katupuihin yhdistettynä kantavan kasvualustan päälle asennettavista vettä läpäisevistä betonikivistä on myös kokeilussa pääkaupunkiseudulla. (Kuosa, 2016.)

2.4.2 Yleisimpiä lämpäiseviä päällysteitä maailmalla

Yleisimmät vettä läpäisevät päällysteet on valmistettu huokoisesta asfaltista, avoimesta betonista, lämpäisevistä kiveyksistä, lämpäisevistä nurmialueista sekä sorasilmäkkeistä.

Suosituimmat tuotteet läpäisevistä päällysteistä ovat huokoinen asfaltti sekä avoin betoni. Huokoinen asfaltti on melkein sama kuin tavallinen asfaltti, mutta siitä puuttuu hienoin aines. Hienon aineksen puuttuminen rakenteista mahdollistaa ilmataskujen muodostumisen ja näin sadevesi pääsee imeytymään niitä pitkin alempiin sepelikerrokseen ja maaperään. Huokoinen asfaltti on rakenteeltaan karkeampaa kuin tavallinen asfaltti. Huokoinen betoni eroaa tavallisesta betonista sen rakenteelta, kun sieltä puuttuu hienojakoisin aines. Yhteen liitettävät betonikivet ja eräänlaiset joustavat materiaalit, kuten ruohomatto tai soraverkko, jotka on rakennettu kennorakennelmiin, ovat myös yleisiä vettä läpäiseviä päällysteitä Pohjois-Amerikassa, lähellä Kanadan rajaa. (Metro, 2009.)

Erilaiset kennorakenteet kaduissa ja teissä ovat suosittuja ratkaisuja Euroopassa. Tuotteet sekä ideat niiden käyttöön tulevat melkein kaikki Pohjois-Amerikasta. (Purus Plastics North America, 2015.)

3 LAIT, OHJEET JA VAATIMUKSET

Tähän lukuun on koottu keskeisimpiä määräyksiä, ohjeita ja vaatimuksia koskien päällysteiden laatua, rakentamista, ylläpitoa ja kestävyyttä. Osittain tietoja on jo sisällytetty aikaisempiin lukuihin.

3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki ja Rakentamismääräyskokoelma (RakMK)

Maankäyttö- ja rakennuslaissa luvussa 1 ja kohdassa 5 on käsitelty alueiden käytön suunnittelun tavoitteita. Vuorovaikutteinen alueiden suunnittelu ja riittävä vaikutusten arviointi edistävät esimerkiksi yhdyskuntarakennetta ja alueiden käytön taloudellisuutta, riittävää asunnontuotannon edellytystä, luonnonmonimuotoisuutta ja muita luonnonarvojen säilymistä. Lakitavoitteissa on myös määritelty, että luonnonvarjoa tulee käyttää säästeliäästi ja että alueiden käytön suunnittelun tulee edistää ympäristön suojelua ja ehkäistä ympäristöhaittoja. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132 § 1.)

Luvussa 4 kohdassa 28 käsitellään maakuntakaavan sisältövaatimuksia. Kohdassa on tuotu esille kaavaa laadittaessa erityishuomiota vaativia tekijöitä, joita ovat alueiden käytön ekologinen kestävyys ja ympäristön ja talouden kannalta liikenteen ja teknisen huollon järjestelyihin. Momentissa 85 todetaan, että kuntien katualueet kaavassa tulee suunnitella ja rakentaa siten, että ne sopeutuvat asemakaavan mukaiseen ympäristöön ja täyttää toimivuuden, turvallisuuden ja viihtyvyyden vaatimukset. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132 § 4.)

Hulevesistä on myös huomioita ja säädöksiä maankäyttö- ja rakennuslaissa. Luvussa 13 a kohdassa 103 on käsitelty hulevesien hallinnan yleisiä tavoitteita, joita ovat erityisesti asemakaava-alueilla hulevesien suunnitelmallisen hallinnan kehittäminen, keräämispaikalla hulevesien kerääminen ja viivyttäminen. Kohta 103 c:n tavoitteena on ehkäistä hulevesistä ympäristölle ja rakennuksille aiheutuvia haittoja ja vahinkoja ottaen kuitenkin huomioon ilmaston muuttumisen pitkällä aikavälillä. Tavoitteena on myös edistää luopumista hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin. Luvussa 13 kohdassa 103 f sanotaan, että kiinteistön omistajalla tai haltijalla on vastuu johdattaa hulevedet kunnan hulevesiviemärijärjestelmään, jos niitä ei voi imeyttää paikan päällä tai jos niitä ei voi johtaa kohdan 17 mainittuun vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriverkostoon.

Luvussa 13 kohdassa 103 j käsitellään hulevesien hallintaan liittyviä määräyksiä. Kunta määrää monijäsenisen toimielimen, joka voi antaa koko kuntaa tai vain osaa siitä koskevia tarkempia määräyksiä hulevesien hallinnasta. Määräykset voivat koskea hulevesien määrää, laatua, maahan imeyttämistä, viivyttämistä, tarkkailua ja vesien käsittelyä kiinteistöllä. Määräykset voivat koskea myös kiinteistön hulevesijärjestelmän liittämistä kunnan omaan hulevesijärjestelmään. 13 luvussa kohdassa 103 l käsitellään hulevesisuunnitelmaa ja sen laadittavuutta. Suunnittelussa on otettava huomioon asemakaava sekä katu- ja yleisten alueiden suunnitelmat. Hulevesisuunnitelman on täytettävä toimivuuden, turvallisuuden ja viihtyvyyden vaatimukset myös silloin, kun sademäärät ja rankkasateet lisääntyvät. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132 § 13.)

Maankäyttö- ja rakennuslakia täydentämään on säädely Suomen rakentamismääräyskokoelma. Kokoelma on ympäristöministeriön laatima ja rakentamista koskevat säännökset ovat velvoittavia, mutta ohjeet eivät ole. Rakentamismääräyskokoelma koskee perinteisesti vain uudisrakentamista, mutta korjaus- ja muutostyössä kokoelmaa sovelletaan siltä osin, jos toimenpiteen laatu ja laajuus sekä rakennuksen tai sen osan käyttötapa ovat sitä edellyttäneet. (Ympäristöministeriö, 2016.)

Rakentamismääräyskokoelmassa, säännöstiedosto B3:ssa pohjarakenteiden määräyksissä ja ohjeissa kohdassa 4.7 on sanottu, että piha-alueiden rakenteet on suunniteltava ja rakennettava siten, että painaumat, sivusiirtymät, routanousut ja muut ulkonäölliset seikat ovat vähäisiä. Kuivana pito järjestetään siten, ettei pihan ja siihen liittyvien rakennusten ja rakenteiden toiminnalle aiheudu kohtuutonta haittaa sen käyttöiän aikana.

Ensimmäisessä laatuluokassa on määritelty piha-alueet, joiden toiminnalle ja ulkonäölle asetetaan erityiset vaatimukset. Sitomattoman kulutuskerroksen sallittu pitkäaikainen painauma täytyy olla alle 100 mm ja routaliikkeet (F10) enintään 50 mm. Toisen laatuluokan alueilla, joihin lukeutuvat

asunto-, toimisto- ja liikerakennusten piha-alueet, sitomattoman päällysrakenteen sallittu pitkäaikainen painauma on alle 300 mm ja routaliike (F10) enintään 100 mm. (RT RakMK-21228, 12.)

Rakentamismääräyskokoelman säännöstiedostossa tammikuulta 2005 on esteettömässä rakentamisessa mainittu, että liikuntaesteiselle soveltuva kulkuväylä on havaittava helposti, sen pinnan täytyy olla tasainen, luistamaton ja tarpeeksi kova (RT RakMK-21255, 2).

3.2 Vesihuoltolaki

Vesihuoltolain tavoitteena on turvata sellainen vesihuolto, että talousvettä on saatavissa kohtuullisin kustannuksin riittävästi ja viemäröinti on terveyden ja ympäristön kannalta asianmukaista. Lakia sovelletaan rakennetuilla alueilla maan pinnalle, rakennusten katoille ja muille läpäisemättömille pinnoille kertyvän sade- ja sulamisveden viemäröintiin siltä osin, kun vesihuoltolaitos niistä huolehtii. (Vesihuoltolaki 2001/119 §1.)

Vesihuoltolain luvussa 3 a, kohdassa 17 d mainitaan, että kiinteistön hulevesiä ei saa johtaa jätevesiviemäriin. Tämä kuitenkin on mahdollista, jos jätevesiviemäri on rakennettu ennen vuotta 2015 ja viemäri on myös mitoitettu huleveden poisjohtamiseen. (Vesihuoltolaki 2001/119 §3a, kohta 17d, 2014/681.)

Luvussa 4 kohdassa 18 käsitellään vesihuoltolakiin liittyviä maksuja. Maksujen täytyy olla kohtuulliset ja tasapuoliset ja niiden tulee kattaa pitkällä aikavälillä vesihuoltolaitoksen uusi- ja korvausinvestoinnit ja kustannukset. Maksun suuruuteen liittyviä tekijöitä ovat esimerkiksi jäteveden poikkeuksellinen laatu ja määrä. Maksujen tulee tarpeen mukaan olla sellaiset, että ne ehkäisevät haitallisten aineiden joutumisen viemäriin. (Vesihuoltolaki 2001/119 § 4, kohta 18 2014/681.)

3.3 Pihan yleinen rakentamistapaohje

Viherympäristöliitto on tehnyt vuonna 2005 esityksen Ympäristöministeriölle, jonka mukaan Maankäyttö- ja rakennuslakia sekä Suomen rakentamismääräyskokoelmaa tulisi täydentää ohjeilla, jotka käsittelevät rakennuksen ympäristöä selkeämmin. Tämän ohjeen tarkoituksena on palvella luvanvaraista rakentamista ja helpottaa kuntien rakennusvalvojia, niiden tukena olevia viheralan asiantuntijaorganisaatiota sekä kiinteistöjen ympäristön rakennuttamista, suunnittelua, toteutusta, valvontaa ja ympäristön hoitoa. Ohjeissa myös kuvataan piharakentamiseen liittyviä nykyisiä ohjauseinoja ja esitetään suosituksia ohjauksen parantamiseksi.

Myös rakentamistapaohjeissa on nostettu hulevesi tärkeäksi kohdaksi pihan merkityksen kannalta. Ohjeissa on annettu erilaisia esimerkkejä siitä, miten hulevesistä kunta voisi periä maksua, millaisilla keinoilla taloyhtiö tai

omakotitaloasuja voi hallita hulevesiä omalla tontilla ja mitä erikoista täytyy huomioida hulevesienhallinnassa talvisaikaan. (Viherympäristöliitto, julkaisu 51, 2011, 7,11-12.)

3.4 InfraRYL 2010 osa 1: Väylät ja alueet ja MaaRYL 2010 - Talonrakennuksen maatyöt

InfraRYL, eli infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset on laadittu TEKE-Sin tuella Rakennustietosäätiössä. InfraRYL 2010 osa 1 on päivitys InfraRYL 2006 teokselle. Laatimisessa on tehty yhteistyötä infra-alan asiantuntijoiden, järjestöjen ja yritysten kanssa. Julkaisu sisältää teknisiä vaatimuksia koskien maa-, pohja-, kallio- ja päällysrakenteita. Laatuvaatimuksissa on eritelty tarkasti kaikkien rakennekerrosten vaaditut paksuudet ja niissä käytettävien materiaalien raekoot. InfraRYL:ssä on ilmoitettu ohjeita sekä vaatimuksia. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, eli MaaRYL, on laadittu RTS:ssä yhteistyössä talon- ja maarakennusalan asiantuntijoiden, järjestöjen ja yritysten kanssa. MaaRYL on yleisesti hyväksytyn hyvän rakennustavan kuvaus. (Rakennustietosäätiö, 2010, InfraRYL; Rakennustietosäätiö, 2010, MaaRYL.)

InfraRyl 2010:ssa on mainittuna kohdassa 14200 Suojaukset ja eristykset kattavat listaukset ja ohjeet roudan eristyksistä solumuovista. Kohdassa 21400 Päällysteet ja pintarakenteet on esitelty kattavasti ohjeita ja vaatimuksia liittyen sidottuihin pintoihin. (Rakennustietosäätiö RTS, 2010, 111-, 341-.)

MaaRYL 2010 Kohdassa 315 Sitomattomat päällysteet on sanottu, että tuotteiden kelpoisuus on osoitettava ensisijaisesti CE-merkinnällä, kun asetetut kansalliset vaatimustasot tuotteen käyttökohteessa täytetään. Jos CE-merkintää ei ole, voidaan asiakirjoissa vaaditut tuotteiden ominaisuudet osoittaa luotettavasti asianomaisen ministeriön tuotehyväksynnällä tai rakennuspaikkakohtaisilla kokeilla.

Murskekulutuskerroksen materiaalivaatimuksissa on sanottu, että kiviaines ei saa sisältää epäpuhtauksia tai ympäristölle haitallisia aineita, eikä tuote saa olla rapautunutta tai rapautumisherkkää. Murskekulutuskerroksen paksuus tulee olla 50 mm ja murske tai kivituhka levitetään yhtenä kerroksena ja tasataan 1-2 % kaltevuuteen. (Rakennustietosäätiö RTS, 2010, 139-140.)

3.5 Rakennustietokortisto (RT-kortisto)

RT-kortisto on rakennusalan monipuolisin tietolähde, josta saa tiedot rakennuttamiseen, suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon. Kortisto on rakennusalan monipuolisin tietopalvelu ja laatujärjestelmä, joka tukee kestävästä rakentamisesta. Tiedot ovat aina päivitettyjä ja puolueettomia. (Rakennustieto, n.d.)

Asuntosuunnittelun ohjetiedossa, kesäkuulta 2009, on sanottu, että hulevesien osalta piharakentamisessa tulisi käyttää mahdollisimman paljon vettä imeviä pintarakenteita, jotta hulevedet imeytyvät tasaisesti maaperään. Vettä läpäisevät pinnat sekä viherkatot myös viilentävät pihan pienilmastoa merkittävästi. Ohjeessa on myös tuotu esille ajo- ja kulkuväylien päällysteisiin huomioitavia asioita. Pintamateriaalin tulisi olla kovapintaista, tasaista ja luistamatonta. Muotoilu tulisi suorittaa niin, että pinta ei kerää vettä ja sisäänkäyntien ja kulkuväylien jäätyminen tulisi estää. Päällystevalinnassa tulee ottaa huomioon alueen maaperä, pintavesien ohjaaminen ja imeyttäminen, alueen käyttöturvallisuus, edustavuus ja visuaalisuus.

Kiinteistön hoidon tarpeista on sanottu, että kulku- ja ajoväylien suunnittelussa tulisi ottaa huomioon puhtaanapito ja lumenaurausmahdollisuudet. Sisäänkäyntien läheisyydessä tulisi suosia kovia pintoja, jotta ylimääräinen hiekka ei kulkeudu sisätiloihin. Sadevedet katoilta ja kivilta pinoilta tulee ohjata kasvillisuuden käyttöön, jotta ei synny hallitsemattomia lammikoita. (RT 93-10961, 5, 12-13, 15.)

Liikkumis- ja toimintaesteisten tarpeet rakennetussa ympäristössä on tuotu esille ohjekortissa joulukuussa 2006. Kulkuväylien pinta tulisi suunnitella ja toteuttaa siten, että se on luistamaton, kova ja tasainen. Kohoumat ja kuopat, esimerkiksi kaivojen kannet, saavat olla pinnan tasosta koholla enintään 5 mm. (RT 09-10884, 3.)

4 PÄÄLLYSTEET

Opinnäytetyöni vertailun kohteina ovat kolme sideaineiltaan toisistaan poikkeavaa päällystemateriaalia. Kaikki tuotteet ovat käyttövalmiina kovia, mutta silti ne läpäisevät vettä. Tässä luvussa on kerrottu jokaisesta tuotteesta valmistajan antamien ohjeiden ja haastatteluiden perustella pintoitteiden ominaispiirteet sekä niiden hyvät ja huonot puolet. Yhdestäkään tuotteesta ei ole referenssikohteita Suomessa.

4.1 Polyuretaani – Barrikade Kivipäällyste

Tuotetta minulle esitteli maahantuojana Suomessa, Harri Pasila, Fidecol Oy:stä. Pasilan haastattelussa sain vastauksia kysymyksiini ja sähköpostitse olen pystynyt tarkentamaan tietoja vielä jälkeinpäin.

Barrikade Kivipäällysteessä on kaksikomponenttinen polyuretaanisideaine. Tuote on dekoratiivinen, ulkoalueille suunnattu luonnonkivipinnoite, jonka voi asentaa erilaisille alustoille. Pinnoite kestää hyvin pakkasen ja muut talviolosuhteet sekä kulutuksen. (Pasila, 2016.) Polyuretaani on umpisoluista kertamuovia (PU-Nordic n.d.) Pääraaka-aineet, joista polyuretaani valmistetaan ovat isosyanaatit ja polyolit. Lisäksi, jotta aineesta saadaan halutun muotoinen tai oloinen, siihen lisätään esimerkiksi katalyyttejä, pinta-aktiivisia aineita, täyteaineita ja väriaineita. (Polyuretaani.fi n.d.)

Päällyste koostuu pestyistä ja kuivatuista luonnonkivistä sekä sideaineesta. Pinnoitetta suositellaan käytettäväksi erilaisissa ulkoalueissa, kuten esimerkiksi ajoluiskissa, pysäköintialueissa, kävelyteissä sekä pyöräteissä. (Fidocol Oy n.d.) Kivipäällyste läpäisee kivimateriaalista riippuen noin 60 % satavasta vesimäärästä. Päällyste voidaan asentaa esimerkiksi mukula- tai muihin rajaaviin elementteihin melkein saumattomasti. Tuotetta on saatavana eri väri vaihtoehtoina. Muotojen ja värien yhdisteleminen on helppoa, kun rajaa alueet ja tekee ne eri aikaan. Pasilan mukaan suunnittelijoilta saadut viestit ja kommentit tuotteesta ovat olleet positiivisia ja on realistista odottaa, että tuote päätyy Suomessa käytännön sovelluksiin. (Pasila 2016.)



Kuva 1. Lähikuva tuotteesta Barrikade Kivipäällyste (Pasila 2016).

4.2 Psyllium – Stabilizer The Organic Natural Binder

Tuotteen jälleenmyyjän kanssa olin yhteydessä sähköpostitse. Yritys on toiminut jo niin kauan, että heiltä löytyi kattavat tiedot tuotteesta ja siihen liittyvistä huomioista.

Stabilizer on Yhdysvaltalaisen Stabilizer solutions -yrityksen tuottama sideaine. Tuote on ollut heidän tavaramerkkinsä jo yli 30 vuoden ajan. Yritys on tehnyt yli 100 000 hanketta yhteensä 36 eri maassa. Tuotteen valvonnassa ovat vahvasti mukana yrityksen omat insinöörit ja laboratoriot. (Stabilizer Solutions, 2008.)

Tuotteen sideaineesta löytyy psylliumia, *Plantago ovata* (jänöratamo), joka on kasvin siemenistä valmistettua ainetta. Sitä käytetään muun muassa kohottamaan gluteenittomia leivonnaisia. (Myllynparas, n.d.) Kun psylliumia yhdistetään murskeeseen, siitä saadaan kestävä pinnoite (Giordano 2016).

Stabilizer -aine on myrkytöntä, hajutonta, likaamatonta, luontoystävällistä hienojakoista jauhetta, joka sekoitetaan murskeeseen. (Stabilizer Solutions 2008). Aine on huokoista ja läpäisee vettä, se on väritöntä ja koostuu 100 % uusiutuvista lähteistä. Stabilizeriä voi käyttää pinnoitteena erilaisiin kulkuväyliin, aukioihin, sisäpihoihin, parkkialueisiin ja ajoteihin. (Stabilizer Solutions 2000.) Tuote imee itseensä 12 kertaa oman painonsa verran vettä. Stabilizer Solutions on patentoinut tämän luonnonmukaisen sideaineen. Pinnoite ei muutu mutaiseksi kaatosateellakaan, koska aine muodostaa yhtenevän geelimäisen pinnan ja imee itseensä vettä ja vapauttaa sitä pikkuhiljaa sateen jälkeen. (Stabilizer Solutions, n.d.)



Kuva 2. Stabilizer-aineella valmistettu käytävä (Stabilizer Solutions 2008).

4.3 Kiviainessekoitus – Sächsische Wegedecken

Saksalaisen yrityksen, Baustoff Produktions & Handels – Gesellschaft mbh & Co.Kg, valmistama pinnoite on nimeltään Sächsische Wegedecken. Käännettynä tuotteen nimi on Saxony Pathways. Pinnoitteeseen käytetty kiviainemateriaali tulee Saxonyn kaupungista, Itä-Saksasta, mikä selittää tuotteen nimen. Tuote on Saksassa suosittua, koska hulevesistä joudutaan maksamaan veroja. Isoilta alueilta koostuu hulevesimaksuista turhia kuluja ja tätä tuotetta käyttämällä verokuluja voidaan vähentää. (Robert-Kasper 2016.)

Tuote on valmistettu 100 % luonnollisista aineista ja puhtaista mineraaleista ja siinä ei ole lainkaan lisäaineita tai kemikaaleja. Tuotetta voi käyttää pinnoitemateriaalina erilaisilla kulkuväylillä, poluilla, pyöräteillä ja pihvilla. (Bph-sachsen n.d.) Tuotteesta on mahdollista saada eri väri vaihtoehtoja ja uusia värejä etsitään koko ajan lisää. (Liite 1.) Muotoja ja värejä on mahdollista yhdistellä reunatukien avulla. Lopullisen pinnan värin saa vasta kolmen kuukauden kuluttua asennuksesta, kun kaikki hienojakoisimmat ainekset ovat painuneet alas. Tuotteessa on viisi erilaista runkoainetta,

mutta tarkempia tuotetietoja ei ole saatavilla. Ainoastaan lisenssinhaltijoilla on tieto tuotteen tarkoista ainesosista. (Robert-Kasper 2016.)



Kuva 3. Esimerkkikohteita tuotteesta (Baustoff Prdouctions & Handels – Geselleschaft mbh & Co.Kg, 2016.)

5 TUTKIMUSMENETELMÄT JA TULOKSET

Opinnäytetyöni tutkimusmenetelminä olivat kirjallisuus- sekä osittainen haastattelututkimus. Kirjallisuustutkimuksen avulla pyrin selvittämään syitä, miksi vettä läpäiseviä pinnoitteita tulisi suosia tulevaisuudessa sekä millaisia nämä työssäni esiintyvät kolme tuotetta ovat. Työni tukemiseen valitsin osaksi haastattelututkimuksen, koska moniin minua askarruttaviin kysymyksiin koin saavani parhaiten vastauksen suoraan tuotteen jälleenmyyjiltä sekä maahantuojilta.

Kirjallisuutta tutkimalla pystyin osittain selvittämään faktoja tuotteista ja sen, onko niitä aikaisemmin käytetty samanlaisissa sääolosuhteissa, jotka Suomessa vallitsevat. Kirjallisuudesta sain hyvän teoriapohjan suomalaisen rakentamiseen ja siihen, kuinka tarkkaa kaikki täytyy olla johtuen ilmastollisista oloista. Haastattelututkimuksen otin osaksi opinnäytetyötäni, koska tuntui, etten saanut tarpeeksi kattavia vastauksia kysymyksiini pelkästä kirjallisuudesta. Haastateltavina minulla olivat Barrikade Kivipäällyste -tuotteen maahantuoja Suomesta, Harri Pasila, sekä Sächsische Wedgedecken -tuotteen jälleenmyyjä ja yrityksen toimitusjohtaja Saksasta, Frédéric Robert-Kasper. Stabilizer -tuotetta myyvän yrityksen kanssa olin yhteydessä sähköpostitse ja sain heiltä käyttööni tarvittavat tuotetiedot. Asiantuntijana työhöni haastattelin VTT:n tutkijaa Hannele Kuosaa.

Työssäni käytin strukturoimatonta eli vapaata haastattelumuotoa. Ennen haastattelutilanteita olin tutustunut aiheisiin jo niin hyvin, että vapaamuotoinen keskustelu toimi tilanteessa parhaiten. (Kananen 2015, 145.) Haastatteluihin olin laatinut valmiit kysymykset ja tilanteet nauhoitin. Tutkimusmuotona haastattelu oli suuri lisä työhöni, koska sain paljon enemmän tietoa kaikista asioista suoraan alan ammattilaisilta ja he pystyivät kertomaan käytännönesimerkkejä tuotteista, sekä esittelemään tuloksia muista maista.

5.1 Asennus

Tässä luvussa on kuvailtu kunkin tuotteen asennustapaa ja siihen liittyviä huomioita. Taulukkoon on koottuna tiivistetysti kaikkien tuotteiden asennukseen liittyviä huomioita.

Taulukko 2. Tuotteiden asennus.

ASENNUS	<i>Barrikade Kivi- päällyste</i>	<i>Stabilizer- organic natural binder</i>	<i>Sächsische We- gedecken -kiviain- essekoitus</i>
Voiko kuluttaja valmistaa pinnoitteen näillä tiedoilla?	Käytännössä kyllä, jos seuraa tarkasti valmistajan ohjeita asentamisesta.	Käytännössä kyllä, jos tilaa tuotteen Yhdysvalloista ja on kaikissa ongelmatilanteissa yhteydessä valmistuttajaan.	Käytännössä kyllä, jos tilaa tuotteen Saksasta.
Asennuksen ulkolämpötila	+5 - +30 astetta	yli + 4 astetta	Maa ei saa olla jäässä, lämpötila plussan puolella.
Valmiin pinnan kuivumisaika	5-6 tuntia	6 tuntia – 2 vuorokautta	4 vuorokautta – 3 viikkoa
Pakkasen kestävyys	Kestää, kunhan alusta on vakaa.	Kestää, koska aine itsessään on joustavaa.	Kestää, kunhan rakenteet eivät ole koko ajan märät.

5.1.1 Barrikade Kivipäälylyste

Barrikade Kivipäälylysteen pohjan tulee olla routimaton, kuiva ja puhdas. Sadevesien poisto tulee olla järjestettynä. Barrikade Kivipäälylysteen asennuksessa on otettava huomioon tiettyjä säätilan vaatimuksia. Suositeltu asennuslämpötila tulisi olla +5 - +30 astetta ja asennuksen aikana ei saa sataa vettä. Valmiin pinnan tulisi pysyä kuivana noin 2-3 tuntia asennuksen jälkeen. Paras lopputulos ja käyttövalmispinta saadaan antamalla pinnan kuivua 5-6 tuntia asennuksen jälkeen noin +18 asteen lämpötilassa.

Kevyen liikenteen väylille paras paksuus päälylystettä asennettuna suoraan rakennekerrosten ja suodatinkankaan päälle on 30 mm. Asfaltin tai betonin päälle asennettuna tuotteen vahvuudeksi riittää 18 mm kestävä normaalialue liikennettä. 2-komponenttinen sideaine sekoitetaan huolellisesti noudattamalla työselosteen ohjeita. Sen jälkeen sideaine ja kivimassa sekoitetaan noin 100 kilon erissä suuressa sekoittajassa. Suhteiden on oltava samat jokaisessa sekoitusprosessissa. Valmis seos levitetään tasaisen pinnan päälle säätölastalla ja tasoitetaan lattianhiertimellä tai lastalla. (Fidocol Oy n.d.)

5.1.2 Stabilizer The Organic Natural Binder

Ennen Stabilizerin asennusta pohjan täytyy olla noin 95 % tiivistetty ja huolellisesti kasteltu. Vaikka tuote on vettä läpäisevää, täytyy pohjalle asentaa salaojat varmistukseksi, ettei vesi seiso pinnalla, pinnoitteen vieressä tai räystäiden alla.

Stabilizer -aineen sekä kivimurskan täytyy olla kuivia ennen sekoitusta parhaimman lopputuloksen saavuttamiseksi. Pihakäytävälle hyvä sekoitusuhde on noin 5,5 kiloa sideainetta noin 1000 kiloon runkoainetta eli kivimurskaa. Sekoituksessa voidaan käyttää esimerkiksi betonimyllyä. Asennusta ei kannata suorittaa, jos sataa tai on alle 4 astetta lämmintä. Varmistuksena aineiden sekoittumisesta voidaan tehdä niin sanottu pallotesti. Ota kourallinen sekoitettua ainetta käsiisi ja lisää noin puoli desilitraa vettä. Pyörittele palloa molemmin käsin ja varmista, ettei mikään kohta siitä jää kuivaksi. Lopputuloksena pitäisi olla taikinamainen ja tiivis pallo, joka ei mene rikki heitellessä sitä käsissä.



The ball test

Kuva 4. Pallotesti (Stabilizer Solutions, 2008.)

Yhdestä tonnista valmiiksi sekoitetusta aineesta noin 7 cm vahvuisena kerroksena valmistuu noin 6 neliötä valmista pintaa. Rakennekerrosten päälle levitetty aine täytyy kastella huolellisesti kauttaaltaan, koska vesi aktivoi Stabilizerin. Riittävä vesimäärä noin 1000 kilolle ainesta on noin 100-200 litraa. Kastelun aikana kannattaa käyttää luotainta, joka varmistaa, että vesi pääsee koko syvyydeltä aineen sisään.

Valmiin pinnan kuivumisaika on vähintään kuusi tuntia ja enintään kaksi vuorokautta. Tiivistämisvaiheessa pinnan pitäisi kestää yhdestä viiteen tonniin painavia jyriä ilman, että pinta halkeilee tai siihen syntyy jyrän jälkiä. Pinta on valmis, kun siinä pystyy kävelemään ja se ei tunnu enää mutaiselta. Dynaamista tiivistämistä ei saa jyrissä käyttää, koska se irrottaa isommat ainekset. Valmis pinta on sileä, yhtäläinen ja kiinteä, eikä siinä ole mitään halkeamisen merkkejä. (Stabilizer Solutions 2008.)

Machine Application



Kuva 5. Koneellinen asennustapa (Stabilizer Solutions, 2008.)

Hand Application

Kuva 6. Käsintapahtuva asennus (Stabilizer Solutions, 2008.)

5.1.3 Sächsische Wegedecken

Kivisekoituksen asentaminen aloitetaan sillä, että pohjatyöt ovat tasaiset ja routimattomat. Rakennekerrosten päälle tulee asennuskerros, joka tärytetään tasaiseksi. Asennuskerros voi olla esimerkiksi kivituhkaa ja sen paksuus noin 7 cm. Tämän päälle tulee Sächsische Wegedecken –kiviainessekoitus ja hyvä paksuus esimerkiksi puiston käytäville on 3 cm. Pinta täytyy kastella tasaisesti, noin 10 litraa yhtä neliötä kohden. Kastelu auttaa aineen tiivistymisessä sekä se tekee siitä joustavamman. Pienet alueet pystytään tiivistämään asettamalla puulevyjä pinnan päälle ja astelemalla niiden päällä koko alueen päältä. Tiivistykseen voidaan käyttää myös jyrää ilman dynaamista tiivistämistä. Asennuksen voi suorittaa huhtikuusta lokakuuhun, mahdollisimman poutaisena päivänä. (Liite 2.)

Pinnan voi todeta olevan valmis, kun sormi ei mene siitä painettaessa läpi. Valmiin pinnan kuivumisaika on neljästä päivästä kolmeen viikkoon riippuen säästä. Lämpimällä säällä, jos pinta kuivuu herkästi, sitä voidaan kastella 10 litraa vettä neliölle, jolloin varmistetaan paras mahdollinen lopputulos. (Bph-Sachsen, n.d.)

Asentamalla pinnoitetta esimerkiksi nurmialueen keskelle kulkuväyläksi, tulee orgaaninen aines ja kiviainessekoitus rajata toisistaan. Suositettu rajausmateriaali on säänkestävä teräs – Corten. (Robert-Kasper 2016.)

5.2 Ylläpito

Tässä luvussa käsitellään tuotteisiin kohdistuvia ylläpidollisia asioita sekä talvikunnossapitoa. Taulukkoon on koottuna tiivistetysti ylläpidolliset seikat sekä muut huomioitavat asiat.

Taulukko 3. Huomioita tuotteista.

HUOMIOITA TUOTTEISTA	<i>Barrikade Kivipäällyste</i>	<i>Stabilizer- organic natural binder</i>	<i>Sächsische Wegedecken -kiviainessekoitus</i>
Rikkimenneen pinnan uusiminen	Lisätään kerros side- ja kiviainesta, asennetaan kuten uusi pinta.	Otetaan haljennut kohta pois, lisätään side- ja kiviaines sekoitettuna kohtaan ja kastellaan.	Poistetaan haljennut kohta, lisätään valmista tuotetta säkistä ja lopuksi kastellaan.
Liikenteen kestävyys	3 cm vahvuisesta kerroksesta ei ole tarkempia liikenteen kestävyys tietoja.	Kestää satunnaista huoltoajoa ja talvikunnossapitoa, jos se tapahtuu kumi- huulisilla auroilla.	Satunnainen liikenne, ajonopeus maksimissaan 50 km/h.
Hinta m²/€	n. 100 € / m ² , lopullinen hinta määräytyy kohdekohtaisesti.	Ei tiedossa.	5,50 € / m ² , pelkkä sideaine.
Aineen luonnollisuus	Kuivuttuaan ympäristölle haitatonta.	Luonnonmukainen.	Luonnonmukainen.
Valmiin pinnan kerrospaksuus	3 cm	7 cm	3-4 cm
CE- merkintä	Tuotteen valmistajalta löytyy.	Tuote on Yhdysvaltalainen.	Merkinnät löytyvät valmistajan sivuilta.

5.2.1 Barrikade Kivipäällyste

Päällyste kestää satunnaista huoltoajoa, esimerkiksi auras ja roska-auto. 3 cm vahvuisesta päällystepaksuuden liikenteenkestävyydestä ei ole tarkkoja tietoja (Pasila 2016). Rikki mennyt pinta suositaan uusimaan paikkaamalla. Pinnan pesuun ja puhdistukseen suositellaan käytettäväksi painepesua tai kuivajääpuhdistusta vaikeimmille tahroille, kuten purukumille (Fidecol n.d.) Pinnoitteen luvataan olevan vähäistä ylläpitoa vaativa tuote (Hesselberg Bygg n.d.)

Taulukkoon 3. merkatut hintatiedot Barrikade Kivipäällysteestä vaihtelevat suuresti, sanoo maahantuoja Harri Pasila. Tuotteesta valmistettu pinta on

kustannustehokkaampi, kun ensin valmistetaan noin 30 €/m² vettä läpäisevää asfalttipintaa. Asfaltin päälle levitetään Barrikade Kivipäällystettä noin 15 mm paksuinen kerros, jolloin hinta-arvio tällöin tuotteelle noin 60-80 €/m². Kaikki tuotteen hinnat ovat kohde kohtaisia.

Taulukkoon 3. merkattu noin 100 €:n neliöhinta koostuu Barrikade Kivipäällysteestä, joka on asennettu suoraan rakennekerrosten päälle. Hinnat ovat aina käyttövalmiille pinnoille ja ALV tuotteilla 0%. (Pasila, 2016).



Kuva 7. Barrikade Kivipäällyste pihatiellä rajattuna reunakiveen (Pasila, 2016).

5.2.2 Stabilizer The Organic Natural Binder

Pinnan päältä täytyy poistaa kaikki roskat, orgaaninen aines ja muut jätteet. Talviaikana mahdollisen auraamisen tulee tapahtua koneistolla, jossa on joko kumihuulinen tai renkaallinen aura. Rengas nostaa auraa pinnasta vähän ylös, eikä näin ollen vaurioita pintaa niin paljon kuin tavallinen aura. Ensimmäisenä vuonna päällysteestä irtoaa kiviainesta. Kahden sentin vahvuuisena irtonainen kiviaines pitää jakaa koko alueelle tasaisesti ja koko pinta tulee kastella noin 2,5 cm:n syvyydeltä ja tiivistää. (Stabilizer Solutions 2008.)

Päällysteen vaurioituessa on se mahdollista uusia helposti. Ensin täytyy kaivaa halkeaman ympäriltä pieni määrä tuotetta pois ja jos alue on kuiva,

täytyy se kastella. Sekoita haluttu määrä sideainetta ja kivimurskaa betonimyllyssä ja lisää vesi. Asenna seos kuoppaan ja tiivistä esimerkiksi jyrällä. Kohdan täytyy olla liikenteeltä suljettuna ainakin 12 tunnista kahteen vuorokauteen. (Stabilizer Solutions, 2002.)

Kaikki luonnolliset pintamateriaalit menettävät irtonaista kiviainesta ajan myötä. Yhtiön mukaan tämä muistuttaa kuluttajaa siitä, että pinnoite ei ole asfalttia tai betonia. Irtonainen kiviaines täytyy levittää tasaisesti koko-alueelle ja liiallinen kivimassa poistaa. Tämä toimenpide pidentää päällysteen käyttöikää huomattavasti. (Stabilizer Solutions, n.d.)

5.2.3 Sächsische Wegedecken

Pinnoite kestää satunnaista liikennettä, jos ajonopeus on maksimissaan 50 km/h. Talvikunnossapidon voi suorittaa auraamalla, mutta täytyy olla tarkkana, ettei aura kolhi pintaa ja sen reunatukia. Tuote ei kestä suolaamista ja siksi suositellaankin, että talvisaikaan alueita hiekoitettaisiin saman värisellä kiviainessekoituksella, jota on käytetty pihassa. Näin ollen lumen sulassa keväällä pintaan jää irtonaiseksi aineeksi samaa tuotetta kuin pohjalla.

Mahdolliset rikkaruohot ja varjoisalla paikalla sammal tulee poistaa pinnoitteesta esimerkiksi polttamalla tai mekaanisesti. Myrkyttämistä ei suositella, koska tuote on itsessään luonnollinen. Halkeamiset tai muut kuopat on helppo korjata poistamalla kuopan ympäriltä ainesta, lisäämällä säkistä uutta ja kastelemalla. (Robert-Kasper 2016.)

Taulukkoon 3. merkityt hinnat ovat voimassa Saksassa. Suomeen tuotuna tuotteen hinta ei ole tiedossa.

5.3 Kustannukset ja muut huomiot

Tässä kappaleessa on esitetty kunkin tuotteen kustannuksia asennuksesta ylläpitoon sekä muita huomioitavia asioita.

5.3.1 Barrikade Kivipäällyste

Kivipäällysteen hintaan vaikuttavat merkittävästi asennuspaikan alusta, valittu asennuspaksuus, valittu kivimateriaali ja asennettavan alueen pinta-ala. Barrikade Kivipäällyste on myös mahdollista asentaa vettä läpäisevän asfaltin päälle. Vettä läpäisevän pinnan tekemiseen tuote asennetaan suoraan rakennekerrosten päälle, jolloin sen vahvuudeksi suositellaan 30 mm. Maahantuoja Harri Pasila, Fidecol Oy, on kuitenkin sitä mieltä, että mikäli kohteen toteuttaminen on hintakriittinen, kannattaa ensin tehdä 25-30 mm paksu asfalttikerros, jonka päälle pinnoitteen asentaa.

Hinta-arvio pinnoitteelle, valmiiksi asennettuna ja käyttövalmiina, on noin 500 m²:n pinta-alalle 15 mm vahvuisena, alkaen 65 €/m². Asfalttipohjan päälle asennettuna hinta-arvio laskee 35-45 euroon neliölle. Valittu kivimateriaali sekä kohteen luonne voivat vaikuttaa tuotteen hintaan. (Pasila, 2016.)

5.3.2 Stabilizer The Organic Natural Binder

Stabilizer kestää pakkasta, koska aine itsessään on notkeaa. Reunoille ei tarvitse jättää liikuntasauvoja sulamista ja jäätymistä varten, koska aine itsessään joustaa. Tuote ei menetä väriään koskaan, vaan materiaalien värit tummentavat luonnon omia värejä kivissä. (Stabilizer Solutions, n.d.)

Tuotteen hinta ei ole julkisessa tiedossa.

5.3.3 Sächsische Wegedecken

Saksassa yksi tonni tuotetta maksaa 55 €. Tuotetta on mahdollista tilata suursäkeissä, joiden koko vaihtelee 1-1,5 tonnin välillä. Pienille alueille ja korjaukseen on mahdollista tilata 15 kilon säkkejä tai irtotavaraa. Yhdestä tonnista kivimateriaalia valmistuu noin 10 neliötä valmista pintaa, eli yhden neliön hinnaksi muodostuu silloin 5,5 €. (Robert-Kasper 2016.)

Laskelmien mukaan Saksassa erilaisten betonipintaisten pihojen materiaalikulut ovat noin 40 €/m² ja jätevesimaksut vuodessa noin 1,7€/m². Saumallisen mukulakiveyksen materiaalikulut ovat noin 26 €/m² ja vesimaksut 1,2 €/m² vuodessa. Saxony pathwayn materiaalikustannukset tulisivat olemaan noin 9,9 €/m² ja vesimaksut vuodessa 0,85 €/m². Näiden lukujen perusteella jo pelkistä vesimaksuista säästettäisiin suuria summia vuodessa, jos kyseessä on isot alueet. (Bph-Sachsen, n.d.)

Tuotteen myyjän mielestä ei olisi mitään esteitä tuoda Saxony pathwaytä Suomeen. Pakkasta sen pitäisi kestää hyvin, kun vain varmistetaan, ettei vesi jää seisomaan rakennekerroksiin. (Robert-Kasper 2016.)

6 TULOsten ANALYYSI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Vettä läpäisevät pintamateriaalit ovat kovassa nosteessa hulevesistä nousseen keskustelun myötä. Ilmastonmuutoksesta johtuen lisääntyvillä sademäärillä on suoranainen vaikutus rakentamiseen niin maan päällä kuin sen

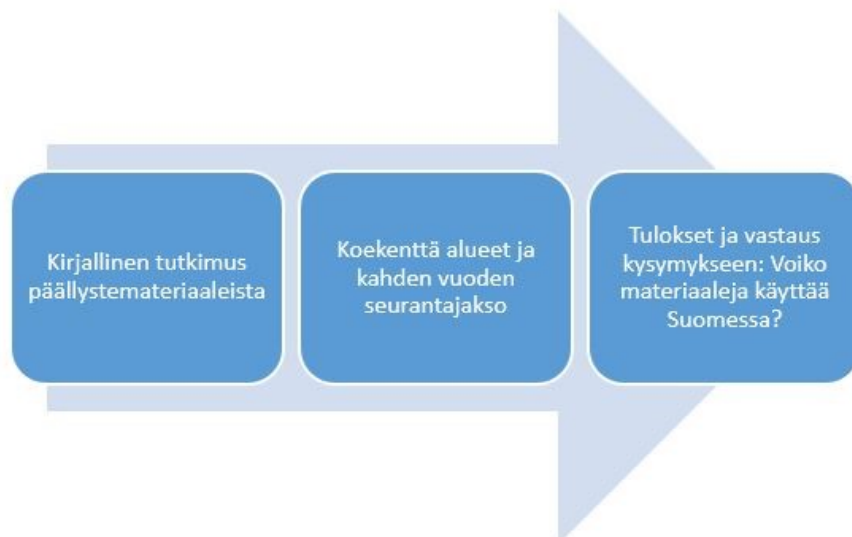
allakin. Luonnonmukaisemmat vaihtoehdot salaojituksille ja hulevesiviemäröinnille ovat nousseet lähivuosina kuluttajienkin tietoisuuteen. Tietoa vettä läpäisevistä materiaaleista löytyy, ainoa haittapuoli asiassa on materiaalin hinta sekä rakennuskustannukset.

Kova ja samalla vettä läpäisevä pintamateriaali on mielenkiintoinen yhdistelmä. Haastatteluissa monesti kuulin sen, että tuotteet ovat yhtä kovia kuin asfalttipinnat, mutta läpäisevät satavan ja valuvan veden kokonaan. Tuotteissa vaikeinta on varmasti niiden asennustapa, koska kaikissa asennuslämpötilan täytyi olla oikeanlainen. Kaikista pinnoista tulee valmiina näyttävät ja kulutusta kestävätkä sekä niillä on mahdollista muodostaa erilaisia pintakuvioita.

Ilmastonmuutoksen myötä kaikkiin asetuksiin on varmasti tulossa vielä muutoksia, mutta siihen menee aikaa. Lisääntyviin sademääriin ja niiden haittavaikutuksiin ei kiinnitetä vielä huomiota, mutta varmasti kymmenen vuoden päästä asia on aivan toinen. Ulkomailta tulevia trendejä ei voi kaikkia Suomessa käyttää ja siksi on tärkeää, että kaikista tuotteista on riittävät tiedot ennen kuluttajamarkkinoille pääsyä. Rakenteet ja niiden kuivatus sekä erilaiset säädökset ohjaavat vahvasti rakentamista Suomessa. Uusien materiaalien käyttö on aina riski, koska talvet täällä ovat erilaisia joka vuosi. Kustannukset nousevat myös keskusteluissa aina esiin, sillä uuden tekeminen ja tuominen markkinoille on aina kallista.

Kaikkia kolmea tuotetta tutkiessani pidin mielessä koko ajan kaikista tärkeimmän asian rakentamisessa eli tuotteen pakkasen kestävyys. Jokaisen tuotteen kohdalla nousi kysymyksiä liittyen routaan ja olinkin hyvin skeptinen niiden suhteen. Eurooppalaisten tuotteiden markkinointi Suomessa on varmasti helpompaa kuin Stabilizerin, koska se on Yhdysvalloista. Tuotteiden hintoja on vaikea lopulta verrata, koska Barrikade Kivipäällysteen 100 €/m² hinta oli valmiiksi asennetulle pinnalle, kun taas Sächsische Wegedecken hintaan kuuluu pelkkä kiviaines säkissä, 5,5 €/m².

Opinnäytetyötäni kannattaisi jatkaa sillä, että tuotteista tehtäisiin tutkimuksia ja mahdollisia koekenttäalueita. Tutkimuksilla tulisi selvittää, miten tuotteet kestävätkä pakkasta ja talvikunnossapitoa ja koekentillä saataisiin suoria vastauksia liittyen roudan kestävyys. Työstäni saa selville sen, että kaikilla kolmella pinnoitteella on mahdollisuuksia selviytyä Suomen sääolosuhteista. Koekenttien seuranta tulisi suorittaa noin kahden kauden ajalta, jotta tuloksista tulisi luotettavimmat. Tuotteen kojeistuksella voitaisiin selvittää jäädyttämällä ja sulattamalla tuotteista se, miten ne kestävätkä jatkuvaa lämpötilan vaihtelua.



Kuva 8. Selvitys tuotteiden kestävydestä Suomeen (Sokala, 2016).

Suomen markkinoille tarvitaan lisää vaihtoehtoja päällystemateriaaleihin. Kaksi tuotetta kolmesta ovat täysin luonnonmukaisia ja se nostaa niiden arvoa. Erilaisilla päällystemateriaaleilla luodaan markkinoille lisää kilpailua ja suunnittelijoille annetaan uudet rajat luovuudelle. Nykypäivänä ovat suuressa suosiossa kierrätys, ekologisuus sekä luonnonmukaisuus. Läpäisevillä pinnoitteilla luodaan ympäristöstä luonnonmukaisempi sekä kestävämpi ja ilmastonmuutoksen myötä uusille vettä läpäiseville pintamateriaaleille on varmasti kysyntää.

LÄHTEET

Ala-Outinen, T., Harmaajärvi, I., Kivikoski, H., Kouhia, I., Makkonen, L., Saarelainen, S., Touhola, M. & Törnqvist, J. (2004). VTT:n tiedote. *Ilmas- tonmuutoksen vaikutukset rakennettuun ympäristöön*. Haettu 20.10.2016 osoitteessa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2227.pdf>

Bph-Sachsen (n.d.). Esimerkkikohteita tuotteesta.

Bph-Sachsen (n.d.). Esite. Sächsische Wegedecken – Waterbound Surfacing from Saxony.

Eskola, R. & Tahvonen, O. (2010). *Hulevedet rakennetussa ympäristössä*. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.

Euroopan komissio (2012). Komission yksiköiden valmisteluasiakirja. *Ohjeet parhaista käytännöistä, joilla rajoitetaan, vähennetään tai kompensoidaan maaperän sulkemista rakentamisella*. Haettu 20.10.2016 osoitteesta: <http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/FI%20-%20Sealing%20Guidelines.pdf>

Fidecol Oy n.d. Tekninen esite S.03-01.15. Barrikade kivisirotepinnoite. Haettu 9.9.2016 osoitteesta: http://www.fidecol.fi/application/files/6414/3937/6267/Barrikade_Kivipaallyste_Esite.pdf

Fidecol Oy n.d. Yrityksen kotisivut. Haettu 13.12.2016 osoitteesta: <http://www.fidecol.fi/tuotteet/barrikade>

Forstén, L., Holt, E., Kuosa, H., Määttänen, A. & Niemeläinen E. (2015). Vettä läpäisevät päällysteet – hulevesien hallinta ja liikennöitävyys. *Tie & liikenne – Suomen Tieyhdistyksen ammattilehti*. 4/2015. Haettu 30.9.2016 osoitteesta: <http://www.tieyhdistys.fi/binary/file/-/id/61/fid/602/>

Giordano, B. (2016). Psyllium pavement – Finland. Sähköpostiviesti tekijälle 30.9.2016.

Hesselberg Bygg. n.d. Landscape – Domestic. Haettu 12.12.2016 osoitteesta: <http://bygg.hesselberg.no/en/landskap/bolig/>

Holt, E., Kivikoski, H., Kling, T., Korkealaakso, J., Kuosa, H., Loimula, K., Niemeläinen, E. & Törnqvist, J. (2015). *Vettä läpäisevät päällysteet - Käsi- kirja suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon*. Espoo: VTT.

Hulevesiopas 2012. Kuntaliitto. Helsinki: Suomen kuntaliitto. Haettu 11.12.2016 osoitteesta: http://www.jyvaskylanenergia.fi/filebank/993-Hulevesiopas_2012.pdf

HSY. 2015. *Mikä on ilmastonmuutos?* Haettu 4.1.2017 osoitteesta: <https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/hillitse-ilmastonmuutosta/Sivut/mika-on-ilmastonmuutos.aspx>

Ilmasto-opas.fi. 2014. *Lämpösaarekeilmiön ymmärtäminen tukee kaupunkisuunnittelua.* Haettu 3.1.2017 osoitteesta: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/sopeutuminen/-/artikkeli/ce71e82c-24a4-4566-985a-8955d12b717c/lamposaarekeilmion-ymmartaminen-tukee-kaupunkisuunnittelua.html>

Kananen, J. (2015). Opinnäytetyön kirjoittajan opas – Näin kirjoitat opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja – sarja.

Kling, T. & Wahlgren, I. (2014). Tutkimusraportti. *Class WP1 Kaupunkien tarpeet.* Haettu 8.10.2016 osoitteesta: http://www.vtt.fi/files/sites/class/D1_1_CLASS_WP1_Report_Urban_Needs.pdf

Kotola, J., Nurminen, J. & Vakkilainen P. (2005). Ympäristöministeriön julkaisu. *Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta.* Haettu 16.10.2016 osoitteesta: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40647/SY_776.pdf?sequence=1

Kuosa, H. (2016). Climate Adaptive Surfaces – Finnish city pilots. (PDF)

Kuosa, H. (2016). Haastattelu 20.10.2016 Espoossa.

Kuosa, H. (2014). Vettä läpäisevät päällysteet ja rakenteet CLASS-projektista pilotteihin. *Geotekniikan päivä 6.11.2014.* Haettu 20.10.2016 osoitteesta: http://www.vtt.fi/files/sites/class/CLASS_2014GeotechPaiva_slides.pdf

Loukkola, P. (2016). Hulevesimaksu herättää hämmennystä – ”Laskutaanko kohta auringonpaisteesta?”. *Yle-uutiset.* Haettu 6.1.2017 osoitteesta: <http://yle.fi/uutiset/3-9302262>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132. Haettu 11.12.2016 osoitteesta: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L4P28>

Makkonen, L. & Tikanmäki, M. (2009). Tutkimusraportti. *Poikkeukselliset luonnonilmiöt ja rakennettu ympäristö muuttuvassa ilmastossa.* Haettu 20.10.2016 osoitteesta: http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/VTT_R_10419_08.pdf

Metro, (2009). Esite. *Porous surfaces.* Haettu 18.10.2016 osoitteesta: http://www.oregonmetro.gov/sites/default/files/porous_surfaces_factsheet.pdf

Myllynparas. (n.d.). *Mitä on psyllium ja mistä sitä voi ostaa*. Parhaat neuvot. Haettu 18.10.2016 osoitteesta <https://www.myllynparas.fi/parhaat-neuvot/mita-psyllium-ja-mista-sita-voi-ostaa>

Pasila, H. (2016). *Barrikade Kivipäällyste – kivipinnoite*. Sähköpostiviesti tekijälle 20.10.2016.

Pasila, H. (2016). *Barrikade Kivipäällyste pihatiellä rajattuna reunakiveen*.

Pasila, H. (2016). *Lähikuva tuotteesta Barrikade Kivipäällyste*.

Pasila, H. (2016). *Haastattelu*.

Polyuretaani.fi *Kemikaalit*. Haettu 28.10.2016 osoitteesta <http://www.polyuretaani.fi/kemikaalit/>

PU-Nordic. *Mitä polyuretaani on?* Haettu 28.10.2016 osoitteesta <http://www.pu-nordic.fi/tietopankki/mita-polyuretaani-on>

Purus Plastics North America. (2015) *The European way of paving*. Haettu 8.1.2017 osoitteesta: <http://purus-northamerica.com/the-european-way-of-paving/>

Päällystealan neuvottelukunta PANK ry (2011). *Asfalttinormit 2011*.

Rakennustieto. *RT-kortisto – laatua rakentamiseen*. Haettu 11.12.2016 osoitteesta: <https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/rt.html>

Rakennustietosäätiö RTS (2010). *InfraRYL 2010 – Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, osa 1: väylät ja alueet*. Päivitys ja täydennys InfraRYL 2006 osaan. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustietosäätiö RTS (2010). *MaaRYL 2010 – Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset – Talonrakennuksen maatyöt*. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 09- 10884 (2006). *Esteetön liikkumis- ja toimimisympäristö*. Haettu 11.12. osoitteesta: <https://www-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410884%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-100073/10884.pdf>

RT 89-11002 (2010). *Pihojen pohja- ja päällysrakenteet*. Haettu 28.10.2016 osoitteesta: <https://www-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2411002%2446%24>

[4pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24down-load%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-105110/11002.pdf](https://www.rakennustieto.fi.ezproxy.hamk.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410961%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24down-load%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-105110/11002.pdf)

RT 93-10961 (2009). Asuntosuunnittelu – Yhteiset ulkotilat. Haettu 11.12.2016 osoitteesta: <https://www.rakennustieto.fi.ezproxy.hamk.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410961%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24down-load%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-103255/10961.pdf>

RT RakMK-21228 (2003). Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma – Pohjarakenteet, Määräykset ja ohjeet 2004. Haettu 11.12.2016 osoitteesta: <https://www.rakennustieto.fi.ezproxy.hamk.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2421228%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24down-load%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%248743/21228.pdf>

RT RakMK-21255 (2005). Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma – Esteetön rakennus, Määräykset ja ohjeet 2005. Haettu 30.12.2016 osoitteesta: <https://www.rakennustieto.fi.ezproxy.hamk.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2421255%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24down-load%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-RT%2495%249006/21255.pdf>

Sepeli.fi (n.d.). *Verkkokauppa*. Haettu 5.1.2017 osoitteesta: <http://www.sepeli.fi/kauppa/>

Soini, T. (2009). *Viherrakentajan käsikirja*. Tampere: Viherympäristöliitto ry

Sokala (2016). Selvitys tuotteiden kestävydestä Suomeen.

Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry. (2007). RIL 234-2007 Pihojen pohja- ja päällysrakenteet. Suunnittelu- ja rakentamisohjeet.

Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry. (2010.) RIL 126-2009 Rakennus-pohjan ja tonttialueen kuivatus.

Stabilizer Solutions (n.d.) Yrityksen kotisivut. Haettu 11.12.2016 osoitteesta: <http://www.stabilizersolutions.com/technologies/pathway-technology/>

Stabilizer Solutions (2008). Esite. Stabilizer – The Organic Natural Binder. *Stabilizer for aggregate trails, pathways, and patios*. Saatu sähköpostiin 9.11.2016.

Stabilizer Solutions (2008). Koneellinen asennustapa.

Stabilizer Solutions (2008). Käsin tapahtuva asennus.

Stabilizer Solutions (2008). Pallotesti.

Stabilizer Solutions (2008). Stabilizer-aineella valmistettu käytävä.

Stabilizer Solutions (2000). Tuoteseloste. Stabilizer- The Organic Natural Binder Product Sheet. Sähköposti tekijälle 9.11.2016.

Stabilizer Solutions (2002). Section 32 15 43. STABILIZER® FOR STABILIZED AGGREGATE PATHWAY: PEDESTRIAN ACCESS. PART 1 – GENERAL. Sähköposti tekijälle 9.11.2016.

Techo-Bloc (2015). Youtube-video. *Stormwater Runoff Solution: Permeable Pavement*. Haettu 20.11.2016 osoitteesta: https://www.youtube.com/watch?v=JOIM2yR_B6k

Uitto, T. (2013). Yksi piha, monta eri hintaa. *Turkulainen*. Haettu 5.1.2017 osoitteesta: <http://www.turkulainen.fi/artikkeli/254124-yksi-piha-monta-eri-hintaa>

Valtion ympäristöhallinto (2017). Haettu 4.1.2017 osoitteesta: <http://wwwi2.ymparisto.fi/i2/90/rouY2/vesitilanne.html>

Valtion ympäristöhallinto (2017). Haettu 4.1.2017 osoitteesta: <http://wwwi2.ymparisto.fi/i2/90/tkax2/vesitilanne.html>

Vesihuoltolaki 2001/119. Haettu 11.12.2016 osoitteesta: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119#L3aP17d>

Viherympäristöliitto. 2011. *Pihan yleinen rakentamistapaohje, julkaisu nro 51*. Helsinki: Viherympäristöliitto Ry.

Ympäristöministeriö (2016). Suomen rakentamismääräyskokoelma. Haettu 11.12.2016 osoitteesta: [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismääräyskokoelma/Suomen_rakentamismääräyskokoelma\(3624](http://www.ym.fi/fi/FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismääräyskokoelma/Suomen_rakentamismääräyskokoelma(3624)

HAASTATTELUT

Kuosa, H. 2016. Tutkija. VTT Oy. Haastattelu 20.10.2016, Espoo.

Pasila, H. 2016. Yrittäjä. Fidecol Oy. Haastattelu 7.7.2016, Mäntsälä.

Robert-Kasper, F. 2016. Toimitusjohtaja. Baustoff-Productions & Handels
Gesellschaft mbh & CO.Kg. Haastattelu 30.6.2016, Helsinki.

Sächsische Wegedecken -tuotteen väri vaihtoehtoja



Sächsische Wegedecken -tuotteen asennusohjeet

SÄCHSISCHE WEGEDECKEN®

Einbau

1. Schritt



Frostschuttschicht 0/32mm oder 0/45mm bzw. Mineralgemisch gut verdichten.
Dabei darauf achten, dass die Fläche eben und gleichmäßig aufgebaut ist. Sie muss absolut wasserdurchlässig sein.

2. Schritt





Dynamische Schicht 0/16 mm aufbringen; wir empfehlen die gleiche Farbe wie die spätere Decke

Achten Sie auf die Endhöhe! Bringen Sie 7 cm ein, damit Sie nach der Verdichtung 6 cm Schichtdicke erreichen

Dynamische Schicht verdichten (Rüttelplatte bzw. Walze)

3. Schritt





Sächsische Wegedecke® aufbringen; hier auch 1 cm mehr auftragen.

Planieren Sie mit einem Rechen oder einem Abziehbrett.

Befeuchten Sie (Wassernebel) mit ca. 10l/m²; dies hilft Ihnen bei der Verdichtung und später für die Aushärtung

Nehmen Sie zur Verdichtung eine Walze (ohne Vibration!) um das beste Ergebnis zu erreichen

Die Endfestigkeit ist je nach Wetterlage zw. 4 Tagen und 3 Wochen erreicht. (Wechselwirkung feucht bzw. nass zu trocken!). Sie können nachhelfen: Befeuchten Sie (10l/m²) die Decke jedes mal, wenn diese komplett ausgetrocknet ist; vor allem bei gutem warmen Wetter erreichen Sie sehr schnell das gewünschte Endergebnis!