

**ULKOPUOLEN VEDENERISTYKSEN VAIHTOEHTOISET
MENETELMÄT BITUMIKERMIEN RINNALLA**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

Hämeenlinnan korkeakoulukeskus

Kevät 2021

Teijo Tiirikka

Tekijä Teijo Tiirikka

Vuosi 2021

Työn nimi Ulkopuolen vedeneristyksen vaihtoehtoiset menetelmät bitumikermin rinnalla

Ohjaajat Anssi Knuutila (HAMK), Jarkko Luntta (Lehto)

TIIVISTELMÄ

Työ tehtiin Lehdolle, joka on merkittävä rakennusalan konserni Suomessa. Vuonna 2020 Lehdon liikevaihto oli 545 M€ ja työntekijämäärä 1034. Työlle saatiin aihe ulkopuolen vedeneristämisen haasteista, erityisesti pihakansien käännettyjen rakenteiden erityiskohdissa, ja toisaalta siitä, että bitumikermiä käytettiin vedeneristyksessä lähes poikkeuksetta.

Työ lähtee liikkeelle vedeneristämistä ja tuotehyväksyntää koskevien lakien ja asetusten läpikäynnillä ja jatkuu teoriaosuudella hyvän rakennustavan mukaisesta vedeneristyksestä ja sen laadunvarmistuksesta. Seuraavaksi työssä esitellään vaihtoehtoisina tuotteina ruiskukumi, Polyfleece ja kolme elastomeeripinnoitetta: polyuretaani, polyureahybridi, ja puhdas polyurea. Kunkin tuotteen osalta esitellään käyttösovelluksia ja kohteita, teknisiä ominaisuuksia suoritusarvoineen, tuotteiden kelpoisuutta, asentamista ja laadunvarmistusta. Tämän jälkeen käsitellään tuotteen valintaa ja vertaillaan tuotteita. Luku sisältää karkeat arvovälit eri toimittajilta saaduista työsaavutuksista ja neliöhinnoista.

Työn tuloksena voidaan todeta, että bitumikermin käyttö tulee vähenemään ja korvautumaan ruiskutettavilla vedeneristystuotteilla, tietyissä kohteissa myös Polyfleeceellä.

Avainsanat vedeneristys, elastomeeripinnoitteet, ruiskukumi, polyfleece

Sivut 68 sivua ja liitteitä 8 sivua

Author Teijo Tiirikka

Year 2021

Subject Alternative External Waterproofing Methods Alongside Bitumen Sheets

Supervisors Anssi Knuutila (HAMK), Jarkko Luntta (Lehto)

ABSTRACT

The commissioner of this thesis was Lehto, a major construction group in Finland. In 2020, Lehto's turnover was 545 M€ and the no. of employees was 1 034. The subject for the thesis was invented based on the challenges in outside waterproofing, particularly, in the inverse structure of yard decks. On the other hand, the subject was based on the fact that the bitumen sheets were used in waterproofing almost without exceptions.

The thesis starts with a review of the laws and regulations on waterproofing and product approval and continues with a theoretical part on good construction practises of waterproofing and its quality assurance. Next, the work continues with the introduction of liquid rubber, Polyfleece and three elastomeric coating alternatives: polyurethane, polyurea-hybrid, and polyurea. For each product, the applications, technical specifications with performance values, product fit for various purposes, installation, and the quality assurance are introduced. After this, the selection of the product is considered, and the products are compared. The chapter also includes rough estimations for the range of work accomplishments and prices per square meter from various suppliers.

As a result of the work, it can be said that the use of bitumen sheets will be decreased and replaced by sprayable waterproofing products, in certain applications also by Polyfleece.

Keywords Waterproofing, elastomer coatings, liquid rubber, polyfleece

Pages 68 pages and appendices 8 pages

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Vaatimukset rakennuksen ulkopuolen vedeneristämiseksi	2
2.1	Rakennuslaki ja asetukset vedeneristämisestä	2
2.1.1	Rakennusasetus vedeneristämisestä	3
2.2	Rakennustuotteiden hyväksyntä	4
2.2.1	EU:n rakennustuoteasetus ja CE-merkintä	4
2.2.2	Kansalliset hyväksyntämenettelyt	6
3	Ulkopuolen vedeneristykseen tavanomaiset ratkaisut	7
3.1	Bitumikermi lyhyesti	8
3.2	Ulkopuolen pystyrakenteet	9
3.3	Ulkopuolen vaakarakenteet	11
3.3.1	Käännetty rakenne	11
3.4	Vedenpaineen alaiset rakenteet	16
3.5	Erityiskohdat	19
3.5.1	Pysty- ja vaakarakenteiden liittymät ja nostot	19
3.5.2	Läpiviennit vaakarakenteista ja kaivot	21
3.5.3	Läpiviennit pystyrakenteista	22
3.5.4	Liikuntasaumamat	23
4	Laadunvarmistusmenetelmät	25
4.1	Alustan laadun varmistus	25
4.1.1	Alustan tasaisuuden varmistus	25
4.1.2	Pinnan kuivuuden näytepalamittaus	26
4.2	Tartunta alustaan	27
4.2.1	Kolmioviiltokoe	28
4.2.2	Tartuntalujuuden varmistus vetokokeella	28
4.3	Vedenpitävyys	29
4.3.1	Kerrospaksuuden mittaus	29
4.3.2	Vedenpainekoe	30
4.3.3	Vesitiiveyden mittaus	31
5	Uudet vaihtoehtoiset vedeneristystuotteet	32
5.1	Ruiskukumi	32
5.1.1	Käyttösovellukset ja kohteet	33
5.1.2	Tekniset ominaisuudet ja suoritusarvot	34

5.1.3	Hyväksynät ja sertifikaatit.....	36
5.1.4	Asennus.....	37
5.1.5	Laadunvarmistus.....	38
5.2	Elastomeeripinnoitteet.....	38
5.2.1	Käyttösovellukset ja kohteet.....	39
5.2.2	Tekniset ominaisuudet ja suoritusarvot.....	41
5.2.3	Hyväksynät ja sertifikaatit.....	44
5.2.4	Asennus.....	45
5.2.5	Laadunvarmistus.....	48
5.3	Polyfleece.....	49
5.3.1	Käyttösovellukset ja kohteet.....	49
5.3.2	Tekniset ominaisuudet, suoritusarvot ja kelpoisuus.....	50
5.3.3	Hyväksynät ja sertifikaatit.....	51
5.3.4	Asennus.....	51
5.3.5	Laadunvarmistus.....	52
5.4	Muut vedeneristystuotteet.....	52
6	Vedeneristystuotteen valinta.....	53
	Valintaprosessi.....	53
6.1.1	Tuoteominaisuudet ja kelpoisuus.....	54
6.1.2	Toteutettavuus.....	56
6.2	Yhteenveto tuotteista.....	58
6.2.1	Bitumikermi.....	58
6.2.2	Polyfleece.....	59
6.2.3	Ruiskukumi.....	60
6.2.4	Elastomeeripinnoitteet.....	60
7	Yhteenveto ja pohdintaa.....	61
	Lähteet.....	64

Kuvat ja taulukot

Kuva 1. Epäjatkuva vedeneristys mitoitusohjeineen (RT 83-10955, 2009, s.8)	10
Kuva 2. Maanpaineseinän vedeneristyksen tekoa (RT 83-10955, 2009, s.1).....	11
Kuva 3. Raskaasti liikennöidyn tason käännetty rakenne, jossa alapuolinen tila on lämmin (KerabitPro, 2014)	12
Kuva 4. Hydrostaattinen vedenpaine aiheutuu veden omasta painovoimasta. (RT 83-11032, 2011, s.1)	16
Kuva 5. Kermien limitys (RT83-11032, s.6).....	18
Kuva 6. Kermien pystysuuntainen kiinnitys (RT83-11032 s. 7)	18
Kuva 7. Vedeneristeen kiinnitys sisäkuorielementtiin (RT 103277, 2020, s.11)	20
Kuva 8. Vedeneristeen kiinnitys aitaan (RT 103277, 2020, s.13)	20
Kuva 9. Periaatekuva liikennöidyn tason sadevesikaivosta (RT 103277, 2020, s.15)	22
Kuva 10. Läpiviennit vedenpaineisestä (vas.) ja perusmuurista (oik.) (RT 83-10955, 2009, ss.9–10).....	23
Kuva 11. Liikuntasauaman sijoittaminen tason korkeimpiin kohtiin (RT 103277, 2020, s.24)	24
Kuva 12. Suositeltu (vas.) ja riskialtis liikuntasauamarakenne (oik.) (RT 103277, 2020, s.24)	24
Kuva 13. Mittauksen apuvälineet kuvassa: oikolauta vasemmalla ja mittakiila oikealla (Väylävirasto, 2017, ss.10–11).....	25
Kuva 14. Näytepalan ottaminen (RT 103333, 2021, s.10).....	27
Kuva 15. Näytteenottokohdan määrittäminen ja periaate. (RT 103333, 2021, s.10)	27
Kuva 16. Tartuntavetolaite Easy-M ja oheistarvikkeita (Väylävirasto, 2017 c, s.19)	29
Kuva 17. Elcometer 500 (Elcometer) ja PosiTector 200 (DeFelsko) mittaavat pinnan paksuutta ultraäänen avulla.....	30
Kuva 18. Epoksiivistyksen vesitiiviyyden mittaus kipinäharavalla (Väylävirasto, 2018a, s.26)	31
Kuva 19. Kuvia vedeneristyksestä ruiskukumilla (Ruiskukumi Oy, n.d.-e)	33
Kuva 20. Ruiskukumi on hyvin venyvä tuote (Ruiskukumi Oy, n.d.-c)	34
Kuva 21. Elastomeeripinnoitteiden käytettävyyalueet (Polyurea development association Europe, 2019).	40
Kuva 22. Vedeneristejärjestelmä (Master Builder Solutions, n.d.-a)	46

Kuva 23. Nosto holvin päältä seinälle (Master Builder Solutions, n.d.-a).....	47
Kuva 24. Liikuntasauman vedeneristys (Master Builder Solutions, n.d.-a).....	48
Kuva 25. Pilarikiinnityksen vedeneristys elastomeeripinnoitteella (Master Builder Solutions, n.d.-a).....	48
Taulukko 1. Suoritustason pysyvyyden varmentaminen ja arviointi (hEN Helpdesk, n.d.).	6
Taulukko 2. Modifioitujen bitumikermien tuoteluokkavaatimukset (RIL 107-2012, s.94)	9
Taulukko 3. Kermieristyksen tartuntavetolujuuden tavoitearvot (Kattoliitto, 2019, s.41)	14
Taulukko 4. Kansirakenteiden eristäminen bitumikermeillä (RT 103277, 2020, s.3)	15
Taulukko 5. Vedenpaine-eristyksen toteutus bitumikermeillä vedenpinnan korkeuden perusteella aiheutuvan vedenpaineen mukaan (RIL 107-2012, s.63).....	17
Taulukko 6. Ruiskukumin ilmoitettut tekniset ominaisuudet suoritusarvoineen (Ruiskukumi Oy, n.d.-a)	35
Taulukko 7. MasterSeal M800 Polyuretaanielastomeerin tekniset ominaisuudet (Master Builder Solutions, n.d.-e)	41
Taulukko 8. MasterSeal M811 Polyureahybridin tekniset ominaisuudet (Master Builders Solutions, n.d.-d)	42
Taulukko 9. MasterSeal M689 Polyurean tekniset ominaisuudet (Master Builders Solutions, n.d.-c).....	43
Taulukko 10. Polyfleece SX 1000 Radon – tekniset tiedot. (Haucon, 2019a)	50
Taulukko 11. Tärkeimmät tekniset tuoteominaisuudet.....	55
Taulukko 12. Toteutettavuuden keskeiset tekijät.....	57

Liitteet

Liite 1	Elastomeeripinnoitteiden CE-merkinnät
Liite 2	Polyfleeceen suoritustasoilmoitus
Liite 3	Ruiskukumin suoritustasoilmoitus
Liite 4	Polyurean M689 kemiallinen kestävyys
Liite 5	Lausunto VE80R-vastaavuudesta
Liite 6	Polyfleeceen asennusohjeet

1 Johdanto

Ulkopuolen vedeneristäminen on laji, joka on vaativa niin suunnittelijalle kuin tekeväillekin osapuolelle. Huomioitavia asioita riittää, ja detaljit ratkaisevat usein paljon. Vedeneristämisessä tapahtuu siksi paljon virheitä, jotka useimmiten koituvat lopulta suhteellisen suuriksi takuukorjauskustannuksiksi.

Tämä työ on tehty Lehto Oyj:n toimeksiannosta, yhteistyössä Lehdon sisäisen insinööritoimisto-Mäkeläisen kanssa. Työn tarkoituksena on tutkia ulkopuolen vedeneristämisen uudenlaisia vaihtoehtoisia tapoja bitumikermin rinnalla - lähinnä laadunparantamisen näkökulmasta. Vedeneristykseen kohteena ovat pihakansien ja -tasojen, terassien, maanpaineeseinien ja perustusten vedeneristys. Erityishuomion kohteena ovat lisäksi ulkopuolen vedeneristykseen erityiskohdat: nostot, kiinnitykset, läpiviennit ja liikuntasaumot, joista haastavimmat sijaitsevat usein pihakansirakenteissa, mutta joita löytyy muistakin rakenteista. Työn aiheeseen päädyttiin, koska ulkopuolen vedeneristykset on totuttu tekemään Lehdolla lähes poikkeuksetta bitumikermivedeneristykseenä, ja juuri edellä mainitut kohdat ovat olleet haastavia bitumikermillä toteutettavia. Tästä on aiheutunut virheitä vedeneristyksessä, mikä taas on aiheuttanut sekä asiakastytymättömyyttä että suuria korjauskustannuksia. Tähän on kaivattu parannusta.

Työn tavoitteena on luoda selvitys, jota voidaan käyttää vedeneristystavan ja tuotteen valinnan tukena. Kaikilla tuotteilla pitäisi saada oikein tehtynä toimiva ratkaisu. Tähän sisältyy sopivien vaihtoehtoisten vedeneristystuotteiden esittely, soveltuvuuden, käytettävyyden, kelpoisuuden, työsaavutuksen ja kustannusten arviointi sekä laadunvarmistus.

Työ rajattiin koskemaan vain ulkopuolen vedeneristystä, jossa eristettävä pinta-ala on vähintään 1 m², ja vedeneristystuotteet levymäisiä tai kalvomaisia joko kiinteitä tai nestemäisiä tuotteita. Työn laajuudesta jätettiin pois betonin sisäisiä vedeneristysominaisuuksia muuttavat tuotteet kuten myös erilaisten rakojen, saumojen ja tiivistysten vedeneristyksessä käytettävät tuotteet. Työn ulkopuolelle rajattiin myös rakennusosien rakennetekniikka eli työssä ei esimerkiksi käsitellä

sitä, kuinka paljon rakenteet voivat liikkua liikuntasaumoistaan tai paisua lämmön tai kosteusvaihtelun seurauksena.

Työssä selvitetään aluksi rakennus- ja maankäyttölain ja asetusten vedeneristykselle kohdistamat vaatimukset kuten myös rakennustuotelain edellytykset käytettäviltä vedeneristystuotteilta.

Tämän jälkeen käydään läpi hyvän rakennustavan mukaista vedeneristyksen teoriaa ja eri tuotteille sopivia laadunvarmistuskeinoja. Luvussa viisi esitellään viisi vaihtoehtoista vedeneristystuotetta: ruiskukumi, polyuretaanielastomeeri, polyureahybridi, puhdas polyurea ja Polyfleece, jonka jälkeen kappaleessa kuusi tuetaan niiden vertailua ja valintaa.

Työmenetelminä on käytetty kirjallisuus- ja verkkomateriaalitutkimusta sekä haastatteluja. Tietoa on hankittu esimerkiksi standardeista, suoritusasoilmoituksista, toimittajien tuote-esitteistä, teknisistä määrittelyistä ja turvallisuusmäärittelyistä. Työn yhteydessä on haastateltu ja keskusteltu lukuisten henkilöiden kanssa: Lehdon, standardointilaitoksen, ulkopuolisen rakennesuunnittelijan, materiaaltoimittajien ja urakoitsijoiden edustajien, ja luonnollisesti myös ohjaavan opettajan kanssa. Kiitos kaikille yhteistyöstä!

2 Vaatimukset rakennuksen ulkopuolen vedeneristämiseksi

Rakennuksen ulkopuolen vedeneristyksen tarkoitus on suojata sekä rakennusta että ulkopuolen rakenteita veden kulkeutumiselta ja imeytymiseltä rakenteisiin. Näin varmistetaan kuivat, kestävät ja pitkäikäiset rakenteet, ja lopulta terveelliset ja turvalliset olosuhteet rakennuksia ja rakenteita hyödyntäville ihmisille (ja eläimille). Tässä luvussa esitellään keskeiset rakennuslain ja -asetusten kohdat, jotka koskevat rakennuksen ulkopuolen vedeneristystä ja niissä käytettäviä rakennustuotteita.

2.1 Rakennuslaki ja asetukset vedeneristämisestä

Maankäyttö- ja rakennuslaissa edellytetään, että rakennuksen käyttötarkoitus ja ympäristöolosuhteet huomioidaan suunnittelussa ja rakentamisessa. Rakennuksen on oltava terveellinen ja turvallinen rakennuksen kosteusolosuhteet huomioon ottaen, eikä rakennuksesta

saa aiheutua terveyden vaarantumista rakennuksen osien ja rakenteiden kosteuden vuoksi. (Maankäyttö- ja rakennuslaki, 132/1999, § 117 c) Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017) määritellään lain toteutuksen periaatteet rakennuksen ulkopuolen vedeneristämiseksi.

2.1.1 Rakennusasetus vedeneristämisestä

Rakennuksen, rakenteiden ja rakennusosien on oltava kosteusteknisesti toimivia koko niiden suunnitellun elinkaaren ajan. Ulkoa tai sisältä aiheutuva kosteusrasitus ei saa vaurioittaa rakennusta tai aiheuttaa sisällä oleville terveyshaittaa. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017, § 3)

Rakennuksen vaipan rakennekerrosten ja liitosten on muodostettava kokonaisuus, joka estää veden kulkeutumisen ja kosteuden kertymisen rakenteisiin ja rakennusosiin sekä samalla mahdollistettava satunnaisesti sisään tulevan veden poistuminen ja rakenteiden kuivuminen haittaa aiheuttamatta. Vaipan pinnan on kestävä veden vaikutus, ja estettävä veden kulkeutuminen pintaa pitkin rakenteisiin. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017, § 5)

Maanvastaisen ulkoseinän rakenteen on estettävä maan kosteuden ja hulevesien haitallinen tunkeutuminen seinärakenteeseen vedeneristyksellä tai vedenpaineen eristyksellä tai rakenteellisesti hallitulla vedenpoistolla, joka mahdollistaa kellarin seinän kuivumisen ulospäin. Vedeneristys tai vedenpaineen eristys asennetaan maanvastaisen ulkoseinärakenteen ulkopintaan, kuitenkin mahdollisen ulkopuolisen lämmöneristyksen sisäpuolelle.

(Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017, § 21)

Kosteus ei saa myöskään siirtyä haitallisesti perusmuurista tai alapohjan betonilaatasta alasidepuuhun eikä yläpuolisiin seinä- ja lattiarakenteisiin. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017, § 22)

2.2 Rakennustuotteiden hyväksyntä

”Rakennustuotteen, joka on tarkoitettu käytettäväksi pysyvänä osana rakennuskohteessa, tulee olla turvallinen ja terveellinen sekä ominaisuuksiltaan sellainen, että rakennuskohde asianmukaisesti suunniteltuna ja rakennettuna täyttää tässä laissa säädettyt olennaiset tekniset vaatimukset tavanomaisella kunnossapidolla taloudellisesti perustellun käyttöiän ajan.”

(Maankäyttö- ja rakennuslaki, 132/1999, § 152) Käytetyistä rakennustuotteista ei saa aiheutua sisäilmaan, talousveteen eikä ympäristöön sellaisia päästöjä, joita ei voida pitää hyväksyttävänä (Maankäyttö- ja rakennuslaki, 132/1999, § 117 c).

Rakenteissa käytettävien rakennustuotteiden ominaisuuksien on vastattava suunnitelmissa esitettyjä vaatimuksia ja rakennustuotteiden on oltava käyttökohteeseen soveltuvia.

Rakennustuotteen on oltava käyttötarkoituksensa mukaisessa kunnossa sitä asennettaessa, ja sen on kestävä koko rakenteelle suunnittelun käyttöiän tai suunnitellun korjausvälin ajan.

(Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017, § 11)

2.2.1 EU:n rakennustuoteasetus ja CE-merkintä

Rakennustuotteisiin liittyvä keskeinen EU-säädös, niin sanottu EU:n rakennustuoteasetus tuli voimaan 1.7.2013. Rakennustuoteasetuksessa säädetään, kuinka rakennustuotteen ominaisuuksista kerrotaan, ja millä edellytyksillä rakennustuotteet voidaan CE-merkitä.

Rakennustuoteasetuksen tavoitteena on tarkkojen ja luotettavien tietojen saanti rakennustuotteiden suoritustasoista ja ominaisuuksista yhteisellä eurooppalaisella tavalla. Rakennustuoteasetus on sellaisenaan voimassa kaikissa EU:n jäsenmaissa, eikä siitä voida kansallisesti poiketa. (Ympäristöministeriö, n.d.).

Rakennustuotteiden CE-merkinnällä osoitetaan tuotteen ominaisuudet siten, että tuotetta voidaan vapaasti markkinoida EU-markkinoilla. CE-merkintä ei kuitenkaan vielä yksinään riitä osoittamaan, että tuote soveltuu käytettäväksi juuri tietyssä rakennuskohteessa ja/tai rakennuskohteen olosuhteissa. Kansalliset viranomaissäädökset, Suomessa rakentamismääräyskokoelma, säätelevät edelleen suunnittelua, tuotteiden käyttöä ja

rakennuskohdetta. (hEN Helpdesk, n.d.) Rakentamismääräyskokoelmassa otetaan kantaa lähinnä teknisiin vaatimuksiin koskien rakennusten lujuutta ja vakautta, paloturvallisuutta, terveellisyyttä, käyttöturvallisuutta, meluntorjuntaa, ääniolosuhteita ja energiatehokkuutta.

(Ympäristöministeriö, n.d.) CE-merkintä varmistaa, että tuotteiden ominaisuudet ilmoitetaan suoritustasoilmoituksella aina samalla tavalla joko harmonisoidun tuotestandardin tai eurooppalaisen teknisen arvioinnin ETA:n mukaan. Jos tuotteelle on olemassa harmonisoitu standardi, on CE merkintä myös pakollinen. (Ympäristöministeriö, n.d.)

Valmistaja laatii suoritustasoilmoituksen ”DoP” (declaration of performance). Jos valmistaja ei halua ilmoittaa jonkin ei-pakollisen ominaisuuden arvoja, hän voi laittaa tälle kohdalle ”NPD” (no performance determined = suoritustasoa ei ilmoitettu). (Ympäristöministeriö, n.d.)

CE-merkityn rakennustuotteen suoritustason pysyvyyden arviointi ja varmentaminen (Assessment and Verification of Constancy of Performance ”AVCP”) tapahtuu aina valmistajan, ja useimpien tuotteiden osalta myös kolmannen osapuolen eli ilmoitetun laitoksen (Notified Body ”NB”) toimesta. Eurooppalaisia teknisiä arviointeja myöntää Suomessa Eurofins Expert Services Oy, tiedot muista eurooppalaisista ilmoitetuista laitoksista ja niiden kattamista tuotteista löytyy ”Nandosta”: <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/>

AVCP-luokka on kullekin tuoteryhmälle päätetty suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmentamismenettely. Tuoteominaisuuksien varmentaminen suoritetaan aina tuotteen valmistusprosessin aikana. Jälkikäteen, tuotteen valmistuttua, sitä ei voida enää tehdä. Luokkia on viisi (4, 3, 2+, 1 ja 1+) (taulukko 1) ja ne määrittävät, missä laajuudessa ilmoitettu laitos osallistuu tuotteen ominaisuuksien ja valmistuksen laadunvalvonnan varmentamiseen tuotteen valmistuksen aikana. (hEN Helpdesk, n.d.).

Taulukko 1. Suoritustason pysyvyyden varmentaminen ja arviointi (hEN Helpdesk, n.d.).

Ilmoitetun laitoksen varmennus(AVCP-menettelyt)					
Kontrollikeinot	1+	1	2+	3	4
Tehtaan sisäinen dokumentoitu laadunvalvonta	V	V	V	V	V
Tehtaalla testausohjelman mukainen lisätastaus	V	V	V		
Tuotetyypin määrittäminen tyyppitestauksen, laskennan, taulukkoarvojen jne. perusteella	TS	TS	V	L	V
Tehtaan sisäisen laadunvalvonnan alkutarkastus	TS	TS	LS		
Tehtaan sisäisen laadunvalvonnan jatkuva valvonta, arviointia ja hyväksyntä	TS	TS	LS		
Pistokoeastaus ennen tuotteen saattamista markkinoille	TS				

V = valmistaja, L = testauslaboratorio, LS = laadunvalvonnan sertifiointilaitos, TS = tuotesertifiointilaitos

2.2.2 Kansalliset hyväksyntämenettelyt

Jos rakennustuotteille ei ole määritelty Euroopan tasoista harmonisoitua tuotestandardia (hEN) tai eurooppalaista teknistä arviointia (ETA), voidaan käyttää kansallista hyväksymismenettelyä.

(Ympäristöministeriö, n.d.)

Suomessa rakennustuotteen kelpoisuus voidaan todeta kolmella eri tavalla: tyyppihyväksynnällä, varmennustodistuksella ja valmistuksen laadunvalvonnan varmentamisella. Yhdellä tuoteryhmällä kelpoisuus voidaan todeta vain yhdellä edellä mainituista tavoista. (Ympäristöministeriö, n.d.)

Jos rakennustuotteelle ei ole olemassa CE-merkintää eikä kansallista hyväksyntää, voi rakennusvalvontaviranomainen edellyttää rakennuspaikkakohtaista varmentamista silloin, kun rakennustuotteen kelpoisuutta ei ole muulla tavoin ilmoitettu, ja on syytä epäillä, että rakennustuote ei täytä sille säädettyjä olennaisia teknisiä vaatimuksia. (Tukes, 2021)

Tyyppihyväksynnällä voidaan hyväksyä sellaisia rakennustuotteita, joilla on merkittävä vaikutus rakennuskohteen olennaisten teknisten vaatimusten täyttymiseen. Tyyppihyväksyntäpäätös osoittaa, että kyseinen rakennustuote täyttää tyyppihyväksyntäasetuksessa ja maankäyttö- ja rakennuslaissa säädettyt vaatimukset. Valmistaja voi hakea tyyppihyväksyntää ainoastaan sellaisille

tuotteille, joille on määritelty tyyppihyväksyntäasetus. Tyyppihyväksyntä on voimassa enintään 5 vuotta. (Tukes, 2021)

Varmennustodistus on vapaaehtoinen hyväksyntämenettely, joka korvaa 1.7.2013 asti käytössä olleen varmennetun käyttöselosteen. Varmennustodistusta käytetään sellaisten rakennustuotteiden hyväksymiseen, joilla on vaikutusta rakennuksen olennaisten teknisten vaatimusten täyttymiseen. Varmennustodistuksen avulla valmistaja osoittaa, että tuotetta voi käyttää rakentamiseen, koska se täyttää sille lainsäädännössämme asetetut vaatimukset. Varmennustodistus on tyyppihyväksyntää hallinnollisesti kevyempi menettely rakennustuotteen hyväksymiselle. (Tukes, 2021)

Valmistuksen laadunvalvonta. Jos rakennustuotteen kelpoisuutta rakentamiseen ei voida osoittaa harmonisoituun standardiin perustuvalla CE-merkinnällä, eikä kansallisella tyyppihyväksynnällä tai varmennustodistuksella, niin se voidaan usein kuitenkin todeta valmistuksen laadun valvonnalla. Rakennustuotteen valmistaja voi osoittaa ylläpitämällään tuotannon sisäisellä laadunvalvontajärjestelmällä, että rakennustuote täyttää ominaisuuksiensa puolesta sille säädetyt olennaiset tekniset vaatimukset valmistajan ilmoittamassa käyttötarkoituksessa. Tuotteen kelpoisuudesta osoittava merkintä on ”valmistuksen laadunvalvonta”. (Ympäristöministeriö, 2021)

3 Ulkopuolen vedeneristyksen tavanomaiset ratkaisut

Bitumikatteiden käytön ja teollisen valmistuksen historian voidaan katsoa alkaneen yli sata vuotta sitten, jolloin ensimmäiset ”bitumikatot” rakennettiin tervaan kastetuista paperiarkeista, jotka naulattiin aluslaudoitukseen. Mekaanisen kiinnityksen päälle kaadettiin tervaa ja hiekkaa, jotka poljettiin kiinni alustaan. Paperiarkit vaihtuivat 1900-luvun alkupuolella raakahuopaan (kartongin tapainen materiaali) ja 1950-luvulla edelleen lasikuituhuopaan. 1970-luvun lopulla mukaan tuli kumibitumi, joka on eniten käytetty vedeneristyksen toteutustapa vielä tänäkin päivänä. (Kerabit, 2021) Edellä mainitusta syystä myös alan ohjeistus lähtee edelleen siitä olettamuksesta, että vedeneristys tehdään pääasiassa kumibitumikermivedeneristyksenä.

Vedeneristyksen tarve lähtee liikkeelle kuitenkin tarpeesta estää veden kulkeutuminen rakenteisiin, ja aikaa myöten on myös opittu, kuinka erilaiset yksityiskohdat tulisi vedeneristää. Kuinka korkealle on tarve nostaa vedeneristeet seinustoilla, kuinka läpiviennit tulisi tehdä, entä liikuntasaumot, ja mitä ominaisuuksia vedeneristeiltä edellytetään? Vaikka ohjeistukset perustuvat pääasiassa siihen, kuinka nämä toteutetaan bitumikermieristyksenä, ovat ohjeet suurelta osin yleispäteviä myös muita vedeneristystapoja käytettäessä.

3.1 Bitumikermi lyhyesti

Bitumikermit ovat yleisimmin käytettyjä vedeneristämisen tapoja ulkoalueilla. Bitumikermit valmistetaan lähes poikkeuksetta modifioidusta kumibitumista SBS:stä (styreeni-butadieeni-styreeni-elastomeeri), joka parantaa kermin ominaisuuksia kuten lämmön ja kylmän kestoja ja elastisuutta (Bitumikermi, 2021). Oheisessa taulukossa 2 määritellään bitumikermien tuoteluokkavaatimukset.

Taulukko 2. Modifioitujen bitumikermien tuoteluokkavaatimukset (RIL 107-2012, s.94)

	Tutkimusmenetelmä	Vaatimus	Yksikkö	Tuoteluokka		
				TL 1 ¹⁾	TL 2	TL 3 ⁹⁾
Vetolujuus, pit.s./poikkis., 23 °C	EN 12311-1	min	N/50 mm	800/600	600/400	400/300
Venyä, pit.s./poikkis., 23 °C	EN 12311-1	min	%	15	25	20
Naulanvarren repäisylujuus; pit.s./poikkis., 23 °C	EN 12310-1	min	N	300	150	130
Puhkaisulujuus, dynaaminen (isku), 23 °C ⁶⁾	EN 12691 B	min	mm	1000		
Sauman vetolujuus, 23 °C ⁶⁾	EN 12317-1	min	N/50 mm	600		
Vesitiiviyys, 23 °C ⁷⁾	EN 1928 B	min	kPa	500	300	200
Siroteen kiinnitysvoima ⁸⁾	EN 12039	max	%	30	30	
Dimensio-stabiilitetti, pit.s.	EN 1107	max/min	%	± 0,3	± 0,6	± 0,6
Lämmönkestävyys	EN 1110	min	°C	80	80	80
Taivutettavuus	EN 1109	max/max				
liimattava kermi, pinta ja pohja			°C/Ø mm	-25/30	-25/30	-20/30
hitsattava kermi, pinta			°C/Ø mm	-20/30	-20/30	-15/30
hitsattava kermi, pohja			°C/Ø mm	-10/30	-10/30	-10/30
Pitkäaikaiskestävyys ^{4) 8)}	EN 1296					
lämmönkestävyys (vanhennuksen jälk.)	(EN 1110)	min	°C	80	80	80
taivutettavuus (vanhennuksen jälk.)	(EN 1109)	max/max	°C/mm			
liimattava kermi, pinta ja pohja				-15/30	-15/30	-10/30
hitsattava kermi, pinta				-10/30	-10/30	-10/30
hitsattava kermi, pohja				0/30	0/30	0/30
Nimellispaino ^{2) 5)}	EN 1849-1	nimell.				
liimattava pintakermi			g/m ²	4500	4000	— ⁹⁾
hitsattava pintakermi			g/m ²	5500	5000	— ⁹⁾
liimattava aluskermi			g/m ²	3500	3000	2200
hitsattava aluskermi			g/m ²	4500	4000	3200
Mitat	EN 1848-1					
pituus ja leveys ³⁾		ilm.	mm	ilm.	ilm.	ilm.
suuruus		max	mm/10 m	20	20	20

¹⁾ TL 1 -luokan kermejä käytetään yleensä yksikermitteinä, jonka vuoksi niillä on muita tuoteluokkia suurempi lujuus- ja stabiilitettivaatimus. TL 1 -luokan tuotteita voidaan käyttää myös osana kaksi- tai kolmikermitteä (VE80 tai VE80R).

²⁾ Nimellispainon minimivaatimuksella varmistetaan kermien työstettävyyttä ja vesitiiveyttä. Arvoista voidaan poiketa, mikäli ennakkokokein, työnäyttein tai muilla hyväksyttävillä menetelytavoilla osoitetaan tuotteen työstettävyyttä ja vesitiiveyttä. Muut luokkavaatimukset ovat talloinkin voimassa.

³⁾ Tuotteen valmistaja/toimittaja ilmoittaa tuotteen mitat.

⁴⁾ Tuote vanhennetaan 70 °C:n uunissa 12 viikkoa, jonka jälkeen tuotteen ominaisuudet määritetään.

⁵⁾ Tuotteen valmistaja/toimittaja ilmoittaa tuotteen nimellispainon (MDV). Sallitaan enintään -5 %:n poikkeama (toleranssi) ilmoitetusta arvosta.

⁶⁾ Koskee ainoastaan yksikermitteitä.

⁷⁾ Määritys tehdään yhden tunnin kokeena menetelmästä poiketen.

⁸⁾ Koskee ainoastaan pintakermejä.

⁹⁾ Käytetään vain aluskermeinä.

3.2 Ulkopuolen pystyrakenteet

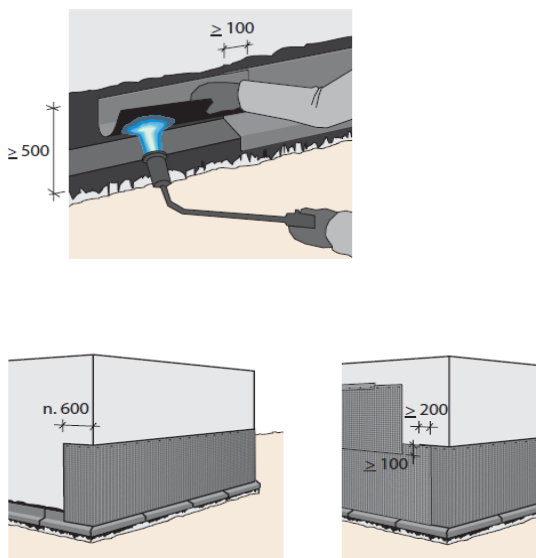
Ulkopuolen pystyrakenteisiin kuuluvien perustusten, perusmuurien ja kellarinseinien kosteustekninen toimivuus varmistetaan riittävin maaperän kuivatuksin, kapillaarikatkoin ja vedeneristyksin. Maaperän kuivatukseen kuuluvat esimerkiksi riittävät salaojitukset, pihamaan kallistukset (min 1:20 kolmen metrin matkalta), lattian pinnan rakentaminen vähintään 300 mm viereisen maanpinnan yläpuolelle sekä perusmuurin pinnan käsittely tarpeen mukaan, esimerkiksi

kevytsoraharkoista tehdyn perusmuurin slammaus ja pinnoitus sekä näkyvältä että maanpinnan alapuolen osalta. (RIL 107-2012, s.54)

Perusmuurin kosteusteknisen toiminnan varmistamiseksi vesi ei saa päästä kulkeutumaan eikä tunkeutumaan kapillaarisesti perusmuuriin eikä myöskään perusmuurista ulkoseinään. Anturan ja seinärakenteen välissä käytetään kapillaarisen nousun katkaisevaa rakennekerrosta esimerkiksi bitumikermiä. (RIL 107-2012, ss. 54–55) Kapillaarisen kosteuden nousu tiili- ja betonirakenteisissa ulkoseinissä voidaan estää myös seinään porattujen reikien kautta kapillaarihuokoset tiivistävällä aineella (injektoinnilla) tai seinään tehtyyn uraan asennettavalla massamaisella tai levymaisellä tiivistyksellä kosteuden nousua vastaan. (RT 83-10955, 2009, s.2)

Maanvastaisen seinän ulkopinnassa mahdollisen ulkopuolisen lämmöneristeen sisäpuolella käytetään vedeneristystä tai vedenpaineeneristystä, joka estää ympäröivän maan kosteuden sekä pinta- ja sulamisveden haitallisen tunkeutumisen rakenteeseen. (RIL 107-2012, s.54) Pohjaveden pinnan ollessa pysyvästi perustamistason alapuolella, ja kun vierustäytön ja rakennuspohjan kuivatus toimii salaojituksella, vedeneristys voidaan tehdä epäjatkuvalla vedeneristyksellä, esimerkiksi perusmuurilevyllä (kuva 1). Jos kuivatus salaojilla ei riitä, ja rakenteet ovat alttiina vedenpaineelle, eristetään ne jatkuvalla vedeneristyksellä (kuva 2). (RT 83-10955, 2009 s.4)

Kuva 1. Epäjatkuvaa vedeneristystä mitoitusohjeineen (RT 83-10955, 2009, s.8)



Kuva 2. Maanpaineseinän vedeneristyksen tekoa (RT 83-10955, 2009, s.1)



3.3 Ulkopuolen vaakarakenteet

Ulkopuolen tavanomaisia vedeneristettäviä vaakarakenteita ovat liikennöidyt tasot, pihakannet ja terassit (myös parvekkeet ja viherkatot). Näiden vedeneristämisessä käytetään kahta päärakennetyyppiä: lämmöneristettyä ja kylmää rakennetyyppiä. Lämmöneristettyä rakennetyyppiä käytetään, kun alapuolella on lämpimiä tiloja. Kylmää rakennetta käytetään esimerkiksi pihakansilla ja pysäköintitasoilla. (Kattoliitto, 2019. s.39)

Lämmöneristetyt rakenteet voidaan jakaa edelleen käännettyyn ja suljettuun rakennetyyppiin, joista käännetty rakenne on pääasiallinen rakennetyyppi, koska kuormitetuilla ja sään armoilla olevilla tasoilla se on selvästi riskittömämpi. Suljettua rakennetta pidetään sen sijaan riskialttiina rakenteena kosteusvaurioille eikä sitä siksi pidä käyttää tämän tyyppisissä rakenteissa (RIL 107-2012, s.155).

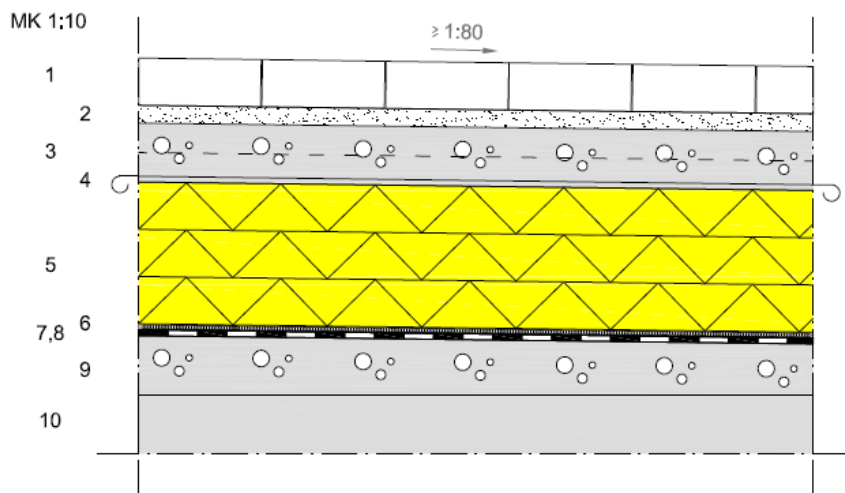
3.3.1 Käännetty rakenne

Käännettyssä rakenteessa vedeneristys asennetaan suoraan kallistetun betonirakenteen päälle tai elementin päälle tehdyn kallistusvalun päälle. Vedeneristyksen päälle asennetaan aina salaoja, ja sen päälle lämmöneristekerrokset. Lämmöneristekerroksen päälle asennetaan NL2/KL2 -luokan suodatinkangas (NorGeo Spec 2012 -luokitus), ja suodatinkankaan päälle valetaan yleensä teräsbetoni-laatta. Laatan päälle asennetaan esimerkiksi asennushiekka ja päällimmäiseksi

pihakivetys tai muu kulutusta kestävä materiaali. Käännettyissä rakenteissa ei pidä käyttää maakostea betonია, koska sitoutumattomasta sementistä voi liueta kalkkikiveä sade- tai sulamisvesiin, mikä voi tukkia kaivoja ja viemäreitä. (RT 103277, 2020, s.6)

Käännettyssä rakenteessa (kuva 3) vedeneristys on suojassa sekä mekaaniselta rasitukselta että säärasitukselta lämmöneristyksen lämpimämmällä puolella. Pinnalle tuleva vesikuorma valuu pääosin päällimmäiseltä pinnalta pois, ja vain pieni osa valuu salaojamaton ja vedeneristeen päälle asti. Sadeveden virtausmatka lähimmälle sadevesikaivolle tulisi olla alle 10 m. Vedenpoistoputken halkaisija on vähintään 100 mm. Ovien kohdalle tehdään tarpeen mukaan portaita tai luiskia. Samoin ikkunoiden yksityiskohdat tulee suunnitella niin, että niistä saadaan vesitiiviitä. Kosteustekninen toiminta on varmistettava kokonaisuudessaan. (RT 103277, 2020, s.4)

Kuva 3. Raskaasti liikennöidyn tason käännetty rakenne, jossa alapuolinen tila on lämmin (KerabitPro, 2014)



Rakenne ylhäältä alaspäin:

1. Pihakivet erillisen suunnitelman mukaan
2. Asennushiekka 0...8mm
3. Teräsbetoni-laatta rakennesuunnitelman mukaan
4. Suodatinkangas, eslm. käyttöluokka KL 2 tai N2, Iimitys ≥ 200 mm
5. Lämmöneriste, suulakepuristettu solupolystyreeni (XPS) rakennesuunnitelman mukaan
6. Salaojamatto rakennesuunnitelman mukaan
7. Vedeneriste, luokka VE 80R kumibitumkermit (eslm. 3 x Kerablt 4100 UT, TL2, K-MS 170/4000)
8. Kumibitumlluossively Kerablt KBL 20/100
9. Kallistusvalu (puuhiertopinta, sementtiliiman poisto pinnasta sinkopuhdistuksella)
10. Kantava rakenne rakennesuunnitelman mukaan

Kattoliitto (2019, s.40) ohjeistaa liikennöityjen tasojen, pihakansien ja terrassien käännettyjen rakenteiden vedeneristysalustan vaatimuksista seuraavaa:

- pinnan tulee olla tasainen, hammastukset ≤ 3 mm
- pinnan karkeus, vähintään puuhierretty pinta
- pinnasta poistettava sementtiliima ja muut epäpuhtaudet
- pinnan vetolujuuden oltava $\geq 0,8$ N/mm²
- pinta pohjustetaan bitumi- tai kumibitumiliuoksella valmistajan ohjeiden mukaisesti (liian paksu kerros heikentää tartuntaa)
- pinnan kosteuden oltava 0–10 mm:n syvyydellä ≤ 90 % RH
- alustan lämpötilan oltava ≥ 3 °C yli kastepisteen
- asennusolosuhteet varmistettava kosteissa ja kylmissä olosuhteissa. Alle +5 °C olosuhteissa vedeneristys tulisi tehdä aina sääsuojan sisällä
- alin kermi suositellaan kiinnitettäväksi liimaamalla kuumabitumilla (kumibitumia).
- ohjeellinen liimamenekki 1,5 kg/m², epätasaisella alustalla liimaa kuluu enemmän (liimauserrokseen tai betonin pintaan ei saa jäädä onkaloita, toisaalta liimaa ei saa olla liian paksua kerrosta)
- aluskermin hitsaus on myös mahdollinen, mutta se edellyttää tasaisempaa ja sileämpää alustaa
- aluskermin tartunta alustaan varmistetaan aina vähintään kolmioviiltokokein (luku 4.2.1)
- tarvittaessa voidaan suorittaa myös SILKO-menetelmän mukainen vetokoe tartunnan varmistamiseksi (luku 4.2.2), josta saatuja arvoja verrataan taulukon 3 vaatimuksiin.

Taulukko 3. Kermieristyksen tartuntavetolujuuden tavoitearvot (Kattoliitto, 2019, s.41)

Eristeen alustan pinnan lämpötila °C	Käännetty rakenteet ¹⁾ N/mm ²	Sillat, SILKO T2, InfraRYL2006 taulukko 42310:T2 N/mm ²
5	0,53	1,06
6	0,50	1,0
7	0,48	0,95
8	0,45	0,90
9	0,43	0,85
10	0,41	0,81
11	0,39	0,77
12	0,37	0,73
13	0,35	0,69
14	0,33	0,65
15	0,31	0,62
16	0,29	0,58
17	0,28	0,55
18	0,26	0,52
19	0,25	0,50
20 ¹⁾	0,24 ²⁾	0,47
21 ¹⁾	0,23 ²⁾	0,45
22 ¹⁾	0,21 ²⁾	0,42
23 ¹⁾	0,20 ²⁾	0,40
24 ¹⁾	0,19 ²⁾	0,38
25 ¹⁾	0,18 ²⁾	0,36

¹⁾ Käännettyjen rakenteiden tartuntavetolujuusvaatimuksien arvot muodostuvat 50 % Silko T2-arvoista. Lukeman valinta perustuu pitkäaikaisseurannan vaativuustarkastelujen tartuntavetolujuusvaatimuksiin 0,4 N/mm² 15 °C:ssa sekä 0,3 N/mm² 20 °C:ssa.

²⁾ Alle 0,25 N/mm²:n arvot sallitaan ≥ 20 °C:ssa vain, jos irtoaminen tapahtuu kiinnitysbitumin koheesiomurtumana.

Rakennusinsinööriliitto (RIL 107-2012, s. 157) lisää vielä seuraavat kohdat käännettyjen rakenteiden alustan vaatimukseen:

- alustan kaltevuuden tulee olla vähintään 1:80
- betonipinta hiekkapuhalletaan, sinkopuhalletaan tai hiotaan (sinkopuhallus suositeltavin)
- alustassa ei saa olla > 3 mm suurempia tai jyrkkäreunaisia hammastuksia tai rakoja
- vedeneristettävä betonipinta käsitellään tartunnan varmistamiseksi bitumiliuoksella, jonka pitää kuivua täysin ennen bitumikermin asentamista

Vaadittu vedeneristyksen toteutustapa riippuu käännettyjen rakenteiden päällä tapahtuvasta toiminnasta. Raskaasti liikennöidyillä pihakansilla tarvitaan vähintään 3 x TL2-luokan kermiä (VE80R), kun taas kevyemmin liikennöidyillä kansilla riittää 2 x TL2-luokan kermiä (VE80).

Taulukossa 4 ohjeistetaan tarkemmin vedeneristystä bitumikermeillä. Nestemäisillä vedeneristeillä, kuten elastomeereillä kalvonpaksuus on 2–4 mm. Elastomeerien UV-säteilynsuojauksen tarve tulee myös varmistaa. Kerrospaksuuden lisäksi eristystavan valinnassa huomioidaan alustan lämpö- ja kosteusliikkeet sekä kutistumisesta ja liikkeistä tai sen estämisestä syntyvät voimat. Vedeneristys tulee kiinnittää alustaan kauttaaltaan myös nostoissa. (RT 103277,

2020, s.3) Liikuntasaumojen kohdalta tulee käyttää irrotuskaistaa alla, ja vedeneristystä ei siis kiinnitetä alustaan kyseisessä kohdassa.

Taulukko 4. Kansirakenteiden eristäminen bitumikermeillä (RT 103277, 2020, s.3)

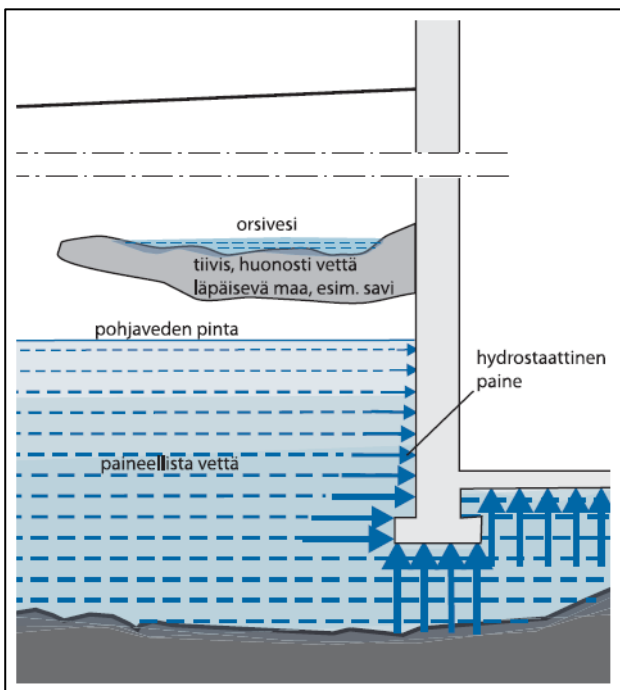
Tyyppi	Kuvaus	Eristys
1	Raskaasti liikennöidyt rakenteet (ajoneuvoliikenne), esim. talonrakentamiseen liittyvät sillat, piha- ja autokannet sekä vaikeasti korjattavat tasot ja kansirakenteet (käännetyt rakenteet)	Kolminkertainen kermieristys (VE80R) TL2 + TL2 + TL2 tai TL2 + TL2 + TL1
2	Kevyesti liikennöidyt rakenteet, esim. tasot, terassit ja parvekkeet, mikäli rakenne on helposti tarkastettavissa ja avattavissa	Kaksinkertainen kermieristys (VE80) TL2 + TL2 tai TL2 + TL1

Käännettyjen rakenteiden lämmöneristeenä käytetään tuotteita, joilla on vähäinen vedenimeytymiskyky ja samalla korkea puristuslujuus (tavallisimmin puolipontattua suulakepuristettua umpisoluiusta XPS-eristettä). (Toimivat katot, 2019, s.39) Käännetyn rakenteen tuotteiden tulee olla hyväksytyjä tähän käyttötarkoitukseen. Ellei tuote ole CE- hyväksytty harmonisoidun standardin pohjalta tai hyväksyntä ei kata kaikkia oleellisia osia, voi valmistaja täydentää hyväksyntää hakemalla CE-merkintää ETAG 031 -vaatimusten mukaisesti. (EOTA, 2021) Joka tapauksessa on hyvä varmistua myös siitä, että tuote kattaa myös ETAG 031 -vaatimukset CE-merkinnän lisäksi.

3.4 Vedenpaineen alaiset rakenteet

Vedenpaine muodostuu pohjaveden paineesta, ns. veden oman painon aiheuttamasta hydrostaattisesta paineesta (kuva 4), jonka suuruus riippuu siitä, kuinka syvällä vedenpinnan alapuolella ollaan (RT 83-11032, 2011, s.2).

Kuva 4. Hydrostaattinen vedenpaine aiheutuu veden omasta painovoimasta. (RT 83-11032, 2011, s.1)



Vedenpaineeneristys mitoitetaan vedenpainetta vastaan esiintyvän tai oletetun korkeimman vedenpinnan korkeuden aiheuttaman hydrostaattisen paineen mukaisesti. Vedenpaineeneristys ulotetaan pystypinnoilla vähintään 300 mm mitoittavaa pohjaveden pinnan korkeutta ylemmäksi. (RIL 107-2012, s. 61)

Vedenpaineen alaisessa kantavassa rakenteessa on käytettävä vedenpaineen kestävästä jatkuvasta vedeneristyksestä estämään veden tunkeutuminen rakenteiden lävitse, jos ei kantava rakenne ole itsessään esimerkiksi vesitiivistä betonia. Vedenpaineeneristys tehdään bitumikermeillä, massaeristeillä tai bentoniittieristeillä betonirakenteiselle alustalle, koska se toimii yhdessä vedenpaine-eristeen kanssa. Bitumikermeillä tehtävässä vedenpaine-eristyksestä käytetään

hyväksytyjä, vähintään TL2-luokan hitsattavia bitumisia aluskermejä, ja TL2- tai TL1-luokan sirotteellisia pintakermejä, joka voidaan valita taulukon 5 avulla. (RIL 107-2012, ss. 61–62)

Taulukko 5. Vedenpaine-eristyksen toteutus bitumikermeillä vedenpinnan korkeuden perusteella aiheutuvan vedenpaineen mukaan (RIL 107-2012, s.63).

vedenpaine	tuoteluokkayhdistelmä TL 2 ja TL1 kermeillä
0...1 m	TL 2 + TL 2, esim. kylmäbitumisively KBL 20/100 + (kuumabitumisively tarvittaessa) + 2 x bitumikermi
1...5 m	TL 2 + TL 2 + TL 2 (tai TL1), esim. kylmäbitumisively KBL 20/100 + (kuumabitumisively tarvittaessa) + 3 x bitumikermi
5...10 m ¹⁾	TL 2 + TL 2 + TL 2 + TL 2 (tai TL1), esim. kylmäbitumisively KBL 20/100 + (kuumabitumisively tarvittaessa) + 4 x bitumikermi

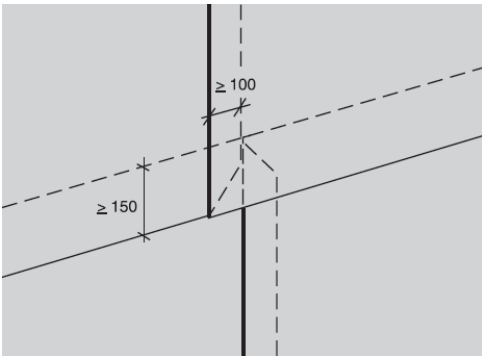
Vedenpaineeneristyksen, kuten yleensäkin jatkuvan vedeneristyksen alustan (luku 3.3.1) tulee olla suoraviivainen, tasainen, puhdas ja kuiva, jotta vedeneristys tarttuu kunnolla alustaansa ja ratkaisu on pitkäikäinen. Betonipinta soveltuu hyvin vedenpaineeneristyksen alustaksi, koska vesitiiviytensä vuoksi betoni estää veden tunkeutumista sisätiloihin. Betonipinnan vetolujuuden on vedenpaineeneristyksen tartuntaa varten oltava noin 1 N/mm². Tiili ja harkkoalustat eivät sovi vedenpaineeneristyksen alustaksi. (RT 83-11032, 2011, s.5)

Ennen vedenpaineeneristystä, kermin tartunnan varmistamiseksi alustaan levitetään kumibitumiliuosta, ja pinnan annetaan kuivua ennen kuin kermi voidaan kiinnittää. Sekä vaaka- että pystysuorilla pinnoilla kermikerrokset asennetaan samansuuntaisina limittäen pituussuuntaiset saumat kohoumien välttämiseksi niin etteivät ne tule päällekkäin. Kermit limitetään vähintään 150 mm sokkelin ja anturan liittymäkohdan kermivahvistuksen päälle. Sivusaumoissa kermit limitetään vähintään 100 mm ja päätysaumoissa vähintään 150 mm (kuva 5). (RT 83-11032, 2011, s.6)

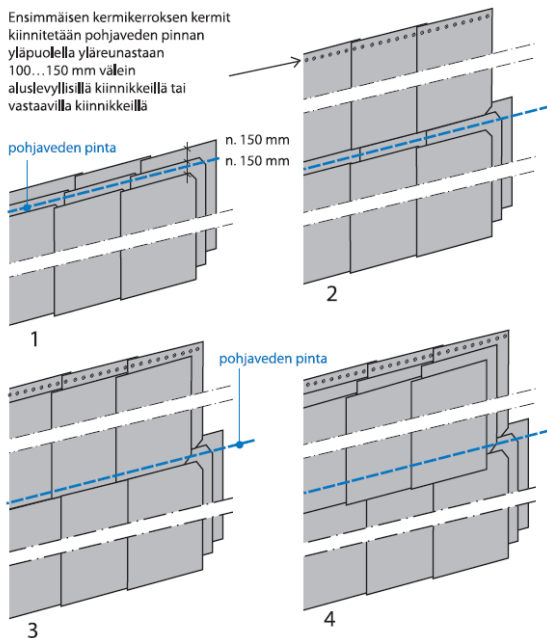
Betonipintaan kiinnitettävä ensimmäisen kerroksen kermi hitsataan kauttaaltaan alustaansa. Lisäksi ensimmäisen kerroksen kermi kiinnitetään mekaanisesti pohjavedenpinnan yläpuolelta

100–200 mm:n välein aluslevyllä, ankkurointiteräksillä tai vastaavilla kiinnikkeillä (kuva 6). Kiinnikkeen tulee olla luja ja niin ohut, ettei se haittaa seuraavan kermikerroksen tartuntaa. Tarvittaessa kiinnityksen päälle hitsataan erillinen kermikaista. Korkeissa seinissä, jossa kermin pituus on yli 3 m, alemmat kermit kiinnitetään mekaanisesti. (RT83-11032, 2011, s. 6)

Kuva 5. Kermien limitys (RT83-11032, s.6)



Kuva 6. Kermien pystysuuntainen kiinnitys (RT83-11032 s. 7)



Vedenpaineeneristystä tehdään myös massaeristeillä. Näillä tarkoitetaan nestemäisiä tai pastamaisia 2-komponenttisiä eristeitä, jotka levitetään tavallisesti ruiskuttamalla, joissakin tilanteissa myös telalla, harjalla tai teräslastalla. Levitettäviä massaeristeitä ovat (RIL 107-2012, s.63) mukaan:

- epoksipohjaiset 2-komponenttiset eristeet
- polyuretaanipohjaiset 2-komponenttiset eristeet
- sementtipohjaiset 2-komponenttiset eristeet

Massaeristeiden vaatimukset alustalle ovat yhteneväiset bitumikermin kanssa, mutta koska massaeristeitä on erilaisia, on keskeistä noudattaa aina valmistajakohtaisia ohjeita pinnan laatuvaatimuksien suhteen. Sama koskee myös asennusolosuhteita, ilman kosteutta, lämpötilaa ja muitakin olosuhdetekijöitä. Tärkeää on massaeristeiden kalvon paksuus, käytetty aineen määrä ja levityskertojen määrä. Massaeristeet vaativat usein pinnan rauhoittamisen ja väliaikaisen suojaamisen eristysasennuksen jälkeen yleensä kahden vuorokauden ajaksi. Toisaalta rakenteiden ulkopuolella massaeristeet suojataan myös täyttöö vastaan tarkoitukseen soveltuvalla levyllä, esimerkiksi polystyreenilevyllä, mutta näitä ei saa kiinnittää mekaanisesti. (RIL 107-2012, s.63)

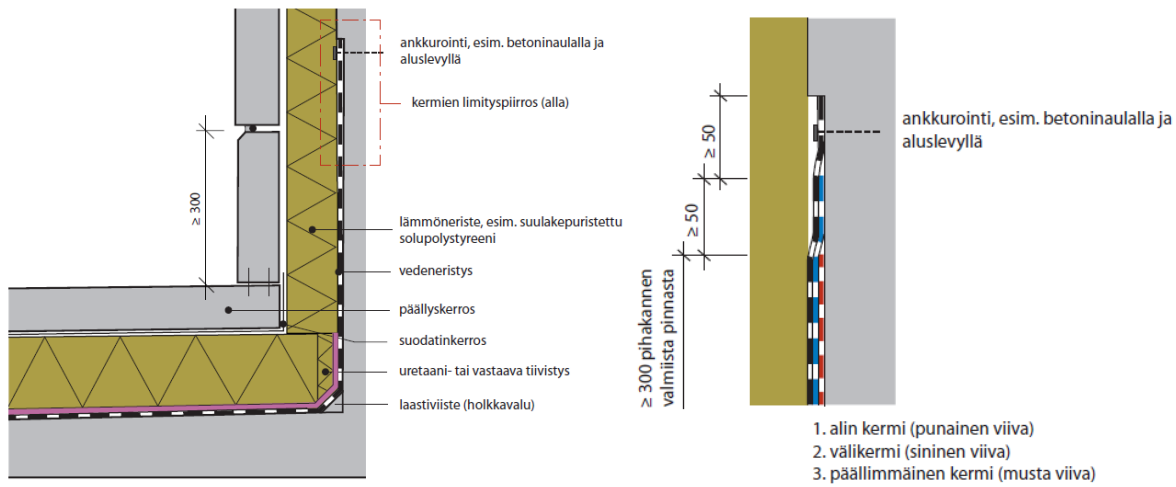
3.5 Erityiskohdat

Erityiskohtiin kuuluvat liittymät, kuten esimerkiksi pysty- ja vaakaliittymät, ovi- ja ikkunaliittymät sekä nostot, mekaaniset kiinnitykset, läpiviennit ja liikuntasaumot. Nämä ovat vedeneristyksen kannalta haasteellisimmat paikat, ja näissä tehdäänkin paljon virheitä. (Luntta, J. henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

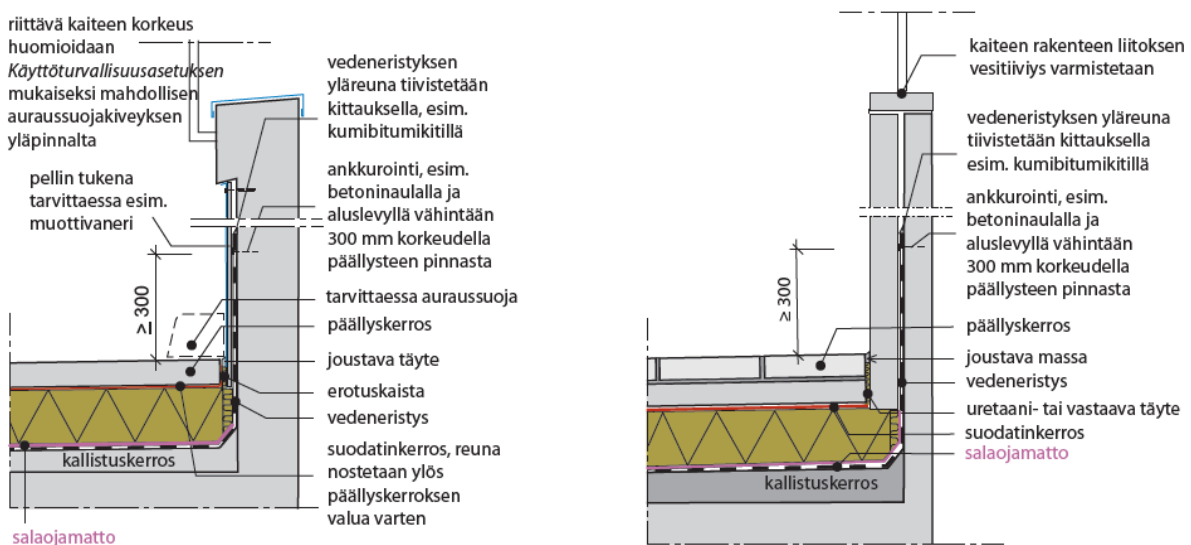
3.5.1 Pysty- ja vaakarakenteiden liittymät ja nostot

Ulkopuolen vaakarakenteiden vedeneristysten kannalta tärkeitä paikkoja ovat pysty- ja vaakarakenteiden liittymäkohdat. Vedeneristysten liittymät ja yksityiskohdat tehdään siten, että vesi ei pääse tunkeutumaan rakenteisiin eikä alapuolella oleviin tiloihin. Vedeneristeet tulee viedä lämmöneristetyn seinän taakse kantavaan rakenteeseen, esimerkiksi sandwich-rakenteissa sisäkuorielementtiin (kuva 7) tai tuuletusraolisessa rakenteessa niin, että tuulensuojalevyn pintaa pitkin valuva vesi ei pääse kulkeutumaan rakenteen sisälle. (RIL 107-2012, s.157) Kuvassa 8 näkyy vedeneristyksen kiinnitys lämmöneristämättömään aitaan.

Kuva 7. Vedeneristeen kiinnitys sisäkuorielementtiin (RT 103277, 2020, s.11)



Kuva 8. Vedeneristeen kiinnitys aitaan (RT 103277, 2020, s.13)



Nostot tehdään vähintään 300 mm valmiista pinnasta. Paikoissa, joihin lumi voi tuiskuta, nostojen on oltava vieläkin korkeampia. Holkkaloivennus tehdään joko laastilla tai bitumisella holkkalistalla (Kattoliitto, 2019, s.40).

Mikäli vedeneristys ja nostot tehdään bitumikermeillä, niin alusta sivellään ensin bitumiliuoksella, ja alimmainen kermi kiinnitetään alustaan kauttaaltaan, ja seuraavat kermikerrokset hitsataan edellisiin. Rasitetuilla pinnoilla on syytä käyttää irrotuskaistaa pintarakenteen ja ylösnoston välissä. (Kattoliitto, 2020, s.40) Nostojen yläreunassa bitumikermit limitetään niin, että aina seuraava

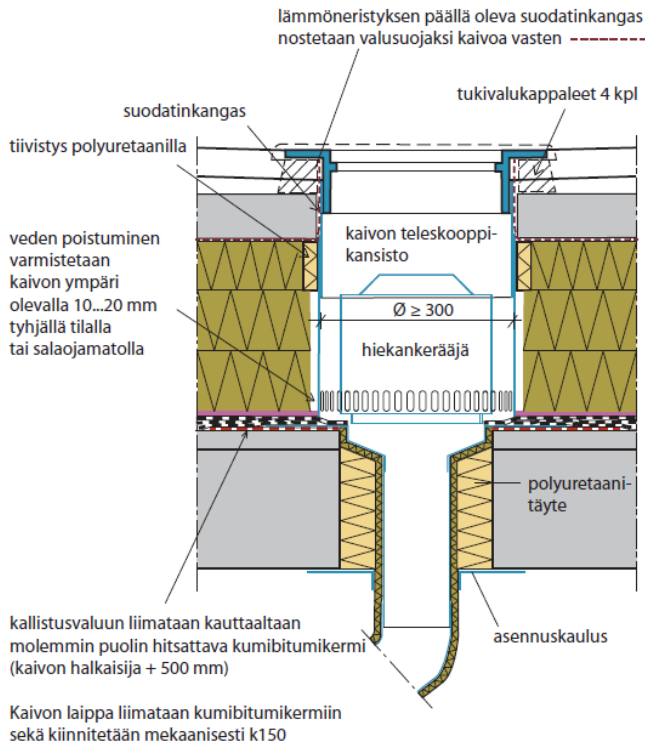
päällä oleva kermi nousee hieman ylemmäksi kuin edellinen, ja lisäksi päällimmäisin kermi kiinnitetään mekaanisin ankkuroinnein, esimerkiksi betoninauloin riittävän kokoisten aluslevyjen kanssa vähintään 200 mm välein (k200) (Kerabit, 2014). Pintarakenteen yläpuolelle ulottuvat nostot tulee suojata lisäksi mekaanisilta rasituksilta kuten lumenauraukselta. (Kattoliitto, 2019, s.40).

3.5.2 Läpiviennit vaakarakenteista ja kaivot

Vedeneristyksen läpivienneissä pätee yleisesti joitakin periaatteita: Kaikki vedeneristykset tulee aina liittää vedenpitävästi vedeneristykseen. Vedeneristysten läpivientien määrä tulisi minimoida, ja läpiviennit tulisi mahdollisuuksien mukaan keskittää yhteen koteloitavaan rakenteeseen. Läpiviennit tulisi mahdollisuuksien mukaan sijoittaa vaakapintojen sijasta pystypinnoille. (RT 103277, 2020, s.15) Läpiviennit tulisi sijoittaa myös niin, että ylösnostot mahdutaan tekemään suunnitellusti. Olisi suotavaa, että nostojen välinen etäisyys olisi vähintään yksi metri. (Lunnta, J. henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

Pihakansien, terassien ja parvekkeiden tavallisimmat läpiviennit ovat erilaisia kaivoja (kuva 9), mutta myös erilaisia viemäri- ja tuuletusputkia. Läpivienteihin asennetaan laipallinen läpivientikappale, jossa laipan leveys on vähintään 150 mm, ja joka on tarkoitukseen sopivaa ruostumatonta terästä. Laipat kiinnitetään vedeneristykseen kauttaaltaan molemmin puolin ja lisäksi mekaanisesti alustaan. Liikennöidyillä pihakansilla kaivoissa tulee aina olla hiekanerotusallas. Suurien tai monimuotoisten läpivientien tiivistäminen tehdään koteloimalla ja ulottamalla vedeneristys läpivientirakennetta vasten. Käännettyjen rakenteiden kaivoissa tulee olla rei'itykset ja tyhjä tila juuri vedeneristyslinjan yläpuolella, josta vedeneristyskerroksen päälle salaojakerrokseen päässyt vesi pääsee viemärikaivoon. (RT 103277, 2020, s.15)

Kuva 9. Periaatekuva liikennöidyn tason sadevesikaivosta (RT 103277, 2020, s.15)

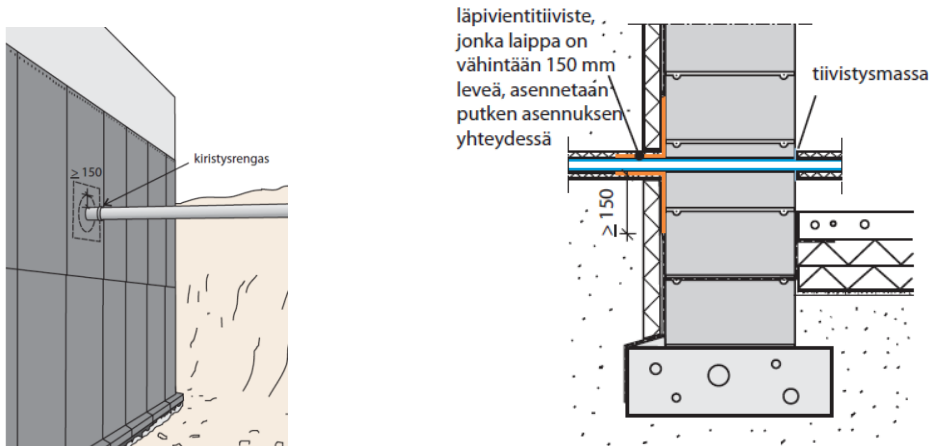


3.5.3 Läpiviennit pystyrakenteista

Vedenpaineen alaisissa rakenteissa pyritään ensisijaisesti välttämään läpivientejä. Mikäli läpivientejä tarvitaan, tehdään ne mahdollisimman ylös – mieluiten kokonaan vedenpinnan yläpuolelle. (RIL 107-2012, s. 61)

Läpiviennit tehdään aina tapauskohtaisesti (kuva 10), ja niissä käytetään tähän tarkoitukseen tehtyjä erikoisosia ja metallisella kiristysrenkaalla olevia läpivientitiivisteitä. Vedenpaineen alaisessa vedeneristyksessä kumiset osat eivät välttämättä kestä mahdollisia padotustilanteita, ja niiden tuleekin olla ruostumatonta tai haponkestävää terästä, ja laippojen tulee olla vähintään 150 mm leveät. (RT83-10955, 2009, s.9) Putkien liitokset tehdään rakenteen ulkopuolella. Läpivientien tiiveyteen on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska niiden korjaaminen on erittäin hankalaa. (Toimivat katot, 2019, s.42)

Kuva 10. Läpiviennit vedenpaineisesta (vas.) ja perusmuurista (oik.) (RT 83-10955, 2009, ss.9–10)



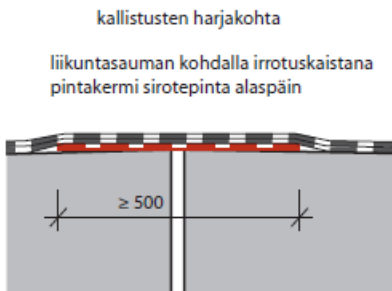
3.5.4 Liikuntasaumat

Liikuntasaumojen yli tapahtuva vedeneristys on tärkeä erityiskohta, mikä huolimattomasti toteutettuna johtaa helposti virheisiin vedeneristyksessä. Virhe voi olla esimerkiksi sellainen, että irrotuskaista on liian kapea / vedeneriste on liian lyhyeltä matkalta irti alustasta, jolloin liikuntasauaman erottavien osien erkautuessa toisistaan esimerkiksi lämpökutistumisen seurauksena kovilla pakkasilla, ei vedeneriste pysty venymään kyseisellä matkalla tarpeeksi ja silloittamaan kasvanutta sauman leveyttä. Tästä seurauksena voi olla vedeneristeen repeytyminen. Toinen rakenteellinen virhe, joka vaikuttaa vedeneristykseen, on se, että liikuntasauga on sijoitettu väärään kohtaan, ja kyseisessä kohdassa makaakin koko ajan paineellinen vesi päällä. Liikuntasaumat tuleekin aina pyrkiä sijoittamaan rakenteiden korkeimpiin kohtiin (kuva 11) (RT 103277, 2020, s.24).

Lähtökohtaisesti liikuntasaumat lisäävät aina vedenvuotoriskiä, ja siksi pihakannen lävistävien liikuntasaumojen rakentamista tulisi välttää. Toisaalta liikuntasaumat ovat usein välttämättömiä, sillä jos niitä ei rakenteisiin tehdä, voi tietyissä tilanteissa syntyä rakenteisiin niin suuret jännitykset, että ne rikottavat rakenteita. Näin voi käydä esimerkiksi kuumana kesänä, jolloin lämpölaajenemisen seurauksena pihakansi on laajentunut, ja liikuntasaumaraot pienentyneet, ja

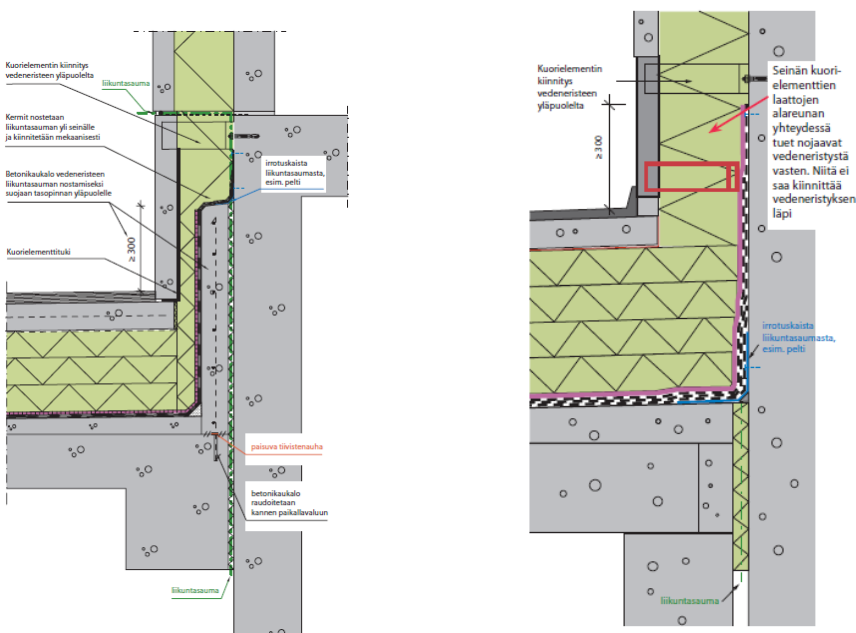
jos laajenemisvara loppuu kesken, syntyy rakenteiden välille puristusjännitys. Talvella asia on taas päinvastoin.

Kuva 11. Liikuntasauaman sijoittaminen tason korkeimpiin kohtiin (RT 103277, 2020, s.24)



Hankalimpia pihakannen liikuntasaumoja ovat vaaka-pysty-tasojen väliset liikuntasaumat (kuva 12), erityisesti sisä-ulko-nurkkausten kohdalla. Näissä tulisi pyrkiä sijoittamaan liikuntasauma vähintään 300 mm tason pinnan yläpuolelle, jolloin myös pihakannen ”kaukaloperiaate” voisi paremmin toteutua. Tästä on esimerkkinä kuvassa 12 sekä suositeltu ja riskialtis rakenne (RT 103277, 2020, s.24)

Kuva 12. Suositeltu (vas.) ja riskialtis liikuntasauमारakenne (oik.) (RT 103277, 2020, s.24)



4 Laadunvarmistusmenetelmät

Laadukkaan vedeneristyksen toteuttamiseksi ei riitä, että valitaan hyvä vedeneriste, vaan laatu on varmistettava kokonaisvaltaisesti. Vedeneristyksen laatua tuleekin varmistaa ennen vedeneristystä, sen aikana ja sen jälkeen. Ohessa on esitelty keskeisimpiä laadunvarmistuksen menetelmiä, joista osassa varmistetaan alustan laatua, ja toisissa taas jo tehdyn asennuksen laatua.

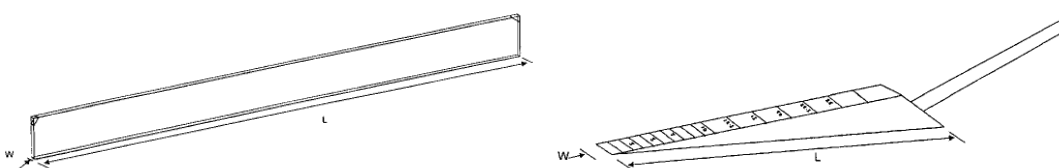
4.1 Alustan laadun varmistus

Vedeneristyksen alustan laadun varmistus ennen vedeneristystä on yksi keskeisimmistä laadukkaan toteutuksen edellytyksistä ja mahdollistajista. Pihakansilla alustan kaatojen tulee olla kunnossa ja pintojen tasaisia ja sileitä. Vesi ei saa lammikoitua vedeneristeen päällä. Pinnalta vaaditaan myös riittävää puhtautta ja kuivuutta. Luvuissa 4.1.1–4.1.2 kuvataan joitakin testimenetelmiä vedeneristyksen laadun varmistamiseksi.

4.1.1 Alustan tasaisuuden varmistus

Eristettävän alustan tasaisuutta voidaan mitata Oikolauta-menetelmällä (SFS-EN 13036-7). Menetelmässä mitataan pinnan tasaisuutta mittaamalla pinnan ja oikolaudan alareunan välistä etäisyyttä käyttäen apuna 1500 ±5 mm pitkä jäykkä oikolautaa. Tasaisuus määritetään oikolaudan ja alustan pinnan väliin työnnettyä mittakiilalla. Mittauksen apuvälineet ovat kuvassa 13.

Kuva 13. Mittauksen apuvälineet kuvassa: oikolauta vasemmalla ja mittakiila oikealla (Väylävirasto, 2017, ss.10–11)



4.1.2 Pinnan kuivuuden näytepalamittaus

Alustan pinnan riittävä kuivuus on tärkein yksittäinen asia, josta tulee varmistua ennen kuin vedeneristyksen asennustyötä aloitetaan. Pintakosteusmittari on riittävä apuväline kosteiden alueiden paikallistamisessa, mutta se ei ole riittävän luotettava varsinaisen kosteuden mittauksen suorittamiseksi eri syvyyksistä. Tarkempaan alustan kosteusmittaukseen suositellaan käytettävän näytepalamittausta, joka on vallitsevista olosuhteista riippumattomampi menetelmä kuin esimerkiksi monien tuntema porareikämittaus. (RIL 107-2012, s.162).

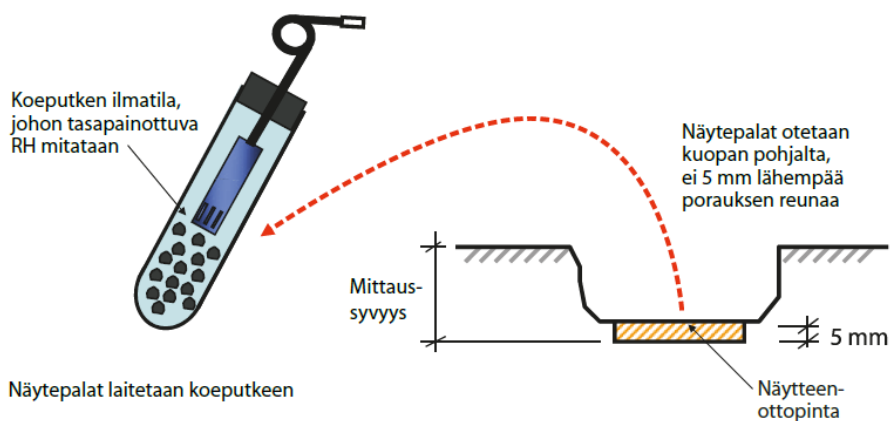
Näytepalamittauksen ideana on irrottaa betonin pinnasta pieni näytepala halutulta syvyydeltä. Näytepala suljetaan yhdessä mittapään kanssa tiiviisti koeputkeen, jonka ilmatilan suhteellinen kosteus mitataan, kun tasapainokosteustila on koeputken sisällä saavutettu. Näytepalamittauksen etuna porareikämittaukseen verrattuna on sen nopeus ja se, että sitä voidaan käyttää lämpötilaltaan hyvinkin epävakaissa olosuhteissa ja vaihtelevissa lämpötiloissa (–20...+80 °C). Näytepalamittausta pidetäänkin tarkimpana betonin suhteellisen kosteuden mittaamisen menetelmänä. (RT 103333, 2021, s.10)

Näytepalamittauksessa voidaan käyttää samaa mittauspäättä ja kosteusmittaria kuin porareikämittauksessakin, ja eroa on lähinnä vain näytteen ottamisessa (kuva 14). Näytepalamittauksessa käytetään halkaisijaltaan 50–100 mm olevaa kuivaporauskruunua, jolla porataan haluttuun syvyyteen, joka pihakansilla on noin 10 mm. Porattu reikä piikataan irti, ja sen jälkeen läheltä ympyrän keskustaa piikataan noin 5 x 5 x 5 mm:n kokoinen näytepala, joka laitetaan koeputkeen yhdessä mittapään kanssa (kuva 15). (RT 103333, 2021, s.10)

Kuva 14. Näytepalan ottaminen (RT 103333, 2021, s.10).



Kuva 15. Näytteenottokohdan määrittäminen ja periaate. (RT 103333, 2021, s.10)



4.2 Tartunta alustaan

Vedeneristyksen luja tartunta alustaan on yksi tärkeistä laadun kriteereistä, koska se estää veden kulkeutumisen vedeneristeen alla. Tartuntalujuus voidaan varmistaa esimerkiksi kolmioviiltokokeella tai vetokokeella.

4.2.1 Kolmioviiltokoe

Yksinkertainen, lähinnä bitumikermeille käytettävä tartunnan laadunvarmistusmenetelmä on kolmioviiltokoe. Kolmioviiltokokeessa tutkitaan kalvon irtoamista käsin vetäen, kun alustan lämpötila on +5...+25 °C. Kalvon läpi alustaan tehdään mattoveitsellä noin 100 mm pitkät viillot (tasakylkinen kolmio), minkä jälkeen kalvon päätä irrotetaan niin, että siihen pystyy tarttumaan kiinni. Tämän jälkeen suoritetaan tartuntakoe vetämällä kielekkeen päästä kalvoa irti pinnasta. RT-kortin ohjeen mukaan tartunta on riittävä, jos kielekettä tasaisesti vetäessä todetaan selkeä vastus, ja että jos kieleke irtoaa niin, että yli 50 % irrotuskohdan pinta-alasta jää bitumia kiinni betoniin. (RT82-10955, 2011, s.6)

4.2.2 Tartuntalujuuden varmistus vetokokeella

Vedeneristyksen ja eristysalustan välisen tartuntalujuuden mittaaminen voidaan tehdä työmaalla VTT 2651-17 -kokeella. Tässä menetelmässä mitataan pinta-alayksikköä kohti tarvittava vetovoima, joka tarvitaan irrottamaan eristysmateriaali alustastaan. Kokeessa käytetään vetolaitetta, jonka maksimivetovoima on vähintään 2 kN, ja tartuntavetolaikan halkaisija on 28 mm nestemäiselle vedeneristeelle ja 50 mm kermivedeneristeelle (kuva 16). (Silko, 2017, Liite 1.4)

Ennen vetokokeen suorittamista huolehditaan, että edellytykset ovat kunnossa: eriste on kovettunut riittävän kauan (käyttöohje), eristysalustan pintalämpötila on +5...+25 °C, ja valittavat mittauskohdat edustavat hyvin koko tutkittavaa aluetta. Lisäksi huomioidaan eristysalustan kosteus eri kohdissa, ja valitaan mahdollisuuksien mukaan kohtia, joissa kosteus on todennäköisesti muita suurempi. (Väylävirasto, 2017 c, ss.17–20)

Ennen vetokoetta reikäsahalla sahataan tartuntalaikan kokoinen reikä eristeeseen, ja pinta puhdistetaan roskista ja pölystä kuivapuhdistuksena ilman vettä ja liuottimia. Tämän jälkeen laikka liimataan vedeneristeeseen, ja kun laikan liimaus kunnolla kovettunut, voidaan vetokoe aloittaa. Tartuntakokeen aikana vetovoimaa lisätään kohtisuoraan eristysalustaa vastaan 0,15 MPa/s, kunnes eristepala tai tartuntalaikka irtoaa pinnasta. Vedon aikana laikkaan ei saa kohdistua vääntömomenttia. (Väylävirasto, 2017 c, ss.17–20)

Kuva 16. Tartuntavetolaite Easy-M ja oheistarvikkeita (Väylävirasto, 2017 c, s.19)



4.3 Vedenpitävyys

Vedeneristeen vedenpitävyys on vedeneristyksen käytön perusta, minkä onnistuminen on siksi erityisen tärkeä varmistaa. Tässä luvussa esitellään kolme eri tapaa varmistaa vedenpitävyyttä, joita voidaan käyttää opinnäytetyössä esitettyjen materiaalien vedenpitävyyden varmistamiseksi.

4.3.1 Kerrospaksuuden mittaus

Kerrospaksuus ei ole sama asia kuin vedenpitävyys, mutta yleensä hyvä vedenpitävyys edellyttää myös riittävää ja tasalaatuista kerrospaksuutta. Nestemäisenä levitettävien vedeneristeiden yksinkertainen ja usein käytetty laadunvarmistuskeino on varmistaa oikea kerrospaksuus tarkkailemalla vedeneristeen menekkiä neliömetrille, ja että ruiskutettavasta kerroksesta tulee mahdollisimman tasalaatuinen (Ruiskukumi, puhelu, henkilökohtainen tiedonanto, 2021).

Toinen tapa mitata kerrospaksuus nopeasti kovettuvista nestemäisenä levitettävästä vedeneristysmateriaalista on leikata siitä heti kovettumisen jälkeen näytepaloja, joista sitten mitataan kerrospaksuus työntömitalla. (Väylävirasto, 2017 c, s.22)

Kerrospaksuutta voidaan mitata ainetta rikkomatta esimerkiksi ultraäänimittarilla, joskin mittari tulee olla tarkkaan kalibroitu, ja mittarin käytössä tulee olla huolellinen. (Alan urakoitsija, puhelu, henkilökohtainen tiedonanto, 2021) Ultraäänimittarilla (kuva 17) voidaan mitata monenlaisten

vedeneristysmateriaalikerrosten paksuutta, kuten epoksin, kumin, bitumin, polyuretaanin ym. vastaavanlaisten pinnoitteiden. Ultraäänellä toimivia kalvon paksuuden mittareita valmistaa esimerkiksi Elcometer (Suomessa myy YTM-Industries) ja DeFelsko. Elcometer 500 mittarin mittaustarkkuus on suurempi luvuista: ($\pm 2 \%$ tai $\pm 10 \mu\text{m}$ ($\pm 2 \%$ tai $\pm 0.4 \text{ mil}$)). (YTM, 2021)

Kuva 17. Elcometer 500 (Elcometer) ja PosiTector 200 (DeFelsko) mittaavat pinnan paksuutta ultraäänellä.



4.3.2 Vedenpainekeo

Vedenerityksen vedenpitävyys on hyvä varmistaa aina kun se on mahdollista, mutta erityisesti silloin, kun kyseessä on myöhemmin hankalasti ja kalliilla korjattava käännetty rakenne.

Vedenpainekeo tehdään, kun vedeneristys on valmis, ennen päälliskerroksien asentamista.

Vedenpainekeon suorittaminen edellyttää, että vedenpoistumisreitit kytetään luotettavasti ja vuodottomasti tukkimaan. Väliaikaisia vesiesteitä on tarve rakentaa esimerkiksi kalteville pinnoille. (RIL 107-2012, s.163) Hulevesikaivojen tukkimiseksi voidaan käyttää tähän tarkoitukseen saatavilla olevia tiivistyspalloja.

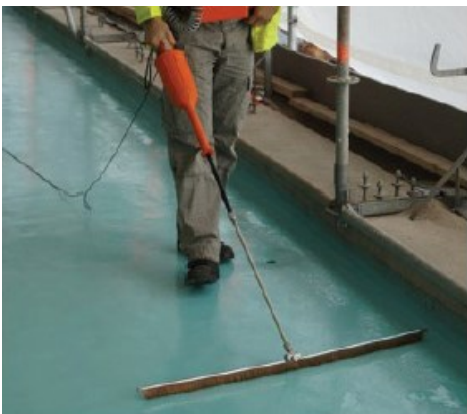
Vedenpainekeoedessä edellä muodostettuun ”kaukaloon” lasketaan vettä 100–300 mm, minkä jälkeen vedenpaineen annetaan vaikuttaa 12–72 h. Tänä aikana seurataan tarkasti alapuolisten rakenteiden mahdollista kostumista erityisesti liittymärakenteiden läheisyydessä. Työtä voidaan helpottaa/automasoida asentamalla kosteusanturit ennen vedeneristystä, millä voidaan seurata tärkeiden kohtien kosteustilaa. (RIL 107-2012 s.163)

4.3.3 Vesitiiveyden mittaus

Nestemäisenä levitettävän polyuretaani-, akryyli- tai epoksipohjaisen vedeneristysmateriaalin vesitiiviyttä voidaan tutkia mittaamalla niiden sähköneristyskykyä (ei ole testattu ruiskukumille). Sähköneristyskyvyn suuruus saadaan mittaamalla välillisesti pienintä läpilyöntijännitettä, jolla sähkövirta vielä kulkee mittalaitteen anturista vedeneristyksen läpi betonialustaan kytkettyyn maadoituselektrodiin. Eristyskyky on heikompi sellaisissa kohdissa, joissa ainekerros on ohut, huokoinen tai jos siinä pieniä neulamaisia reikiä. (Väylävirasto, 2017 c, ss.45–51)

Sähköeristyskykyä mitataan kahdella eri menetelmällä. Korkeajännitemenetelmällä (10–25 kV) (kuva 18) eli ”kipinäharavamenetelmällä” (VTT-S-05050-09-2017) paikallistetaan betonialustalle nestemäisenä levitettävän vedeneristyksen tai epoksitiivistyksen ohuimpia kohtia ja epäjatkuvuuskohtia, koska nämä laatu poikkeamat heikentävät eristeen vesitiiviyttä. Korkeajännitemenetelmän etuna on kattavan kuvan saaminen koko siltakannesta mutta riskinä se, että liian korkean jännitteen käyttö voi vaurioittaa pinnoitetta, aiheuttaa kipinäointiä ja olla käyttäjälle vaarallinen. Matalajännitemenetelmää (VTT2654-17) käytetään epoksitiivistyksen vesitiivyyden mittauksessa alhaisemmalla 500 V:n jännitteellä, joka on turvallisempi käyttäjälle kuten myös mitattavalle pinnalle. Haittapuolena on mittauskohdan pistemäisyys/pienialaisuus. (Väylävirasto, 2017 c, ss.45–51)

Kuva 18. Epoksitiivistyksen vesitiivyyden mittaus kipinäharavalla (Väylävirasto, 2018a, s.26)



5 Uudet vaihtoehtoiset vedeneristystuotteet

Vaihtoehtoisina tuotteina työssä esitellään ruiskukumi, polyuretaanielastomeeri, polyureahybridi, polyurea ja Polyfleece. Polyfleeceä lukuunottamatta muut esiteltävät tuotteet ovat melko yleisesti käytettyjä tuotteita, ja ovat olleet markkinoilla jo vuosia, mutta kohdeyrityksessä ne ovat hyvin vähän käytettyjä. Työnlajuuteen olisivat sopineet myös jotkut muut markkinoilla olevat vedeneristeet, kuten luvussa 5.4 lyhyesti esitellyt tuotteet, mutta niiden laajempi tutkiminen ei ollut työn laajuuden puitteissa mahdollista.

5.1 Ruiskukumi

Ruiskukumi luetaan nestemäisiin kumeihin, jotka ovat paremminkin vesipohjaisia elastomeerisia bitumikalvoja (emulsioita) kuin kumia (Ruiskukumi Oy, (n.d. -a). Ruiskukumi luokitellaan myös nestemäiseksi vedeneristeeksi, johon sovelletaan nestemäisen vedeneristysten ohjeita (Ruiskukumi Oy, puhelu, henkilökohtainen tiedonanto, 2021). Nestemäisiä kumeja myy maailmalla useampikin toimittaja, mutta Suomessa tunnetuin lienee Ruiskukumi Oy, joka aloitti vuonna 2014 Liquid Rubber European partnerina markkinoimaan Suomessa tuotetta ”LiquidRubber®”, suomeksi ”ruiskukumi”.

Ruiskukumia on ollut markkinoilla jo vuosikymmeniä, Suomessakin muutaman vuoden 1990-luvun taitteessa esimerkiksi tuotenimellä ”Multiprenn”. Tuote poistui markkinoilta kuitenkin jo muutaman vuoden käytön jälkeen. Joidenkin opinnäytetyön yhteydessä haastatelluiden, pitkään alalla työskennelleiden henkilöiden mielestä (2021), tuotteen laadussa oli joitakin heikkouksia lähinnä pitkäikäisyydessä ja alustassa kiinnipysymisessä.

Tänä päivänä ruiskukumia käytetään Suomessa taas melko paljon, mutta nyt myynnissä oleva tuote on eri kuin 1990-luvulla Suomessa myyty tuote. Ruiskukumi Oy:n myymä Liquid Rubber® on Nasan 1970-luvulla Yhdysvalloissa kehittämä alun perin avaruusaluksissa käytetty tuote. (Ruiskukumi, puhelu, henkilökohtainen tiedonanto, 2021) Tuotteen omistaa kanadalainen yritys CRC Coating Technologies Inc. (Ruiskukumi, 2019)

Ruiskukumi on vesipohjainen, liuotinvapaa ja elastomeerinen bitumikalvo, joka muodostaa välittömästi kovettuvan pinnoitteen, joka suojaa betonipintoja veden tunkeutumiselta, suolalta ja muilta kemikaaleilta. Ruiskukumilla saadaan kerralla valmis saumaton pinta koko vedeneristettävälle alueelle (kuva 19). (Ruiskukumi, n.d.-a)

Kuva 19. Kuvia vedeneristyksestä ruiskukumilla (Ruiskukumi Oy, n.d.-e)



5.1.1 Käyttösovellukset ja kohteet

Ruiskukumia on saatavilla sekä yksi- että kaksikomponenttisena vedeneristeenä.

Yksikomponenttista (HBS200) tuotetta käytetään sekä yksinään esimerkiksi parvekkeiden vedeneristämisessä, että usein myös kaksikomponenttisen tuotteen ”apuaineena” nostojen, läpivientien, saumojen, halkeamien ja kolojen tiivistämiseen ja vahvikekankaan (geotekstiilin) kiinnitykseen. Ulkopuolen vedeneristämiset tehdään pääasiassa 2-komponenttisilla tuotteilla: BelowGradella lähinnä piiloon jäävät betoni- ja kivipinnoille tehtävät vedeneristykset, kun taas UV-suojatulla SprayGradella ulkopuolen näkyviin jäävät vedeneristykset. Kaikki ruiskukumilaadut tarttuvat kivipintojen lisäksi hyvin myös metalliin, puuhun, muoviin ja useampaan muuhunkin materiaaliin. Ruiskukumissa ei ole niin sanottua ”runkorakennetta”, minkä vuoksi ruiskukumi ei

sovellu sellaisenaan esimerkiksi uusien vesikattojen tai muiden vastaavien rakenteiden vedeneristeeksi. Ruiskukumi on myös melko pehmeä materiaali, ja vaatii lähes aina suojaavan kerroksen päälle. (Ruiskukumi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

Ruiskukumin (BelowGrade) tavallisimmat käyttökohteet ovat betoni- ja tiilirakenteiset kohteet:

- Perustukset
- Pystysuoraan valetut seinät
- Vaakatasossa olevat tasot ml. käännetyt rakenteet
- Pystysuorat muuratut seinät
- Eristetyt betonirakennelmat (ICF)

(RT 103104, 2019, s.2)

5.1.2 Tekniset ominaisuudet ja suoritusarvot

Ruiskukumi on vedenpitävä, höyry-, ilma- ja kaasutiivis. Se tarttuu pintaan tiukasti kauttaaltaan sekä muodostaa elastisen ja saumattoman vedeneristyksen yli koko vedeneristettävän pinnan. Ruiskukumi kestää useimpia kemikaaleja: mietoja happoja, emäksiä, suoloja ja epäorgaanisia aineita. Ruiskukumi kestää myös kohtalaista lämmönvaihtelua. Ruiskukumi ei sen sijaan sovellu kohteisiin, joissa käytetään kivihiilitervaa (Ruiskukumi Oy, n.d.-a), eikä myöskään pinnoille, joihin voi valua litroja dieseliä, bensiiniä tai muuta nestemäistä polttoainetta (hiilivedyt). (Ruiskukumi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

Kuva 20. Ruiskukumi on hyvin venyvä tuote (Ruiskukumi Oy, n.d.-c)



Taulukko 6. Ruiskukumin ilmoitetut tekniset ominaisuudet suoritusarvoineen (Ruiskukumi Oy, n.d.-a)

Tekniset tiedot			
Fyysiset ominaisuudet	Ominaisuuden arvo	Yksiköt	
Väri	Ruskeasta mustaan		
Ominaispaino	1.0	g/m ³	
Haju	-		
Haihtuvat organiset yhdisteet (VOC)	Ei sisällä liuottimia		
Kiintoainepitoisuus	53-58	%	
Viskositeetti (Brookfield-menetelmä)	40-90		
pH	10-12		
Pinnan peitto	Kerrospaksuus (mm)	Ainemäärä (kg/m²)	
kovettunut kalvo	1.00	1.35	
	2.00	2.7	
	3.00	4.05	
Suoritustasot (kovettunut kalvo)	Standardi	Ominaisuuden arvo	Yksiköt
Väri		Musta	
Ominaispaino		1.0	g/m ³
Veden imeytyminen	NEN-EN-ISO 15148:2002	0.00011	kg/(m ² *sec ^{0.5})
Vesihöyryn läpäisevyys	NEN-EN-ISO 7783:2011	0.59	g/(m ² *24h)
Halkeaman silloituskyky	ASTM C1305	Läpäissyt	
Tartunta betoniin (repäisy)	ASTM C836-10	3.590	N/m
Tartunta betoniin, lämpövanhennettu (repäisy)	ASTM C836-10	5.600	N/m
Venymä	ASTM D638	850	%
Palautuminen venymästä		>90	%
Suolojen kestävyys	ASTM B117-09	Läpäissyt, >1200h	
Ilman läpäisevyys	ASTM E2178	0.0004	L/(s*m ²), kun 75 Pa
Suoritustasot (DoP)			
Minimi kerrospaksuus		2.00	mm

Minimi ainemäärä em. kerrospaksuudelle		2.7	kg/m ²
Vesihöyryn läpäisevyys	NEN-EN-ISO 7783:2011	0.59	g/(m ² *24h)
Veden imeytyminen	NEN-EN-ISO 15148:2002	0.00011	kg/(m ² *sec ^{0.5})
Tartunta betoniin (repäisy)	ASTM C836-10	3.590	N/m
Tartunta betoniin, lämpövanhennettu (repäisy)	ASTM C836-10	5.600	N/m
Vaaralliset aineet		Ei ole	

5.1.3 Hyväksynyt ja sertifikaatit

Ruiskukumi (BelowGrade) on pääasiassa testattu pohjautuen amerikkalaiseen ASTM-standardeihin (American Society for Testing and Materials). Markkinoinnin mahdollistamiseksi myös Euroopassa, on tuotteelle haettu CE-merkintä pohjautuen standardiin EN 15148:2002 (liite 3). Tämä standardi ei löydy harmonisoitujen standardien listasta (henHelpdesk, n.d.), mutta tällä Suomen Standardisoimisliitto SFS:n vahvistamalla standardilla testataan vedenimeytymistä tuotteeseen osittaisessa upotuksessa, ja sitä kautta määritetään lyhyenaikavälin nestemäisen veden kapillaarinen imeytymiskerroin (SFS-EN 15148:2002. s. 4). Ruiskukumille on tehty myös eurooppalaisen standardin EN-ISO 7783:2011 mukainen testi, jossa testataan vesihöyryn läpäisevyyttä. Molemmat testit ovat suoritettu kolmannen tahon, testilaboratoriopalveluita tarjoavan ”Exova Canada Inc.” toimesta.

Suomessa ruiskukumille, UV-suojatulle tuotevariantille ”SprayGrade” on teetetty VTT Servicen testaukset ulkoisen paloaltistuksen määrittämiseksi (CEN TS 1187, test2) ja EN 13501-05 +A1:2009 mukainen testi katon paloaltistumisesta. Lisäksi Ruotsissa ruiskukumille (1-komponenttinen HSB200) on teetetty radonin läpäisevyydestä, joka on tehty RISE-instituutin toimesta. (Ruiskukumi Oy, sähköposti, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

Liquid Rubber Europe (n.d.) on lisäksi antanut kaksi virallista lausuntoa tuotteesta. Toisessa ilmoitetaan, että Below Gradea voidaan käyttää parkki- ja siltakansien päällä vedeneristystarkoitukseen, ja että 2 mm:n kerros BelowGradea vastaa

vedeneristysominaisuuksiltaan bitumikermiluokkaa V80R (liite 5). Toisessa virallisessa lausunnossa ilmoitetaan, että mikään yrityksen myymistä ruiskukumeista ei sisällä VOC-yhdisteitä.

Ruiskukumille on myös laajempi selvitys yhteensopivuudesta kemikaalien kanssa, mutta sitä ei lisätty työn liitteeksi sen laajuuden vuoksi.

5.1.4 Asennus

Ruiskukumi edellyttää vedeneristettävältä pinnalta samantasoisien laadun kuin bitumikermi. Pinnan tulee olla suora, tasainen, puhdas ja kuiva ($\leq 90\%$ RH). Hyvä alustan pinnanlaatu saadaan aikaiseksi esimerkiksi sinkopuhalluksella. Pintaan ei yleensä ole tarve tehdä erillistä tartunta-ainekäsittelyä, vaan ruiskukumi voidaan ruiskuttaa pinnalle yhdellä kertaa. Usein kuitenkin käännettyillä pihakansirakenteilla ensimmäinen ”kerros” ruiskutetaan ilman kovetinta (vettä), mutta ruiskutuksen jatkuessa ja kerrospaksuuden kasvaessa veden osuus kasvatetaan suhteeseen 1:16. Ilman kovetinta pinnasta tulee hyvin tiivis, mutta kuivumisaika pitenee merkittävästi.

(Ruiskukumi Oy, puhelu, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

Ulkopuolen vedeneristys tehdään ruiskuttamalla 2-komponenttinen ruiskukumi tähän tarkoitukseen suunnitellulla Ruiskukumin valmistamalla kaksoisruiskupistoolilla (HVLP 2000) (Ruiskukumi, n.d.-b). Työn voi tehdä ainoastaan Ruiskukumin kouluttama henkilö tai muuten on riskinä takuun menetys. (Ruiskukumi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

Riittävä ja tasainen kerrospaksuus on tärkeä seikka, mikä vaikuttaa merkittävästi vedeneristyksen onnistumiseen. 2-komponenttisen ruiskukumin kerrospaksuuden tulee olla vähintään 2 mm, johon tarvitaan 2,7 l /m² BelowGrade -ruiskukumia. Läpivienneissä, saumoissa ja muissa kriittisissä paikoissa kerrospaksuuden tulee olla selvästi suurempi. 3 mm:n kerrospaksuuden saavuttamiseksi tarvitaan jo 4,05 l /m² ruiskukumia. (Ruiskukumi, n.d.-a)

Nostot seinustoille tehdään tavallisesti ensin 1-komponenttisellä ruiskukumilla, joka levitetään pensselillä, telalla tai korkeapaineruiskulla. Nurkkiin, kulmiin, ja muihin teräviin taitekohtiin asennetaan lisäksi vahvikekankaat kuten myös läpivienteihin. Sopiva vahvikekangas on sellainen geotekstiili, johon ruiskukumi imeytyy hyvin ja muodostaa näin vahvan suojan vedeneristettävään

kohteeseen. Vahvikekankaan asennuksessa pohjalle levitetään ensin 1–2 kerrosta 1-komponenttista ruiskukumia, jonka päälle asennetaan vahvikekangas. Vahvikekankaan päälle levitetään vielä kerros 1-komponenttista ruiskukumia, ja tämän päälle ruiskutetaan pintakerros 2-komponenttisella ruiskukumilla. Kerrospaksuudesta tulee 3–4 millimetriä tai jopa enemmänkin hieman paikasta riippuen. Ruiskukumilla on helppoa vedeneristää erilaisia läpivientejä, tarvittaessa käyttäen apuna vahvikekangasta. Liikuntasauva voidaan tehdä esimerkiksi niin, että alle laitetaan EPDM-kumikaistale tms. irrotuskaistaksi, jonka päälle ruiskutetaan sitten ruiskukumi. (Ruiskukumi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2021) Ruiskukumia käytetään myös muiden, erityisesti levymäisten vedeneristysten apuaineena erilaisten läpivientien ja muiden hankalien kohtien tiivistämisessä. (Alan asiantuntija, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

Asennusaikaisen lämpötilan tulee olla yli +5 °C, ja sateetonta tulee olla vähintään 24 tuntia asennuksen jälkeen. Ruiskukumi on tahraamaton jo minuutin kuluttua ruiskutuksesta, mutta kokonaan kuiva sen katsotaan olevan vasta 72-tunnin kuluttua. (Ruiskukumi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

5.1.5 Laadunvarmistus

Ruiskukumiasennuksen pääasiallinen laadunvarmistuskeino on oikean kerrospaksuuden varmistus valvomalla tarkkaan neliömetrille kuluva ruiskukumin määrä (luku 4.3.1). Ruiskukumikerroksen vesitiiveyden mittausta kipinäharavamenetelmällä ei ole testattu eikä ole tietoa, onnistuuko se. Kerrospaksuuden mittauksen pitäisi sen sijaan onnistua ultraäänimittarilla. Tartunnan vetokoe voidaan myös suorittaa. (Ruiskukumi Oy, puhelu, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

5.2 Elastomeeripinnoitteet

Työssä esiteltyjä elastomeeripinnoitteita ovat polyuretaanielastomeeri, polyurea ja näiden hybridimuoto polyureahybridi. Polyuretaani on polymeeri, joka syntyy di- tai tri-isosyanaatin reagoitessa polyolin kanssa. Polyuretaanit luokitellaan kopolymeereiksi, koska ne sisältävät kahden tyyppisiä monomeereja, jotka polymeroituvat peräkkäin. Polyuretaanien valmistuksessa käytetään isosyanaatteja ja polyoleja, jotka sisältävät keskimäärin kaksi tai useampia

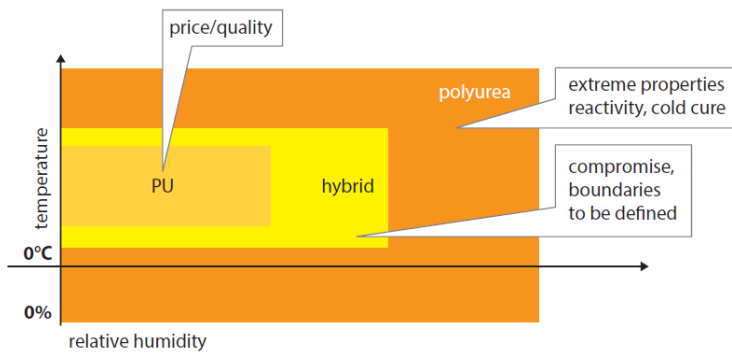
funktionaalisia ryhmiä molekyyliä kohti. Polyurea on monomeeri, polymeeri tai mikä tahansa kvasi-esipolymeerin tai esipolymeerireaktion muunnos, joka syntyy isosyaniitin ja polyamiinien reagoidessa keskenään. Isosyanaatti voi olla luonteeltaan aromaattinen tai alifaattinen. Polyurean reaktio on nopeampi kuin polyuretaanin. (Polyurea, 2021; Polyurethane, 2021)

Elastomeeripinnoitteilla on useita hyviä ominaisuuksia, minkä vuoksi niiden suosio on kasvanut erityisesti viimeisen 5–10 vuoden aikana. Polyuretaani tuli Suomeen kuitenkin jo 80-luvun puolessa välissä, ja polyurea vuosia myöhemmin. Näiden käyttö on jäänyt kuitenkin melko vähäiseksi, kunnes noin 5–10 viime vuoden aikana käyttö on alkanut kasvaa kiihtyvässä määrin. Osittain syy vähäiseen käyttöön on liittynyt useita muita vedeneristeitä korkeampaan hintaan, joka nykyisin on kuitenkin melko lähellä muiden eristystuotteiden hintoja. Suomen markkinoilla on noin kymmenen eri valmistajan tuotetta, joista kaksi yleisimmin käytettyä lienevät MasterSeal (BASF) ja TEKNOPUR (Teknos). (Alan urakoitsija, puhelu, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

5.2.1 Käyttösovellukset ja kohteet

Polyurean ja polyureahybridin käyttö ovat korvaamassa polyuretaanin käyttöä, mutta myös muita vedeneristeitä polyurean hyvien ominaisuuksien vuoksi. Käännetyissä ja ei-näkyviin jäävissä rakenteissa käytetään pääasiassa polyureahybridiä, kun taas korkeampaa kemiallista ja/tai mekaanista rasitusta kestävää kuten myös UV-suojaa vaativissa kohteissa käytetään polyureaa. Polyuretaani ja polyureahybridi vaativat näkyvissä paikoissa aina erillisen UV-suojakerroksen, kun polyurea tarvitsee sitä lähinnä vain estämään mahdollista kellastumista. (MasterBuilderSolutions, henkilökohtainen tiedonanto, 2021) Yksi paljon käytetty elastomeeripinnoitteiden käyttökohde on IV-konehuoneet ym. teräsrakenteiset kohteet, koska monilla muilla vedeneristeillä, kuten bitumikermillä on vaikea saavuttaa hyvää tarttuvuutta teräkseen. (Alan asiantuntija, puhelu, henkilökohtainen tiedonanto, 2021) Kuvassa 21 on kuvattu karkeasti näiden kolmen tuotteen eri käytettävyyalueita (PU = polyuretaani).

Kuva 21. Elastomeeripinnoitteiden käytettävyysalueet (Polyurea development association Europe, 2019).



source: Huntsman

Elastomeeripinnoitteiden keskeisiä ominaisuuksia ovat:

- Vedenpitävyys
 - Tarttuvuus alustaan
 - Saumaton vedeneristys
 - Venyvyys ja silloituskyky
 - Joustavuus ja kimmoisuus
 - Sään ja lämpötilojen kesto
 - Nopeasti valmis, kovettuminen jopa sekunneissa
 - Helppo levitys hankaliinkin yksityiskohtiin
 - Mekaanisen kulutuksen kestävyys (erit. polyurea)
 - Kemikaalien kestävyys (erit. polyurea)
 - VOC ja liuotinvapaa
- (Master Builders Solutions (n.d. -c; -d; -e))

5.2.2 Tekniset ominaisuudet ja suoritusarvot

Taulukoissa 7, 8 ja 9 esitetään Master Builder Solutionsin markkinoimien, ja BASFin valmistamien polyuretaanielastomeeri-, polyureahybridi- ja polyureatuotteiden teknisiä ominaisuuksia laajemmin kuin pelkät suoritusasoilmoitukset ilmoittavat.

Taulukko 7. MasterSeal M800 Polyuretaanielastomeerin tekniset ominaisuudet (Master Builder Solutions, n.d.-e)

Tekniset tiedot*				
Ominaisuudet		Standardi	Tiedot	Yksiköt
Kemiallinen pohja		-	Polyuretaani	-
Sekoitussuhde		A:B	100:70 100:73	Tilavuuden mukaan Painon mukaan
Tiheys (23°C asteessa)	A-komponentti	-	1.06	g/cm ³
	B-komponentti	-	1.10	g/cm ³
Viskositeetti (23°C asteessa)	A-komponentti	-	2400	mPas
	B-komponentti	-	2500	mPas
Reaktioaika (ruiskutettu)		-	10-15	sekuntia
Täysin kovettunut 23°C asteessa		-	2	päivää
Alustan ja ympäristön lämpötilat		-	väh. 5 enint. 35	°C °C
Prosessointilämpötila (virtauslämmitin, letkulämmitin)		komponentti A komponentti B	70-75 65-70	°C °C
Prosessointipaine*		Komponentti A Komponentti B	130-180 130-180	baaria baaria
Suurin sallittu suhteellinen kosteus		-	enint. 85	%

*Arvot ovat ohjeellisia ja tarvitsee määrittää yksilöllisesti riippuen käytettävästä koneesta.

Tekniset tiedot kovettumisen jälkeen*

Ominaisuudet	Standardi	Tiedot	Yksiköt
Shore-D-kovuus	-	80	-
Vetolujuus	DIN 53504	10	N/mm ²
Venyvyys	DIN 53504	400	%
Repäisyjujuus	DIN 53515	18	N/mm ²
Vesihöyryn läpäisevyys (1,5mm, 25°C/75% r.h)	BS 3177	19	g/(m ² .d)

* Edellä olevat arvot ovat ohjeellisia eikä niitä tule käyttää rakennesuunnitelmien perustana.

Taulukossa 8 esitetään polyureahybridin tekniset tiedot. Polyureahybridi on käytännössä polyuretaanin ja polyurean sekoitus.

Taulukko 8. MasterSeal M811 Polyureahybridin tekniset ominaisuudet (Master Builders Solutions, n.d.-d)

Tekniset tiedot*			
Ominaisuudet	Standardi	Tiedot	Yksiköt
Kemiallinen pohja	-	Polyurea-hybridi	-
Sekoitussuhde	A : B	100 : 100 100 : 106	tilavuuden mukaan painon mukaan
Tiheys (23°C:ssa)	Osa A Osa B	- -	g/cm ³ g/cm ³
Viskositeetti +23°C asteessa	Osa A Osa B	- -	mPas mPas
Reaktioaika (ruiskutettuna)	-	10-15	s.
Täysin kuivunut	-	2	pv
Prosessointilämpötila (virtauslämmitin, letkulämmitin)	Osa A Osa B	70 – 75 70 – 75	°C °C
Prosessointipaine	Osa A Osa B	130 – 180 130 – 180	baaria baaria
Alustan ja ympäristön lämpötilat	-	väh. 10 enint. 35	°C °C
Suurin sallittu suhteellinen kosteus	-	enint. 85	%

* Arvot ovat vain ohjeellisia ja ne pitää määrittää yksitellen käytetyn koneen mukaan

Tekniset tiedot kovetuksen jälkeen*

Ominaisuudet	Standardi	Tiedot	Yksiköt
Shore A –kovuus	-	88	-
Vetolujuus	DIN 53504		N/mm ²
Venymä	DIN 53504	485	%
Repäisyjujuus	DIN 53515	34	N/mm ²
Vesihöyryn läpäisevyys (1,5 mm, 25°C/75 % s.k.)	BS 3177	19	g/(m ² .d)

*Yllä olevat arvot ovat ohjeellisia, eikä niitä ole tarkoitettu rakennesuunnitelmien perustaksi.

Polyurean teknisistä ominaisuuksista kerrotaan taulukossa 9. Polyurean tekniset ominaisuudet ovat monilta osin parhaat esitellyistä elastomeeripinnoitteista, mutta joissakin yksittäisissä ominaisuuksissa, kuten venymässä, se on hieman polyureahybridiä heikompi.

Taulukko 9. MasterSeal M689 Polyurean tekniset ominaisuudet (Master Builders Solutions, n.d.-c)

Tekniset tiedot*			
Ominaisuudet	Standardi	Tiedot	Yksikkö
Kemiallinen pohja	-	100 % polyurea	-
Sekoitusuhde	A : B	100 : 100 100 : 112	tilavuuden mukaan painon mukaan
Tiheys (20 °C:ssa)	Komponentti A Komponentti B	1.00 1.11	
Viskositeetti (25 °C:ssa)	Komponentti A Komponentti B	220 800	mPas
Prosessointilämpötila (virtauslämmitin, letkulämmitin):	Komponentti A Komponentti B	70 – 80 70 – 80	°C °C
Prosessointipaine	Komponentti A Komponentti B	120 – 200 120 - 200	baaria baaria
Alusta ja ympäröivä lämpötila (levityksen aikana)	-	väh. 5 enint. 35	°C °C
Maksimi suhteellinen kosteus (levityksen aikana)	-	90	%
Alustan maksimikosteus (levityksen aikana)	-	4	%
Reaktioaika (ruiskutettuna)	-	5 – 7	s.
Kosketuskuiva	20 °C:ssa	30	sekunnissa
Valmis jalankulkuliikenteeseen	20 °C:ssa	0,5	tunnissa
Täysin kovettunut - valmis ajoneuvoliikenteeseen	20 °C:ssa	12	tunnissa
Valmis kestämään kemikaaleja	20 °C:ssa	24	tunnissa

Tekniset tiedot kovetuksen jälkeen*

Ominaisuudet	Standardi	Tiedot	Yksikkö
Sekoitetun materiaalin tiheys	EN ISO 2811-1	n. 1,1	g/cm ³
Shore A -kovuus	-	92	-
Shore D -kovuus	-	42	-
Vetolujuus	DIN 53504	21	N/mm ²
Murtovenymä	DIN 53504	425	%
Repäisyjujuus	DIN 53515	58	N/mm ²
Staatinen halkeaman silloituskyky	EN 1062-7 (A)	A5 (+23 °C)	-
Dynaaminen halkeaman silloituskyky	EN 1062-7 (B)	B4.2 (-20 °C)	-
Palamiskäyttäytyminen	EN 13501-1	C _{F,L} -s1	-
Veden kapillaarinen imeytyminen	EN 1062-3	0,002	Kg/m ² /h ^{0,5}
Vesihöyryn läpäisykyky (S ₀)	EN ISO 7783-1	< 5 / Luokka I (μ = 3658)	m
CO ₂ läpäisykyky (S ₀)	EN 1062-6	>120 (μ = 68950)	m
Sitoutuminen betoniin	EN 1542	>3	N/mm ²
Tartuntalujuus jäätymis-sulamissykliin jälkeen	EN 13687-1	>3	N/mm ²
Käyttäytyminen keinotekoisien vanhenemisen jälkeen	EN 1062-11	Ei muutoksia	-
Kulumisenkestävyys (Taber H22, 1000 g, 1000 c)	EN ISO 5470 -1	Painohäviö < 150	mg
Iskunkestävyys	EN ISO 6272/2	>20 (Luokka III)	Nm
Kitkan vastustus	EN 13036-4	Kuiva: 63 (Luokka II) Märkä: 30	-
Käyttölämpötila (kuiva)	-	- 20 - +130	°C
Käyttölämpötila (korkea kosteus, mutta ei märkä)	-	- 20 – +80	°C
Käyttölämpötila (märkä)	-	0 – +55	°C

* Yllä olevat arvot ovat ohjeellisia, eikä niitä ole tarkoitettu rakennesuunnitelmien perustaksi.

5.2.3 Hyväksynät ja sertifikaatit

Työssä esitellyt elastomeeripinnoitteet olivat kaikki CE-merkittyjä pohjautuen standardiin EN 1504-02 (liite 1) ja varmennettuja pysyvyyden arviointijärjestelmän AVCP 2+:n mukaan sekä paloluokiteltuihin kohteisiin AVCP 3:n mukaan. Standardissa SFS EN 1504-02 ”Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimuksenmukaisuuden arviointi. Osa 2: Betonipinnan suojaus.” (Suomen standardisoimisliitto SFS, 2005) määrittelee melko laaja-alaisesti vaadittavat ominaisuudet ja raja-arvot verrattuna muiden työssä esiteltyjen tuotteiden harmonisoituihin standardeihin. Elastimeeripinnoitteiden CE-merkinnät löytyvät liitteestä 1.

Polyurealla M689 on lisäksi seuraavat hyväksynät ja sertifikaatit:

- EN 13529:n mukainen kemiallinen kestävyys (liite 4)
- WHG:n mukainen Z 59. xxxx (valmisteilla)
- EN 13501 osa 1:n ja osa 5:n mukainen palonkestävyys.
- ETAG 005 osa 6:n mukainen ETA-11/0147 (valmisteilla).
(Master Builders Solutions. (n.d. -c)

- MasterSeal M689 root resistance CEN_TS_14416_TR_15600_36512_16_2016
- MasterSeal M689 Broof(t4)
- MasterSeal M689 Hygienic Certificate (PL 2020
- Report 20001 Permeability Methane_7000CR_M689
- MasterSeal M689 ETA-17_0508_accor_ETAG_005_Part_6_DE
- MasterSeal 6689 AS_antistatic_ESD_KIWA 2017.
(Master Builders Solutions, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

Teknoksen valmistamalla samankaltaisella TEKNOPUR 300-800 -tuotteella on Silko-hyväksyntä, joten ko. tuotetta voidaan käyttää myös siltojen vedeneristyksessä. (Väylävirasto, 2020)

5.2.4 Asennus

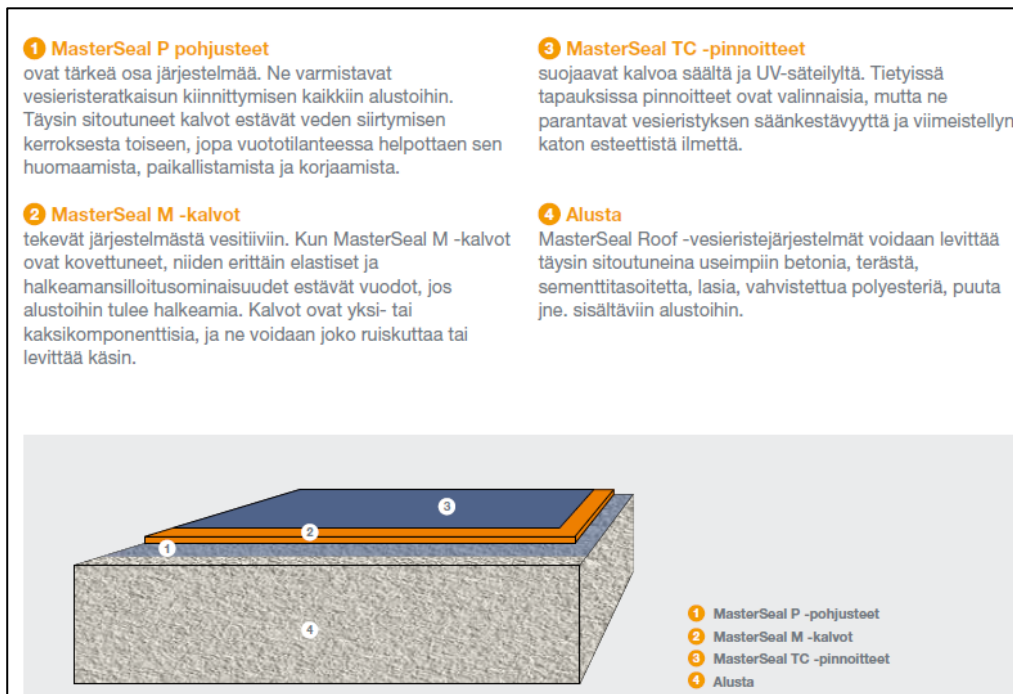
Elastomeeripinnoitteiden asennuksessa hyvä pinnan laatu on äärimmäisen tärkeä asia. Pinnan tulee olla tasainen, puhdas ja kuiva – lähes virheetön. Sementtiliimaa, rasvaa tai muitakaan epäpuhtauksia ei saa olla. Betonissa ja muissa sementtipohjaisissa alustoissa tulee olla vähintään 1,5 N/mm² irrotuslujuus. Paras alusta betonipinnoille saadaan sinkopuhalluksella, ja kun pinta sen jälkeen imuroidaan puhtaaksi. Teräspinnat tulee hiekkapuhaltaa karkeuteen SA 2,5. (Master Builder Solutions, n.d.-c)

Alla vaatimukset betonialustalle ennen pohjusteen levitystä (RIL 107-2012, s.164):

- betonipinnan lämpötila, >8°C
- pinnan lämpötilan, >3°C yli kastepistelämpötilan
- betonin huokosilman kosteus 0–10 mm:n syvyydellä < 93 % RH

Elastomeeripinnoitteilla käytetään aina pohjustetta (primer), joka on usein 2-komponenttinen ja epoksipohjainen erityisesti silloin, kun alusta tavallista kosteampi. Pohjuste valitaan alustan materiaalin ja ominaisuuksien mukaan varmistamaan pinnoitteen hyvä tartunta. Elastomeerit tarttuvat hyvin monenlaiseen alustaan, kuten betoniin, teräkseen, puuhun, bitumiin ja lasikuituun (haasteellisin), kunhan pohjuste on oikeanlainen. Pohjusteen kovettumisen jälkeen levitetään varsinainen vedeneristekerros, jonka jälkeen tarpeen mukaan lisätään UV-suojausta kestävä pintakerros "TopCoat", kun vedeneriste on kuivunut. (Alan urakoitsija, henkilökohtainen tiedonanto, 2021) Kuvassa 22 on esimerkki vedeneristysjärjestelmästä, jossa pohjuste, vedeneriste ja pinnoite ovat valittuna käyttötarkoitukseen ja myös toisiinsa yhteensopivasti.

Kuva 22. Vedeneristejärjestelmä (Master Builder Solutions, n.d.-a)



Elastomeeripinnoitteet ruiskutetaan 2-komponenttisiä tuotteita varten suunnitellulla kuumaruiskutuskalustolla. Polyurean ja polyureahybridin ruiskutuksessa käytetään korkeapaineruiskua ja seossuhdetta 1:1 (tilavuuden mukaan), kun taas polyuretaanilla matalapaineruiskua ja seossuhdetta 10:7 (tilavuuden mukaan). Pinnoitteet ruiskutetaan lämmitettynä 70–80 °C:een. (Master Builder Solutions n.d.-a; -b; -c) Ympäröivän ilman ja alustan pinnan lämpötilan tulee polyuretaanilla olla 10–35 °C ja ilmankosteuden < 85 % RH, kun taas polyurealla lämpötila voi olla 5–35 °C ja ilman suhteellinen kosteus < 90 % RH. (Master Builder Solutions, henkilökohtainen tiedonanto, 2021) Elastomeeripinnoitteiden levityksessä on yleensä tarpeen käyttää sääsuojia, koska tuulinen sää voi haitata levitystä, ja toisaalta levittää roiskeita kauemmaksi. Pinnan tulee olla myös kuiva ennen ruiskutusta, sen aikana, kuin myös sen jälkeenkin. Puhdas polyureapinnoite on kuitenkin vähemmän herkkä kosteudelle kuin polyuretaani tai hybridi. (Alan urakoitsija, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

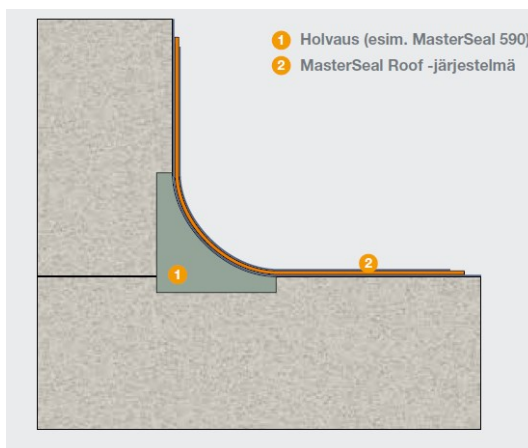
Sopiva kerrospaksuus pihakannen käännettyssä rakenteessa on 2,5 mm (2–3 mm). Erityiskohteissa, kuten läpivienneissä ja liikuntasaumoissa yms. kerrospaksuus on usein hieman suurempi (3–4 mm). Suositeltu kerralla ruiskutettava maksimikerrospaksuus on 2,5 mm (Teknos, 2021). Erään

polyureapinnoituksen asiantuntevan urakoitsijan (2021) mukaan varmimmin saadaan tasalaatuinen pinta, kun se ruiskutetaan kahteen kertaan hieman ohuempi kerros kerrallaan, esimerkiksi kaksi kertaa 1–1,5 mm:n kerros niin, että toinen kerta ruiskutetaan poikkisuuntaan ensimmäiseen kerrokseen nähden. Toisen urakoitsijan mukaan sillä ei ole merkitystä, ruiskutetaanko toinen kerros poikkisuuntaan vai ei. Puhdas polyurea kuivuu kosketuskuivaksi noin 30 sekunnissa, kävelykuivaksi muutamassa minuutissa ja täysin kuivaksi noin 24 tunnissa. Ensimmäisen kerroksen päälle voidaan ruiskuttaa toinen kerros hyvin pian ensimmäisen kerroksen jälkeen. Polyuretaanin kovettumisajat ovat jonkin verran pidemmät, ja täysin kuiva se on vasta 48 tunnin kuluttua. (Alan urakoitsija, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

Käytettävä pohjuste ruiskutetaan noin vuorokautta ennen varsinaisen vedeneristekalvon ruiskuttamista. Varsinaisen vedeneristysten jälkeen, seuraavana päivänä tehdään UV-suojapinnoitus. Kaiken kaikkiaan 1000 m² pihakannen vedeneristykseen voidaan laskea kuluvan noin 3–4 vuorokautta. (Alan urakoitsija, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

Erityiskohteet, kuten nostot seinille voidaan tehdä saumattomaksi ruiskuttamalla elastomeeripinnoitetta seinälle vähintään 300 mm valmiista pinnasta laskettuna. Kuvassa 23 on esimerkik kuva nostosta (katolla). Nosto tehdään ohjeen mukana kantavaan seinään (sisäkuori), ja kulmaan tehdään pyöristys esimerkiksi korjauslaastilla.

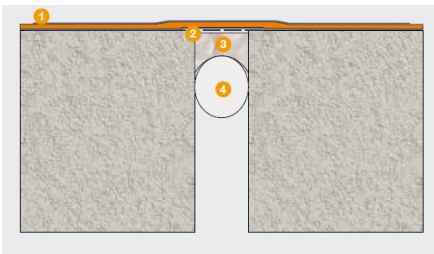
Kuva 23. Nosto holvin päältä seinälle (Master Builder Solutions, n.d.-a)



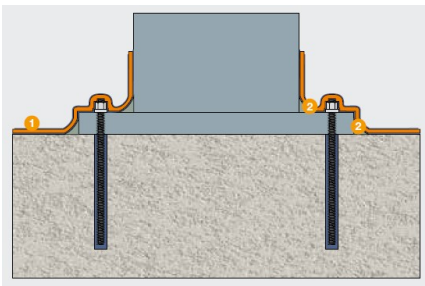
Polyureapinnoitusurakoitsijan (2021) mukaan liikuntasaumoissa tulee käyttää aina irrotuskaistaa, esimerkiksi silikonipaperia, isommissa raoissa solumuovinauhaa ja elastista kittiä alla.

Työsaumoissa ei tarvita irrotuskaistaa. Kuvan 24 tapauksessa on käytetty polyuretaanisaumausmassaa (nro 3) ja sen päällä tartunnan estävää irrotuskaistaa (nro. 2). Irrotuskaista voi olla myös vahvikekangasta, EPDM-kumia tai jopa ilmastointiteippiä. (Alan urakoitsija, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

Kuva 24. Liikuntasauoman vedeneristys (Master Builder Solutions, n.d.-a)



Kuva 25. Pilarikiinnityksen vedeneristys elastomeeripinnoitteella (Master Builder Solutions, n.d.-a)



5.2.5 Laadunvarmistus

Elastomeeripinnoitteilla tehtävän vedeneristyksen laadunvarmistuksen keinoja ovat vedeneristeen neliölle kuluvan käytettävän nesteen tiheyden ja määrän seuranta. (Silko, 2017, s.22) Toinen yleisesti käytetty menetelmä on leikata pieniä näytepaloja irti pinnan kalvosta, ja mitata niiden paksuus. Tämä onnistuu jo minuuttien päästä ruiskutuksesta, muttei enää tunteja myöhemmin. (Alan asiantuntija, puhelu, henkilökohtainen tiedonanto, 2021) Elastomeeripinnoitteilla pihakansien kerrospaksuuden tulee olla vähintään 2 mm. Toisaalta erityiskohdissa kerrospaksuus saattaa nousta noin 4 mm:iin. Elastomeeripinnoitteilla voidaan käyttää kaikkia kappaleessa 4

esiteltyjä laadunvarmistusmenetelmiä lukuun ottamatta kolmioviiltokoetta, koska täysin kovettuneena sitä ei saa enää helposti tai ehjänä irti. (Alan asiantuntija, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

5.3 Polyfleece

Polyfleece on saksalaisen an.kox -yrityksen vedenpaineen- ja radoneristykseen kalvomainen tuote ”tiivistehuopa”, jota Suomessa markkinoi ja myy Haucon. Polyfleece-tuoteperheeseen kuuluu eri käyttötarkoitukseen suunnatut tuotteet: Polyfleece SX®1000 Wall ja Polyfleece SX®1000 Radon, sekä näiden asentamisessa tarvittavat lisätarvikkeet. Tiivistehuopa sisältää modifioituja polymeerejä sisältävän kerroksen, ja ulkopuolella LD-PE-kalvo (pientiheyspolyeteeni). Modifioituja polymeerejä sisältävä ainekerros paisuu joutuessaan kosketuksiin veden kanssa, mutta paisunta alkaa vasta ulkopuolen kalvon vaurioituessa. (Haucon, 2019a)

5.3.1 Käyttösovellukset ja kohteet

Polyfleecea käytetään ulkopuolisena vedeneristeenä erityisesti maanpinnan alapuolen raudoitetuissa betonirakenteissa, kuten maanvaraisissa laatoissa, ja maanpainesoinissa, mutta se soveltuu myös maanpinnan yläpuolen betonirakenteisiin. Tavallisesti Polyfleece esiasennetaan pinnoitepuoli muottia vasten / ulospäin, ja pinnoittamaton huopapuoli tulevaa betonivalua vasten. Tällöin tiivistehuopa imee osan betonin sisältämästä vedestä, ja kiinnittyy lujasti betoniin. Tiivis tartunta estää veden pääsyn tiivistekalvon ja betonin väliin. (Haucon, 2019a)

Polyfleece on ensisijaisesti tarkoitettu esiasennettavaksi muottiin valettaville betonipinnoille, mutta se voidaan asentaa myös jälkiasenteisena, jolloin se liimataan huopapuolelta alustaan tähän tarkoitettuun liimalla (2K Sealing adhesive SX® 1). (Haucon, 2019a) Käännettyihin rakenteisiin Polyfleecea ei kuitenkaan suositella (Haucon, henkilökohtainen tiedonanto, 2021).

5.3.2 Tekniset ominaisuudet, suoritusarvot ja kelpoisuus

Yksi Polyfleeecen tärkeimmistä teknisistä ominaisuuksista on sen paisuntakyky vedellä kastuessaan, sen paisumiskerroin on noin 150 %. (Haucon, 2019a) Muita tuotteen teknisiä ominaisuuksia on kuvattu taulukossa 10.

Taulukko 10. Polyfleece SX 1000 Radon – tekniset tiedot. (Haucon, 2019a)

TEKNISET TIEDOT			
Väri:	valkoinen/harmaa/sininen		
Mitat:	pituus:	20,0 m	(±5,0 cm; MDV*)
	leveys:	1,5 m	(±3,0 cm; MDV*)
	paksuus:	1,74 mm	(±5,0 %; MDV*)
Massa pinta-alayksikköä kohden:	1,410 g/m ²		(±10,0 %; MDV*)
Vesitiiviyys: (DIN EN 1928)			
Menetelmä A	Vedenpaine:	2 kPa (0,02 bar)	24 h Lämpäisee testin
Menetelmä B	Vedenpaine:	400 kPa (4,0 bar)	72 h Lämpäisee testin
Kestävyys lämpökäntymistä vastaan: (DIN EN 1928)			
Vesitiiviyys Menetelmä A	Vedenpaine:	2 kPa (0,02 bar)	24 h Lämpäisee testin
Kemikaalikestävyys: (DIN EN 1928)			
Vesitiiviyys Menetelmä A	Vedenpaine:	2 kPa (0,02 bar)	24 h Lämpäisee testin
Yhteensopivuus bitumin kanssa: (DIN EN 1928)			
Vesitiiviyys Menetelmä A	Vedenpaine:	2 kPa (0,02 bar)	24 h Lämpäisee testin
Venymäominaisuudet: (DIN EN 12311-2)			
	pitkittäinen:	(≥ 250 N / 50 mm)	(MLV*)
	poikittainen:	(≥ 200 N / 50 mm)	(MLV*)
Murtovenymä: (DIN EN 12311-2)			
	pitkittäinen:	(≥ 20 %)	(MLV*)
	poikittainen:	(≥ 50 %)	(MLV*)
Liitoslujuus: (DIN EN 12317-2)			
	liimattu sauma:	≥ 100 N/50mm	(MLV*)
Repäisylujuus: naula (DIN EN 12310-1)			
	pitkittäinen:	(≥ 150 N)	(MLV*)
	poikittainen:	(≥ 150 N)	(MLV*)
Iskunkestävyys: (DIN EN 12691)			
Menetelmä A (AI-levy)	pudotuskorkeus ≤ 200 mm:		(MLV*)
Menetelmä B (EPS-paneeli)	pudotuskorkeus ≤ 500 mm:		(MLV*)
Staattisen kuorman kesto: (DIN EN 12730)			
Menetelmä B	Kuorma: ≤ 20 kg		(MDV*)
Vesihöyryn läpäisevyys: (DIN EN 1931)			
Menetelmä B	sd-arvo > 1000 m		
Tarttuvuus betoniin:			
	> 0,4 N/mm ²		
Lämpötilan kesto:			
	-40 °C / +100 °C		
Paloluokka:			
	luokka E		

*MDV: Valmistajan ilmoittama arvo
*MLV: Valmistuksen raja-arvo

5.3.3 Hyväksynät ja sertifikaatit

Polyfleece SX 1000 Radon ja Polyfleece SX 1000 Wall ovat molemmat CE-merkittyjä harmonisoidun standardin EN 13967:2012-07 mukaan (liite 2) ja täyttävät sertifikaatin vaatimukset.

Englanninkielisessä standardissa SFS-EN 13967:2012 ”Flexible sheets for waterproofing. Plastic and Rubber damp proof sheets including plastic and rubber basement tanking sheet. Definitions and characteristics.” määritellään tuotteelta vaadittavat ominaisuudet. (SFS-EN 13967:2012.)

Ilmoitettuna laitoksena on tässä toiminut MPA Braunschweig. (Haucon, 2021)

KIWA BDA Testing B.V.:n on suorittanut Polyfleecelelle lisäksi arvioinnit kestävydestä suolaisessa vedessä ja maanvastaisissa rakenteissa standardien BS EN 13967, ETAG 005:2004 ja ISO 1817 mukaan. Tämän mukaan Polyfleece kestää normaalioloissa yli 60 vuotta. Lisäksi Kööpenhaminan metrotöyömaata varten arvio tehtiin tuotevariantilla, jossa LDPE-kerroksen paksuus oli kasvatettu 290 g/m². Tälle variantille KIWA arvioi tuotteen kestävydeksi yli 100 vuotta. (Haucon, 2021)

Prahan teknillinen yliopisto suoritti Polyfleecelelle testin radonin diffuusiokertoimen mittaamiseksi. Test Report No: 124055/2018 ”Radon diffusion coefficient of the waterproofing membrane ANKOX POLYFLEECE® SX 1000 RADON” suoritettiin menetelmän K124/02/95 mukaan. (Haucon, 2021)

5.3.4 Asennus

Polyfleece-tiivistehuopa voidaan asentaa vaaka- tai pystysuoraan muotin, laudoituksen, eristeen, tai tiivistetyn täytön päälle (maanvarainen). Alustan tulee olla puhdas, tasainen, ja hyvin tiivistetty (maanvarainen), terävät nystyrät ja epätasaisuudet on poistettava. Betonisen alustan esivalmistelut on määritelty tarkemmin normeissa DIN 1045-2 ja DIN EN 206-1. (HauCon, 2019b)

Polyfleece asennetaan tavallisesti muotin pintaan, ja siinä ei tarvita erityisiä pohjusteita.

Tarvikkeina riittävät lähinnä sakset, mattopuukko, liima, joissakin tilanteissa myös nitoja tai vasara ja nautoja (seinäasennukset). (HauCon, 2019b) Polyfleeceen asennusohjeet on kuvattu yksityiskohtaisemmin liitteessä 6.

5.3.5 Laadunvarmistus

Polyfleeceellä asennuksen laadunvarmistus eroaa jonkin verran muista vedeneristeistä. Asennuksen jälkeen ennen raudoitustöitä asennukset tarkastetaan huolellisesti silmämääräisesti. Polyfleeceen pintojen tulee olla ehjät, ja vuotien tulee olla suorassa ja tasaisesti, ryppyjä, tms. kohtia ei saa olla. Saumojen tulee olla oikein limitetty ja tiiviisti kiinni toisissaan ilman ryppyjä tai muita taitekohtia välissä, mistä saattaisi mennä betonia fleecen alle. Juuri ennen betonivalua, tarkistetaan Polyfleece-asennus silmämääräisesti vielä toisen kerran, ja varmistutaan, että Polyfleece-asennus on vielä moitteeton. (Haucon, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

Polyfleeceen tarttuvuutta pintaan on haasteellista testata, koska Polyfleece repeytyy todennäköisesti keskellä olevasta huopakerroksesta ennen kuin koko huopa irtoaa betonista. Samasta syystä myös kolmioviiltokokeen onnistuminen on epätodennäköistä. (Haucon, henkilökohtainen tiedonanto, 2021)

5.4 Muut vedeneristystuotteet

Työssä käsiteltyjen tuotteiden lisäksi markkinoilla on useita muitakin tuotteita, jotka voisivat olla käyttökelpoisia työssä esitellyissä vedeneristyskohteissa. Näihin tuotteisiin kuuluvat muun muassa hieman ruiskukumia muistuttavat nestemäiset ja pastamaiset bitumikalvovedeneristeet. Toinen mielenkiintoinen ryhmä ovat Polyfleeceen kaltaiset muovipintaisten tiivistehuopaeristeet. Kolmantena tuoteryhmänä voisi mainita EPDM-kumit, neljäntenä bentoniittieristeet, ja viimeisenä erilaiset betonin tiivistämisaineet kuten kristallisoituva betonin vedeneristys.

Nestemäisiä ja pastamaisia bitumikalvovedeneristeitä on markkinoilla useita. Esimerkiksi Köster tarjoaa markkinoilla sellaista tuotetta kuin ”W 252 032 - KÖSTER Deuxan 2C”, joka on 2-komponenttinen, elastinen, halkeamat silloittava, puristuksen kestävä, polymerimodifioitu bituminen paksukalvotiiviste rakenteiden vedeneristämiseen. Tuote on CE-merkitty standardiin EN 15814 mukaisesti ja on myös SILKO-hyväksytty tuote. (Köster, 2021)

Muovipintaisia, Polyfleeceen kaltaisia vedeneristystuotteita on markkinoilla esimerkiksi BPA:n valmistamat komposiittivedeneristyskalvot (BPA Dual Proof). Kyseisen tuoteperheen tuotteessa

”DualProof S” on sisällä ”Barritex PP-fleece”, ja veden ja kaasun pitävä PVC-muovikerros. Tuotteet ovat CE-merkittyjä harmonisoidun standardin EN13967 mukaan (sama kuin Polyfleece). (BPA, 2021)

EPDM-kumi oli yksi materiaaleista, joita alun perin suunniteltiin tutkittavan tarkemmin opinnäytetyössä. Oli kuitenkin melko vaikea löytää tietoa EPDM:n käytöstä juuri työssä kuvatun kaltaisissa sovelluskohteissa. EPDM-kumia käytetään paljon, mutta kyseessä ovat pääsääntöisesti erilaiset tiivisteet, nauhat, päällysteet, yms. Lisäksi sitä käytetään erilaisissa jätevesialtaissa pohjaeristeenä. EPDM-kumin hyviin ominaisuuksiin kuuluvat hyvä kemikaalien kestävyys, hyvä kylmän ja lämmön kestävyys. Toisaalta sen huonoihin puoliin kuuluvat huono öljynkestävyys ja kaasujen läpäisy. (Etra, 2021).

Bentoniitti on jonkin verran Suomessakin käytetty vedeneriste, jonka ominta aluetta ovat vedenpaineenalaiset eristykset. Bentoniitin hyviin ominaisuuksiin kuuluu sen paisumiskyky niin kuin Polyfleecelläkin.

6 Vedeneristystuotteen valinta

Oikeanlaisen vedeneristystuotteen valinta kuhunkin tilanteeseen on vaativa tehtävä. Valintatilanteessa pitää samanaikaisesti huomioida useita hyvin erilaisia tarpeita, ja toisaalta markkinoilla on useita samaan tarpeeseen suunnattuja keskenään vaikeasti vertailtavia tuotteita. Vaikea vertailtavuus johtuu lähinnä siitä, että erilaiset – samaankin tarkoitukseen suunnatut tuotteet – voivat olla testattuja eri tavalla pohjautuen eri standardeihin, ja toisaalta koska tuotetoimittajat voivat melko vapaasti ilmoittaa tai jättää ilmoittamatta haluamiaan ominaisuuksia ja myös valitsemallaan tavalla (oikea arvo tai vaatimus, jonka läpäisee). Tässä kappaleessa pyritään ohjeistamaan ja tukemaan sopivan vedeneristystuotteen valintaa.

Valintaprosessi

Vedeneristeen valintatilanteessa määritellään ensin käyttösovelluksen vaatimukset ja tarpeet, joista alla keskeisimmät:

- kuormitukset, tilanteet ja olosuhteet

- alustan vaatimukset, pintojen monimuotoisuus ja erityiskohteet
- laatuvaatimukset ja pitkäikäisyys
- aikataulu, resurssointi ja kustannukset

Kun sitten suunnitellaan ja valitaan sopivaa vedeneristystuotetta, tulee huomioida monia tekijöitä, ja asiaa voidaankin jäsenellä esimerkiksi seuraavalla tavalla:

- **tuotteen ominaisuudet:** ominaisuuksien tulee täyttää ulkoisten rasitustekijöiden mukaiset tekniset vaatimukset (kuormitus, säänkesto, kemikaalien kesto, vedenpitävyys)
- **kelpoisuus:** onko tuote hyväksytty käyttöön Suomessa, kyseisen kaltaisessa kohteessa ja detaljiratkaisuissa
- **asennettavuus:** saadaanko vedeneristys laadukkaasti toteutettua ja minkälaisia resursseja tarvitaan
- **työn vaatima aika ja kustannukset:** kauanko työvaihe vaatii aikaa, ja kuinka paljon se tulee maksamaan

6.1.1 Tuoteominaisuudet ja kelpoisuus

Ensin pyritään vastaamaan kysymykseen, että mitä ja minkälaisia teknisiä ominaisuuksia tuotteella tulee olla kohteen laadukkaaksi vedeneristämiseksi, ja mikä on niiden keskinäinen prioriteetti. Tässä kohtaa valitaan tuotteet, jotka täyttävät tekniset vedeneristykseltä vaadittavat ominaisuudet, ja jätetään muut huomiotta. Seuraavaksi voidaan varmistaa, että valitut tuotteet täyttävät Suomen kansalliset rakennusmääräykset ja rakennuspaikkakohtaiset vaatimukset, jotta rakennusvalvonta voi ne hyväksyä. Edellä mainittuihin kysymyksiin vastaamista pyritään tukemaan taulukolla 11, ja luvussa viisi esitellyillä tarkemmilla tuotetiedoilla. Taulukon 11 tiedot pohjautuvat lukuarvojen osalta ilmoitettuihin suoritustasoihin, ja tähdellä merkittyjen ei-lukuarvoisten ominaisuuksien osalta tuote-esitteisiin, haastateltujen henkilöiden näkemyksiin ja osittain myös itselle työnaikana muodostuneisiin mielipiteisiin.

Taulukko 11. Tärkeimmät tekniset tuoteominaisuudet.

Oma arviointi: *** hyvä ** kohtalainen * huono x ei sovi - ei ilmoitettu	Bitumikermi 4100 UT	Polyfleece SX 1000 Radon	Ruiskukumi Below Grade	Polyuretaani-elastomeeri M800	Polyurea-hybridit M811	Polyurea M689
Harmonisoitu tuotestandardi, jonka mukaan CE-merkitty	EN 13969 EN 13707 AVCP 2+	EN13967: 2012:07 AVCP 2+	EN 15148 AVCP 3	EN 1504-2:2004 AVCP 2+	EN 1504-2:2004 AVCP 2+ (ved. erist.) AVCP 3 (paloluok.)	EN 1504-2:2004 (hEN) AVCP 2+ EN 13529 (kem. kest.)
Sopivuus pinnoille				Sopivalla pohjusteella	Sopivalla pohjusteella	Sopivalla pohjusteella
Betoni	***	***	***	***	***	***
Teräs	*	X	***	***	***	***
Puu (vaneri)	**	X	***	***	***	***
Bitumi	***	X	***	***	***	***
Tekninen soveltuvuus: käännetyt rakenteet	***	X	***	***	***	***
Tekninen soveltuvuus: vedenpaineseinät	***	***	***	***	***	***
Tekninen soveltuvuus: perustukset	***	**	***	***	***	***
Tartuntalujuus (vetokoe)	-	> 0,4 N/mm ² (EN 12311-2)	3,590 N/m (ASTM C836) (aiemmin eri std. ~0,8N/mm ²)	Läpäissyt vaatim. (≥1,5 N/mm ²) (EN 1542)	Läpäissyt vaatim. ≥1,5 N/mm ² (EN 1542)	> 3 N/mm ² (EN 1542)
Venymä	40 % (EN 12311-1)	≥ 20 % pit-s. ≥ 50 % poik. (EN 12311-2)	850 % (ASTM D638)	400 % (DIN 53504)	485 % (DIN 53504)	425 % (DIN 53504)
Silloituskyky	-	*** (sanallinen maininta)	Läpäissyt (ASTM C1305)	B 4.2 (-20°C) EN 1062-7 (A/B)	A5 (23 °C) B 4.2 (-20°C) EN 1062-7 (A/B)	A5 (23 °C) B 4.2 (-20°C) EN 1062-7 (A/B)
Lämpötilan kesto	≥ 80 °C (vaatim.)	-40...+100 °C	-40...+160 °C	*** (sanallinen maininta)	*** (sanallinen maininta)	*** (sanallinen maininta)
Kylmätaivutettavuus/ elastisuus	-20 °C (EN 1109)	-	-	Elastisuus säilyy T _g noin -45 °C	Elastisuus säilyy T _g noin -45 °C	Elastisuus säilyy T _g noin -45 °C
Paisuntakyky – pinnan korjautuminen	-	150 %	-	-	-	-
Vesihöyryn vastus/ läpäisykyky	Vesihöyry- vastus 2,3*10 ¹² (EN1931)	SD > 1000 m (EN 1931 B)	0,59 g/ (m ² *24h) (EN-ISO 7783)	Luokka 2 (läpäisee jonkin verran) (riippuu kuitenkin pohjusteesta)	Luokka 1 (läpäisee hyvin) (SD < 5 m) (riippuu kuitenkin pohjusteesta)	Luokka 1 (läpäisee hyvin) (SD < 5 m) (riippuu kuitenkin pohjusteesta)
CO ₂ läpäisyn vastustus	-	-	-	Sd > 50	Sd > 50	Sd > 50
Kemiallinen kestävyys	-	** (kestää suolavettä ja kemiall.)	** (kestää mietoja ja epäorgaanisia kemikaaleja,	**	**	*** (EN 13529) (liite 4)

		kestävyys läpäissyt standardin DIN EN 1928A	mutta ei hiilivetyjä) Erillinen kemikaaliluettelo olemassa			
Suolaveden kestävyys		***	Läpäissyt >1200 h	**	**	***
UV-suojauksen tarve näkyviin jäävissä paikoissa	kyllä (pinta-kermi)	ei voi jäädä näkyviin	kyllä (SprayGrade ei tarvitse)	kyllä	kyllä	suositellaan (kellastuminen)
Paloluokka	-	E	- (BelowGrade) Toisella tuotevariantilla ollut A	C _{fl}	C _{fl}	C _{fl}
Ulkopuolisen palon kestävyys	Broof(t2)	-	Broof(t2)	-	Broof(t2)	Broof(t4)

6.1.2 Toteutettavuus

Kun hyväksytyt vedeneristyvaatimukset täyttävät tuotteet ovat selvillä, arvioidaan niiden toteutettavuutta ja siihen liittyviä haasteita (taulukko 12). Minkälaiset asennusolosuhteet ja asennustapa ovat, entä vuodenaika, lämpötila ja kosteus, minkälainen vedeneristettävä alusta on, ja mitä asennustapa edellyttää – tarvitaanko sääsuojia? Tärkeä harkintaa vaativa asiaa on miettiä hankalien erityiskohtien toteutusta, saadaanko ne laadukkaasti tehtyä. Kun tuotteen asennukseen liittyvät kysymykset on saatu ratkaistua, voidaan seuraavaksi pohtia jäljellä olevien tuotteiden kesken niille arvioitua työsaavutusta ja kokonaiskustannusta, ja valita kustannustehokkain ratkaisu. Taulukon 12 tiedot pohjautuvat lukuarvojen osalta ilmoitettuihin suoritustasoihin, ja tähdellä merkittyjen ei-lukuarvoina ilmoitettujen ominaisuuksien osalta tuote-esitteisiin, haastatettujen henkilöiden näkemyksiin ja osittain myös itselle työnaikana muodostuneisiin mielipiteisiin. Työsaavutuksia ja tuotteiden hintoja on kysytty muutamilta urakoitsijoilta ja materiaalintoimittajalta pohjautuen keksittyyn esimerkkiin, joka on 1000 m²:n pihakansi käännetyllä rakenteella. Pihakannessa on nostot ympäri kantta noin 130 jm, ja lisäksi 4 kpl hulevesikaivoja. Esimerkkikohteeseen saaduista tiedoista laskettiin keskimääräiset arvot, joista on selvästi poikkeavat ääriarvot jätetty pois, esimerkiksi jos jollakin tuotteella on saatu jonakin yksittäisenä päivä poikkeuksellisen suuri työsaavutus.

Taulukko 12. Toteutettavuuden keskeiset tekijät

Oma arviointi: *** hyvä ** kohtalainen * huono x ei sovi - ei ilmoitettu	Bitumikermi 4100 UT	Polyfleece SX 1000 Radon	Ruiskukumi Below Grade	Polyuretaani- elastomeeri M800	Polyureahybrid M811	Polyurea M689
Ilmanlämpötila asenn. ja kuiv. aikana	Suositus ≥ 5 °C	-10...+40 °C (käyttö- lämpötila)	≥ 5 °C	+10...+35 °C	+10...+35 °C	+5...35 °C
Ilmankosteus asenn. ja kuiv. aikana	Ei sateella	Ei sateella	≤ 85 % RH	≤ 85 % RH	≤ 85 % RH	≤ 90 % RH
Alustan lämpötila	Suositus ≥ 5 °C	- asennetaan muottiin	≥ 5 °C	+10...+35 °C >3°C > kp.	+10...+35 °C >3°C > kp.	+5...+35 °C >3°C > kp.
Alustan kosteus	≤ 90 % RH	asennetaan muottiin	≤ 95 % RH (päästävä kuiv. 2. suuntaan)	≤ 93 % RH	≤ 93 % RH	≤ 97 % RH ≤ 4 % paino- %
Asennustapa	hitsaus (liimaus)	mekaan. asennus	ruiskutus	matala- paine- ruiskutus	kork. paine- ruiskutus	kork. paine- ruiskutus
Seossuhde	-	-	1:16	10:7 (tilav.)	1:1 (tilav.)	1:1 (tilav.)
Materiaalin lämpötila asennuksessa	n. 200 °C (riippuu asenn. tavasta ja tuotteesta)	Ilman- lämpötila	Ilman- lämpötila	A: +70...+75 °C B: +65...+70 °C	A: +70...+75 °C B: +70...+75 °C	A: +70...+80 °C B: +70...+80 °C
Erikoiskohtien tekem. helppous: nostot	*	**	**	***	***	***
Erikoiskohtien tekem. helppous: läpiviennit	*	*	***	***	***	***
Erikoiskohtien tekem. helppous: liikuntasamat	**	**	***	***	***	***
Täysin kovettunut/ kuivunut (h)	-	≥ 48 h muotin purku	72 h (24 h- salaojitus)	48 h	48 h	24 h
Sääsuojaus asennuksen aikana (nesteillä ruiskutus)	Sääsuoja kun < 5 °C kosteuden takia	Tarvittaessa sadesuoja	Tarvittaessa tuuli-/ sadesuoja	Tarvittaessa tuuli-/ sadesuoja	Tarvittaessa tuuli-/ sadesuoja	Tarvittaessa tuuli-/ sadesuoja
Asenn. jälkeinen suojaustarve, jos työskentelyä/ liikkumista päällä	Suosittellaan	- jää betonin taakse	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Suosittellaan (pinta melko kova)
Aineen massa kg/m²	12 kg/m ² (3 kermiä)	1,4 kg/m ²	2,7 kg/m ²	2...2,5 kg/m ²	2...2,5 kg/m ²	2...2,5 kg/m ²
Käyttöturvallisuus	** Hanskat ja silmäsuojaimet (ärsyttävät höyryt >200 °C) * Bitumiliuos sis. ksyleeni ja VOC	*** Hanskat tarvitaan	*** Hanskat ja silmäsuojaimet sekä hyvä tuuletus	* Isosyaniitti aiheuttaa tarpeen raitisilmasuod- attimen ja suojavarusteiden käytölle	* Isosyaniitti aiheuttaa tarpeen raitisilmasuod- attimen ja suojavarusteiden käytölle	* Isosyaniitti aiheuttaa tarpeen raitisilmasuoda- ttimen ja suojavarusteiden käytölle

Turvallisuus asennuksen jälkeen	***	***	***	*** fysiologisesti vaaratonta. Voidaan hävittää energijätteen mukana	*** fysiologisesti vaaratonta. Voidaan hävittää energijätteen mukana	*** fysiologisesti vaaratonta. Voidaan hävittää energijätteen mukana
Työsaavutus (m ² /d) (pihakansi esimerkki 1000 m ²)	100...200 m ² /d	200...400 m ² /d	700...1000 m ² /d	300..700 m ² /d	300..700 m ² /d	300..700 m ² /d
Hinta (€/m ²) (pihakansi esimerkki 1000m ²)	26...30 €/m ²	22...24 €/m ²	24...25 €/m ²	27...28 €/m ²	28...29 €/m ²	29...30 €/m ²

Liian usein työnaikainen kustannusvaikutus on ollut kaikkein ohjaavin vedeneristystavan valintakriteeri. Huomioitaessa opinnäytetyössä käsitellyt vedeneristyskohteet, ja niiden erityisen hankala ja kallis korjattavuus jälkeenpäin (käännetyt rakenteet, vedenpaineseinät, perustukset ym.), voidaan todeta, että aivan pientä hintaeroa ei kannata huomioida uuden kohteen vedeneristämässä, jos samalla voidaan vähentää riskiä myöhemmiltä ongelmilta, ja siten myös elinkaaren suurilta kokonaiskustannuksilta. Onkin arvioitu, että enemmän kuin 90 % vedeneristysten virheistä johtuu juuri laaduttomasta asennuksesta, joka on johtunut muun muassa hankalan vedeneristystavan valinnasta ja sen yksityiskohtien suunnittelusta ja/tai toteutuksesta (Alan asiantuntija, puhelu, henkilökohtainen tiedonanto, 2021).

6.2 Yhteenveto tuotteista

Seuraavissa luvuissa on lyhyet yhteenvedot tuotteista, niiden tärkeimmistä ominaisuuksista ja soveltuvuudesta eri käyttökohteisiin.

6.2.1 Bitumikermi

Bitumikermi ja sen ominaisuudet ovat useimmille alalla työskenteleville tuttuja. Bitumikermillä saadaan tunnetusti hyvä vedeneristys aikaiseksi useimmissa kohteissa, jos on osattu suunnitella erityiskohdat oikein, ja jos hankalat asennustyöt tehdään suurta huolellisuutta noudattaen. Bitumikermien asennus on kuitenkin monesta syystä melko hidasta. Erityiskohtien tekemisen hankaluus, ja useamman kermikerroksen asentaminen vievät aikaa ja lisäävät samalla riskiä toteutumisen onnistumiselle. Tuotteen venymäominaisuudet ovat myös heikommat kuin monella muulla eristeellä. Bitumikermien käyttö kohtaa uusia haasteita lisääntyvän puurakentamisen

yhteydessä, koska bitumikermit liimataan noin 200 °C:ssa ja hitsaus suoritetaan sitäkin korkeammassa lämpötilassa, mikä aiheuttaa merkittävän tulipaloriskin. Edellä mainittujen seikkojen pohjalta voidaan olettaa, että bitumikermien käyttö tulee vähenemään käännettyissä rakenteissa, paljon erityiskohteita ja monimutkaisia muotoja sisältävissä rakenteissa sekä puurakentamisessa. Toisaalta on kohteita, joissa bitumikermille ei löydy montaa varteenotettavaa kilpailijaa. Kivirakenteisten rakennusten loivat vesikatot, joissa erityiskohteiden määrä on vähäinen, on yksi tällaisista. Työssä tutkituista tuotteista ei löydy kuin ehkä yksi, polyureapinnoite, joka voisi sopia vesikatoilla laajemmin käytettäväksi, mutta tämäkin edellyttäisi hieman uudenlaista ajattelua, koska polyureapinnoite pitäisi tällöin ruiskuttaa esimerkiksi eristeen tai vanerin päälle.

6.2.2 Polyfleece

Polyfleece on uudenlainen esiasennettava tiivistehuopa, joka esiasennetaan muottiin ennen betonin valua. Polyfleece reagoi tuoreessa betonissa olevan veden kanssa muodostaen lujan tartunnan betoniin ja tiiviin vedeneristyksen, josta ei vesi kulje välistä. Polyfleece ei siis sovellu käytännössä käännettyyn rakenteeseen eikä muihinkaan kohteisiin, joissa se ei voi reagoida tuoreen betonin kanssa. Polyfleeecen yksi tärkeimmistä erityisominaisuuksista on sen paisuntakyky (150 %), jonka vuoksi se sopii hyvin vedenpaineen alaisiin maanalapuolisiin kohteisiin: alapohjan alle, tasoihin, seiniin ja perustuksiin.

Suomessa Polyfleece on melko uusi tulokas, ja kokemusta on vielä vähän. Ainoa merkittävä kokemus on Porin Tahkoluodon merialtaan vedeneristyksestä. Muualla Euroopassa on sen sijaan jo useita käyttötapauksia, esimerkiksi Kööpenhaminan metrotyömaalla on käytetty Polyfleeceä vedeneristykseen. (Haucon, henkilökohtainen tiedonanto, 2021) Tuotteen muita etuja ovat sen terveysturvallinen asentaminen, edullisuus, ja ympäristöystävällisyys. Lupaukset vedeneristyskyvystä ovat kovia. Normaalioloissa sille on luvattu jopa 60 vuoden ikää vedeneristyskyvyn suhteen. Kööpenhaminan metrotyömaalla sen hieman varioidulle versiolle on arvioitu jopa 100 vuoden käyttöikä.

6.2.3 Ruiskukumi

Ruiskukumi on vesipohjainen elastomeerinen bitumikalvo, joka tarttuu hyvin monenlaisille pinnoille, pääosin ilman erillistä pohjustettakin. Ruiskukumin etuja ovat esimerkiksi monikäyttöisyys, helppo erityiskohteiden vedeneristys ja nopeus. Ruiskukumilla saadaan saumaton vedeneristyspinta ja suojaus esimerkiksi suolapitoiselta vedeltä, ja useimmilta miedoilta kemikaaleilta. Ruiskukumi on myös hyvin venyvä (jopa 850 %:n venymä) ja kohtalaisen ympäristöystävällistä (ei VOC-päästöjä eikä liuottimia). Toisaalta ruiskukumi on melko pehmeää, eikä pinta kestä merkittävää mekaanista kulutusta – ruiskukumilla eristetyt paikat tarvitsevatkin erillisen suojaavan kerroksen päälle.

6.2.4 Elastomeeripinnoitteet

Elastomeeripinnoitteilla on keskenään suurelta osin samankaltaisia ominaisuuksia, kuten että kaikilla niillä saadaan tehtyä saumaton vedeneristys, ne kovettuvat nopeasti ja kestävät myös kemikaaleja, suoloja ja mekaanista rasitusta. Ne ovat myös venyviä (400 %) ja omaavat kohtalaisen halkeamien silloituskyvyn. Kaikki elastomeeripinnoitteet tarttuvat myös oikeanlaisella pohjusteella kiinni hyvin erilaisiin pintoihin. Näistä puhtaalla polyurealla on kuitenkin parhaimmat suoritusarvot esimerkiksi kemikaalien ja mekaanisen kulutuksen kestävydessä, UV-säteilyä vastaan, lämpötilojen ja kosteuden kestoissa, mutta toisaalta se on näistä myös kallein. Polyurean tarkoituksenmukaiset käyttökohteet ovat näkyviin jääviä kohteita, missä kemikaali- ja/tai mekaaninen rasitus ovat merkittäviä. Sen sijaan kumimaisemman polyureahybridin tavanomaisia käyttökohteita ovat käännetyt rakenteet, maanpaineseinät ja perustukset, missä vedeneriste jää UV-säteilyltä suojaan. Hybridit ovat myös hieman polyureaa edullisempia. Erityiskohteiden vedeneritykset onnistuvat helposti näistä jokaisella. Liikuntasauomoissa käytetään irrotuskaistana esimerkiksi silikonipaperia, EPDM-kumia, tms., mutta ei kuitenkaan peltikaistaa (pellin terävät reunat eivät sovi monellekaan eristeelle). Elastomeeripinnoitteiden ruiskutus edellyttää kunnollisia suojarusteita, koska nestemäisenä siinä on vaarallisia kemikaaleja kuten isosyaniittia, kovettuneena pinnoitteet ovat kuitenkin fysiologisesti vaarattomia. Elastomeeripinnoitusten käytön voidaan olettaa lisääntyvän ja syrjäyttävän bitumikermin käyttöä, koska sillä on monia hyviä ominaisuuksia samassa tuotteessa samoin kuin bitumikermiä suurempi levityksen nopeus ja

erityiskohtien tekemisen helppous. Keskusteluissa opinnäytetyön tekemisen aikana eri henkilöillä oli vahvin luottamus juuri elastomeeripinnoitteiden pitkäikäisyyteen.

7 Yhteenveto ja pohdintaa

Työssä lähdettiin tutkimaan sitä, kuinka ulkopuolen vedeneristämisen haasteelliseksi koettuja kohtia voidaan parantaa ennen kaikkea laadullisesti bitumikermille vaihtoehtoisten, ja osin täysin uusienkin markkinoilla olevien vedeneristystuotteiden avulla. Pian aloittamisen jälkeen tuli kuitenkin selväksi, että hyvää vedeneristystä ei voida saavuttaa yksinään millään tuotteella, vaikka se olisi kuinka hyvä tahansa, ellei vedeneristyksen laatuun vaikuttavia tekijöitä huomioida kokonaisvaltaisesti myös ko. tuotteen ympäriltä. Tärkeää on tietää yleiset hyvät tavat erityyppisten kohteiden vedeneristämiseksi, rakenteiden mahdollinen liikkuminen ja kosteustekninen eläminen. Tuotenäkökulmasta ajateltuna oleellista on, mihin käyttötarkoitukseen ja olosuhteisiin mikäkin tuote sopii ja mihin ei, mitä tuote edellyttää alustalta ja asennusolosuhteilta, miten milläkin tuotteella mikäkin kohta eristetään, ja miten kullakin tuotteella tehdään laadunvarmistus. Suunnittelijan ja muiden sopivaa vedeneristystuotetta valitsevien henkilöiden onkin ymmärrettävä vedeneristämisen laatuun vaikuttavat tekijät paljon laaja-alaisemmin kuin pelkästään eri tuotteille ilmoitetut tekniset ominaisuudet. Muun tarvittavan tietämyksen lisäksi EU ja Suomen valtiokin edellyttävät suunnittelijoilta hyvää tietämystä rakennustuotteen CE-merkinnöistä ja rakennusmääräyksistä.

Bitumikermille vaihtoehtoisiksi tuotteiksi työssä valittiin ruiskukumi, Polyfleece ja elastomeeripinnoitteet, joista viimeinen sisältää polyuretaanin, polyureahybridin, ja polyurean. Työn edetessä selvisi melko nopeasti, että Polyfleece on näistä ehkä kaikkein vähiten vaihtoehtoinen menetelmä bitumikermille, koska vaikka sitä jossakin esitteessä sanotaan voitavan käyttää jopa käänteisissä rakenteissa (liimaamalla) niin sitä ei kuitenkaan oikeasti suositella sellaiseen. Polyfleeceen ominta aluetta on sellaiset paikat, joissa se voi muodostaa lujan tartunnan betoniin, ja jossa paisuntaominaisuudesta on erityisesti hyötyä. Muita edellä mainittuja tuotteita voidaan hyvin käyttää samankaltaisissa työssä läpikäydyissä eristyskohteissa kuin bitumikermiä.

Tuotevertailun ja työn yhteydessä käytyjen keskustelujen tuloksena voidaan todeta, että perinteisen bitumikermin käyttö on ainakin tietynlaisissa käyttökohteissa tullut tiensä päähän. Osittain syynä ovat sen tekniset ominaisuudet, esimerkiksi heikko murtovenyvyys ja silloituskyky. Suurempi syy on kuitenkin se, että laadukkaan vedeneristyksen suunnittelu ja toteuttaminen vaativille pihakansille ja erityiskohtiin on sen verran ”tarkan miehen hommaa”, että liian usein niissä epäonnistutaan. Verrattuna muihin menetelmiin bitumikermieristäminen on hidasta, ja vaikka ostohinta (€/m²) on lähellä muita menetelmiä niin muutettaessa eristämiseen kuluva lisäaika rahaksi, tulee bitumikermieristyksestä kalliimpaa. Karkeasti voidaan arvioida, että jos ruiskukumilla vedeneristetään 1000 m² pihakansi 2–3 päivässä ja elastomeeripinnoitteilla 3–4 päivässä niin bitumikermillä menee aikaa tuplasti. Edes sääolosuhteet eivät tee suurta eroa bitumikermin hyväksi.

Työssä oli tarkoitus tehdä vielä perusteellisempi vertailu ilmoitettujen tuoteominaisuuksien välillä, kuin mitä lopulta tehtiin ja myös suunnittelunäkökulma olisi voinut olla hieman laajempi. Keskeinen syy ehkä hieman litteäksi jääneeseen vertailuun oli se, että vaikka työssä esitellyt tuotteet olivat kaikki CE-merkittyjä niin vertailu ilmoitettujen suoritustasojen välillä oli vieläkin mahdollisempaa kuin osasi odottaa. Tämä oli myös työn suurin yllätys. Usko CE-merkinnän ja suoritustasoilmoituksen hyvää tarkoittavaan asiaan alkoi jossakin määrin horjua. Eri tuotteet olivat CE-merkittyjä eri standardeihin perustuen ja myös eri yksiköihin perustuen, vaikka käyttötarkoitus, kohde ja tarvittavat ominaisuudetkin ovat samat. Samalla harmonisoidulla standardilla CE-merkityt tuotteet voivat olla joltakin osin testattuja eri testistandardeihin perustuen. Valmistajilla on liian suuri vapaus, kuinka merkitä tai jättää merkitsemättä tuotteen suoritusarvot, esimerkiksi käyttäen ”NPD”-arvoa. CE-merkinnästä ja suoritustasoilmoituksesta voidaan todeta, että ne eivät erityisen hyvin palvele tarkoitustaan helpottaa tuoteominaisuuksien vertailua.

Huolimatta edellä mainituista CE-/DoP -haasteista, mielestäni työssä onnistuttiin hyvin, ja tietoisuus erilaisista ulkopuolen vedeneristeistä, niiden mahdollisuuksista, ja rajoitteista kuin laajemmin vedeneristämisestä kasvoi huomattavasti. Ymmärrys lisääntyi myös sen suhteen, että vaikka toisaalta vedeneristämisessä tarvitaan melko laaja-alainen ymmärrys niin rakennetekniikasta, rakennusfysiikasta kuin materiaalitekniikastakin, niin toisaalta sen suunnittelu

ja toteutus on monelta osin hyvinkin pikkutarkkaa työtä – vesi kun mahtuu kulkeutumaan hyvinkin pienistä rei'istä.

Tutkittavaa ja lisäselvitettävää jäi työnkin jälkeen vielä monelta osin. Vedeneristystuotteiden vertailua voisi edelleen syventää tiettyjen ominaisuuksien suhteen, mutta se edellyttäisi työn rajaamista vielä paljon tätä pienemmäksi, kuten myös lukuisiin aikaa vieviin tutkimuksiin ja standardeihin perehtymistä, joita ei ainakaan internetistä ole ilmaiseksi hyvin saatavilla. Yksi työn mielenkiintoinen pieni havainto olikin, että useat toimittajat ja valmistajat ovat jonkin verran teettäneet erilaisia testejä tuotteisiinsa liittyen, mutta eivät välttämättä kuitenkaan halua jakaa niitä kaikkia eteenpäin tai asettaa julkisesti saataville. Toinen työn osa-alue, mitä olisi hyvä tutkia enemmän on tuotteiden ympäristövaikutukset, ja kestävä kehityksen mukainen vedeneristäminen. Sekin lienee vaativan kuitenkin työlästä standardien ja tutkimusten läpikäyntiä.

Opinnäytetyön matka oli työläs, kiireinen ja mielenkiintoinen, mutta ainakin itse sain siitä paljon. Toivottavasti lukija saa samanlaisen perusymmärryksen asiasta.

Lähteet

Bitumikermi (19.5.2021) Wikipedia-artikkeli. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Bitumikermi>

Etra. 2021. *Tuotteet*. <https://www.etra.fi/fi/kumilevy-etra-epdm-standard-e52030805>

Haucon. (2021). *Vedeneristystuotteet*. an.kox GmbH. Magstadt. Saksa.

<https://www.haucon.fi/tuotteet/vedeneristystuotteet/radon-ja-vedenpaine-eristyskalvot/1802/polyfleece-sxR-1000-sxR-1000-radon-vedeneristyskalvo>

HauCon. (2019a). *Tekninen esite ankoX Polyfleece SX®1000 Radon*. an.kox GmbH. Magstadt. Saksa.

<https://www.haucon.fi/tuotteet/vedeneristystuotteet/radon-ja-vedenpaine-eristyskalvot/1802/polyfleece-sxR-1000-sxR-1000-radon-vedeneristyskalvo>

HauCon. (2019b). Tekninen käyttöohje - ankoX *Polyfleece SX®1000 Radon*.

<https://www.haucon.fi/tuotteet/vedeneristystuotteet/radon-ja-vedenpaine-eristyskalvot/1802/polyfleece-sxR-1000-sxR-1000-radon-vedeneristyskalvo>

HauCon. (n.d). *Polyfleece SX®1000* -esite. an.kox GmbH. Magstadt. Saksa.

<https://www.haucon.fi/tuotteet/vedeneristystuotteet/radon-ja-vedenpaine-eristyskalvot/1802/polyfleece-sxR-1000-sxR-1000-radon-vedeneristyskalvo>

hEN Helpdesk. (2021). "Harmonisoitujen standardien tietokanta".

<https://www.henhelpdesk.fi/etusivu.html>

EOTA. (2021). *Do you want to CE mark your construction product?* [https://www.eota.eu/en-](https://www.eota.eu/en-GB/content/do-you-want-to-ce-mark-your-construction-product/18/)

[GB/content/do-you-want-to-ce-mark-your-construction-product/18/](https://www.eota.eu/en-GB/content/do-you-want-to-ce-mark-your-construction-product/18/)

Kattoliitto Ry. (2019). *Toimivat katot 2019*. Vaasa: Kattoliitto Ry. https://www.kattoliitto.fi/wp-content/uploads/pdf/Toimivat_katot_2019_netti.pdf

KerabitPro. (2014). *Pihakannet*. Rakennetyypit ja detaljit.

<https://www.kerabit.fi/ohjeet/rakennekuvat>

KerabitPro. (n.d.). *Tuotetiedot – Kerabit 4100UT*.

<https://www.kerabit.fi/tuotteet/pihakannet/21/kerabit-4100-ut>

Kerabit. (2021). *Bitumikatto vai huopakatto*. <https://www.kerabit.fi/tuotteet/katot/bitumikatto-vai-huopakatto>

Köster. (2021). *Tuotteet*. <https://koster.fi/fi-fi/prodid-95-1833/w+252+032-deuxan+2c+.html>

Maankäyttö- ja rakennuslaki. (132/1999).

<https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=Maank%C3%A4ytt%C3%B6-%20ja%20rakennuslaki>

Master Builders Solutions. (n.d. -a). *MasterSeal katon vesieristysopas*. https://assets.master-builders-solutions.com/fi-fi/mbs_masterseal_katon_vesieristysopas_esite_fin_s.pdf

Master Builders Solutions. (n.d. -b). *MasterSeal M689 -esite*. https://assets.master-builders-solutions.com/fi-fi/mbs_masterseal_m_689_esite_fin.pdf

Master Builders Solutions. (n.d. -c). *MasterSeal M689 -tekninen määrittely*. <https://www.master-builders-solutions.com/fi-fi/download-area>

Master Builders Solutions. (n.d. -d). *MasterSeal M811 -tekninen määrittely*. <https://www.master-builders-solutions.com/fi-fi/download-area>

Master Builders Solutions. (n.d. -e). *MasterSeal M800 -tekninen määrittely*. <https://www.master-builders-solutions.com/fi-fi/download-area>

Polyurea development association Europe. (2019). *PDA-Europe-brochure-2019*. <https://pda-europe.org/wordpress/wp-content/uploads/2019/05/PDA-Europe-brochure-2019-Final.pdf>

Polyurea. (25.5.2021). <https://en.wikipedia.org/wiki/Polyurea>

Polyurethane. (25.5.2021). <https://en.wikipedia.org/wiki/Polyurethane>

PBA.(2021). *BPA- DualProof*. <https://bpa-waterproofing.com/en/products/external-surface-waterproofing/composite-waterproofing-membrane-157>

RIL 107-2012. (2012). *Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet*. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.

RT 103277. (2020). *Liikennöidyn tason vedeneristykset* Helsinki. Rakennustieto Oy. Rakennustieto Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/kortit/RT%20103277>

RT 83-10955. (2009). *Perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteudeneristys*. Rakennustieto Oy. https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/kortit/RT%2083-10955?external_system=Juha&page=1

RT 103104. (2019). *Ruiskukumi-pinnoitteet Ruiskukumi*. Tuotetiedot: Liquid Rubber Finland/Ruiskukumi. Lahti. Julkaisu: Rakennustieto Oy. https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/kortit/RT%20103104?external_system=Juha&page=1

RT 103333. (2021) Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. Rakennustieto Oy. https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/kortit/RT%20103333?external_system=Juha&page=1

RT 83-11032. (2011). *Vedenpaineeneristys*. Helsinki. Rakennustieto Oy. Rakennustieto Oy. https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/kortit/RT%2083-11032?external_system=Juha&page=1

Ruiskukumi Oy. (2019), Declaration of performance, BelowGrade, LiquidRubberEurope B.V. <https://www.rttuotetieto.fi/388106-belowgrade-1171389.html>

Ruiskukumi Oy (n.d. -a), *Below Grade*, Technical Data Sheet. Liquid Rubber Europe. <https://www.liquidrubbereurope.com/wp-content/uploads/2020/12/TDS-BelowGrade.pdf>

Ruiskukumi Oy (n.d. -b), *Brochure BelowGrade*. Liquid Rubber Europe.

<https://www.liquidrubbereurope.com/wp-content/uploads/2021/03/Two-component-system.pdf>

Ruiskukumi Oy (n.d. -c), *General brochure*. Liquid Rubber Europe.

<https://www.liquidrubbereurope.com/wp-content/uploads/2020/12/General-brochure.pdf>

Ruiskukumi Oy (n.d. -d), *Tuotteet*. internetsivu. <https://www.ruiskukumi.fi/tuotteet/>

Ruiskukumi Oy (n.d. -e), <https://www.liquidrubbereurope.com/blog/portfolio-item/foundation-waterproofing/>

SFS-EN 15148:2002 (2003). Suomen Standardisoimisliitto SFS.

<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/12646.html.stx>

Teknos (2021), *TEKNOPUR 300-800 -elastomeeripinnoite*. Tuoteseloste.

<https://www.teknos.com/fi-FI/tuotteet/teknopur-300-800/>

Tukes. (2021). *Muut rakennustuotteet*. <http://www.rakennustuoteinfo.fi/laitasetukset/tuotehyvaksynta/>

Väylävirasto. (2018a). Siltojen korjausohjeet (SILKO) 1.801. *Kannen pintarakenteet.*

Vedeneristykset. Yleiset laatuvaatimukset.

https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio1/s1801_web.pdf

Väylävirasto. (2018b). Siltojen korjausohjeet (SILKO) 2.813. *Kannen pintarakenteet.*

Vedeneristykseen uusiminen nestemäisenä levitettävänä eristyksenä.

https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio2/s2813_web.pdf

Väylävirasto. (2017c). *Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus 2017*. Liikenneviraston ohjeita 2/2017. Helsinki 2017. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-02_sillan_vedeneristystyomaan_web.pdf

Väylävirasto. (2020). *Nestemäiset levitettävät eristykset*. Hyväksytyjen tuotteiden luettelo. https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio3/silko_3815_tuoteluettelo.pdf

Ympäristöministeriö. (782/2017). *Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta*. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>


Ympäristöministeriö. (2021). *Valmistuksen laadunvalvonta*. <https://ym.fi/valmistuksen-laadunvalvonta>

Ympäristöministeriö. (n.d.). *Rakennustuotteet*. <https://ym.fi/rakennustuotteet>


YTM, (2021). *Pinnan paksuuden mittaus betonilta*. Elcometer 500. <https://www.ytm.fi/tuotteet/mittaus-testaus-ja-tyoturvallisuus/mittaus-ja-testauslaitteet/pinnoitteiden-paksuuden-mittaus/pinnoitteen-paksuuden-mittaus-betonilta-elcometer-500/>

Liite: 1 Elastomeeripinnoitteiden CE-merkinnät


MasterSeal M811 (vas.), Master M800 (kesk.) ja MasterSeal M689 (oik.)

	
1119	
BASF Coatings GmbH Donnerschweer Str. 372, D-26123 Oldenburg	
14	
481102	
EN 1504-2:2:2004	
Pintasuojaustuote – pinnoitteet EN 1504-2: ZA- 1d, ZA. 1e, ZA. 1f ja ZA. 1g	
Kulumiskestävyys	≤ 3000 mg
CO ₂ Lämpöarvo	Sd > 50
Vesihöyryn läpäisevyys	Class II
Kapillaarinen absorptio ja vedenläpäisevyys	<0.1 kg/(m ² xh ^{0.5})
Lämpöyhteensopivuus jäätymis-sulamis-kierron jälkeen	≥ 1.5 N/mm ²
Monien kemiallisten hyökkäyksen kestävyys	Kovuuden vähentäminen < 50%
Silloittamiskyky	B 4.2 (-20°C)
Iskun kestävyys	Class I
Tartuntavetolujuus	≥ 1.5 N/mm ²
Paloluokka	C _s s1
Liukkaudenesto	Class II

NPD = Ei testattu (no performance determined). Suoritustaso määritetty rakenteelle MasterSeal Traffic 2203.

	
1119	
BASF Coatings GmbH Donnerschweer Str. 372, D-26123 Oldenburg	
08	
480001	
EN 1504-2:2004	
Pintasuojaustuote – pinnoitteet EN 1504-2: ZA. 1d, ZA. 1e, ZA. 1f ja ZA. 1g	
Kulumiskestävyys	≤ 3000mg
CO ₂ Lämpöarvo	Sd > 50
Vesihöyryn läpäisevyys	Luokka II
Kapillaarinen absorptio ja vedenläpäisevyys	<0.1 kg/(m ² xh ^{0.5})
Lämpöyhteensopivuus jäätymis-sulamis-kierron jälkeen	≥ 1.5 N/mm ²
Kestävyys kovassa kemiallisessa kuormituksessa	Kovuuden väheneminen < 50%
Silloittamiskyky	B 4.2 (-20°C)
Iskun kestävyys	Luokka I
Tartuntavetolujuus	≥ 1.5 N/mm ²
Paloluokka	C _s s1
Liukkaudenesto MasterSeal TC 258 kanssa	Luokka III
MasterSeal TC 681 kanssa	Luokka II

NPD = Ei testattu (no performance determined). Suoritustaso määritetty rakenteelle MasterSeal Traffic 2205.

	
1119	
BASF Coatings GmbH Donnerschweer Str. 372, D-26123 Oldenburg	
08	
468901	
EN 1504-2:2004	
Pintasuojaustuote – pinnoitteet EN 1504-2: ZA. 1d, ZA. 1e, ZA. 1f ja ZA. 1g	
Lineaarinen kutistuminen	NPD
Puristuslujuus	NPD
Kulumiskestävyys	≤ 3000 mg
CO ₂ Lämpöarvo	Sd > 50
Vesihöyryn läpäisevyys	Luokka I
Kapillaarinen absorptio ja vedenläpäisevyys	<0.1 kg/(m ² xh ^{0.5})
Lämpöyhteensopivuus jäätymis-sulamis-kierron jälkeen	≥ 1.5 N/mm ²
Kestävyys kovassa kemiallisessa kuormituksessa	Kovuuden väheneminen < 50%
Tartuntavetolujuus	≥ 1.5 N/mm ²
Paloluokka	C _F s1
Liukkaudenesto	NPD

NPD= No performance determined (suoritustasoa ei ole määritetty). Suoritustaso määritetty järjestelmässä MasterSeal 6689.

MasterSeal M811 on osana MasterRoof 2111 paloluokkaa.

B_{ROOF} (t2)

Liite 2: Polyfleeceen suoritusosoitukset



CE-Declaration of performance

Manufacturer
ankox GmbH
Blumenstr. 42/1
71106 Magstadt / Germany

herewith declares in compliance with Regulation 305/2011/EU of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 (the Construction Product Regulation or CPR), that the active sealing membrane as described in the technical datasheet

ankox Polyfleece SX® 1000 Radon

manufactured at
ankox GmbH
Blumenstr. 42/1
71106 Magstadt / Germany

fully complies to the assignments of DIN EN 13967:2012-07 and fully complies with the requirements of CE-certification according annex ZA of this standard.

All provisions concerning the assessment and verification of constancy of performance and the performances described in annex ZA.3.2 are applied and fulfilled.

Magstadt, 04.12.2018

A handwritten signature in blue ink that reads "Mark Weichert".

Mark Weichert
ankox GmbH
Technical department

Annex
Technical datasheet ankox Polyfleece SX® 1000 Radon

ankox GmbH Abdichtungstechnik
Blumenstr. 42/1, 71106 Magstadt
GERMANY
Tel: +49 (0) 7159 42 008 40
www.ankox.de · info@ankox.de

Liite 3: Ruiskukumin suoritusasoilmoitus

<p style="text-align: center;">Liquid Rubber®</p> <hr/> <p style="text-align: center;">DECLARATION OF PERFORMANCE Construction Products Regulation (CPR) EU 305/2011 "Rubbercoat Below Grade – Rapid Set" Watershield 61™ Below Grade</p> <p>1. Unique identification of the product type: Rubbercoat Below Grade – Rapid Set Watershield 61™ Below Grade</p> <p>2. Type, batch or serial number or other identifying mark to identify the construction product asset out in Article 11(4): Batch number: see product label on packaging</p> <p>3. Intended use as foreseen by the manufacturer of the construction product in accordance with the harmonized technical specification: Rapid set coating for waterproof sealant</p> <p>4. Name, registered trade name or registered trade mark and contact address of the manufacturer asset out in Article 11(5): CRC COATING TECHNOLOGIES INC 6254 SKYWAY ROAD PO BOX 915 SMITHVILLE, Ontario L0R 2A0 CANADA</p> <p>5. When applicable, the name and contact address of the authorized representative who has received a mandate for the tasks set out in Article 12(2): Greg Hart 6254 SKYWAY ROAD PO BOX 915 SMITHVILLE, Ontario L0R 2A0 CANADA</p> <p>6. System or systems for assessment and verification of consistency of performance of the construction product in accordance with Annex V: System 3</p> <p style="font-size: small;">LRE Coatings B.V. Groen Mijdechstraat 15 3943 RV Mijdrecht The Netherlands Tel: +31 297 587 866 Tel: +31 297 587 862 E-mail: info@liquidrubber-europe.com</p>	<p style="text-align: center;">Liquid Rubber®</p> <hr/> <p>7. In the case of a declaration of performance concerning a construction product that is covered by a harmonized standard: Third party testing by: Exova Canada Inc. 2395 Spackman Drive Mississauga, Ontario, Canada L5K 1B3 www.exova.com</p> <p>8. In the case of a declaration of performance concerning a construction product for which a European Technical Assessment was issued: Not applicable</p> <p>9. Declared performance:</p> <table border="0"> <tr> <td>Minimum layer thickness</td> <td>2.0mm</td> <td>Harmonized standard</td> </tr> <tr> <td>Minimum quantity consumed</td> <td>2.7 kg/m²</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Water vapor transmission</td> <td>0.59 g/m²·24h</td> <td>NEN-EN-ISO 7783:2011</td> </tr> <tr> <td>Water absorption</td> <td>0.00011 kg/m²·s·cm³</td> <td>NEN-EN-ISO 15148:2002</td> </tr> <tr> <td>Adhesion to concrete initial (per)</td> <td>3.950 N/m</td> <td>ASTM C838, Section 5.9</td> </tr> <tr> <td>Adhesion to concrete heat aged (per)</td> <td>5.000 N/m</td> <td>ASTM C838, Section 5.9</td> </tr> <tr> <td>Dangerous substances</td> <td>none</td> <td></td> </tr> </table> <p>Signed for the manufacturer and in the name of the manufacturer by:</p> <p style="text-align: center;"> Greg Hart, President CRC Coating Technologies Inc. January 4, 2019</p> <p style="font-size: small;">LRE Coatings B.V. Groen Mijdechstraat 15 3943 RV Mijdrecht The Netherlands Tel: +31 297 587 866 Tel: +31 297 587 862 E-mail: info@liquidrubber-europe.com</p>	Minimum layer thickness	2.0mm	Harmonized standard	Minimum quantity consumed	2.7 kg/m ²		Water vapor transmission	0.59 g/m ² ·24h	NEN-EN-ISO 7783:2011	Water absorption	0.00011 kg/m ² ·s·cm ³	NEN-EN-ISO 15148:2002	Adhesion to concrete initial (per)	3.950 N/m	ASTM C838, Section 5.9	Adhesion to concrete heat aged (per)	5.000 N/m	ASTM C838, Section 5.9	Dangerous substances	none	
Minimum layer thickness	2.0mm	Harmonized standard																				
Minimum quantity consumed	2.7 kg/m ²																					
Water vapor transmission	0.59 g/m ² ·24h	NEN-EN-ISO 7783:2011																				
Water absorption	0.00011 kg/m ² ·s·cm ³	NEN-EN-ISO 15148:2002																				
Adhesion to concrete initial (per)	3.950 N/m	ASTM C838, Section 5.9																				
Adhesion to concrete heat aged (per)	5.000 N/m	ASTM C838, Section 5.9																				
Dangerous substances	none																					

Liite 4: Polyurean M689 kemiallinen kestävyys

Kemiallinen kestävyys (EN 13529 mukaisesti)

Ryhmä	Kuvaus	Tulos
DF 1	Bensiini	Luokka II
DF 2	Lentopolttoaineet	Luokka I
DF 3	Polttoöljy, Dieselöljy ja muut polttomoottoriöljyt	Luokka III
DF 4	Kaikki hiilivedyt sekä bentseeniä enint. 5 til- % sisältävät sekoitukset.	Luokka I
DF 4b	Raakaöljyt	Luokka III
DF 4c	Käytetyt polttomoottoriöljyt ja käytetyt moottorien vaihteöljyt, joiden leimahduslämpötila > 55 °C	Luokka III
DF 5	Mono- ja moniarvoiset alkoholit (enint. 48 til.-% metanolia), glykolieetterit	Luokka I (7d)
DF 5a	Kaikki alkoholit ja glykolieetterit (sis. 5 and 5b)	Luokka I
DF 5b	Mono- ja moniarvoiset alkoholit \geq C2	Luokka I (7d)
DF 7b	Biodiesel polttoaine	Luokka III
DF 8	Alifaattisen aldehydinin vesiliuokset aina 40 % asti	Luokka I (7d)
DF 9	Orgaanisten happojen (karboksyyli) vesiliuokset aina 10 % saakka sekä niiden suolat	Luokka III
DF 10	Mineraalihatot (hapettumaton) aina 20% asti ja epäorgaaniset suolat vesiliuoksissa (pH < 6) paitsi HF	Luokka III
DF 11	Epäorgaaninen lipeä (paitsi hapettava) ja epäorgaaniset suolat vesiliuoksissa (pH > 8)	Luokka III
DF 12	Epäorgaanisten hapettumattomien suolojen vesiliuokset, joiden pH arvo on 6 - 8	Luokka III
DF 13	Amiinit sekä niiden suolat (vesiliukoisissa liuoksissa)	Luokka I
DF 14	Orgaanisten tensidien vesiliuokset	Luokka III



Luokka I: 3pv
Luokka II: 28pv ilman painetta
Luokka III: 28d paineen kanssa

Kovuden pieneneminen vähemmän kuin 50 %, kun mitataan Buchholz-menetelmällä, EN ISO 2815, tai Shore-menetelmällä EN ISO 868 24 tunnin jälkeen, kun pinnoite on otettu pois testinesteestä.
 the coating is removed from immersion in the test liquid.

Liite 5: Lausunto VE80R-vastaavuudesta



TO WHOM IT MAY CONCERN

We hereby declare that Liquid Rubber BelowGrade can be used under asphalt or cemented deck floor on parking decks and bridge decks for waterproofing purposes.

With a layer of 2mm Liquid Rubber BelowGrade a waterproofing membrane will be realized similar to the waterproofing characteristics of bitumen membranes with classification VE80R.

Mijdrecht, July 1, 2017

Liquid Rubber Europe



LRE Coatings B.V.
Groot Mijdrechtstraat 15
3641 RV Mijdrecht
The Netherlands

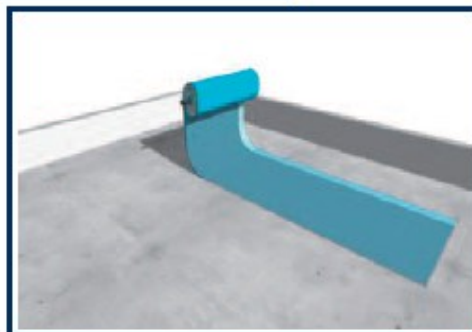
Tel: +31 297 587 866
Tel: +31 297 587 861
E-mail: info@liquidrubbereurope.com

Liite 6: Polyfleeecen asennusohjeet (HauCon, 2019b)

Asennusohjeet Polyfleece SX-1000 Esi-asennettava vedeneristyskalvo



- alustan esivalmistelu normin DIN 1045-2 mukaan
- alustan oltava puhdas, tasainen, hyvin tiivistetty(maanvarainen)
- Betonialusta normien DIN EN 206-1 ja DIN 1045-2 mukaan, terävät epätasaisuudet poistettava



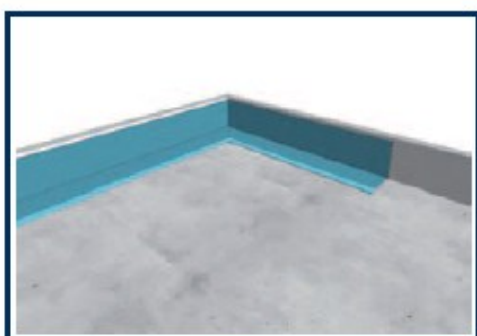
- rullaa Polyfleece SX1000 rulla auki



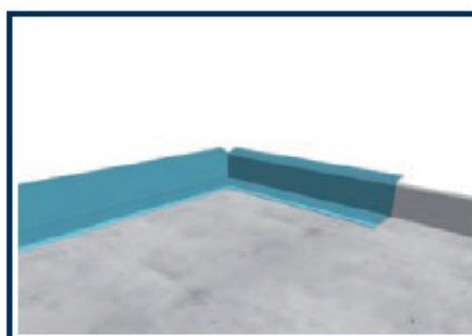
- helppo asennus, tarvitset vain sakset ja mattoveitsen



- Polyfleece SX 1000 kaistat tiivistetyllä alustalla

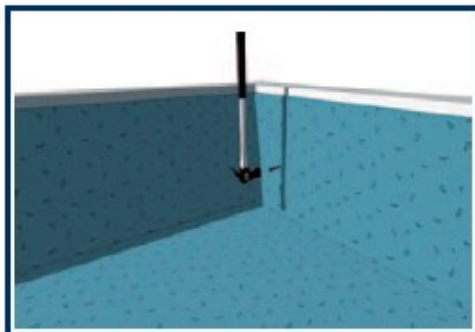


- leikkaa sopiva Polyfleece-kaistale muotin reunaan, limitys vähintään 10 cm

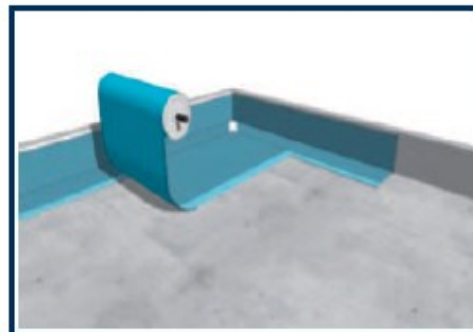


- holvin/senän ja lattian liittymäkohtaan jätetään vähintään 20cm limitysvaraa, limityskaista tulee pitää puhtaana

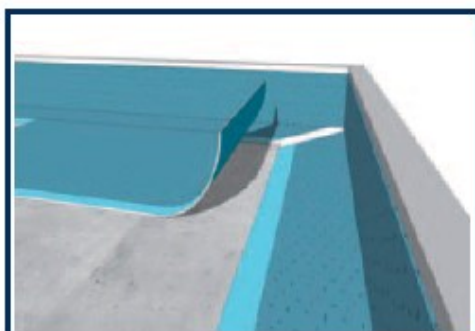
Asennusohjeet Polyfleece SX-1000



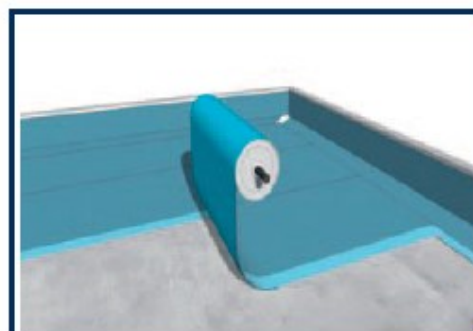
- Polyfleece mekaaninen kiinnitys seinämuottiin (naula, niitti, liima)



- vaakapinnan vedeneristyskalvo limitetään seinälle asennettuun Polyfleece limityskaistaan



- Polyfleeceen reunassa on 75 mm liimapinta limitystä varten.

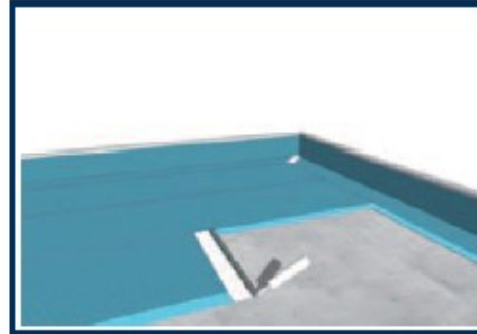


- Poista teipin suojakelmu ja liitä vuodat toisiinsa huolellisesti.
- liitä kaikki vuodat samalla tavalla huolellisesti toisiinsa

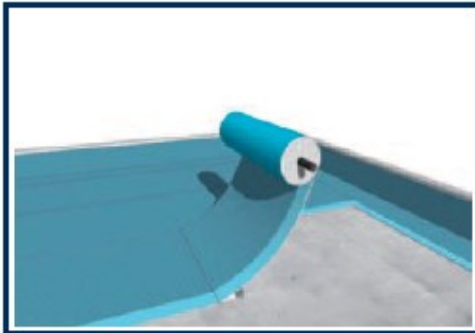
Asennusohjeet Polyfleece SX-1000



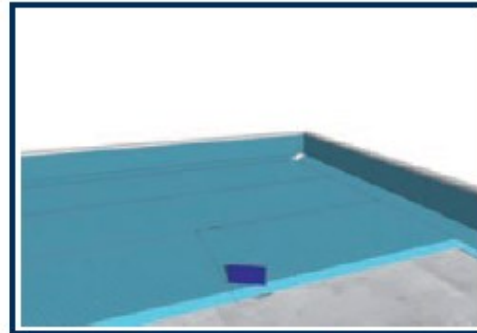
• tarvittaessa jatkaminen suoritetaan 2-puolista Polyfleece SX1000 teippiä käyttäen.



• Teippi asennetaan niin että 25 mm kaista jää jatkettavan vuodan päähän liimamassaa varten



• poista Polyfleeecen suojakelmu ja limitä uusi rulla 100 mm teipin ja SX-100 liimamassan päälle



• paina jatkoskohta kiinni esim. lastalla niin että paisuva SX-100 liimamassa pursuu molemmilta puolilta