



# **Bitumikermin ja elastomeeripinnoitteiden ominaisuudet sekä käyttäminen vedeneristeenä kansirakenteissa**

Mauri Huhilo

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2022

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Rakennustuotanto

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Rakennustuotanto

Mauri Huuhilo

Bitumikermin ja elastomeeripinnoitteiden ominaisuudet sekä käyttäminen vedeneristeenä kansirakenteissa

Opinnäytetyö 62 sivua, liitteet - sivua  
Toukokuu 2022

---

Opinnäytetyössä perehdytään kansirakenteiden vedeneristämiseen bitumikermillä sekä ruiskutettavilla elastomeeripinnoitteilla. Työn tavoitteena on antaa lukijalle hyvä käsitys tuotteiden teknisistä ominaisuuksista, työturvallisuudesta, käytettävästä kalustosta, asentamisesta, työsaavutuksista sekä kustannuksista. Tarkoituksena ei ole valita parempaa vedeneristettä vertailun kohteista vaan tuoda suhteellisen tuntematon elastomeeripinnoite vaihtoehtoisena ratkaisuna mukaan työhön. Lisäksi opinnäytetyössä käsitellään kansirakenteiden vedeneristysten yleisimpiä virheitä ja näihin johtaneita syitä pääpiirteittäin. Muutamia liitoskohtia ja niiden toteutukseen tutustutaan detalji tasolla.

Tutkimuksessa hyödynnettiin työmailta kertynyttä kokemusta. Lisäksi tietoa kansirakenteiden vedeneristämisestä saatiin toimihenkilöiden ja urakoitsijoiden haastatteluista. Materiaalien ominaisuuksiin ja asennuksiin liittyvistä asioista tehtiin kirjallisuustutkimus. Työn tuloksena saatiin kattava vertailu kansirakenteiden vedeneristämisestä.

Tutkimuksessa voitiin todeta molempien tuotteiden olevan hyviä vaihtoehtoja vedeneristeksi, kunhan asennusohjeita ja vaatimuksia noudatetaan tarkasti. Elastomeeripinnoitteilla voitiin todeta olevan monia hyviä etuja bitumikermiin verrattuna. Molemmilla tuotteilla on kuitenkin hyvin samankaltaiset vaatimukset esimerkiksi betonialustan ja sään suhteen.

---

Asiasanat: vedeneristys, kansirakenne, bitumikermi, elastomeeripinnoite

## ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences  
Construction Engineering  
Building Production

HUUHILO, MAURI:

Properties of Asphalt Roll Roofing and Elastomer Coatings and Their Use as Waterproofing in Deck Structures

Bachelor's thesis 62 pages, appendices - pages  
May 2022

---

The thesis introduces the waterproofing of deck structures with asphalt roll roofing and sprayable elastomer coatings. The aim of the work is to give the reader a good understanding of the technical properties of the products, occupational safety, equipment used, installation, work achievements and costs. The aim is not to choose a better waterproofing method from the objects of comparison, but to introduce an unknown elastomer coating as an alternative solution. In addition, the thesis introduces the most common faults in the waterproofing of deck structures and the reasons that led to them. A few connection points and their implementation are covered in detail.

The study was made using the experience from construction sites. In addition, information on the waterproofing of deck structures was obtained from interviews with employees and contractors. Materials related to the properties and installations of the materials were conducted in a literature review. The result of the thesis is comprehensive comparison of waterproofing of deck structures.

The investigation found both options to be good products for waterproofing, if the installation instructions and requirements are strictly followed. Elastomer coatings were found to have many good advantages over asphalt roll roofing. Both products have very similar requirements, for example in terms of concrete base and weather.

---

Key words: waterproofing, deck structure, asphalt roll roofing, elastomer coating

## SISÄLLYS

LYHENTEET JA TERMIT .....	6
1 JOHDANTO .....	8
2 VEDENERISTYSSUUNNITELMA .....	9
3 BITUMIKERMI .....	10
3.1 Bitumikermin ominaisuudet .....	11
3.1.1 Käyttöluokat.....	11
3.1.2 Tuoteluokat.....	12
3.1.3 Paloluokitus .....	14
3.1.4 Tuotteiden merkinnät.....	15
3.2 Kalusto ja henkilösuojaimet.....	15
3.2.1 Nestekaasulaitteet .....	15
3.2.2 Nestekaasukäsipolttimet.....	16
3.2.3 Bitumikeittimet .....	16
3.2.4 Kuumailmapuhaltimet .....	17
3.2.5 Henkilösuojaimet .....	17
3.3 Asennus .....	18
3.3.1 Alustan pohjustus .....	19
3.3.2 Asennus liimaamalla.....	19
3.3.3 Asennus hitsaamalla .....	20
3.3.4 Asennus mekaanisesti.....	21
3.3.5 Kermien limitykset .....	22
3.3.6 Tulityömääräykset .....	22
3.3.7 Kolmioviiltokoe.....	24
4 ELASTOMEERIPINNOITE .....	25
4.1 Elastomeeripinnoitteiden ominaisuudet.....	26
4.1.1 Polyuretaanielastomeeri .....	26
4.1.2 Polyurea hybridi.....	27
4.1.3 Puhdas polyurea.....	29
4.1.4 Käyttö- ja tuoteluokat.....	30
4.1.5 Paloluokitus .....	30
4.2 Kalusto ja henkilösuojaimet.....	31
4.2.1 Ruiskutuskalusto .....	31
4.2.2 Henkilösuojaimet .....	33
4.3 Asennus .....	33
4.3.1 Alustan pohjuste .....	34
4.3.2 Kalvo .....	35

4.3.3	Pinnoitus.....	36
4.3.4	Tulityömääräykset .....	36
4.3.5	Tartuntavetokoe.....	36
5	VEDENERISTEEN ALUSTA.....	38
5.1	Betonialusta .....	38
5.2	Alustan hionta ja puhdistus .....	38
5.3	Alustan suhteellinen kosteus.....	39
6	ERITYISKOHDAT .....	40
6.1	Liikuntasaumat.....	41
6.1.1	Bitumikermillä .....	42
6.1.2	Elastomeeripinnoitteella .....	43
6.2	Ylösnotot .....	44
6.2.1	Bitumikermillä .....	46
6.2.2	Elastomeeripinnoitteella .....	47
6.3	Läpiviennit.....	48
6.3.1	Kaivot .....	48
6.3.2	Läpivientiputki.....	50
7	TYÖSAAVUTUKSET JA KUSTANNUKSET .....	52
7.1	Työsaavutus.....	52
7.1.1	Bitumikermillä .....	52
7.1.2	Elastomeeripinnoitteella .....	53
7.2	Kustannukset .....	53
7.2.1	Bitumikermillä .....	54
7.2.2	Elastomeeripinnoitteella .....	54
8	VIRHEISIIN JOHTAVIA TEKIJÖITÄ .....	55
8.1	Aikataulu ja sääolosuhteet .....	55
8.2	Alustan esivalmistelut.....	56
8.3	Asennus- ja suunnitteluvirheet .....	57
9	POHDINTA .....	58
	LÄHTEET.....	60

## LYHENTEET JA TERMIT

**Puhallettu bitumi** valmistetaan puhaltamalla ilmaa sulan tislatus bitumin lävitse. Laji ilmaistaan kahdella luvulla, joista edellinen tarkoittaa pehmenemispistettä ja jälkimmäinen tunkeumaa.

**Kumibitumi** on massa, joka saadaan lisäämällä bitumiin SBS-elastomeereja niin paljon, että bitumin venyvyys ja taivutettavuus alhaisissa lämpötiloissa oleellisesti paranee. Laji ilmaistaan kahdella luvulla, joista edellinen tarkoittaa pehmenemispistettä ja jälkimmäinen tunkeumaa.

**Modifioitu bitumi** on massa, joka sisältää bitumia ja bitumin ominaisuuksia parantavia lisäaineita. Yleisimpiä modifioituja bitumeja ovat SBS (styreeni-butadieeni-styreeni) -kumibitumi ja APP (ataktinen polypropeeni) -muovibitumi.

**Bitumiliuos** on bitumista ja haihtuvasta liuotteesta valmistettu liuos. Se voi sisältää täyte- ja lisäainetta. Laji voidaan ilmaista kahdella luvulla, joista edellinen tarkoittaa viskositeettia ja jälkimmäinen bitumin pehmenemispistettä.

**Höyrynsulku** tarkoittaa kerrosta, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen vesihöyryn diffuusio rakenteeseen tai rakenteessa.

**Kaasupussi** vedeneristeen alle rakenteeseen jäänyt kosteus höyrystyy ajan kanssa ja voi aiheuttaa bitumikermin ja alustan väliin kaasupusseja.

**Vedeneristys** tarkoittaa ainekerrosta, joka saumoineen kestää jatkuvaa kastumista ja jonka tehtävä on estää nestemäisen veden haitallinen tunkeutuminen rakenteeseen painovoiman vaikutuksesta tai kapillaarivirtauksena, kun rakenteen pinta kastuu.

**Bitumikermi** (bitumi- ja modifioidut bitumikermit) on tukikerroksellinen vedeneristyskermi, jossa eristävänä aineena on bitumi tai modifioitu bitumi. Yleisimmät tukikerrokset ovat polyesteriä tai lasikuitua. Yleisimmät modifiointiaineet ovat SBS (kumibitumit) tai APP (muovibitumit).

**Pintakermiä** käytetään katettaessa ylimpänä, sään vaikutuksille ja UV-valolle alttiiksi jäävänä kerminä.

**Aluskermiä** käytetään katettaessa pintakermin alapuolisena kerminä, johon pintakermi kiinnittyy.

**Yksikerroskate** on yhdestä kermistä tai vedeneristyskerroksesta koostuva kate.

**Monikerroskate** on monesta kermistä rakennettu kate.

**Bitumikiinnitys** on kermien kiinnittämistä kuumalla bitumilla alustaan tai toisiinsa. Kiinnitysbitumi voidaan sulattaa bitumipadassa ja kaataa kannusta levitysalustalle (bitumiliimaus) tai se voi olla valmiina tuotteessa, jolloin se kuumennetaan nestekaasuliekillä (hitsaus). Bitumikiinnitys voidaan tehdä joko kauttaaltaan tai pisteittäin (n.30 %) ja kiinnityspisteet voivat olla erimuotoisia täpliä tai raitoja. Kermien välinen limitys eli sauma kiinnitetään kauttaaltaan aina koko sauman leveydeltä.

**Hitsattava kermi** on tuote, johon on valmistusvaiheessa lisätty kiinnittämisessä tarvittava bitumi, joka kiinnitettäessä kuumennetaan sulaksi kaasuliekillä. Tämä hitsausbitumi voi olla modifioitua tai puhallettua bitumia.

**Elastomeeri** on suurimolekyylinen aine, joka palautuu nopeasti lähes alkuperäisiin mittoihinsa ja muotoonsa heikon jännityksen aiheuttaman muodonmuutoksen ja jännityksestä vapauttamisen jälkeen.

**Kaksikomponenttinen** tarkoittaa kahden eri ainesosan sekoittamista keskenään, jolloin kovettuminen tapahtuu kemiallisesti aineiden reagoidessa.

**Silloittamiskyky** määrittää elastisen materiaalin kykyä säilyä ehjänä alustaan syntyvien halkeamien tai alustassa tapahtuvien liikkeiden kohdalla.

**Elastisuus** tarkoittaa materiaalin kykyä venyä ja palautua alkuperäiseen muotoonsa.

## 1 JOHDANTO

Vuotavat parkkihallin kannet ovat hyvin yleinen ongelma ja erilaisilla vedeneristyksillä sekä pintarakenteilla on pyritty löytämään paras ratkaisu ongelmaan. Vuotavien kansien korjaaminen on aina kallista, työlästä ja siitä aiheutuu haittaa käyttäjille. Mahdollisia riskirakenteita vuotamiselle ovat mm. liikuntasaumot, kannen muodot, nostot, läpiviennit sekä sopimattomat pintamateriaaliratkaisut.

Tässä opinnäytetyössä vedeneristeistä tutustutaan pitkään käytössä olleeseen bitumikermiin sekä hieman tuntemattomampiin ruiskutettaviin elastomeeripinnoitteisiin. Työssä käsitellään kattavasti molempien tuotteiden teknisiä ominaisuuksia, työturvallisuutta, käytettävää kalustoa sekä asentamista. Mukana on myös vertailua työsaavutuksiin ja kustannuksiin liittyen.

Kansirakenteiden vedeneristämisessä bitumikermi on ollut pitkään lähes ainoa käytettävä tuote. Saumattomia vedeneristeitä mm. ruiskukumia on testattu vaihtoehtoisena tuotteena huonolla menestyksellä. Ruiskukumia ei tule kuitenkaan yhdistää elastomeeripinnoitteisiin sillä kyseessä ovat aivan erilaiset tuotteet. Työssä käsiteltävät elastomeeripinnoitteet ovat polyuretaani, polyurea hybrid ja puhdas polyurea.

Kestävän ja pitkäikäisen vedeneristysten toteuttaminen ei ole kiinni vain oikeasta materiaalista vaan asiaan vaikuttaa myös monet ulkoiset seikat. Työssä perehdytään myös pääpiirteittäin vedeneristämisen ongelmakohtiin ja tapoihin niiden välttämiseen. Kansirakenteissa vedeneristys on pintarakenteiden alla suojassa ja jälkeempään virheiden korjaaminen voi koitua hyvin työlääksi. Tästä johtuen ongelmakohtiin ja niiden välttämiseen tulisi keskittyä jo hyvissä ajoin.



## 2 VEDENERISTYSSUUNNITELMA

”Liikennöidyn tason vedeneristyksestä tehdään aina vedeneristyssuunnitelma, joka sisältää työselostuksen ja piirustukset. Työselostuksessa esitetään laatu-taso ja materiaalit, käytettävät tarvikkeet ja työmenetelmät, työturvallisuuden huomioonottaminen sekä kaikki tarpeelliset tekijät, jotka voivat vaikuttaa vedeneristykseen, esimerkiksi sääsuojaukset ja tulitöihin liittyvät riskit.” (RT 103277 2020, 2.)

”Piirustuksissa esitetään ainakin seuraavaa: kannen korkeudet, kallistukset, vedeneristyksen ylösnostokorkeudet, vedeneristyksen alustan tuuletusjärjestelyt, konehuoneet ja laitteet, kaivot, lävistyksset, ovien kynnyслиittymät, rakenteelliset liikuntasaumamat ja vedeneristyksen liikuntasaumamat. Kaikista vedeneristyksen yksityiskohdista (esimerkiksi kaivot, ylösnostot, oviliittymät, läpiviennit) laaditaan kohdekohtaiset yksityiskohtapiirustukset riittävän pienessä mittakaavassa, yleensä 1:5...1:10. Yksityiskohtapiirustuksissa yksilöidään kaikki asennettavat varusteet ja niiden kiinnitystapa alustaan, vedeneristeeseen ja pintarakennekerrokseen.” (RT 103277 2020, 2.)

”Lisäksi vedeneristyssuunnitelmassa esitetään yksilöidyt laatuvaatimukset (esimerkiksi tartunta) ja laadunvarmistustoimenpiteet (esimerkiksi sääsuojaus ja vetokeet). Ulkopuolinen suunnitelman tarkastus on suositeltava erityismenettely suunnittelun laadun varmistamiseksi.” (RT 103277 2020, 2.)

### 3 BITUMIKERMI

Bitumikermi koostuu bitumista, tukikerroksesta ja täyteaineista. Bitumi on ras-kaista hiilivedyistä koostuva seos mitä valmistetaan maaöljystä tislaamalla, sa-maa tuotetta käytetään myös asfalteissa. Kermillä tarkoitetaan pinnoitetta mikä on vettä läpäisemätön. Tukikerros tehdään yleensä lasikuidusta tai polyesteristä. Nykyään käytetään poikkeuksetta SBS-kumibitumia (styreeni-butadieeni-sty-reeni-elastomeeri) mikä parantaa huomattavasti kylmän ja lämmön kestoa sekä tekee tuotteesta elastisen. Bitumikermejä käytetään vedeneristeenä monissa eri rakenteissa muun muassa seinissä, sokkeleissa, vesikatoilla ja kansirakenteissa. Bitumikermit voidaan asentaa joko liimaamalla, hitsaamalla tai mekaanisesti alustaansa. (Kattoliitto Ry 2019.)

Nykyaikaisen bitumikermin käyttöikä on noin 25 vuotta. Parhaimmillaan luvataan jopa 30–50 vuoden käyttöikää edellyttäen, että asennus on tehty huolellisesti sekä kermiä huollettu säännöllisesti. Käyttöikään vaikuttaa myös oleellisesti rasi-tusluokat ja bitumikermin sijainti rakenteessa. Bitumikermin huonoja puolia vede-neristeenä ovat saumojen määrät ja riippuvuus huoltamisesta. Asentamisessa täytyy olla hyvin huolellinen, että pääty- ja sivusaumat limitetään oikein sekä ovat täysin tiiviit. Työn huolellisuudella on erityinen merkitys varsinkin kansi raken-teissa, joissa vedeneriste sijaitsee pintakerrosten alla mikä voi tehdä mahdollisen vuotopaikan löytämisestä hyvin hankalaa ja kallista. Esimerkiksi vesikatoilla kun-non seuraaminen on huomattavasti helpompaa ja tarvittavat huoltotoimenpiteet ovat helposti toteutettavissa.

### 3.1 Bitumikermin ominaisuudet

Bitumikermit jaotellaan moneen eri tuote- ja käyttöluokkaan, paloluokitus huomioiden. Näistä valitaan kuhunkin käyttötarkoitukseen sopivin vaihtoehto. Tuoteluokituksella tarkoitetaan minimivaatimuksia ja käyttöluokituksella kermiyhdistelmien vaihtoehtoja eri kaltevuuksille. Lisäksi bitumikermeissä on höyrynsulku- luokitus, jotta voidaan valita oikea tuote erilaisille kosteusrasituksille.

”Luokituksilla helpotetaan rakennuttajan ja suunnittelijan mahdollisuutta vertailla eri ratkaisuja sekä edistetään todellista kilpailua: tarjouspyynnössä on helppo määrittellä käytettävä kermiratkaisu/-ratkaisut siten, että tarjoukset ovat keskenään vertailukelpoisia.” (Kattoliitto Ry 2019, 29.)

#### 3.1.1 Käyttöluokat

Alustan kaltevuus määrittää käyttöluokan ja näitä ovat VE 20-40, VE80 ja VE80R. Numerot ilmoittavat minimi kaltevuuden ja R- kirjain tarkoittaa katteen olevan alttiina mekaaniselle rasitukselle esim. kansirakenteet. Käyttöluokat on esitetty alla (TAULUKKO 1). (BMI Group 2021, 5.)

Eri ilmaisutapoja kaltevuuksille.

Käyttöluokat	Kattokaltevuus suhdelukuna	Kaltevuus asteissa °	Kaltevuus prosentteina %	cm/m
VE20-40 minimi 1:40 ja 1:20	1:20	2,9	5,0	5,0
	1:40	1,4	2,5	2,5
VE80 ja VE80 R minimi 1:80	1:50	1,15	2,0	2,0
	1:60	0,95	1,7	1,7
	1:80	0,72	1,3	1,3

TAULUKKO 1 (BMI Group 2021, 5).

Alustan kaltevuus ja mekaaninen rasitus määrittävät kuinka monta kerrosta bitumikermiä kohde vaatii (TAULUKKO 2). Yksikermikatteen on suunniteltu kestäviksi ja pitkäikäisiksi kunhan katto on riittävän kalteva (vähintään 1:40) ja mitä jyrkempi katto sitä paremmin tuote siihen sopii. Yksikerroksisella katteella saadaan myös kustannussäästöjä materiaaleista sekä työstä, kun asennettavia kerroksia ei ole yhtä enempää. Yksikermikatteen käyttö on kuitenkin hyvin rajallista vaadittavasta minimi kaltevuudesta johtuen.

Monikerroskatteet ovat yhtenäinen rakenne, jossa kermit asennetaan päällekkäin ja liimataan tai hitsataan toisiinsa. Kerrosten saumat sijoitetaan eri kohtiin, jolloin saadaan kestävä, yhtenäinen ja luja rakenne minimoiden vuotoriskit esimerkiksi päällimmäisen katteen sauman vaurioituessa. Monikerroskate on myös varmempi ratkaisu kuin yksikermikate. (BMI Group 2021.)

Bitumikermien käyttöluokkataulukko.

Katerakenne	VE40 (1:40)	VE80 (1:80)	VE80R (1:80)
TL1	X		
TL3 + TL2	X		
TL2 + TL2	X	X	
TL2 + TL1	X	X	
TL2+TL2+TL2	X	X	X
TL2+TL2+TL1	X	X	X

X = Suositeltava katerakenne kussakin käyttöluokassa

Käännettyissä rakenteissa suositellaan käytettäväksi aina VE80R-katerakennettä.

Pienillä parvekkeilla voidaan vedeneristys mitoittaa käyttöluokkaan VE80, mikäli rakenne on helposti tarkastettavissa/avattavissa.

TAULUKKO 2 (Kattoliitto Ry 2019, 30).

### 3.1.2 Tuoteluokat

Bitumikermit jaetaan kolmeen eri tuoteluokkaan ominaisuuksien perusteella, jotka ovat TL1 (vaativin), TL2 ja TL3. Bitumikermien tuoteluokkavaatimukset on esitetty seuraavalla sivulla (TAULUKKO 3) (BMI Group 2021, 5.)

## Modifioitujen bitumikermien tuoteluokkavaatimukset.

	Tutkimusmenetelmä	Vaatimus	Yksikkö	Tuoteluokka		
				TL1 <sup>1)</sup>	TL 2	TL 3 <sup>9)</sup>
Vetolujuus, 23 °C; pit.s./poikkis.	SFS-EN 12311-1	min.	N/50 mm	800/600	600/400	400/300
Venymä, 23 °C; pit.s./poikkis.	SFS-EN 12311-1	min.	%	15	25	20
Naulanvarren repäisylujuus; pit.s./poikkis.	SFS-EN 12310-1	min.	N	300	150	130
Puhkaisulujuus <sup>6)</sup> dynaamin.en (isku), +23 °C	SFS-EN 12691 B	min.	mm	1000		
Sauman vetolujuus <sup>6)</sup>	SFS-EN 12317-1	min.	N/50 mm	600		
Vesitiiveys <sup>7)</sup>	SFS-EN 1928 B	min.	kPa	500	300	200
Sirotteen kiinnipysyvyys <sup>8)</sup>	SFS-EN 12039	max.	%	30	30	
Dimensio-stabiileetti (pit.s.)	SFS-EN 1107	maks./min.	%	±0,3	±0,6	±0,6
Lämmönkestävyys	SFS-EN 1110	min.	°C	80	80	80
Kylmätaivutettavuus liimattavan kermin ylä- ja alapinta hitsattavan kermin yläpinta hitsattavan kermin alapinta	SFS-EN 1109	maks./maks.	°C/Ø mm °C/Ø mm °C/Ø mm	-25/30 -20/30 -10/30	-25/30 -20/30 -10/30	-20/30 -20/30 -10/30
Pitkäaikaiskestävyys <sup>4) 8)</sup> lämmönkestävyys (vanhennuksen jälk.) taivutettavuus (vanhennuksen jälk.) liimattavan kermin ylä- ja alapinta hitsattavan kermin yläpinta hitsattavan kermin alapinta	SFS-EN 1296 (SFS-EN 1110) (SFS-EN 1109)	- min. maks./maks.	°C °C/mm	80 -15/30 -10/30 -0/30	80 -15/30 -10/30 -0/30	80 -10/30 -10/30 +0/30
Nimellispaino <sup>2) 5)</sup> liimattava pintakermi hitsattava pintakermi liimattava aluskermi hitsattava aluskermi	SFS-EN 1849-1	nimell.	g/m <sup>2</sup> g/m <sup>2</sup> g/m <sup>2</sup> g/m <sup>2</sup>	4500 5500 3500 4500	4000 5000 3000 4000	---- <sup>9)</sup> ---- <sup>9)</sup> 2200 3200
Mitat pituus ja leveys <sup>3)</sup> suoruus	SFS-EN 1848-1	ilm. maks.	mm mm/10m	ilm. 20	ilm. 20	ilm. 20

<sup>1)</sup> TL1-luokan kermejä käytetään yleensä yksikermitteinä, jonka vuoksi niillä on muita tuoteluokkia suurempi lujuus- ja stabiileettivaatimus. TL1-luokan tuotteita voidaan käyttää myös osana kaksi- tai kolmikermitteitä (VE80 tai VE80R).

<sup>2)</sup> Nimellispainon minimivaatimuksella varmistetaan kermien työstettävyyttä ja vesitiiveyttä. Arvoista voidaan poiketa, mikäli ennakkokokein, työnäyttein tai muilla hyväksyttävillä menettelytavoilla osoitetaan tuotteen työstettävyyttä ja vesitiiveyttä. Muut luokkavaatimukset ovat tällöinkin voimassa.

<sup>3)</sup> Tuotteen valmistaja/toimittaja ilmoittaa tuotteen mitat.

<sup>4)</sup> Tuote vanhennetaan +70 °C:n uunissa 12 viikkoa, jonka jälkeen tuotteen ominaisuudet määritetään.

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

<sup>6)</sup> Koskee ainoastaan yksikermitteitä.

<sup>7)</sup> Määrittäminen tehdään yhden tunnin kokeena menetelmästä poiketen.

<sup>8)</sup> Koskee ainoastaan pintakermejä.

<sup>9)</sup> Käytetään vain aluskermeinä.

## TAULUKKO 3 (Kattoliitto Ry 2019, 31).

### 3.1.3 Paloluokitus

Kattojen ja katteiden palokoemenetelmät ja luokitusperusteet on esitetty luokitusstandardissa EN 13501-5. Luokitusperusteet ovat neljälle (saksalainen, ranskalainen, englantilainen ja pohjoismainen) testausmenetelmälle, jotka on esitetty teknisessä spesifikaatiossa CEN TS 1187. Pohjoismaissa on käytössä menetelmä CEN TS 1187 Test 2 ja paloluokkia on kaksi: BROOF (t2) ja FROOF (t2). Luokka FROOF (t2) tarkoittaa, ettei tuotteen palokäyttäytymistä ole määritelty tai se ei täytä luokan BROOF (t2) vaatimuksia. (Eurofins n.d.)

Katerakenteen ja sen alustan on yhdessä täytettävä luokan Broof(t2) vaatimukset. Broof(t2) -luokkaan kuuluvan kate (Froof(t2)) voidaan kuitenkin hyväksyä erilliseen tulisijattomaan rakennukseen tai erityistapauksessa muuhunkin rakennukseen, jos tästä ei aiheudu aluepalon vaaraa. Suuret kattopinnat on jaettava enintään 2400 m<sup>2</sup>:n osiin. Vaatimus ei koske tapauksia, joissa katteen alusta on vähintään A2-s1, d0 -luokkaa (Finlex 2017.) Rakennustarvikkeissa paloluokituksilla määritetään tuotteiden käyttäytymistä, savun tuottoa sekä palavien pisaroiden syntyä tulipalossa. Kaikista rakennustarvikkeista täytyy myös löytyä CE-merkintä.

Rakennustarvikkeiden paloluokitus ilmaistaan seuraavilla merkinnöillä:

A1 = Tarvikkeet, jotka eivät osallistu lainkaan paloon (palamaton).

A2 = Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu.

B = Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu.

C = Tarvikkeet, jotka osallistuvat paloon rajoitetusti.

D = Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyväksyttävissä.

E = Tarvikkeet, joiden käyttäytyminen palossa on hyväksyttävissä.

F = Tarvikkeet, joiden käyttäytymistä ei ole määritetty.

s1 = Savuntuotto on erittäin vähäistä.

s2 = Savuntuotto on vähäistä.

s3 = Savuntuotto ei täytä s1 eikä s2 vaatimuksia.

d0 = Palavia pisaroita tai osia ei esiinny.

d1 = Palavat pisarat tai osat sammuvat nopeasti.

d2 = Palavien pisaroiden tai osien tuotto ei täytä d0 eikä d1 vaatimuksia.

(Knauf n.d.)

### 3.1.4 Tuotteiden merkinnät

Kermieristeiden tuotelajit ilmaistaan kirjain- ja numeroyhdistelmin. Kirjaimet ilmaisevat tuotteen pääryhmän ja tukikerrosmateriaalin seuraavasti:

**E** eristyskermi

**M** eristyskermi, jonka tukikerroksena on kudosa tai suuren repäisy- ja puhkaisu-  
lujuuden omaava tukikerros

**P** pintakermi

**T** paineentasauskermi

**K** tuote on valmistettu kumibitumista

**L** tuotteen tukikerroksena on lasikuitukerros

**S** tuotteen tukikerroksena on polyesteritukikerros

**Y** tuotetta voidaan käyttää yksikerroskatteena

Esimerkkinä pintakermi **K-PS 170/5000**, jossa ensimmäinen luku ilmaisee tuotteen tukikerroksen neliömassan  $\text{g/m}^2$ . Toinen luku ilmaisee valmiin tuotteen neliömassan  $\text{g/m}^2$ . (BMI Group 2021, 4.)

## 3.2 Kalusto ja henkilösuojaimet

Bitumikermien asennuksessa tulee käyttää vain kyseiseen työhön tarkoitettua kalustoa sekä noudattaa määräyksissä annettuja ohjeita, jotta lopputuloksesta tulee laadukas ja se on turvallisesti toteutettu. Kaikissa laitteissa ja varusteissa tulee olla myös CE-merkintä sekä mahdolliset säännölliset tarkastukset voimassa. Työmailla päätetään käytettävät laitteet ja varusteet tapauskohtaisesti työn luonteesta riippuen. (Kattoliitto Ry 2019.)

### 3.2.1 Nestekaasulaitteet

Nestekaasupullot varustetaan letkurikkoventtiilillä ja paineensäätimellä, joka on säädettävissä enintään 4 barin paineelle. Nestekaasuletkuna käytetään suurpaineletkua, joka ei saa olla niin pitkä, että letkurikkoventtiin toiminta estyy (maksimipituus 20 m). Nestekaasupulloja käytettäessä ja säilyttäessä niiden tulee olla pystyasennossa. Nestekaasupullot tulisi säilyttää nestekaasuhäkissä tai muussa tarkoituksen mukaisessa paikassa missä pullojen kaatuminen on estetty. Siirrot

missä tarvitaan nosturia, tulee käyttää nostoihin soveltuvia telineitä, kärryjä tai häkkejä mihin pullo voidaan sitoa luotettavasti. Talvitöissä suositellaan käytettäväksi nestekaasupullojen lämmittimiä. Nestekaasupulloja ei tulisi koskaan lämmittää liekillä. (Kattoliitto Ry 2019, 11.)

### **3.2.2 Nestekaasukäsipolttimet**

Bitumikermejä kiinnittäessä hitsaamalla käytetään nestekaasukäsipoltinta. Poltinpäitä on saatavilla monia eri kokoja, mitkä vaikuttavat kuumennustehoon. Oikean kokoinen poltin valitaan työn luonteen mukaan ja sillä on suuri merkitys työn lopputuloksen, paloturvallisuuden ja taloudellisuuden kannalta. Poltin varustetaan tukijalalla ja sytyttämisen jälkeen siinä ei saa olla muuta kiinteää liekkiä kuin tukiliekki. Tukiliekki on niin sanottu ”tyhjäkäyntiliekki” ja varsinainen hitsausliekki saadaan käsiliipasinta käyttämällä. Tukiliekki mahdollistaa sen, ettei liekkiä tarvitse koko ajan sytyttää uudelleen töiden aikana. Vaihtoehtona on myös piezokäyttöisellä kahvalla varustettu poltin, jossa ei ole tukiliekkiiä. (Kattoliitto Ry 2019, 11.)

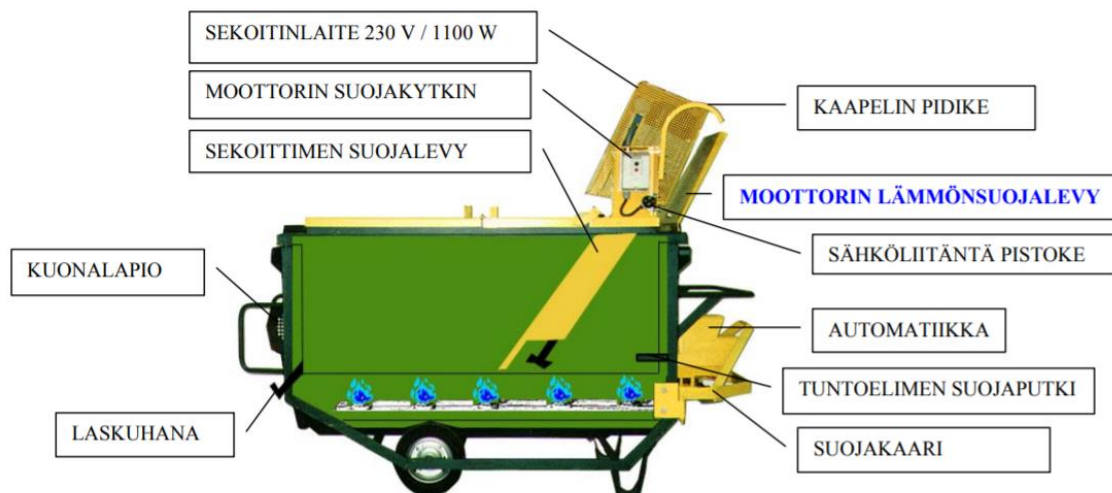
### **3.2.3 Bitumikeittimet**

Bitumikeitin on bitumin sulattamiseen tarkoitettu laite, joka toimii nestekaasulla (KUVA 1). Laitteen täytyy olla bitumin sulattamiseen tarkoitettu sekä oltava alan tulityömääräysten mukainen. Nestekaasupullo liitetään keittimeen (5 m) nestekaasuletkulla ja varustetaan letkurikkoventtiilillä sekä 1,5 barin paineensäätimellä. Ylikuumenemisen estämiseksi bitumikeittimissä pitää olla termostaattilvarustettu lämmönvalvonta-automaattikka, jonka toiminta on tarkistettava vähintään kerran vuodessa. Tarkastuksista ja huolloista on syytä tehdä merkintä esimerkiksi padan huoltokirjaan. (Kattoliitto Ry 2019, 11.)

Modifioitua liimausbitumia käytettäessä bitumikeittimessä tulee olla sekoitin, jotta bitumin ylikuumentumista voidaan välttää. Pienissä alle 50 litran ns. ämpäripadoissa ei tarvitse olla termostaattia, mutta ne täytyy sijoittaa suoja-altaaseen, johon mahtuu kaikki mahdollisesti yli vuotava bitumi. Nykyään on myös saatavilla termostaattilla ja lämmönsäätöautomaattikalla varustettuja pieniä keittimiä, joiden käyttö on hyvin suositeltavaa. Keittimet on puhdistettava ja toimintaa seurattava



säännöllisesti. Näin varmistetaan laitteen toimivuus, paloturvallisuus ja paras mahdollinen tuotantoteho. (Kattoliitto Ry 2019, 11.)



KUVA 1 Bitumikeittimen rakenne (Peltitarvike n.d).

### 3.2.4 Kuumailmapuhaltimet

Kuumailmapuhaltimia käytetään yleensä muovikermien kiinnityksessä. Kuumailmapuhaltimet toimivat joko nestekaasulla tai sähköllä. Kuumailmapuhallin on varustettava jalustalla, millä varmistetaan, ettei kuumailmavirtaus suuntaudu alustaan silloin kun puhallin ei ole käytössä. (Kattoliitto Ry 2019, 11.)

### 3.2.5 Henkilösuojaimet

Työntekijän tulee käyttää rakennustyömaalla määrättyjä henkilösuojaimia. Työnantaja tekee riskikartoituksen työn luonteesta, jonka mukaan päätetään työssä käytettävät varusteet. Työnantaja on myös velvollinen antamaan tarvittavat varusteet työntekijän käyttöön. Työhön määrättyjä varusteita tulee käyttää koko työnteon ajan. (Kattoliitto Ry 2019, 8.)

Tärkeimmät henkilösuojaimet työmailla ovat:

- vaatimusten mukainen suojakypärä monipisteleukahihnalla
  - turvajalkineet, naulaan astumissuoja ja riittävä pito
  - työn edellytysten mukainen suojavaatetus ja hanskat, huomioväritys
  - vaatimusten mukaiset ja ehjät silmäsuojat
  - kuulonsuojaimet, pakolliset, kun altistus ylittää 85 db
  - hengityksensuojaimet kemikaalin tai pölyn laadun ja määrän mukaan
- (Kattoliitto Ry 2019, 8.)

Mikäli rakenteisiin ei voida kiinnittää suojakaiteita tai työn luonne estää niiden käytön on käytettävä valjastyypisiä henkilösuojaimia köysineen, jotka kiinnitetään niihin tarkoitettuun kiinnityspisteeseen. Turvallinen henkilökohtainen putoamissuojaus järjestelmä sisältää 4 osaa:

- Kokovaljas
- Tarvittaessa putoamisen pysäyttävä liitososa: köysi, hihna tai kelautuva tarrain
- Kiinnityspiste: ankkurointipiste, turvavaijeri, -kisko tai -köysi
- Pelastussuunnitelma

(Kattoliitto Ry 2019, 8.)

Henkilökohtaisten putoamissuojavarusteiden tulee aina olla työhön soveltuvat ja tyyppihyväksytyt. Lisäksi säännölliset ja pakolliset tarkastukset (kerran vuodessa) tulee olla tehtynä sekä voimassa. Varusteet tulisi aina myös tarkistaa silmä määräisesti ennen käyttöönottoa. (Kattoliitto Ry 2019, 8.)

### **3.3 Asennus**

Bitumikermejä asennetaan muutamaa eri tapaa käyttäen. Asennustavasta riippumatta kermit asennetaan aina siten, että niistä muodostuu yhtenäinen ja täysin tiivis rakenne liittymisineen eri rakenteisiin sekä erilaisten läpivientien ja nostojen kanssa. Bitumikermejä voidaan asentaa puu-, lämmöneriste- sekä betonialustaan. Vesikatoilla käytetään yleensä puualustaa ja lämmöneristealustoja suljetuissa rakenteissa höyrynsulun tai vesikatteen alustana. Työselityksissä tai muissa asiakirjoissa määritetään aina oikea asennustapa kohteelle. Toiminnan

sekä pitkäikäisyyden kannalta on erittäin tärkeää, että asennuksessa kaikki yksityiskohdat toteutetaan ohjeiden mukaan huolellisesti oikeita työvälineitä ja materiaaleja käyttäen. (BMI Group 2021.)

### **3.3.1 Alustan pohjustus**

Betonipintaan asentaessa alustan pinta sivellään bitumi- tai kumibitumiliuoksella. Liuoksen tarkoitus on parantaa kermin tarttumista pintaan. Liuoksen levityksen kanssa tulee noudattaa tuotteen valmistajan ohjeita sillä liian paksu liuoskerros heikentää kermin tartuntaa. Kermiä ei saa myöskään kiinnittää pintaan ennen kuin liuos on täysin kuivunut.

### **3.3.2 Asennus liimaamalla**

Kumibitumikermit liimataan kumibitumilla tai puhalletulla bitumilla alustaan. Vesikatoilla käytetään yleensä puhallettua bitumia, kun taas kansi- ja käännetyille rakenteille suositellaan aina käytettäväksi kumibitumia suuremmista rasituksista johtuen. Liimausbitumien ominaisuuksia on esitetty seuraavalla sivulla (TAULUKKO 4). Kumibitumilla käyttölämpötila on 170–210 °C mitä ei saa ylittää missään vaiheessa ja tästä johtuen bitumikeitin tulee varustaa sekoittajalla sekä lämpötilaa tulee seurata vähintään kahdella lämpömittarilla. Puhalletulla bitumilla käyttölämpötila on hieman suurempi 200–230 °C eikä se ole aivan yhtä herkkä lämpötilojen suhteen. Liian kylmän bitumin käyttö huonontaa oleellisesti bitumin tarttumista alustaan ja kermiin. Tarvittavat työvälineet kumibitumin liimaukseen ovat bitumikeitin, bitumiämpäri, bitumin kaatokannu, bitumiharja, mattoveitsi, nestekaasupullo, nestekaasupoltin, jauhesammuttimet yms. työhön tarvittavat työvälineet. (BMI Group 2021, 8, 9.)

## Liimausbitumien tyypilliset ominaisuusprofiilit.

Ominaisuus	Yksikkö	Menetelmä	Kumibitumi KB 100/40 <sup>1) 2) 3)</sup>	Puhallettu bitumi B 95/35 <sup>1)</sup>	Puhallettu bitumi B 100/25 <sup>1)</sup>
Tunkeuma, +25 °C	1/10 mm	SFS-EN 1426	30–70	25–40	20–30
Pehmenemispiste	°C	SFS-EN 1427	95–120	90–100	95–105
Viskositeetti, +180 °C	mm <sup>2</sup> /s	SFS-EN 12595	Korkeintaan 10 000	Korkeintaan 2000	Korkeintaan 3000
Murtumispiste, Fraas	°C	SFS-EN 12593		-20..-25	-15..-20

<sup>1)</sup> Bitumikeitin (pata) on oltava varustettu lämpömittarilla, termostaatilla ja lämmönsäätöautomatiikalla, poikkeuksena ns. ämpäripadat (alle 50 l).

<sup>2)</sup> Keittimessä oltava sekoitin, jolla varmistetaan bitumin tasalämpöisyys.

<sup>3)</sup> Modifioitu liimausbitumi (SBS) on herkkä ylikuumentumiselle; riippuen sekä lämmitysajasta että lämpötilasta. APP-muovibitumia ei käytännössä voi käyttää liimaamiseen eikä APP-kermejä liimata kuumabitumilla.

## TAULUKKO 4 (Kattoliitto Ry 2019, 32).

Aluskermit liimataan vaakapintaan kauttaaltaan tai piste- ja saumaliimaten. Aluskermin päälle asennettavat kermikerrokset liimataan aina kauttaaltaan toisiinsa. Piste- ja saumaliimausta käytetään yleensä aluskermin asentamiseen puualustoilla. Kauttaaltaan liimattua betonialustaan muun muassa kansi- ja siltarakenteissa, joissa mekaaninen rasitus on suurempi. Kauttaaltaan liimattavan rullalla olevan kermin eteen kaadetaan kannusta bitumia tasaisesti suurin piirtein 1,5 kg/m<sup>2</sup>. Kermirulla avataan jalalla työntäen niin, että bitumi leviää tasaisesti koko kermin alalta ja pursuaa saumojen yli 10–30 mm. Liimatessa tulee varmistaa, ettei kermin alle jää kuivia kohtia tai ilmapuolia. Piste- ja saumaliimauksessa bitumia kaadetaan kannusta täplittäin tai viivoittain kermin eteen noin 0,5 kg/m<sup>2</sup> mikä on noin 30 % liimattavasta alasta. Sivu- ja päätysaumat tulee kuitenkin liimata kauttaaltaan alustaansa sekä huolehtia siitä, ettei kermin alle jää ilmapusseja. Lisäksi piste- ja saumaliimattu aluskermi tulee aina kiinnittää myös mekaanisesti alustaansa. (BMI Group 2021, 8, 9.)

### 3.3.3 Asennus hitsaamalla

Hitsattavat bitumikermit ovat oma tuoteryhmänsä ja niissä on alapinnassa valmiiksi tarvittava kiinnitysbitumi (noin 1 kg/m<sup>2</sup>) mikä sulatetaan nestekaasupolttimella. Paineentasausermeissä kiinnitysbitumia on noin 30 % tuotteen alapinnassa täplinä tai raitoina ja kauttaaltaan sivussa. Paineentasausermejä käytetään aluskermeinä betoni- ja kevytbetonialustoilla sekä vanhoilla huopakatoilla

mikä mahdollistaa alapuolisista rakenteista tulevien kaasujen osapaine-erojen tasaantumisen. Myös kauttaaltaan hitsattavia kermejä voidaan käyttää paineentauskermeinä kiinnittimellä ne pistesaumahitsaten alustaansa. Monikermitteen aluskermiin päälle tulevat pintakermit kiinnitetään pääsääntöisesti aina hitaamalla aluskermiin. Tarvittavat työvälineet bitumikermin asentamiseen hitsaamalla ovat nestekaasukäsipoltin, nestekaasupullo, mattoveitsi, jauhesammuttimet ja yms. työnsuorittamiseen tarvittavat työvälineet. (BMI Group 2021, 11, 12.)

Hitsaaminen suoritetaan kuumentamalla kiinnitysbitumia nestekaasukäsipolttimella sitä mukaan, kun kermiä rullataan auki jalalla. Sivut ja päädyt tulee hitsata kauttaaltaan siten, että saumoista pursuaa tasaisesti bitumia. Kauttaaltaan hitsatessa kiinnitysbitumia sulatetaan niin paljon, että bitumia kulkee sulana kermirullan edellä koko leveydeltä. Hitsatessa tulee kiinnittää huomiota siihen, ettei kermiä ja alustaa kuumenna liikaa nestekaasukäsipolttimella. Liian kova kuumennus voi vaurioittaa pintakermiä aiheuttaen siihen poimuja ja painumia sekä vaurioittaa alustaa aiheuttaen pahimmassa tapauksessa jopa tulipalovaaran. (BMI Group 2021, 11, 12.)

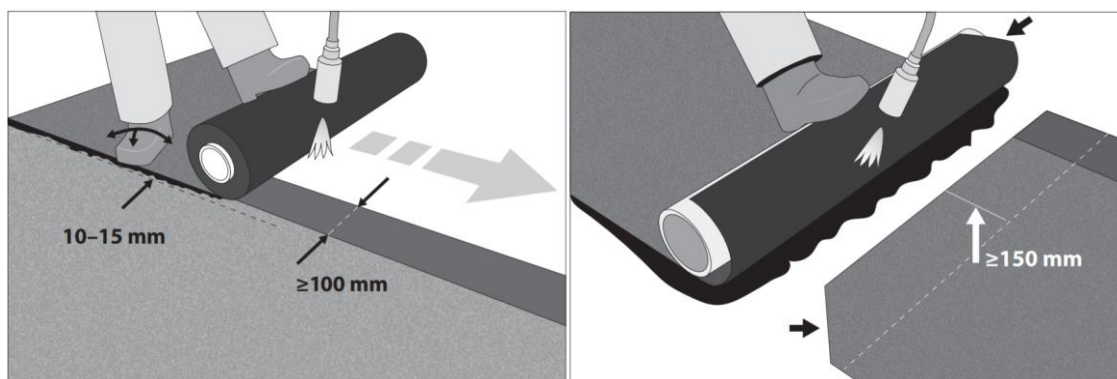
### **3.3.4 Asennus mekaanisesti**

Kermirakenteiden mekaanista kiinnitystä käytetään erilaisia kermiin kohdistuvia rasiuksia, kuten esimerkiksi rakenteen liikkeitä ja tuulikuormia sekä kermien omia muodonmuutoksia vastaan. Yleensä mekaanista kiinnitystä käytetään vesikatoilla, mutta esimerkiksi ylösnostoissa kermit kiinnitetään aina mekaanisesti yläreunastaan noin 150–500 mm välein. Jos kate on tuulikuormalle altis, aluskermiin asennetaan aina mekaaniset kiinnikkeet. Monikerroskateissa pintakermeihin ei tarvitse asentaa erikseen mekaanisia kiinnikkeitä. Yksikerroskateessa pintakermi kiinnitetään aina myös mekaanisesti alustaan. Yksikerroskaterakenteessa pintakermi kiinnitetään mekaanisesti niin sanottuna piilokiinnityksenä alustaan. Saumojen päälle tulevat kermien limitykset piilottavat kiinnikkeet. Kermin reunan ja kiinnikkeen väliin tulee jäädä 40 mm täysin alustaan liimattua saumaa. Yksikerroskateessa sauman leveyden tulee olla 80 mm. Jos monikerroskateessa kiinnikkeitä vaaditaan paljon, voidaan osa asentaa aluskermiin keskelle. Kiinnikkeiden päälle tulee asentaa tässä tapauksessa vähintään 200x200 mm kermipala. (BMI Group 2021, 14.)

Kiinnikkeitä on saatavilla monia erilaisia ja oikean valintaan vaikuttaa alustan materiaali, kiinnitettävän kermin repäisyjuvuus ja väliin jäävän lämmöneristyksen puristusjuvuus ja paksuus. Suunnittelija määrittää oikeat kiinnikemäärät ja kiinnitystyytit tapauskohtaisesti kohteen luonteen mukaan. Vääränlaisia kiinnikkeitä ei tule missään tapauksessa käyttää. (BMI Group 2021, 14.)

### 3.3.5 Kermien limitykset

Kermien limityksessä sivusauman leveys on 100 mm (120 mm yksikerroskatteessa) ja päätysauman 150 mm (KUVA 2). Päätysaumoissa suositellaan alle jäävän kermin kulman leikkaamista limityksen kohdalta. Kermikerrokset asennetaan siten, etteivät limitykset mene päällekkäin. Lisäksi alus- ja pintakermit suositellaan asennettavaksi samansuuntaisesti koska ristikkäin asennettuna kate saattaa poimuuntua. Asennus tulisi toteuttaa siten, ettei vastasaumojia pääsisi syntymään kaltevuuteen nähden. (BMI Group 2021, 12.)



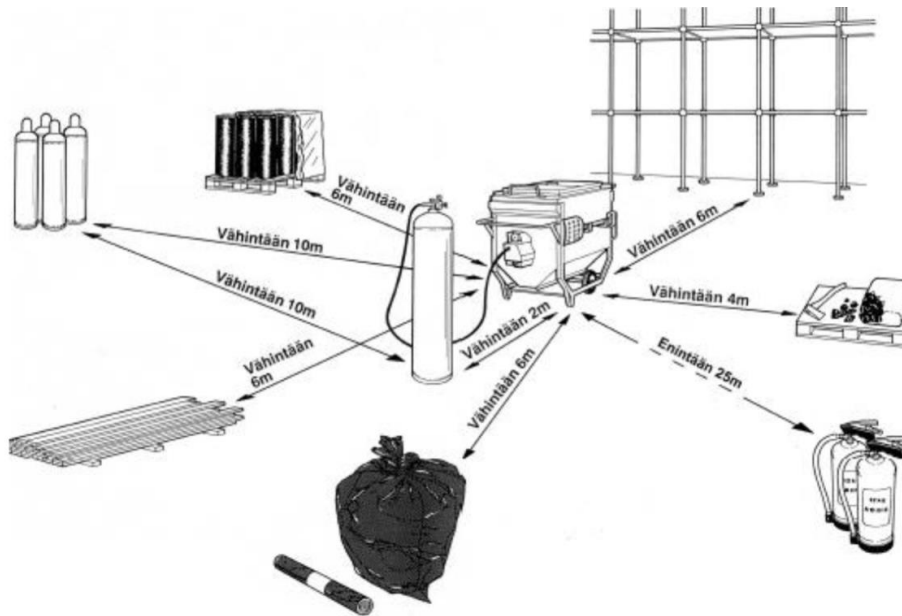
KUVA 2 Silu- ja päätysaumojen limitykset (BMI Group 2021, 14).

### 3.3.6 Tulityömääräykset

”Katto- ja vedeneristystöissä on ehdottomasti noudatettava voimassa olevaa standardia SFS 5991 Katto- ja vedeneristysalan tulitöiden paloturvallisuus. Muita noudatettavia ohjeita ja määräyksiä ovat muun muassa vakuutusyhtiöiden suoje-  
luohjeet sekä pelastuslaki.” (Kattoliitto Ry 2019, 10.)

Tulitöihin katto- ja vedeneristystöissä lukeutuvat esimerkiksi bitumikeittimen käyttö, kermien hitsaaminen nestekaasukäsioplttimella tai kuumailmalaitteella

sekä alustan kuivaaminen nestekaasukäsipolttimella. Käytännössä siis bitumikermeiden asennus tavasta riippumatta on tulitöihin kuuluvaa työntekoa. Jokaisella alan töitä tekevällä tulee olla voimassa oleva tulityökortti. Bitumikermejä asentaessa tulee myös huomioida kaluston ja tarvikkeiden suojaetäisyydet (KUVA 3). (Kattoliitto Ry 2019, 10.)



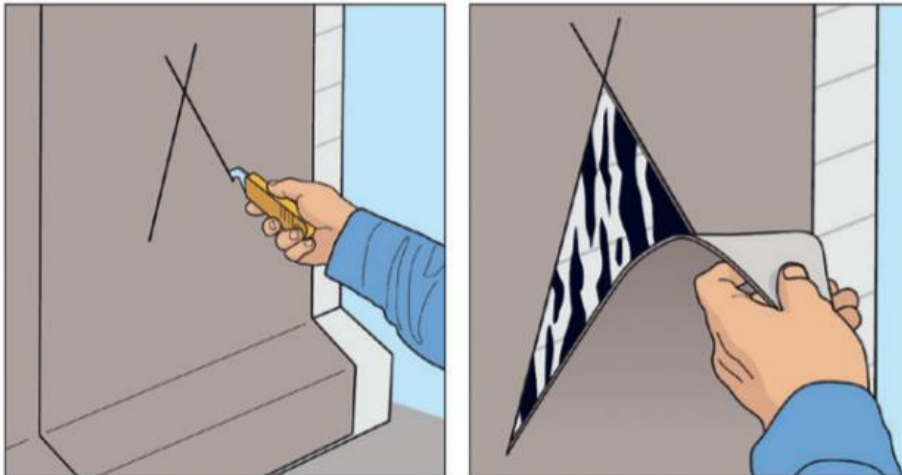
KUVA 3 Turvaetäisyyksiä bitumikeittimestä (Kattoliitto n.d).

Tulityösuunnitelma on vakuutusnottajan sisäinen dokumentti, jossa kuvataan työpaikan tai kiinteistön vaatimukset tulityöturvallisuuden säilyttämiseksi. Suunnitelmassa kuvataan vakituiset tulityöpaikat, tarvittavat suojaustoimenpiteet, erityistä vaaraa aiheuttavat rakenteet tai toiminnot sekä nimetään henkilöt, joilla on lupa toimia eri rooleissa tulitöissä. Tulitöitä tehtäessä voidaan noudattaa joko urakoitsijan tai kohteen tulityösuunnitelmaa. Tulityösuunnitelma velvoittaa yrityksen koko henkilöstöä ja sopimuksen myötä myös yrityksen ulkopuolisia urakoitsijoita. Tulityösuunnitelma jaetaan kaikille siinä nimetyille henkilöille ja huolehditaan, että he saavat riittävän koulutuksen. (spek n.d.)

Tulityölupa pitää sisällään tulityön vaarojen tunnistamisen ja tarvittavien suojaustoimenpiteiden määrittämisen. Voimassa oleva tulityölupa tarvitaan tilapäisellä tulityöpaikalla. Luvassa myös määritellään tulityön kesto ja nimetään siihen osallistuvat henkilöt. Tulityöluvan voi tehdä monella tavalla. Esimerkiksi itsejäljentävällä lomakkeella, word-dokumenttipohjaan tai sähköisesti. Olennaista on, että tulitöitä tekevällä on olemassa kirjallinen tulityölupa. (spek n.d.)

### 3.3.7 Kolmioviiltokoe

Kiinnitettyyn bitumikermiin tehdään kolmioviiltokoe millä varmistetaan tarttuvuus alustaan. Kokeessa kermin pintaan viilletään kaksi viiltoa noin 30° kulmaan siten, että ne muodostavat terävän kolmion (KUVA 4). Kolmion kärki irrotetaan alustasta siten, että siitä saa sormiotteen. Jos kermi ei irtoa alustasta sormin vedettäessä on tartunta onnistunut. Siinä tapauksessa, jos kermi irtoaa alustastaan helposti eikä siihen jää bitumia, on sitä lämmitetty liian vähän tai se on kerennyt jäähtymään liikaa ennen alustaan painamista. Alustan kosteus voi myös estää tartunnan. Suurimmat syyt kokeen epäonnistumiseen ovat huolimaton työskentely, liian kylmä sää tai liian kosteaan alustaan kiinnitys. Suurilla eristettävillä alueilla koe olisi hyvä suorittaa muutamaan eri kohtaan. Kokeen lopuksi tehdään viilto kolmion avonaiseen sivuun ja pala poistetaan sekä eristetään päälle liimattavalla uudella kermipalalla. (RT 103108 2019, 4)



KUVA 4 Havainnekuva kolmioviiltokokeesta (RT 103108 2019, 4).



## 4 ELASTOMEERIPINNOITE

Elastomeeripinnoitteet ovat kaksikomponenttisia, kuumana noin 70–80°C ruiskutettavia, erittäin elastisia sekä nopeasti kovettuvia pinnoitteita. Tuotteen ruiskuttamisen ansiosta pinnoitteesta saadaan täysin saumaton ja tiivis. Kovettuminen tapahtuu nopeimmillaan noin 10 sekunnissa ja 2–3 mm:n paksuinen pinnoite kestää kävelyn jo minuutin kuluttua. Tuotteilla on hyvä kemiallinen kestävyys ja ne ovat sekä kemiallisesti että mekaanisesti kestävämpiä kuin perinteiset epoksipinnoitteet. Elastomeeripinnoitteet myös säilyttävät ominaisuutensa, kuten hyvän elastisuuden matalissa sekä korkeissa lämpötiloissa (-45°C ...+140°C) tuotteesta riippuen. Elastomeeripinnoitteet eivät sisällä liuottimia tai haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ja näin ollen ne eivät haurastu ajan kuluessa sekä ovat täysin VOC-vaipaita tuotteita. (Coatings n.d.)

Kestävän, saumattoman ja erittäin hyvän tartunnan ansiosta tuotteet soveltuvat moniin eri kohteisiin vedeneristeeksi ja niitä käytetään muun muassa katoilla, lattioissa, seinissä, pysäköintialueilla, kansirakenteissa, teräsrakenteissa, silloissa sekä teollisuudessa. Monipuolisista käyttökohteista johtuen tuotteita on saatavilla monia erilaisia, ainesosien kuin ominaisuuksienkin puolesta. Tuotevalmistajat lupavat keskimäärin vähintään 30 vuoden käyttöikää tuotteille. Elastomeeripinnoitteille luvataan jopa 10 vuoden takuuta kansirakenteissa, kun taas bitumikermeillä takuu on vain 2 vuotta.

Elastomeeripinnoitteiden levitys on hyvin nopeaa verrattuna esimerkiksi bitumikermin asennukseen. Ruiskutuksen ansiosta valmista pintaa voidaan saada jopa satoja neliömetrejä tunnissa ja laajemmankin kohteen voi päivän aikana saada valmiiksi. Työskentelyolosuhteiden puolesta elastomeerit ovat herkempiä tuotteita kuin bitumikermi, sillä isosyaniitti mikä on yksi ainesosa, reagoi erittäin herkästi veden kanssa ja tästä syystä alustan tulee olla täysin kuiva. Lisäksi työskentelylämpötilan tulee olla vähintään +5°C. Tulee kuitenkin huomioida, että tuotteilla on lähtökohtaisesti hyvin samanlaiset vaatimukset työskentelyolosuhteiden suhteen.

## 4.1 Elastomeeripinnoitteiden ominaisuudet

Opinnäytetyössä tutustutaan kolmeen erilaiseen elastomeeripinnoitteeseen. Nämä tuoteryhmät eroavat toisistaan jonkin verran niin käytön, ainesosien sekä ominaisuuksien puolesta. Polyurea sekoitetaan usein polyuretaaniin mutta se eroaa polyuretaanista siten, että polyureat tuotetaan polyamideista polyolin sijaan, ja ne sisältävätkin urearyhmän uretaanin sijaan. (Ravelast n.d.). Tuotteita yhdistää kuitenkin 100 % kuiva-ainepitoisuus mikä kertoo ympäristöystävällisyydestä sekä VOC päästöjen vähäisyydestä. Lisäksi tuotteet kestävät erittäin hyvin iskuja, hankausta, lämpötilan muutoksia sekä kemikaaleja. Vedeneristeenä elastomeeripinnoitteet ovat täysin saumattomia, elastisia ja suojaavat alustaa korroosiolta. (Coatings n.d.)

”Tuhansienkaan prosenttien murtovenymä ei auta mitään, jos tuote ei ole halkeamat silloittava. Tällä tarkoitetaan sitä, että materiaalin on pystyttävä venymään 0 mm:stä alkaen muutama millimetri. Tällainen aine on viskoelastinen. Halkeamien silloitusta tarvitaan erityisesti betonipinnoilla, koska betoniin saattaa tulla useankin millimetrin halkeama vedeneristysten jälkeen.” (Uretek n.d.)

### 4.1.1 Polyuretaanielastomeeri

Polyuretaanielastomeerit voidaan jakaa kahteen ryhmään, nopea- ja hidasreaktiiviset. Nopeareaktiiviset ruiskutetaan kuumana erikoiskoneilla. Hidasreaktiiviset voidaan ruiskuttaa tai levittää käsin. Tuotetta käytetään useissa erilaisissa vesieristysjärjestelmissä, kuten katoilla, pysäköintitasoilla, silloissa, stadioneilla, iv-konehuoneissa, lattioissa ja altaissa. (Uretek n.d.)

Polyuretaanielastomeerit ovat kaksikomponenttisiä hartseja ja niiden pääkomponentit ovat polyoli, isosyanaatti sekä katalyytit. (Tecropolgroup n.d.). Tuote eroaa kahdesta muusta sekoitussuhteeltaan eikä sitä sen takia voida ruiskuttaa välttämättä samalla kalustolla. Polyuretaanielastomeerit ovat myös herkempiä ilman lämpötilalle sekä kosteudelle levityksen aikana. Lisäksi tuote ei ole riittävän UV-valon ja säänkestävä, jotta sitä voitaisiin käyttää ilman päälle pinnoitusta. (Master builders solutions n.d.)

Käyttämällä oikeanlaista tartuntapohjustetta, polyuretaanielastomeeri voidaan levittää useille alustoille, kuten betonille, teräkselle, bitumisementtilaastille, lasikuituvahvistetulle polyesterille, puutavaralle jne. Ruiskutettavan kansirakenteisiin soveltuvan tuotteen teknisiä tietoja on esitetty alla (TAULUKKO 5). Pinnoittamalla polyuretaani saadaan se kestämään erinomaisesti UV-valoa ja erilaisia säärasituksia. Täten se sopii myös esimerkiksi vesikaton pinnoittamiseen.

Polyuretaanielastomeerin teknisiä tietoja.

Tekniset tiedot*				
Ominaisuudet		Standardi	Tiedot	Yksiköt
Kemiallinen pohja		-	Polyuretaani	-
Sekoitusuhde		A:B	100:70 100:73	Tilavuuden mukaan Painon mukaan
Tiheys (23°C asteessa)	A-komponentti	-	1.06	g/cm <sup>3</sup>
	B-komponentti	-	1.10	g/cm <sup>3</sup>
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-A kovuus		-	80	-
Vetolujuus		DIN 53504	10	N/mm <sup>2</sup>
Venyvyys		DIN 53504	400	%
Repäisyjujuus		DIN 53515	18	N/mm <sup>2</sup>
Vesihöyryn läpäisevyys (1,5mm, 25°C/75% r.h)		BS 3177	19	g/(m <sup>2</sup> .d)

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

TAULUKKO 5 (Master builders solutions n.d.).

#### 4.1.2 Polyurea hybridi

Polyurea-hybridi on kaksikomponenttinen kuumana ruiskutettava vedeneriste-materiaali. Tuotteet ovat hartsipohjaisia ja pääkomponentit ovat polyoli, isosyanaatti sekä polyamiini. (Tecropolgroup n.d.). Tuote on erittäin reaktiivinen ja se levitetään vain kaksikomponenttisiä tuotteita varten suunnitellulla ruis-

kukalustolla. Tuote soveltuu moniin vedeneristyskohteisiin kuten mm. pysäköintialueisiin, korokkeisiin, avomenetelmällä tehtyihin tunneleihin sekä kellareiden vesieristeeksi.

Sopivan tartuntapohjusteen kanssa tuote voidaan levittää useimmille alustoille kuten muun muassa betonille, teräkselle, bitumille, sementtitasoitteelle, lasikuidulla vahvistetulle polyesterille ja puupintaan. Tuotteet eivät yksinään ole UV-valon kestäviä. UV-valon kestävyys saadaan erilaisilla kalvon pintamaaleilla, joita on saatavilla erilaisia kohteesta riippuen. Polyurea-hybridi on ominaisuuksien puolesta hieman polyuretaania parempi tuote, teknisiä tietoja on esitetty alla (TAULUKKO 6). (Master builders solutions n.d.)

#### Polyurea hybridin teknisiä tietoja.

Tekniset tiedot*				
Ominaisuudet		Standardi	Tiedot	Yksiköt
Kemiallinen pohja		-	Polyurea-hybridi	-
Sekoitusuhde		A : B	100 : 100 100 : 106	tilavuuden mukaan painon mukaan
Tiheys (23°C:ssa)	Osa A Osa B	-	1.06 1.08	g/cm <sup>3</sup> g/cm <sup>3</sup>
Viskositeetti +23°C asteessa	Osa A Osa B	-	1725 1800	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 <sup>2</sup>
Venymä	DIN 53504	485	%
Repäisyjujuus	DIN 53515	34	N/mm <sup>2</sup>
Vesihöyryn läpäisevyys (1,5 mm, 25°C/75 % s.k.)	BS 3177	19	g/(m <sup>2</sup> .d)

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

Taulukko 6 (Master builders solutions n.d.).

### 4.1.3 Puhdas polyurea

Puhdas polyurea on kaksikomponenttinen kuumana ruiskutettava erittäin reaktiivinen vedeneriste, jonka pääkomponentit ovat isosyanaatti ja polyamiini. (Tec-nopolgroup n.d.). Puhdas polyurea sopii moniin eri kohteisiin ja tuotetta käytetään muun muassa katoissa, lattioissa, valuma-altaissa ja säiliöissä, höyrünsulkuna, pihakansissa, pysäköintitasoissa, silloissa ja maanalaisissa rakenteissa. Tuotteella on erittäin hyvä kemiallinen ja mekaaninen kestävyys sekä se kestää jatkuvaa upotusta.

Tuote eroaa kahdesta muusta sillä, ettei se ole aivan yhtä vaativa ympäristöolosuhteista asennuksen aikana, kunhan alusta on täysin kuiva. Lisäksi tuotteen mekaaniset ominaisuudet eivät kärsi UV-valosta, mutta pinta voi kellastua ajan kanssa. Kellastuminen on vältettävissä erilaisilla pintalakoilla. Puhdas polyurea on ominaisuuksien puolesta kaikista edellä mainituista kestävin tuote niin mekaaniselta kuin kemialliselta kestävyydeltä. Oikealla tartuntapohjusteella polyurea soveltuu monille eri pinnoille muun muassa betonille, vanerille, lasikuidulle ja teräkselle. Teknisiä tietoja on esitetty taulukoissa (TAULUKKO 7 ja TAULUKKO 8). (Master builders solutions n.d.)

Puhtaan polyurean teknisiä tietoja.

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

TAULUKKO 7 (Master builders solutions n.d.).

## Puhtaan polyurean teknisiä tietoja.

Ominaisuudet	Standardi	Tiedot	Yksikkö
Sekoitetun materiaalin tiheys	EN ISO 2811-1	n. 1,1	g/cm <sup>3</sup>
Shore A -kovuus	-	92	-
Shore D -kovuus	-	42	-
Vetolujuus	DIN 53504	21	N/mm <sup>2</sup>
Murtovenymä	DIN 53504	425	%
Repäisylujuus	DIN 53515	58	N/mm <sup>2</sup>
Staatinnen 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 <sub>FL</sub> -s1	-
Veden kapillaarinen imeytyminen	EN 1062-3	0,002	Kg/m <sup>2</sup> /h <sup>0.5</sup>
Vesihöyryn läpäisykyky (S <sub>D</sub> )	EN ISO 7783-1	< 5 / Luokka I (μ = 3658)	m
CO <sub>2</sub> läpäisykyky (S <sub>D</sub> )	EN 1062-6	>120 (μ = 68950)	m
Sitoutuminen betoniin	EN 1542	>3	N/mm <sup>2</sup>
Tartuntalujuus jäätymis-sulamissykliä jälkeen	EN 13687-1	>3	N/mm <sup>2</sup>
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.

## TAULUKKO 8 (Master builders solutions n.d.).

### 4.1.4 Käyttö- ja tuoteluokat

Elastomeereille ei ole määritelty varsinaisia käyttö- ja tuoteluokituksia, vaan kohteeseen sopivin tuote valitaan yleensä tapauskohtaisesti pinnoitetöitä toteuttavien yritysten toimesta. Lisäksi valmistajien tuotteet voivat erota ominaisuuksiltaan suhteellisen paljon toisistaan. Lähtökohtaisesti puhdas polyurea valitaan kaikista vaativimpiin kohteisiin.

### 4.1.5 Paloluokitus

Polyuretaanilla, polyurea hybridillä sekä puhtaalla polyurealla on mahdollista saavuttaa Broof(t2) paloluokitus, joka vaaditaan myös bitumikermiltä vesikattojen vedeneristyksessä. (Lainattu master builders solutions.) Broof(t2) tarkoittaa ettei tuote ylläpidä paloa eli se on itsestään sammuva. Paloluokitukset ja suositeltavat

käyttökohteet ilmoitetaan tuotteiden teknisissä tiedoissa. Paloluokituksista yksityiskohtaisempaa tietoa on bitumikermin paloluokitus osiossa 3.1.3.

## **4.2 Kalusto ja henkilösuojaimet**

Elastomeerien ruiskutukseen voidaan käyttää vain tarkoitukseen suunniteltuja laitteita. Laadukkaan ja turvallisesti toteutetun lopputuloksen saavuttamiseksi laitteita tulisi käsitellä vain sellaiset henkilöt, joilla on kokemusta ruiskutustyöstä sekä laitteiden käytöstä. Ruiskutustyössä tulee myös käyttää työn luonteen vuoksi asianmukaista suojavaatetusta ja varustusta.

### **4.2.1 Ruiskutuskalusto**

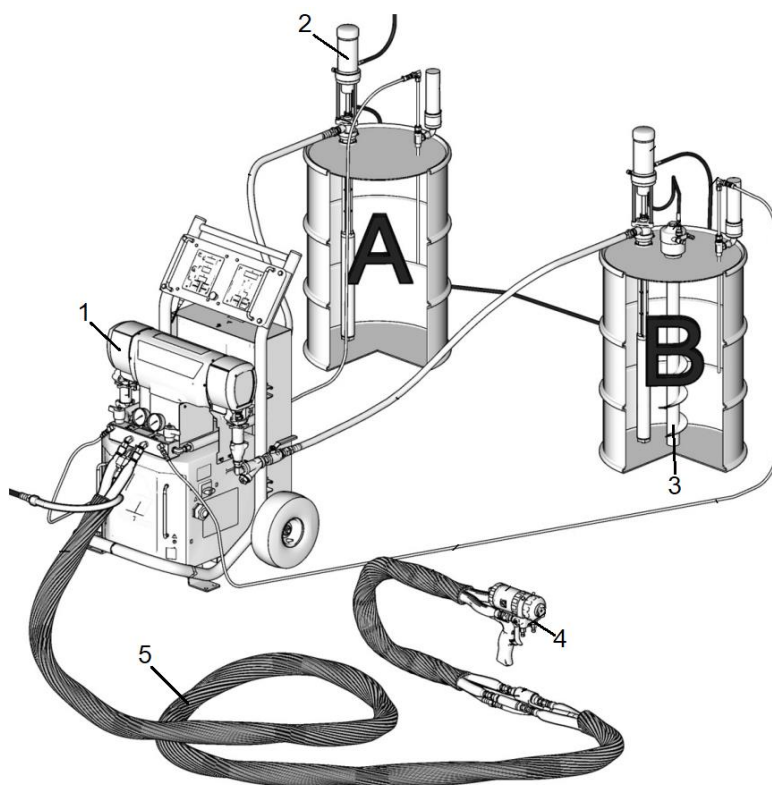
Liikuteltavia ruiskutuskoneita on monia erilaisia niin koon kuin ominaisuuksien puolesta. Koneiden toiminta perustuu paineilmalla, sähköllä tai hydraulisesti toimiviin mäntäkoneisiin. Ruiskutuskoneiden ominaisuudet vaikuttavat suoraan esimerkiksi maksimi paineeseen, tuottonopeuteen, letkujen maksimi pituuteen ja lämmitystehoon. Tehokkailla koneilla on mahdollista ruiskuttaa jopa 100 metriä pitkällä letkulla. Tuottoalueet voivat vaihdella koneesta riippuen 0,35–20 kg/min välillä. Turvallisen työskentelyn ja onnistuneet lopputuloksen aikaansaamiseksi tulee ruiskutuskalusto puhdistaa ja huoltaa säännöllisesti. (Graco n.d.)

Tynnyripumput pumppaavat A ja B komponentteja säiliöistä ruiskutuskoneeseen. Komponentit lämmitetään pumppujärjestelmässä sekä letkuissa olevien vastuksien avulla. Ruiskutuskoneiden tulee kestää korkeita lämpötiloja ja painetta. Komponentit sekoittuvat pistoolissa ruiskutuksen yhteydessä. Lämmitys parantaa komponenttien sekoittumista, alentaa viskositeettiä, lisää reaktionopeutta sekä parantaa työn jälkeä. Puhdas polyurea ja polyurea hybrid pumpataan sekoitussuhteella 100:100 kun taas polyuretaanissa suhde on luokkaa 100:70, joten polyuretaani voi vaatia täysin oman kaluston ruiskutukseen.

Keskikokoinen ruiskutuslaitteiston havainnekuva on esitetty kuvassa (KUVA 5).

Laitteiston oleellisimmat osat ovat:

- 1 Pumppujärjestelmä, joka lämmittää aineet ja pumppaa ne letkuihin.
- 2 Tynnyripumppu syöttää aineet pumppujärjestelmään.
- 3 Tynnyrisekoittaja
- 4 Ruiskutuspistooli
- 5 Lämmityksellä varustettu letku



KUVA 5 Havainne kuva ruiskutuskalustosta (Graco n.d.).

Ruiskutuspistooleja on saatavilla myös monia erilaisia malleja ruiskusuuttimien, jotka valitaan kohteen vaatimusten mukaan (KUVA 6). Pistooleilla on mahdollista säätää ruiskutettavan aineen määrää sekä minkä muotoista jälkeä alustaan ruiskutetaan. Saatavilla on myös ruiskutusrobotteja, jotka tekevät automaattisesti tasaista jälkeä alustaan.





KUVA 6 Ruiskutuspistooli (Graco n.d.).

#### 4.2.2 Henkilösuojaimet

Elastomeerit ovat iholle ja silmiin joutuessa sekä hengittäessä erittäin haitallisia. Tämän vuoksi tekijöiden on aina suojauduttava työhön asian mukaisesti, jotta voidaan välttää tapaturmat sekä sairastumiset. Työn luonteen vuoksi sivullisia ei tulisi olla lähellä ruiskutustyön aikana ilman asiaan kuuluvaa suojausta ja sisätiloissa työskentelyalue tulisi rajata muista tiloista. Vaatetuksen ja suojakäsineiden tulee olla kemikaalin kestäviä ja läpäisemättömiä. Silmät suojataan kemikaaliroiskeuojalaseilla tai visiirillä. Lisäksi tulee aina käyttää työhön soveltuvaa hengityssuojainta, sillä komponenttien reagoitessa syntyy kaasuja. Hengityssuojaimen valintaan vaikuttaa myös työskentelyolosuhteet. Tuotteet ovat myös ympäristölle haitallisia, joten niiden käsittelyyn tulee kiinnittää huomiota. Näiden lisäksi työmaalla työskennellessä pätee samat säännöt kuin bitumikermin asentamisessa. (Teknos n.d.)

#### 4.3 Asennus

Valmis pinta koostuu yleensä kolmesta kerroksesta, tartuntapohjusteesta, kalvosta ja pinnoitteesta. Tartuntapohjuste parantaa kalvon tartuntaa alustaan ja se on käsin sivellettävä. Kalvo on varsinainen vedeneristekerros, mikä on yleensä ruiskutettavaa. Pinnoite on kalvoa UV-valolta sekä säärasiituksilta suojaava käsin

sivellettävä tai ruiskutettava kerros. Pinnoitteita on saatavilla useissa erilaisissa väreissä. Markkinoilla on myös käsin sivellettäviä kalvoja, mutta niiden käyttö on huomattavasti rajoittuneempaa verrattuna ruiskutettaviin tuotteisiin. Käyttökohteet ovat yleensä sisätiloissa esimerkiksi IV-konehuoneen lattiat.

Työn luonteesta johtuen pintojen suojaukseen on panostettava työmaalla. Vedeneristettävän alueen rajat tulee suojata huolellisesti esimerkiksi muovikalvolla. Ruiskutuksessa ilmaan irtoaa myös ”sumua” mikä voi tuulen mukana kulkeutua ja tarttua lähellä oleviin pintoihin. Pintojen putsaaminen jälkikäteen on hyvin työlästä tai jopa mahdotonta, joten ennakoivaan suunnitteluun on panostettava huolella ennen ruiskutuksen aloittamista.

#### 4.3.1 Alustan pohjuste

Pohjusteen tarkoitus on sulkea alustan huokokset ja sitoa pinnan hiukkaset mahdollistaen parhaan mahdollisen tartunnan vedeneristeelle (KUVA 7). Pohjusteita on laaja valikoima eri alustamateriaaleille muun muassa bitumille, betonille, asfaltille, puulle, teräkselle ja alumiinille. Tuotteita ei tule käyttää ristiin sillä tartunta voi heikentyä oleellisesti. Pohjuste levitetään esimerkiksi lastaa käyttäen tasaisesti pinnoitettavalle alueelle nostot mukaan lukien. Pohjusteen tulisi antaa kuuva sateelta suojattuna noin 24 tuntia ennen päälle pinnoitusta.



KUVA 7 Tartuntapohjustettu kansi.

### 4.3.2 Kalvo

Puhdas polyurea, polyurea hybrid ja polyuretaani ruiskutetaan alustaan yksinomaan näille tarkoitettulla ruiskutuskalustolla. Ruiskutuslaitteiston koko voi vaihdella käsin siirrettävistä konttiin sijoitettuihin yksilöihin. Käytettävä laitteisto valitaan kohteen luonteen mukaan. Ruiskutus suoritetaan yleensä kahden hengen työryhmissä, jossa ensimmäinen suorittaa ruiskutuksen ja toinen tekee avustavia töitä muun muassa letkun siirtelyä ja vaihtaa komponenttitynnrejä.

Ruiskutus suoritetaan järjestelmällisesti edestakaisin liikkein, jolloin saadaan hyvä ja tasainen jälki. Yhdellä levityskerralla kalvon paksuudeksi tulee 2–3 mm. Tuotevalmistajien ohjeissa ilmoitettuja suositeltuja paksuuksia yhdellä ruiskutuksella ei tulisi ylittää eikä kerroksen tulisi jäädä myöskään vajaaksi. Lisäkerrokset voidaan ruiskuttaa, kun kalvo on päässyt jäähtymään. Nostot ruiskutetaan samaan tapaan kuin vaakaruisutukset. Erittäin nopean reaktioajan takia pinta kovettuu sekunneissa eikä nostoihin jää valumajälkiä.

Ruiskutus voidaan myös suorittaa robottia käyttäen (KUVA 8). Robotti on pyörillä liikuteltava laite, joka tekee automaattisesti tasaista jälkeä vaakasuuntaisesti samaan tapaan kuin henkilön suorittamana. Robotti soveltuu erinomaisesti suurille alueille pitäen laadun tasaisena koko suorituksen ajan sekä säästää työryhmän voimia ja parantaa työsaavutusta.



KUVA 8 Ruiskutusrobotti (Kotek n.d.).

### 4.3.3 Pinnoitus

Pinnoitteet ovat kaksikomponenttisia maaleja tai lakkoja, joilla saadaan kalvolle UV-valon ja sään kestävyys. Kunnollisen tartunnan saavuttamiseksi pinnoite levitetään ruiskulla tai siveltämällä viimeistään seuraavana päivänä kalvon ruiskutuksesta. Kalvon tapaan myös pinnoite on erittäin elastinen ja kulutusta kestävä. Lisäksi väri vaihtoehtoja on saatavilla monia erilaisia. Jos kalvo jää suojaan suoralta auringonvalolta, niin pinnoituksen levittäminen ei ole välttämätöntä.

### 4.3.4 Tulityömääräykset

Elastomeereillä pinnoittaminen ei vaadi lainkaan tulitöitä eli tulipalonvaaraa ei asennuksen aikana ole (Lännen pinnoitetyö). Näin ollen asentajilta ei vaadita tulityökorttia eikä ennen töiden aloitusta tarvitse laatia tulityösuunnitelmaa. Bitumikermien asennus on aina tulitöihin kuuluvaa, joten elastomeereillä pinnoittaminen on täysin paloturvallinen vaihtoehto bitumikermin asennukseen verrattuna.

### 4.3.5 Tartuntavetokoe

Kalvon tartunta alustaan varmistetaan tartuntavetokokeella. Vetolaite (KUVA 9) valitaan niiden olosuhteiden ja voimanmittausalueiden mukaan, joissa laitetta tullaan käyttämään. Olosuhdetekijöitä ovat ensisijaisesti pinta- ja pinnoitetyypit, joiden veto- tai tartuntavetolujuutta halutaan tutkia. On otettava huomioon myös, tarvitseeko mittauksia tehdä samalla laitteella pystypinnoilta. (Tiehallinto 2009.)

Ennen tartuntalujuusmittausta vedeneristeen vetoalue rajataan reikäsahalla ympäröivästä alueesta. Vetoalue tarvittaessa karhennetaan hiomalla esimerkiksi hiomapaperilla ja puhdistetaan huolellisesti ennen vetolaikan liimausta. Sää voi vaikuttaa kokeen onnistumiseen ja se suositellaan tehtäväksi +5...+25°C lämpötilassa. (Tiehallinto 2009.)



KUVA 9 Akkukäyttöinen tartuntavetolaite (Tiehallinto 2009).

Eristyksen ja eristysalustan välinen, olennaisesti tavanomaista heikompi tartunta on merkki siitä, että eristystyössä tai eristysmateriaaleissa on todennäköisesti jokin vialla. Huonon tartuntalujuuden toteamisen jälkeen joudutaan aina selvittämään lisäksi huonon tartunnan aiheuttaneet todennäköiset syyt ja heikosti tarttuneen alueen laajuus. (Tiehallinto 2009.)

Tartuntalujuusmittausten yhteydessä on aina otettava huomioon, mistä rajapinnasta tai kerroksesta rakenne murtuu tartuntavetokokeessa. Vain silloin, kun tartunta irtoaa tutkittavasta rajapinnasta eristyksen alapintaa pitkin, on kyseessä puhdas tartuntamurtuma. Usein irtoamispinta voi olla kokonaan tai osittain betonin tai eristyksen sisällä, jolloin tuloksen on ratkaissut murtuneen aineen sisäinen vetolujuus eikä tartunta alustaan. (Tiehallinto 2009.)

Eristyksen tartuntavetolujuus saattaa alittaa vaatimuksen muun muassa seuraavista syistä:

- eristysalusta on ollut liian märkä tai liian kylmä eristystyön aikana
- jälkihoitoainetta ei ole poistettu hiekkapuhalluksella tai muulla riittävän tehokkaalla menetelmällä
- tartuntasivelyaine ei ollut riittävän kuiva eristystyön aikana
- materiaaliviat
- työvirhe

(Tiehallinto 2009.)

## 5 VEDENERISTEEN ALUSTA

Bitumikermit ja elastomeerit soveltuvat monille erilaisille alusta tyypeille. Koska työssä pääpaino on kansirakenteissa, niin betoni on ainoa materiaali, johon otetaan suuremmin kantaa.

Alustan pinnalla, puhtaudella ja suhteellisella kosteudella on erittäin suuri merkitys onnistuneeseen vedeneristykseen. Molemmilla tuotteilla on lisäksi hyvin samanlaiset vaatimukset alustan suhteen. Varsin usein epäonnistunut vedeneristys liittyy liian kosteaan alustaan, huonosti hoidettuun pintaan tai sääolosuhteisiin asennuksen aikana.

### 5.1 Betonialusta

Betonialustana toimii yleensä joko paikalla valettu betonilaatta tai elementeistä tehty laattarakenne. Laattarakenteen päälle valetaan tasausvalu, millä toteutetaan myös mahdollinen vaadittava kaato (vähintään 1:80) vedeneristeelle jos kaato ei toteudu valmiiksi kantavassa rakenteessa.

Tasausvalua valettaessa tulisi alusta kastella mattakosteaksi liian nopean kuivumisen estämiseksi parantaen samalla myös tartuntaa. Betonilaadun tulisi myös olla mahdollisimman vähän kutistuva. Varhaisjälkihoidolla ja valun suojauksella estetään pinnan liian nopea kuivuminen ja sen johdosta syntyvä mahdollinen halkeilu. (RT 103277 2020, 4.)

### 5.2 Alustan hionta ja puhdistus

Jälkihoidon päätyttyä betonipinnasta poistetaan jälkihoitoaine ja sementtiliima hiomalla tai sinkopuhaltamalla. Elastomeeripinnoitteiden kohdalla suositetaan aina sinkopuhallusta. Alustan on oltava myös mahdollisimman tasainen ja sileä, jottei alustan epätasaisuudet vaurioita vedeneristettä. Liian epätasainen alusta hiotaan ja lopullinen betonin pinta tulisi vastata vähintään puuhierrettyä pintaa. Hiottu betonipinta puhdistetaan huolellisesti imuroimalla tai paineilmalla.

### 5.3 Alustan suhteellinen kosteus

Betonialustan suhteellisella kosteudella on suuri merkitys vedeneristyksen onnistuneeseen kiinnittymiseen. Oikean kosteustason saavuttamiseen vaikuttavat olennaisesti betonin ominaisuudet, ympäristöolosuhteet, rakenneratkaisut sekä valetun betonin paksuus. Otollisissa sääolosuhteissa ominaisuuksiltaan nopeasti kuivuvat ja ohuet rakenteet saattavat kuivua jopa viikossa. Huonoimmillaan kuivumiseen voi kulua jopa vuosi. Tästä syystä vedeneristettävän alustan kosteus tulisi mitata ennen asennusta. (BMI Group 2019.)

Soveltuvia alustan kosteuden mittaamenetelmiä ovat esimerkiksi porareikämittaus ja näytepalamittaus. Sisätiloissa kuivumisen kehitys ja seuranta on huomattavasti helpommin hallittavissa kuin esimerkiksi ulkotiloissa, joissa alusta on altis sään vaihteluille. Tästä syystä kansirakenteet sekä muut säälle alttiit rakenteet tulisi sääsuojata, ellei tulevasta säästä voida olla täysin varmoja. (RT 103333 2021, 4.)

Betonin kuivumista on todellisuudessa hyvin vaikeaa arvioida mittaamatta. Olemassa on erilaisia laskutapoja arvioida betonin kuivumista, mutta näissä on keskenään tulosten kanssa suuria eroja ja lisäksi niissä käytetään vakiona pysyvää lämpötilaa. Ainoa varma tapa saada luotettava tulos on mitata suhteellinen kosteus betonista. Kansirakenteet ovat lisäksi varsin usein säältä suojaamattomia mikä heikentää entisestään suhteellisen kosteuden arviointia.

Bitumikermeillä ja elastomeereillä on hyvin samanlaiset vaatimukset alustan suhteellisen kosteuden kanssa. Suhteellinen kosteus saa olla 0–10 mm syvyydestä mitattuna maksimissaan 90 %. Tähän vaikuttaa muun muassa valetun betonin paksuus, laatu, kuivumiseen kulunut aika ja ympäristön ilman kosteus. Lisäksi alustan lämpötilan tulisi olla asennusvaiheessa +3 °C yli kastepisteen. Asennuksia ei suositella tehtäväksi alle +5 °C lämpötiloissa. Kosteissa tai kylmissä alle 5°C sääolosuhteissa vedeneristystyöt tulisi aina toteuttaa sääsuojassa, jolloin voidaan estää sateella kastuminen sekä kosteuden tiivistyminen betonin pintaan. Eristystyön kaikissa vaiheissa ilman suhteellinen kosteus tulisi olla alle 85 %. (BMI Group 2019.)

## 6 ERITYISKOHDAT

Eryityiskohdilla tarkoitetaan vedeneristyksen haastavimpia kohtia muun muassa liikuntasauvoja, ylösnostoja sekä läpivientejä. Eryityiskohdat aiheuttavat vedeneristykselle epäjatkuvuuksia, jotka altistavat asennusvirheille sekä lisäävät riskejä vuotamiselle. Näiden toteutukseen tulisi aina olla olemassa selvät suunnitelmat ja detaljit. Suunnitteluvaiheessa tulisi jo kiinnittää huomiota siihen, että erityiskohdat jäisivät mahdollisimman vähäisiksi kansirakenteissa.

Liikuntasauvojen tarkoituksena on estää rasiutusten siirtyminen rakenneosasta toiseen ja mahdollistaa samalla eri rakenteiden vapaat liikkeet. Liikuntasauvoihin kohdistuvat voimat ja liikkeet pyritään arvioimaan suunnittelussa, jotta liikuntasauvojen toteutus voidaan toteuttaa järkevästi. Betonirakenteissa liikuntasauvojen tarkoitus on hallita esimerkiksi virumaa, kutistumasta ja lämpötilan vaihteluista johtuvia liikkeitä. Jos betonirakenteiden vapaat liikkeet estetään, syntyy niihin niin sanottuja pakkovoimia. Pahimmassa tapauksessa pakkovoimat aiheuttavat rakenteiden halkeilua. (Elementtisuunnittelu n.d.)

Ylösnostot ovat tärkeitä vedeneristyksen toiminnan kannalta. Niiden avulla varmistetaan, ettei jostain syystä patoutunut vesi pääse tunkeutumaan vedeneristyksen alle ja sitä kautta rakenteisiin. Normaalisti ylösnoston korkeus on 300 mm valmiin rakenteen pinnasta sekä katolla vähintään 100 mm padotuskorkeuden yläpuolella. Ovien kynnyksen kohdalla voidaan sallia matalampi, vain 100 mm:n ylösnosto, mutta tällöin on varmistuttava, että liitos ovirakenteisiin ja seinään on ehdottoman vesitiivis. (Kattoliitto Ry 2019, 37.)

Liikuntasauvoista ja ylösnostoista poiketen läpiviennit eivät ole aina välttämätön ratkaisu kansirakenteissa vaan hyvällä suunnittelulla ne voidaan poistaa jopa kokonaan vaakapinnoilta. Läpivientejä syntyy, kun kannen läpi joudutaan viemään esimerkiksi sadevesiputkia tai talotekniikkaan liittyviä osia. Koska läpiviennit lävistävät vedeneristettävän rakenteen, tulisi niiden määrä saada mahdollisimman vähäiseksi.

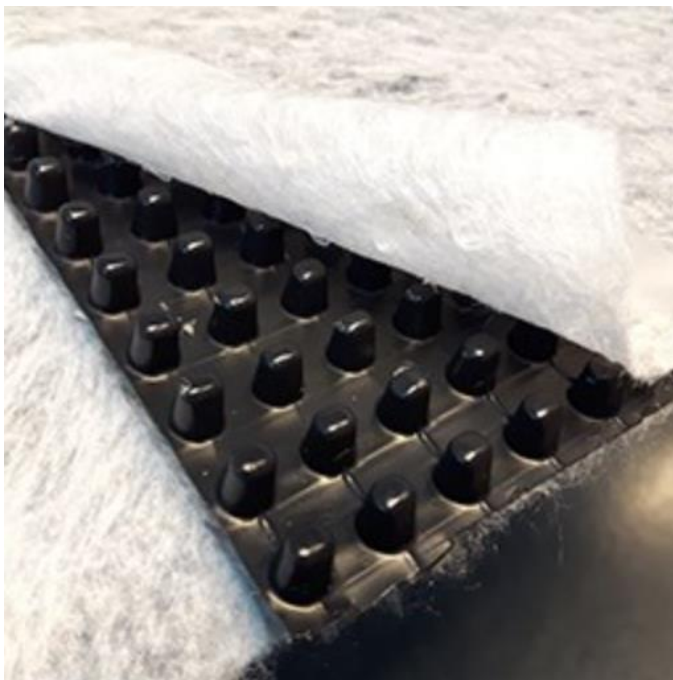


## 6.1 Liikuntasaumat

Kansirakenteiden liikuntasaumat ovat erityisen vuotoherkkiä ja niitä tulisi suunnittelu vaiheessa välttää mahdollisuuksien mukaan. Liikuntasaumojen vedeneristykseen pettäminen on yksi yleisimmistä kansirakenteiden vuotamiseen johtaneista syistä. Haasteita pitkäikäiseen ja toimivaan vedeneristykseen tuo liikuntasauaman suhteellisen suuri eläminen vuoden aikojen mukaan. Vedeneristykseen tehdään liikuntasauama, jos alustan liikkeet ovat suuremmat kuin mitä vedeneristys muodonmuutoksiltaan kestävä. Liikuntasauama toteutetaan siten, että vedeneristys irrotetaan alustastaan irrotuskaistalla. Liikuntasauमारakenteen ei tule kuitenkaan olla ympäröivää vedeneristettä vetolujuudellaan suurempi. Vedeneristykseen toteutuksen kanssa tuleekin olla erityisen huolellinen ja noudattaa työselityksen antamia ohjeita. (RT 103277 2020,14.)

Erytisen tärkeää on sijoittaa liikuntasaumat kallistuksien harjakohtaan, jotta vesi ei jäisi seisomaan saumojen päälle. Metrin matkalla kallistuksen tulisi olla 10–20 mm molempiin suuntiin. Kansirakenteet eivät aina ole asemaltaan vaakatasossa vaan on varsin yleinen rakenne, että pitkä parkkihalli laskee pituussuunnassa. Tällaisissa tapauksissa on vaarana, että vesi virtaa koko matkalta kaikkien liikuntasaumojen yli kallistuksista huolimatta. Laskun tulisi tässä tapauksessa olla jyrkempi leveyssuunnassa kuin pituussuunnassa.

Vedeneristeen päälle asennetaan salaojamatto koko kannen alalta. Salaojamatton tehtävänä on toimia salaojakerroksena ja pitää rakenne kuivana. Salaojakerros estää myös veden jäätymisestä aiheutuvia vaurioita. Käytettäväksi suositellaan esimerkiksi kaksikerroksisia salaojamattoja (KUVA 10), joissa suodatin kangas estää maton kanavien tukkeutumisen.

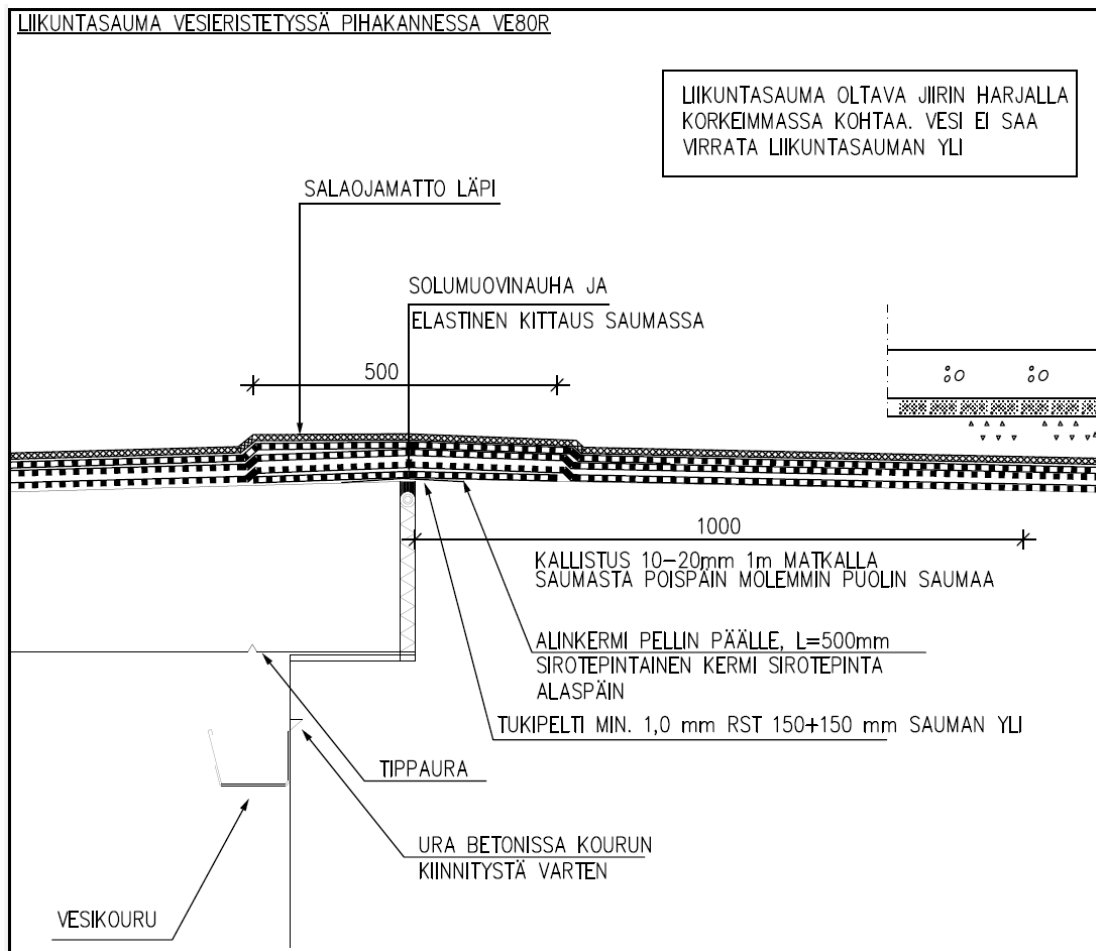


KUVA 10 Salaojamatto (Kerabit n.d.).

### 6.1.1 Bitumikermillä

Kansirakenteissa bitumikermien käyttöluokan vaatimuksena on VE80R eli 3 kermiä päällekkäin. Kuvassa (KUVA 11) on esitetty jälkijännitetyn kansirakenteen liikuntasauaman vedeneristys. Liikuntasauomien kohdalla vedeneristeelle tehdään liikuntasuma irrottamalla aluskermi alustastaan 500 mm leveydeltä. Jos kermiä kiinnittää kauttaaltaan liikuntasauaman päälle, ovat liikkeistä aiheutuvat voimat niin suuria pienelle alueelle, että kermi repeytyy kahtia. Vedeneristeen liikuntasaumalla mahdollistetaan liikkeet suuremmalle alalle.

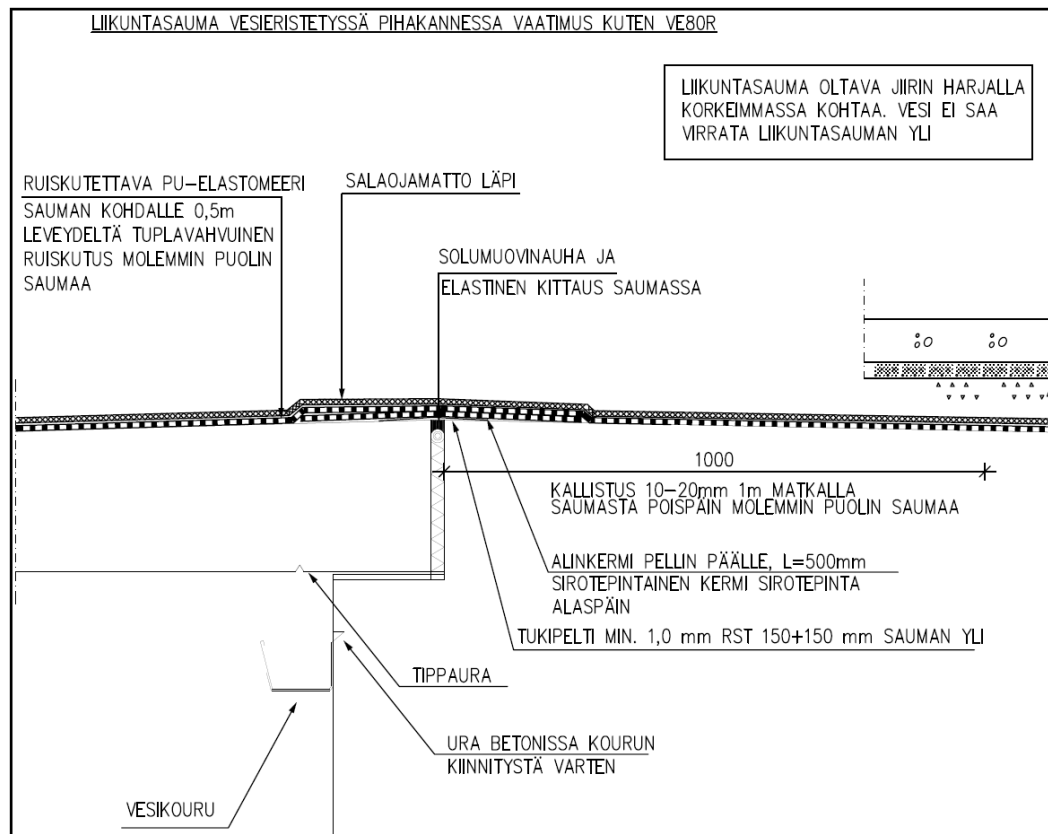
Kermien irrotus alustasta toteutetaan siten, että alimmaisena liikuntasauaman suojana on tukipelti, jonka päälle asetetaan kermi sirotepinta alaspäin. Loput kermit asennetaan normaaliin tapaan sirotepinta ylöspäin irrotuskaistan päälle. Jossain tapauksissa liikuntasauaman kohdalla kaikki kermit irrotetaan toisistaan kerrosten väliin sijoitetuilla silikonoiduilla papereilla tai kermeillä sirotepinta alaspäin.



KUVA 11 Kansirakenteen liikuntasauman vedeneristys bitumikermillä.

### 6.1.2 Elastomeeripinnoitteella

Kaikki kolme käsiteltyä elastomeeri tyyppiä soveltuvat kansirakenteiden vedeneristykseen. Huomattavasti bitumikermiä paremmasta venymästä huolimatta vedeneristys tulee irrottaa samalla tapaa alustastaan liikuntasauman ympäriltä. Irrotus voidaan tehdä samalla menetelmällä kuin bitumikermin kohdalla eli tuki Pellin päälle sirotepintainen kermi sirotepinta alaspäin (KUVA 12). Sauman kohdalle ruiskutetaan tuplavahvuinen kerros molemmin puolin saumaa 0,5 metrin leveydeltä.



Kuva 12 Kansirakenteen liikuntasäuran vedeneristys ruiskutettavalla elastomeerillä.

## 6.2 Ylösnostot

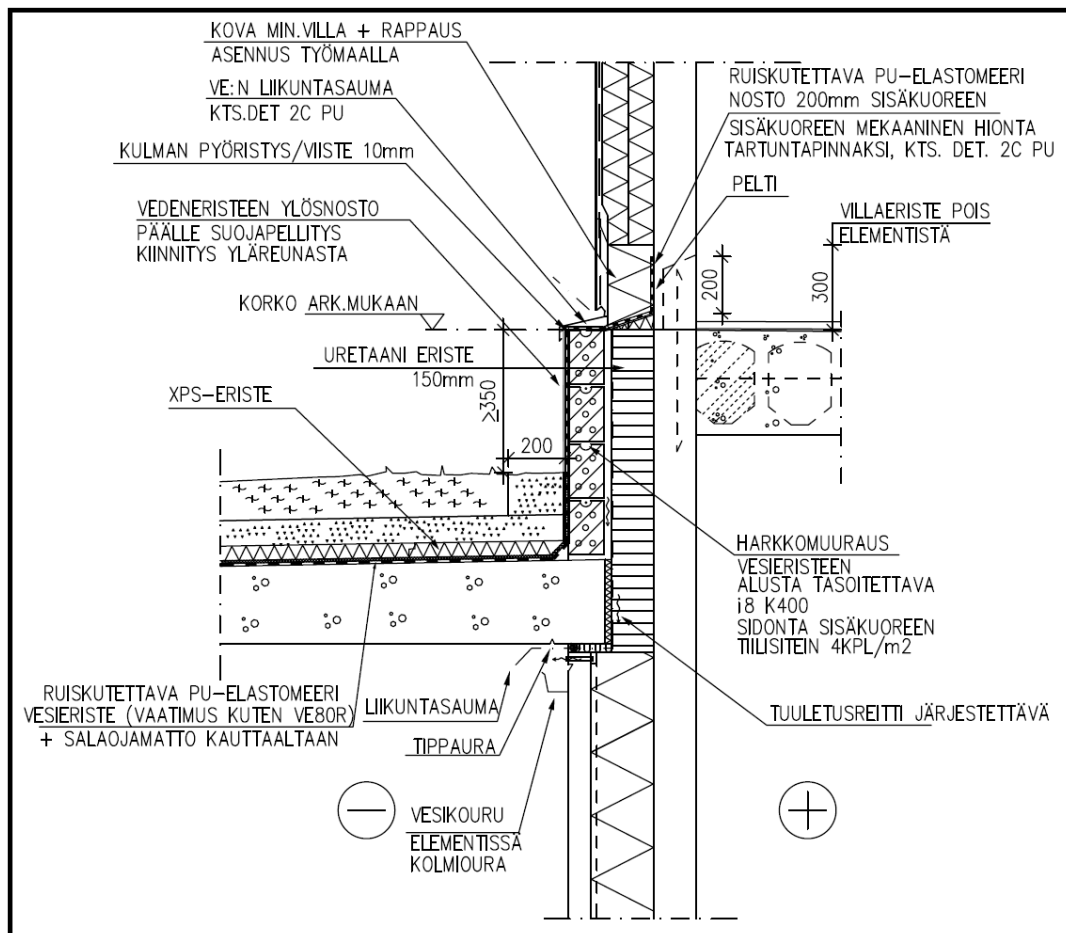
Vedeneristys nostetaan siihen liittyville pystypinnoille vähintään 300 mm:n korkeuteen valmiin rakenteen pinnasta. Istutusalueiden multavara otetaan myös huomioon. Vaaka- ja pystyrakenteen liitoskohdissa saattaa esiintyä rakenteiden lämpö- tai kosteusliikkeitä. Nämä kohdat suunnitellaan kohdekohtaisesti siten, että vedeneristys kestää liikkeitä vaurioitumatta. Tarvittaessa näihin kohtiin tehdään liikuntasäura. (RT 103277 2020, 10.)

Ylösnoston yhteyteen tulee liikuntasäura, jos kansi yhdistyy esimerkiksi viereiseen rakennukseen. Tämän tyyppiset rakenteet ovat myös erityisen riskialttiita vuotamiselle ja voivat saada suurtakin vahinkoa aikaiseksi, jos vesi pääsee vuotavasta saumasta esimerkiksi elementin villatilaan.

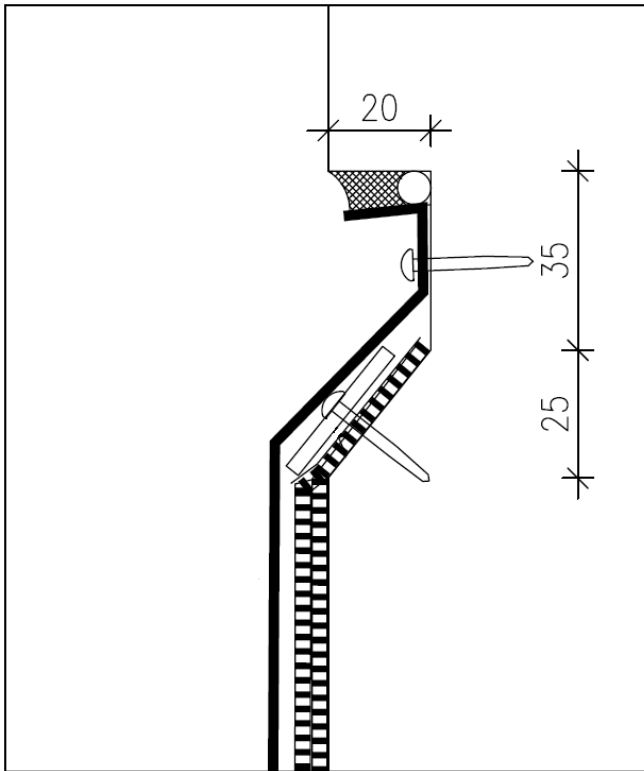
Ylösnostojen juureen sekä kaikkiin taitoskohtiin tehdään viisteet, jotka parantavat vedeneristeen tartuntaa pintaan sekä vähentävät riskiä murtumiselle. Viisteen toteutukseen on olemassa erilaisia tapoja muun muassa laastiviiste, bitumiholkka

ja pellillä toteutettu viiste. Jos vedeneristeen nosto jää näkyvälle pinnalle tulee se suojata esimerkiksi pellityksellä. Ulkonäöllisten syiden lisäksi pellitys suojaa vedeneristettä muun muassa suoralta UV-valolta, ulkoisilta rasituksilta, parantaa vedenohjausta sekä pitää vedeneristeen kuivana.

Vedeneristeen liikuntasaumot nostojen juuressa voidaan välttää jossain tapauksissa rakentamalla esimerkiksi erillinen sokkeli kansirakenteen päälle viereisen rakennuksen seinää vasten (KUVA 13). Tässä tapauksessa rakenteiden välinen liikuntasäuma suojataan pellityksellä. Pelti kiinnitetään viereisen rakennuksen seinän uraan (KUVA 14) ja tuodaan kansirakenteen sokkelin yli. Liikuntasäuma on tässä tapauksessa erittäin hyvin suojassa vedeltä eikä vedeneristeeseen kohdistu ylimääräisiä rasituksia.



KUVA 13 Esimerkki vedeneristeen nostosta välttämällä liikuntasäuman.



KUVA 14 esimerkki kermin ja suojapellin kiinnittämisestä seinään.

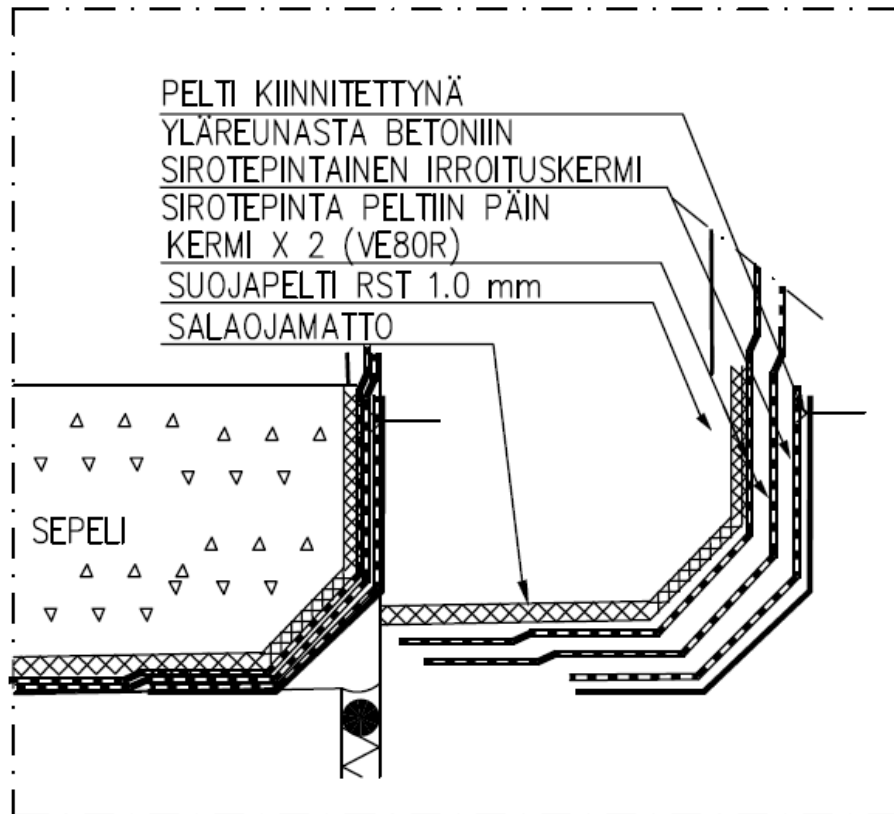
### 6.2.1 Bitumikermillä

Kermit kiinnitetään aina kauttaaltaan pystypinnoille sekä lisäksi mekaanisesti yläreunasta suunnittelijan ohjeen mukaan. Asentaessa tulee myös huolehtia siitä, että kermit limitetään oikein pystypinnalle. Kermin vaakalimityksen tulee olla vähintään 150 mm ja ylösnoston 300 mm valmiista rakenteen pinnasta (KUVA 15).



KUVA 15 Bitumikermin nosto seinälle.

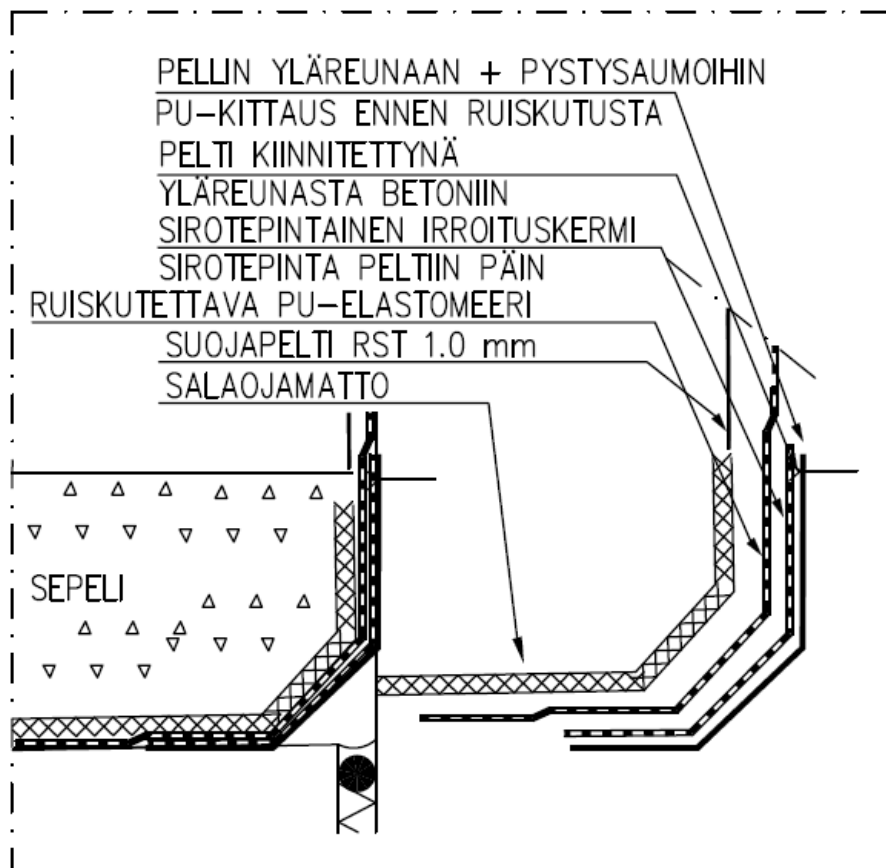
Ylösnostot liikuntasaumojen kohdalla toteutetaan hyvin samanlailla kuin vaakapinnoilla (KUVA 16). Sirotepintainen kermi asetetaan irrotuskaistaksi sirotepinta alaspäin peltiä vasten, joka on kiinnitetty yläreunasta betoniin. Loput kermi asetetaan normaalisti irrotuskaistan päälle. Kermien ylösnostot tehdään aina erillisillä ylösnostokaistoilla suunnittelijan ohjeiden mukaan.



KUVA 16 Ylösnoston juuren toteutus bitumikermillä.

### 6.2.2 Elastomeeripinnoitteella

Ruiskutettavan vedeneristeen ylösnosto toteutetaan samalla periaatteella kuin bitumikermillä (KUVA 17). Ylösnostojen vedeneristäminen toteutuu huomattavasti nopeammin, sillä saumattomuuden ansiosta kaikki pinnat voidaan eristää samalla kertaa eikä mekaanisia kiinnityksiä tehdä nostojen yläreunaan. Kalvo-  
maisesta rakenteesta huolimatta ylösnostojen juureen tulee tehdä viiste samaan tapaan kuin bitumikermillä.



KUVA 17 Ylösnoston juuren toteutus ruiskutettavalla elastomeerillä.

### 6.3 Läpiviennit

Vedeneristyksen läpiviennit liitetään vedenpitävästi vedeneristykseen. Läpivientien määrä tulisi minimoida ja tarvittaessa keskittää niitä yhteiseen kotelorakenteeseen. Mikäli mahdollista, läpiviennit sijoitetaan pystypinnoille vaakapinnan sijasta. (RT 103277 2020, 15.)

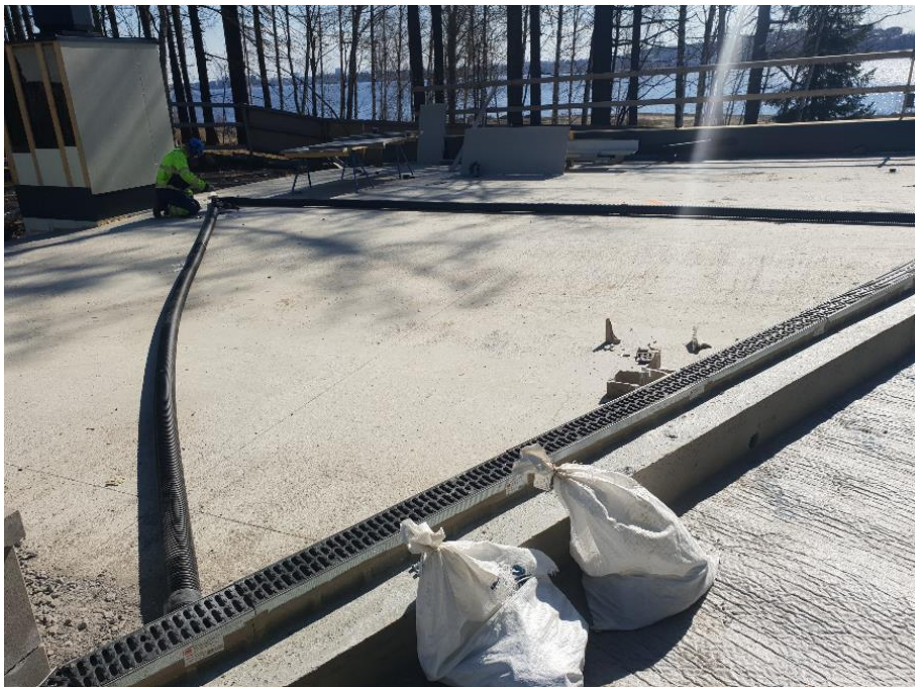
Yleisimpiä läpivientejä syntyy kannen sadevesikaivoista, joiden vedenpoisto lävistää kantavan rakenteen. Läpivientejä voi joutua myös tekemään talotekniikkaan liittyvissä asioissa. Läpivientien kondenssi- ja vedeneristys tulee toteuttaa huolellisesti ohjeiden mukaan.

#### 6.3.1 Kaivot

Läpivientejä kaivojen kohdalla on helppo vähentää suosimalla linjakaivoja, jotka keräävät sadevedet laajemmalla alueella samaan järjestelmään. Kannen kaatojen toteutus yksinkertaistuu myös huomattavasti, kun sadevesiä ei tarvitse ohjata

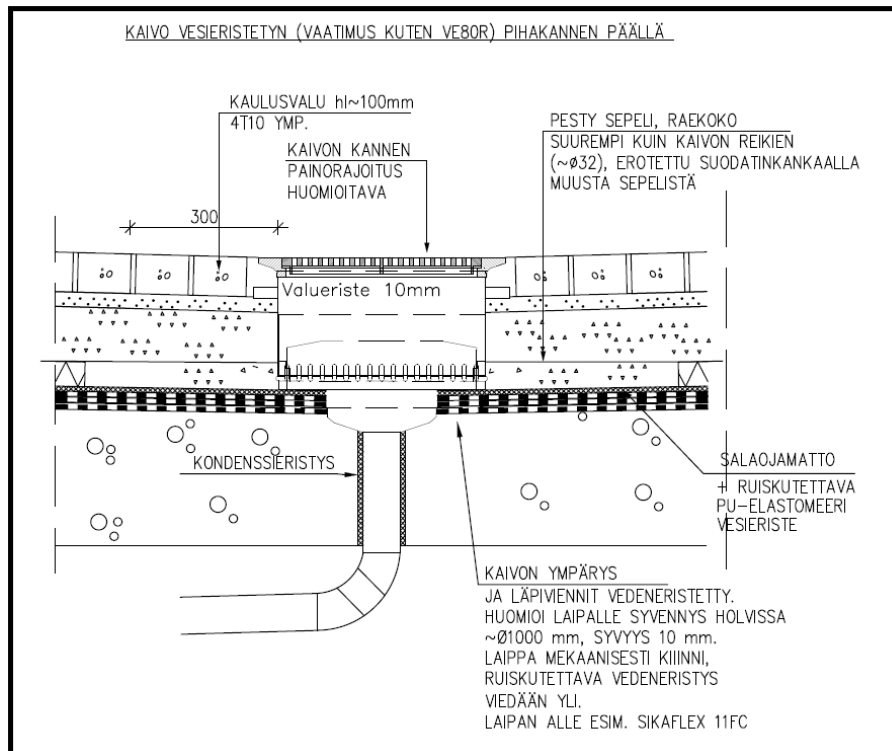


moneen eri suuntaan. Sadevesiputket ovat jossain tapauksissa mahdollista sijoittaa kulkemaan esimerkiksi käännytyissä / kylmissä rakenteissa suojabetonilaa-  
tan päällä olevaan salaojakerrokseen (KUVA 18). Tällöin vedet voidaan ohjata esimerkiksi kannen ulkopuolelle perusvesikaivoon tai vähentää huomattavasti kannen lävistäviä kaivoja johdattamalla monen kaivon vedet samaan pisteeseen. Kannen pintarakenteet ja varustus voivat vaikuttaa merkittävästi sadevesien hallittuun poistamiseen kannelta. Kansilla tulisi välttää sokkelomaisia ratkaisuja, jotka voivat aiheuttaa esimerkiksi veden patoutumista tiettyihin kohtiin.



Kuva 18 Linjakaivon sadevesiputkien asennusta.

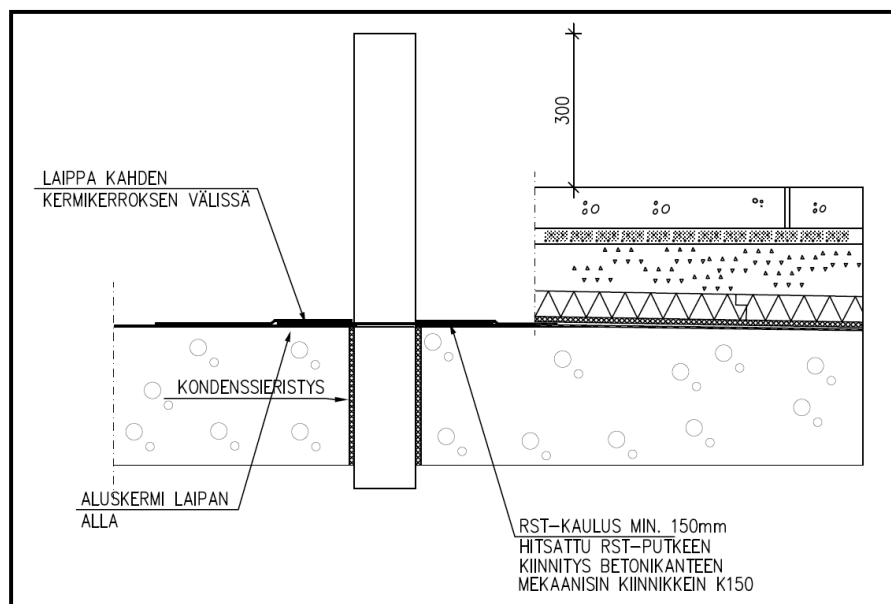
Linjakaivojen tai salaojakerroksen hyödyntäminen ei ole aina mahdollista ja perinteiset sadevesikaivot ovat vielä yleinen ratkaisu (KUVA 19). Kaivojen laipat kiinnitetään mekaanisesti alustaan ja vedeneristetään päältä kauttaaltaan. Vedeneristys toteutetaan samalla tavalla bitumikermillä sekä ruiskutettavilla elastomeereillä. Sadevesikaivo kerää vedet myös salaojakerroksesta ja tämän takia salaojasepelin tulee olla suodatinkankaalla erotettu, pesty sekä raekooltaan suurempaa kuin kaivon reikien. Kantavan rakenteen lävistävä poistoputki kondenssieristetään putken ympäriltä.



KUVA 19 Kannen lävistävän kaivon rakenne.

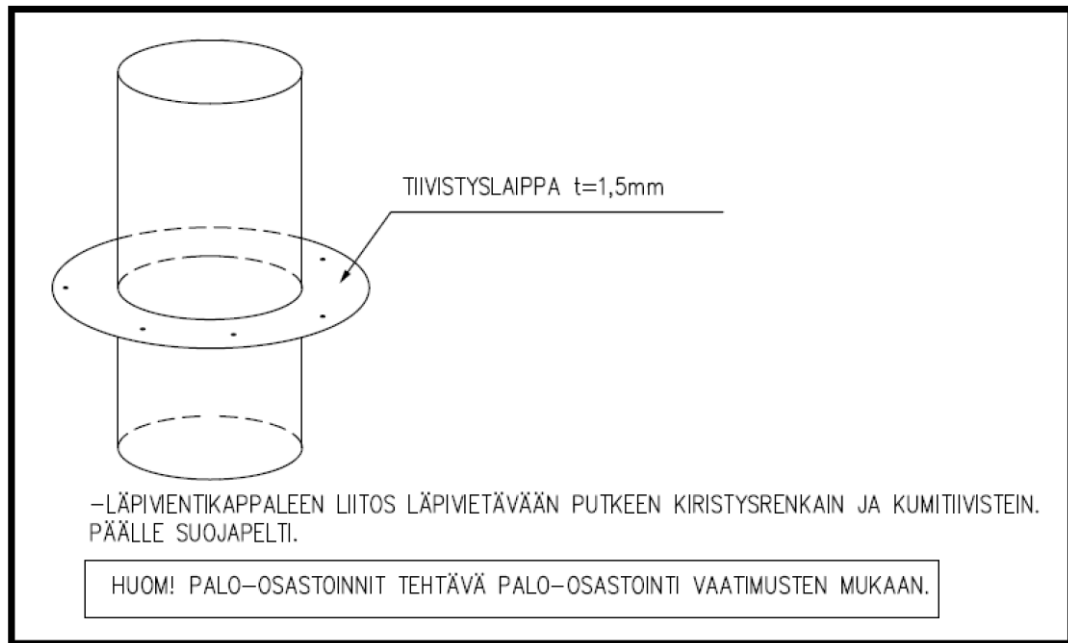
### 6.3.2 Läpivientiputki

Läpivientiputkia kannen lävistävästi voidaan joutua tekemään, jos esimerkiksi sähköjä ei voida tuoda seinän kautta (KUVA 20). Putken yläpään tulee olla vähintään 300 mm valmiin pintarakenteen yläpuolella sokkeliylösnoston tapaan sekä suojattu sadevedeltä. Putki kondenssieristetään läpiviennin alueelta tiiviisti.



KUVA 20 Esimerkki läpivientiputken asennuksesta.

Läpivientiputkissa tulee olla kiinteä kaulus mikä kiinnitetään mekaanisesti kannen alustaan (KUVA 21). Laipan alle asennetaan aluskermi ja päälle loput vaadittavat kermit tai ruiskutettava vedeneriste. Läpivientien toteutuksessa tulee myös huomioida palo-osastointi vaatimukset.



KUVA 21 Läpivientiputken rakenne.

## 7 TYÖSAAVUTUKSET JA KUSTANNUKSET

Tässä luvussa käsitellään tuotteiden eroja työsaavutuksissa sekä kustannuksissa. Näihin vaikuttavat oleellisesti millainen kohde on kyseessä sekä monet muut seikat, joten tulokset ovat suuntaa antavia. Esimerkkinä on käytetty 1000 m<sup>2</sup> kokoisen kansirakenteen vaakapinnan vedeneristystä.

### 7.1 Työsaavutus

Työsaavutusten laskentaa hyödynnetään rakennustöiden eri tehtävien keston arviointiin karkeasti. Työsaavutuksien laskemisesta on suuri apu työohjauksessa sekä aikataulusuunnittelussa.

”Ratu Aikataulukirja on rakentamisen ajallisen suunnittelun tiedosto ja työkirja. Se sisältää sekä uudisrakentamisen että korjausrakentamisen tietoa kaikilla aikataulutasoilla. Kirja on tarkoitettu työnsuunnittelijoille, työmaainsinööreille ja työnjohtajille tuotannonsuunnitteluun ja -ohjaukseen. Kirja sopii perus- ja täydennyskoulutukseen.” (Ratu KI-6028 2015, 5.)

#### 7.1.1 Bitumikermillä

Bitumikermin asentamisessa työsaavutus on laskettu Ratu aikataulukirjan mukaan käyttäen työryhmänä RAM + RM. Työn kestoon vaikuttaa oleellisesti kohteen vaatimukset. Esimerkiksi VE80R luokituksen kansirakenteen vedeneristys vaatii kolme eristyskerrosta, kun taas VE80 kaksi kerrosta. Vedeneristyksen erityiskohtien toteutus vaatii huolellisuutta ja täten myös oman aikansa.

Alla on esimerkki 1000m<sup>2</sup> työsaavutuksesta, kun kannen vedeneristys toteutetaan VE80R luokituksella ja kiinnitystavaltaan hitsauksella. Tulee kuitenkin huomioida työsaavutuksen olevan suuntaa antava, sillä todellisuudessa monet eri tekijät voivat vaikuttaa työn nopeuteen.

Työsaavutus RAM + RM 193 m<sup>2</sup> / tv  
 (3 x 1000 m<sup>2</sup>) / 193 m<sup>2</sup> / tv = 15,5 tv

Laskukaavan mukaan 1000m<sup>2</sup> kokoisen kannen vedeneristämiseen menisi hie-  
man päälle kolme viikkoa. Työsaavutuksessa ei ole huomioitu alustan hiontaa ja  
pohjustusta. Molempiin toimenpiteisiin voidaan varata 1–2 päivää. Lisäksi mah-  
dollisten erityiskohtien toteutusta ei ole huomioitu. Oman kokemuksen pohjalta  
kolme viikkoa noin 1000m<sup>2</sup> kannen vaakapintojen vedeneristämiseen on realisti-  
nen. Jos mukaan lasketaan lisäksi alustan hionta ja pohjustus, kuluu aikaa yh-  
teensä noin 4 viikon verran.

### 7.1.2 Elastomeeripinnoitteella

Vedeneristeen ruiskutuksesta ei ole Ratu aikataulukirjassa mainintaa. Työn no-  
peuteen vaikuttaa urakoitsijan tapa toimia. Työn luonteen vuoksi asennus on erit-  
täin nopeaa verrattuna esimerkiksi bitumikermiin. Ruiskutuksella voidaan saada  
jopa satoja neliömetrejä tunnissa valmista pintaa ja 1000m<sup>2</sup> kokoinen kansi on  
mahdollista saada jopa päivän aikana vedeneristettyä.

Esimerkkinä kannen (1000m<sup>2</sup>) vedeneristykselle käytetään urakoitsijan antamaa  
arviota.

- Alustan sinkopuhallus 1–2 päivää
- Primerointi ja suojaukset 1 päivä
- Vedeneristys (2,5 mm) 1–2 päivää

Ruiskutettavan vedeneristeen työhön menee noin neljäsosa siitä ajasta mitä ku-  
luu bitumikermin asennukseen, jos laskuun otetaan mukaan myös alustan hi-  
onta sekä primerointi.

## 7.2 Kustannukset

Kustannukset on laskettu bitumikermin kohdalla tarjoushinnoittelusta ja elasto-  
meeripinnoitteiden osalta urakoitsijan antamilla arvioilla. Elastomeeripinnoittei-  
den kustannusarvio m<sup>2</sup> kohti sisältää myös alustan hionnan sinkopuhaltamalla.

Bitumikermin kohdalla m<sup>2</sup> hinnoittelu perustuu käytettävään tuote- ja käyttöluok-  
kaan. Näistä VE80R eristys on kallein vaihtoehto. Vedeneristäessä esimerkiksi

sokkeleita, tukimuureja ja seiniä hinta laskee huomattavasti 12,3 € / m<sup>2</sup>. Elastomeeripinnoitteilla m<sup>2</sup> hinta on taas sama kaikille rakenteen osille ja näin ollen bitumikermi tulee paljon halvemmaksi tietyissä tapauksissa.

### **7.2.1 Bitumikermillä**

Vertailuun otettiin mukaan yhden urakoitsijan tarjoushinnoittelu VE80R käyttöluokan vedeneristykselle sisältäen primeroinnit. Vaakapintaisen alustan vedeneristys (3 kermiä + primerointi) hinta oli 25,10 € / m<sup>2</sup>.

Kustannuksien summaksi saadaan arviolta 25 100 €

Urakoitsija tarjoaa myös alustan sinkopuhallusta yksikköhinnalla 3,9 € / m<sup>2</sup>.

Tällöin kustannusten kokonaishinnaksi saadaan 29 000 €

### **7.2.2 Elastomeeripinnoitteella**

Elastomeeripinnoituksen kustannukset on laskettu 2,5 mm kalvolle käytettäessä polyureaa, sisältäen myös alustan hionnan sinkopuhaltamalla, suojaukset sekä primeroinnin. Kokonaishinnaksi arvioitiin noin 30 € / m<sup>2</sup>. Neliöhinnat voivat vaihdella jonkin verran eri tuotteiden välillä. Polyurea on näistä lähtökohtaisesti kallein vaihtoehto.

Kustannuksien summaksi saadaan arviolta 30 000 €

Kokonaiskustannukset tulivat näillä hinnoilla polyurean kohdalla hieman kalliimmiksi kuin bitumikermillä. Tulee kuitenkin huomioida aikataulullisesti saatava suuri etu työn nopeudessa verrattuna bitumikermin vastaavaan.

## 8 VIRHEISIIN JOHTAVIA TEKIJÖITÄ

Vesi on rakenteiden pahin vihollinen ja virheellisesti toteutetun vedeneristyksen korjaaminen voi koitua hyvin kalliiksi. Tämän takia olisi erittäin tärkeää toteuttaa vedeneristys huolellisesti otollisissa olosuhteissa sekä hyvin esivalmisteltuun alustaan. Epäonnistuneen vedeneristyksen taustalla voi vaikuttaa monta tekijää. Syitä voivat olla esimerkiksi kiireestä johtuva huolimattomuus, huonot sää olosuhteet, huonosti esivalmisteltu alusta, asennusvirheet ja suunnitteluvirheet.

### 8.1 Aikataulu ja sääolosuhteet

Aikataulusta johtuva kiire altistaa helposti huolimattomaan työskentelyyn, jolloin ei välttämättä kiinnitetä esimerkiksi tärkeisiin erityiskohtiin huomiota. Työn laatu yleisesti saattaa kärsiä eikä vedeneristeestä tule tasalaatuinen. Kiireestä johtuen vedeneristeen asennusta saatetaan tehdä jopa kosteassa säässä tai huonosti esivalmisteltuun alustaan.

Huonot sääolosuhteet on yksi merkittävimmistä vedeneristystä jarruttavista tekijöistä. Suomessa kesä on sään puolesta paras kausi ulkona tapahtuville vedeneristystöille. Tulevan kesän säätä on tosin mahdotonta ennustaa ja pahimmassa tapauksessa kohdalle voi sattua hyvin sateinen kausi. Koska vedeneristystä ei saa asentaa märälle alustalle joudutaan töitä jaksottamaan sateettomille päiville. Betonipinta vaatii tosin aikaa kuivumiselle sateiden jälkeen ja kuivan näköinen alusta ei ole välttämättä riittävän kuiva mikä voi altistaa kaasupussien syntymiselle.

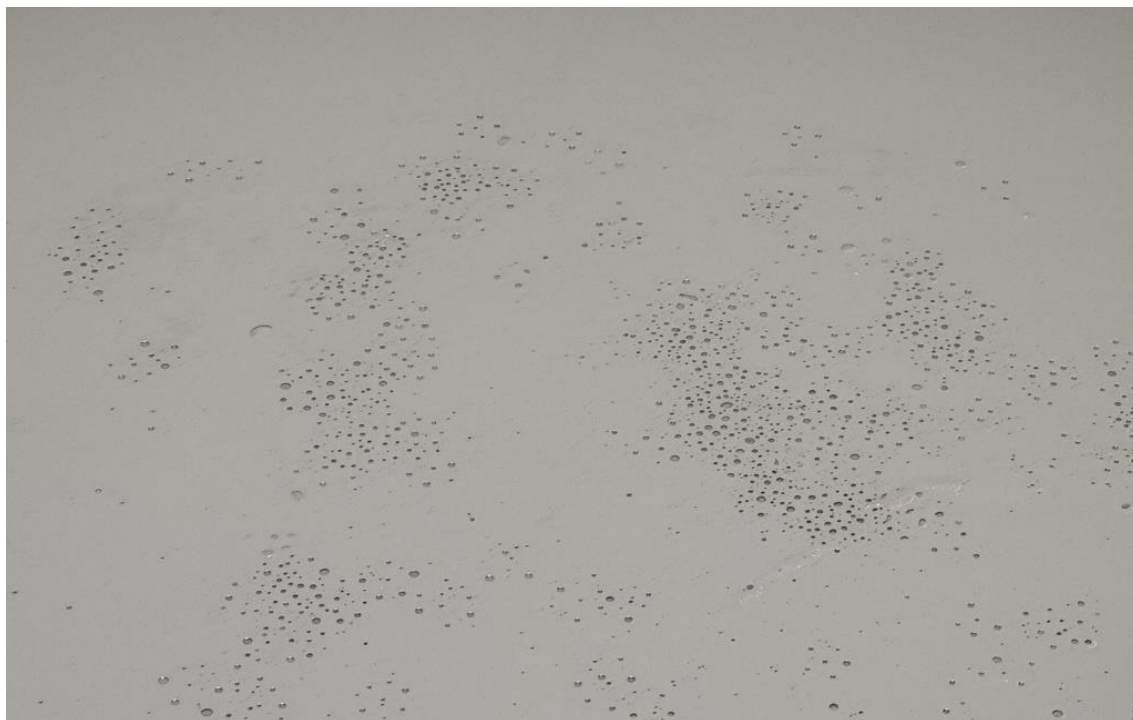
Tehokkain tapa välttää huonon sään vaikutus työntekoon ja laatuun on käyttää sääsuojausta. Kansirakenteet ovat yleensä varsin laajoja ja sääsuojauksen toteuttamisen kanssa voi tulla monia haasteita vastaan. Suurin syy sääsuojauksen pois jäämiseen on kuitenkin raha. Sääsuojaus nostaa huomattavasti rakentamisen aikaisia kustannuksia ja sellaista harvoin työmaalle tulee, ellei siihen ole jo ennakkoon varauduttu kustannuksien osalta. Vaikka sääsuojaus nostaisi rakentamisen aikaisia kuluja voi se olla selvää säästöä tulevaisuudessa sillä huonosti toteutetun vedeneristyksen korjaamisen kustannukset voivat olla moninkertaiset sääsuojaan verrattuna.

## 8.2 Alustan esivalmistelut

Alustan kuivuuden lisäksi puhtaudella on erittäin suuri merkitys vedeneristystyön onnistumiseen. Ennen vedeneristämistä alustan tulee olla hiottu sekä täysin puhdas pölystä, liasta, hienoaineksista ja öljyistä. Vedeneristeen tartuntasivellyllä ei poisteta ongelmaa, jos alusta on likainen tai märkä.

Huonosti esihoidettu alusta aiheuttaa sen, että vedeneristys saattaa irrota alustastaan ja halkeilla. Kansirakenteissa vedeneristys on pintakerrosten alla suojassa ja avaamatta rakenteita vuotokohtia on mahdotonta nähdä. Esimerkiksi laajalta alueelta irronnut kermi voi vaikeuttaa huomattavasti vuotokohdan löytämistä, sillä todellinen vuotokohta vedeneristeessä saattaa olla aivan muualla kuin mistä vesi pääsee alempiin kerroksiin. Tällaisissa tapauksissa voidaan joutua avaamaan kansi hyvin laajalta alueelta.

Ruiskutettavien elastomeerien kohdalla huonosti esivalmistellun tai märän alustan ongelmakohdat ilmenevät nopeasti. Elastomeerit reagoivat lähes välittömästi veden kanssa mikä aiheuttaa kalvoon kuplamaisia reikiä (KUVA 22) tai jopa halkeamia.



KUVA 22 Veden aiheuttamia kuplia polyuretaanin pinnassa.



### 8.3 Asennus- ja suunnitteluvirheet

Asennusvirheet voivat johtua esimerkiksi asentajan kokemattomuudesta tai vääristä työtavoista. Bitumikermin asentajalta ei myöskään vaadita vedeneristäjän sertifikaattia eli käytännössä kuka vain voi vedeneristää esimerkiksi kansirakennetta. Ammattitaito kertyy uudelle työntekijälle yleensä kokeneen asentajan opettamana kuten rakennusalalla yleisesti on tapana. Kokoneidenkin asentajien työtavat voivat myös erota toisistaan paljon ja ”näin on aina tehty” ratkaisu ei välttämättä ole aina se paras tapa toteuttaa.

Työnkuva ruiskutettavia vedeneristeitä käytettäessä on hyvin erilainen verrattuna bitumikermin asennukseen. Tuotevalmistajat tarjoavat esimerkiksi erilaisia sertifioituja koulutuksia ruiskutustyöhön liittyen yrityksille. Elastomeerien erittäin nopeasta kuivumisesta ja työn vaatimuksista johtuen suurille virheille ei ole juuri varaa ja siksi asentajien tulee olla työhön koulutettuja. Inhimillisiä virheitä voi toki sattua kaikille kokemuksesta riippumatta. Elastomeeripinnoitteita suorittavat yritykset ovat myös huomattavan tarkkoja kohteiden esivalmisteluista. Toimihenkilöiden haastatteluista on ilmennyt sellainen seikka, ettei esimerkiksi ilman sääsuojaa ole haluttu ryhtyä vedeneristämään laajaa kansirakennetta ja lopulta on päädytty valitsemaan vedeneristeeksi bitumikermi.

Suunnitteluvirheet eivät myöskään ole tavattomia, sillä niitä voi ilmetä esimerkiksi erityiskohtien detaljeissa ja kannen muodoissa. Detaljeissa voi ilmetä ristiriitoja todellisuuden kanssa tai niitä ei ole suunniteltu parhaalla mahdollisella tavalla toimivuutta ajatellen. Kannen muodoissa voi ilmetä ristiriitoja korkomaailman kanssa mikä voi johtaa ongelmiin kaatojen toteutuksessa ja haitata näin pintavesien hallittua pois ohjaamista. Jotkin suunnitelmat voivat olla myös hyvin haastavia tai mahdottomia toteuttaa käytännössä. Arkkitehdin suunnitelmissa ei myöskään aina huomioida riittävästi rakenteiden toimivuutta käytännössä vaan ulkonäkö merkitsee enemmän.

## 9 POHDINTA

Yhteenvedona voidaan todeta molempien tuotteiden olevan hyviä vedeneristeitä, kunhan asennusohjeita ja vaatimuksia noudatetaan. Elastomeeripinnoitteilla on monia hyviä etuja bitumikermiin verrattuna muun muassa saumattomuus, mekaaninen kesto ja elastisuus. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että elastomeeripinnoite on aina paras vaihtoehto, sillä esimerkiksi sokkeleiden, tukimuurien ja seinien vedeneristykset bitumikermillä tulevat huomattavasti halvemmaksi.

Kansirakenteiden laadukas vedeneristys on monen tekijän summa. Suomessa on lopulta suhteellisen lyhyt kausi toteuttaa vedeneristystä suotuisissa olosuhteissa ulkona ilman sääsuojasta. Kesäkään ei automaattisesti tarkoita lämmintä ja kuivaa kautta vaan se voi hyvinkin olla epävakainen sateiden suhteen. Betonipinnalle vedeneristämisessä alustan suhteellisella kosteudella on suuri vaikutus tartuntaan ja näin kestävään lopputulokseen. Lisäksi aikataulullinen kiire luo paineita työn toteuttamiselle suotuisissa olosuhteissa.

Bitumikermillä sekä elastomeeripinnoitteilla on molemmilla mahdollista toteuttaa kestävä ja pitkäikäinen vedeneristys kunhan noudatetaan asennuksen edellyttämiä vaatimuksia. Elastomeeripinnoitteet reagoivat hyvin herkästi veden kanssa ja asennus sateessa tai kostealle alustalle vaurioittaa kalvoa poikkeuksetta. Bitumikermillä näkyviä vauriota ei välttämättä ilmene, mutta tartunta alustaan huononee oleellisesti ja mahdolliset kaasupussit voivat ilmetä myöhemmin.

Suurimmat riskitekijät ovat kuitenkin liikuntasaumamat. Vuodenaikojen mukaan tapahtuva rakenteiden eläminen rasittaa huomattavasti vedeneristeitä liikuntasumojen kohdalta. Pahimmassa tapauksessa vedeneriste repeää kahtia, jos asennus on tehty virheellisesti. Liikuntasaumoilta ei voida täysin välttyä rakenteita suunniteltaessa ja siksi niiden toteutukseen tulisi kiinnittää huomiota.

Asenne on myös yksi asia mihin olen työmailla kiinnittänyt huomiota. Usein on saanut kuulla tai toisinaan todistaa tilannetta missä urakoitsija on jatkanut töitään, vaikka selvä virhe on ollut havaittavissa. Näissä tapauksissa asiasta pitäisi ilmoittaa työnjohdolle, jotta tilanne korjataan. Nämä tapaukset johtavat yleensä siihen, että joudutaan jälkeinpäin purkamaan ja rakentamaan uusiksi. Laadukkaaseen lopputulokseen päästään hyvällä ennakkosuunnittelulla, riskien tunnistamisella sekä yhteistyöllä niin suunnittelijoiden kuin urakoitsijoidenkin kanssa.

## LÄHTEET

BMI Group. 2021. Vedeneristyksen työohjeet. Luettu 4.1.2022. <https://pim-cdn.bmigroup.com/sys-master-hybris-media/hdb/ha3/8976818896926/Asennusohje-Vedeneristyksen-tyoohjeetpdf>

BMI Group. 2019. Betonialustan vaatimukset bitumikermien kiinnitykselle. Luettu 24.1.2022. <https://pim-cdn.bmigroup.com/sys-master-hybris-media/h4e/hb1/8848971333662/Asennusohje-Betonialustan-vaatimukset-bitumikermien-kiinnityksellepdf>

Coatings. n.d. Polyureapinnoite. Luettu 23.1.2022. <https://www.coatings.fi/polyureapinnoite/>

Elementtisuunnittelu. n.d. Liikuntasaumat. Luettu 21.2.2022 <https://www.elementtisuunnittelu.fi/liitokset/liitosten-toiminta/liikuntasaumat>

Eurofins. n.d. Rakennusmateriaalien ja rakennustuotteiden paloluokitus EN 13501-1. Luettu 8.1.2022. <https://www.eurofins.fi/expertservices/palvelut/tes-taus-ja-tarkastus/rakennusmateriaalien-ja-tuotteiden-palotestaus/paloluokitus-en-13501-1/>

Finlex. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 28 § Kate. Luettu 8.1.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848#Pidm45237816717280>

Graco. n.d. Polyurea spray equipment. Luettu 30.1.2022. <https://www.graco.com/gb/en/contractor/products/protective-coatings-polyurea/polyurea-spray-equipment.html>

Kattoliitto Ry. 2019. Toimivat katot. Luettu 3.1.2022. [https://www.kattoliitto.fi/wp-content/uploads/pdf/Toimivat\\_katot\\_2019\\_netti.pdf](https://www.kattoliitto.fi/wp-content/uploads/pdf/Toimivat_katot_2019_netti.pdf)

Kerabit. n.d. Viherkaton salaojitus- ja vettä varastoivat kerrokset. Luettu 1.3.2022. <https://www.kerabit.fi/tuotteet/viherkatot-ja-kannet/viherkattotuotteet/2-viherkaton-salaojitus-ja-vetta-varastoivat-kerrokset>

Knauf. n.d. Yleistä tulipalosta. Luettu 6.1.2022.

<https://knauf.fi/suunnittelijoille/paloasiat/yleistae-tulipalosta>

Kotek. n.d. Polyureapinnoitukset. Luettu 7.2.2022. <https://kotekservice.com/palvelut/polyureapinnoitukset/>

Lännen pinnoitetyö. n.d. Polyurea. Luettu 8.2.2022. <https://www.lannenpinnoitetyo.fi/polyurea>

Master builders solution. n.d. Master seal. Luettu 25.1.2022. <https://www.master-builders-solutions.com/fi-fi/products/masterseal>

Peltitarvike. n.d. Bitumikeittimen käyttöohje. Luettu 10.1.2022. <https://www.peltitarvike.fi/hs-fs/hub/413659/file-1278277687.pdf?hsLang=fi>

RT 103108. 2019. Perustusten kosteuden ja radonin eristys Katepal Oy. Luettu 24.1.2022.

RT 103277. 2020. Liikennöidyn tason vedeneristykset. Rakennustieto Oy. Luettu 15.3.2022

RT 103333. 2021. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. Luettu 25.1.2022

Ratu KI-6028. 2015. Aikataulukirja 2016. Luettu 21.3.2022.

Ravelast. n.d. PU-elastomeeri. Luettu 30.1.2022.

<https://www.ravelast.com/konserni/tutkimus-ja-kehitys-2/pu-elastomeerit.html>

Spek. n.d. Tulityö. Luettu 17.1.2022. <https://www.spek.fi/koulutus/turvallisuuskortit/tulityo/>

Tecnopolgroup. n.d. Differences between pure polyurea, polyurethane and hybrids. Luettu 31.1.2022. <https://www.tecnopolgroup.com/actualidad/differences-between-pure-polyurea-polyurethane-and-hybrids>

Teknos. n.d. Polyurea. Luettu 1.2.2022.

<https://www.teknos.com/fi-FI/teollisuus/erikoispinnoitteet/polyurea/>

Tiehallinto. 2009. Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus. Luettu 14.2.2022.

[https://julkaisut.vayla.fi/sillat/julkaisut/sillanvedeneristysmittaus\\_2009.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/sillat/julkaisut/sillanvedeneristysmittaus_2009.pdf)

Uretek. n.d. Yleistä elastomeeristä. Luettu 23.1.2022. <https://www.uretek.fi/yleista-elastomeerista.html>