

Otto Hakala

Kermivedeneristyksen ja nestemäisen vedeneristyksen laadunvarmistus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

6.6.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Otto Hakala Kermivedeneristyksen ja nestemäisen vedeneristyksen laadunvarmistus 33 sivua + 1 liitettä 6.6.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	rakentamisen projektinhallinta
Ohjaajat	lehtori Jouni Ruotsalainen aluevastaava Mervi Anttilainen kehityspäällikkö Mikko Moilanen
<p>Opinnäytetyö kirjoitettiin YIT Rakennus Oy:n toimeksiannosta Triplan työmaalla. Työssä tutkittiin ulkopuolisia vedeneristyksiä kokonaisuudessaan, pihakansirakenteita, näiden laadunvarmistusta ja erityiskohtia. Lähdemateriaalina käytettiin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta, internet-lähteitä ja alan ammattilaisten haastatteluja.</p> <p>Työn tavoitteena oli luoda selvitys vedeneristämisen teoriasta, laadunvarmistuksesta sekä paneutua mahdollisiin ongelmakohtiin. Ongelmakohtista tehtiin taulukko, jossa on eritelty ongelmat, niiden syyt ja ehkäisykeinot.</p> <p>Lopputyötä voidaan käyttää ohjeena perehdyttäessä vedeneristämiseen ulkopuolissa vedeneristerakenteissa.</p>	
Avainsanat	Vedeneristys, Pihakansi, Laadunvarmistus

Author Title	Otto Hakala Quality Control in Sprayable and Bitumen Waterproofing
Number of Pages Date	33 pages + 1 appendices 6 June 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Project Management for Construction
Instructors	Jouni Ruotsalainen, Senior Lecturer Mervi Anttilainen, Site Manager Mikko Moilanen, Development Manager
<p>This thesis was written as a commission to YIT Rakennus Oy in the Tripla work site. It examines external waterproofing, yard deck structures and their quality assurance and special structures. The study was done using related literature, internet sources and interviews of the professionals in the field.</p> <p>The main objective was to create a report about the theory of waterproofing, quality assurance and to point out potential problems. One result was a chart where the potential problems are assorted with a possible solution given.</p> <p>The thesis can be used as educational material when getting orientated with waterproofing.</p>	
Keywords	Waterproofing, Yard deck, Quality Assurance

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Bitumikermi	2
2.1	Materiaali	3
2.2	Käsitteitä	3
2.3	Bitumikermien luokitus	5
2.4	Alusta	6
2.5	Asennus	7
2.5.1	Hitsaus	8
2.5.2	Liimaus	9
2.5.3	Mekaaninen kiinnitys	10
2.6	Eryityskohdat	10
2.6.1	Ylösnotot	11
2.6.2	Läpiviennit	14
2.6.3	Kaivot	14
2.6.4	Liikuntasauma	16
3	Nestemäinen vedeneristys	16
3.1	Materiaalit	16
3.2	Alusta	16
3.3	Asennus	17
3.3.1	Tartunta-aine	18
3.3.2	Ruiskutus	18
3.4	Eryityskohdat	19
4	Pihakansi	20
4.1	Käännetty rakenne	21
4.1.1	Lämmöneristetty rakenne	21
4.1.2	Kylmä kansirakenne	23
4.2	Pihakansisuunnitelma	24
4.3	Viherkatot	25
5	Laadunvarmistus	26
5.1	Vedeneristystuotteet	26

5.2	Kiinnitys- ja saumaustarvikkeet	26
5.3	Alusta	27
5.4	Vedeneristystyöt	28
5.4.1	Olosuhteet	28
5.5	Kokeet ja mittaukset	28
5.5.1	Kosteusmittaus	28
5.5.2	Vetokoe	29
5.5.3	Tarkastuslista	30
5.5.4	Vedenpainekoe	30
5.6	Potentiaaliset ongelmat	31
6	Yhteenveto	31
	Lähteet	33
	Liitteet	
	Liite 1. Potentiaalisten ongelmien taulukko	

1 Johdanto

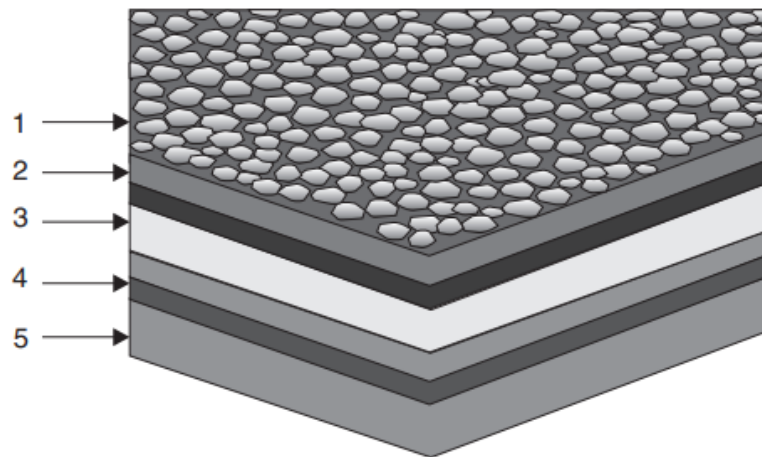
Insinööriyö tehdään YIT Rakennus Oy:n toimitilapuolelle Triplan työmaalla. Työn tavoitteena on tarkastella yleisesti ulkopuolisten rakenteiden vedeneristämisen teoriaa poisluokien jyrkät katot ja perustukset, selvittää tarkemmin pihakansien vedeneristämistä ja sen laadunvarmistusta ja tarkastella kermivedeneristämistä ja nestemäistä vedeneristämistä. Triplan työmaalla tehtävän työn tarkastelu on rajattu koskemaan vain pihakansia, niiden rakenteita, vedeneristystöitä ja laadunvarmistusmenetelmiä. Vedeneristysurakoitsijana Triplan työmaalla toimii tanskalaisomisteinen Icopal Oy. Myös kaikki kohteessa käytettävät vedeneristystuotteet ovat Icopalin valmistamia.

Viime vuosina kosteudenhallinta on ollut vahvasti esillä rakentamisen laadunhallinnassa. Muun muassa homekoulujen ja muiden mediassa laajasti esillä olleiden sisäilmaongelmien takia vedeneristämiseen keskitytään entistä enemmän. Se on tärkeää niin kestävä kehityksen, yleisen terveyden kuin rakennusliikkeen maineenkin takia. Myöskään taloudellista puolta ei sovi unohtaa. Triplan työmaalla tehdään mittavia ja vaativia vedeneristystöitä, mistä idea opinnäytetyölle sai alkunsa. Työssä tarkastellaan vedeneristämisen teoriaa, työmenetelmiä, määräyksiä ja yleisimpiä virheitä.

Tripla on Helsingin keskustan ulkopuolella rakentuva uusi kaupunkikeskus, joka sijaitsee keski-Pasilassa liikenteen leikkauspisteessä. Mall of Tripla on valmistuessaan liiketilojen lukumäärällä mitattuna Suomen suurin kauppakeskus. Vuokrattavaa tilaa on yli 85 000 neliötä noin 250 toimijalle, ja pysäköintipaikkoja on noin 2 350 autolle. Triplan asuinkortteliin nousee kaksi 12-kerroksista asuinrakennusta ja yli 400 asuntoa. Keski-Pasila on yksi Helsingin keskeisimmistä kehityshankkeista. Taustalla on Helsingin kaupungin ja Senaatti-kiinteistöjen järjestämä Keski-Pasilan keskustakorttelin suunnittelukilpailu, jonka YIT:n ehdotus *Tripla* voitti. Triplan pohjoispuolelle kaupunki on kaavoittanut Rata-*pihakorttelit*, joihin rakennetaan asuntoja 3 000 asukkaalle. Triplan eteläpuolelle on tulossa tornitaloalue, jonka suunnittelukilpailu käynnistyi vuonna 2017.

2 Bitumikermi

Bitumikermit ovat tukikerroksellisia vettä läpäisemättömiä vedeneristeitä, joiden eristävänä aineena on bitumi tai modifioitu bitumi. Ne muodostavat joko yksinään tai toisiin tuotteisiin liitettynä yhtenäisen vedeneristyskerroksen. Tukikerrokset koostuvat useimmiten lasikuidusta tai polyesteristä. Modifiointiaineena käytetään yleensä kumibitumia (SBS) tai muovibitumia (APP). Suomessa käytetään pääasiassa tuoteluokkavaatimukset täyttäviä kumibitumikermejä. [1, s. 2; 2, s. 2.]



1. Liuskekivikerros

- kermin mekaaninen suoja
- kermin suoja ultraviolettisäteilyä vastaan
- antaa värin ja ulkonäön
- vaikuttaa paloturvallisuuteen
- liukkaudenesto; työ- ja huoltoturvallisuus

2. bitumimassa

- vedeneristyskerros
- joustavuus ja venymisominaisuudet
- mekaaninen kestävyys
- pitkäaikaiskestävyys

3. tukikerros

- kermin runko
- repäisyjuisuus
- puhkaisulujuus
- mekaaninen kestävyys, vetolujuus
- joustavuus ja venymisominaisuudet

4. bitumimassa

- vedeneristyskerros
- joustavuus ja venymisominaisuudet
- mekaaninen kestävyys

5. kiinnityspinta

- hitsattavassa kermissä kiinnitysbitumi
- liimattavassa kermissä yleensä suoja-hiekka

Kuva 1. Kermin rakennekerrokset. [2.]

2.1 Materiaali

Bitumi on maaöljystä jalostamalla valmistettu hiilivetyä sisältävä tuote, joka liukenee trikloorieteeniin. Normaalilämpötilassa bitumi on joko jähmeää tai puolijähmeää. Lisäaineiden käytöllä eli modifioinnilla siihen saadaan lisättyä haluttuja ominaisuuksia. Yleensä halutaan parantaa toimivuutta ja kestävyyttä. SBS-kumi parantaa bitumikermin kylmänkestävyyttä ja lisää elastisuutta. Myös APP-muovia voidaan lisätä, jolloin massa säilyttää plastisuutensa, mutta parantaa lämmönkesto-ominaisuuksiaan. Kyseistä lisäainetta käytetään nykyään lähinnä Etelä-Euroopassa. [2, s. 2.]

2.2 Käsitteitä

Vedeneristämiseen liittyviä käsitteitä ovat

- Bitumi: Maaöljystä valmistettava jähmeä tai puolijähmeä pää osin hiilivetyjä sisältävä tuote.
- Bitumiliuos: Bitumista ja liuotinaineesta valmistettava liuos, joka voi sisältää lisä- ja täyteaineita. Liuotinaine haihtuu pois seoksesta.
- Aluskermi: Kermi, joka on vedeneristyksen alin kerros.
- Välikermi: Kermikerrosten välissä oleva kermi.
- Pintakermi: Vedeneristyksen päällimmäinen kerros, joka on sään ja ultraviolet-tisäteilyn vaikutukselle alttiina, ellei sen päälle tule vielä lämmöneristettä ja pinta-aattaa.
- Paineentasauskermi: Aluskermi, jonka alapinta on suunniteltu tasaamaan kaasujen paine-eroja.
- Käännetty rakenne: Yläpohjarakenne, jossa vedeneriste on kantavan rakenteen päällä ja lämmöneriste on vedeneristeen päällä.

- Laakerointikerros: Kerros, joka irrottaa vedeneristeen muista rakenteista ja näin estää vaakaliikkeen aiheuttaman haitallisen vaikutuksen.
- Modifioitu bitumi: Bitumia ja sen ominaisuuksia parantavia lisäaineita sisältävä massa.
- Kumibitumi: Bitumi, johon on lisätty SBS-elastomeereja lisäämään elastisuutta alhaisissa lämpötiloissa.
- Muovibitumi: Bitumi, johon on lisätty APP-elastomeeraja lisäämään korkeiden lämpötilojen kestävyttä.
- Puhallettu bitumi: Bitumi, jonka valmistuksessa sulan tislatus bitumin lävitse puhalletaan ilmaa. Bitumin laji ilmaistaan kahdella luvulla. Ensimmäinen tarkoittaa pehmenemispistettä ja jälkimmäinen tunkeumaa, esimerkiksi B100/25.
- Epäjatkua kate: Vedenpaineelle alttiina vettä läpäiseviä saumoja sisältävä kate-rakenne.
- Jatkuva kate: Kauttaaltaan vettä läpäisemätön katerakenne
- Hitsattava kermi: Vedeneristyskermi, johon on valmistusvaiheessa lisätty bitumia kiinnitystä varten. Kiinnitys tapahtuu kuumentamalla bitumi sulaksi liekillä tai kuuma-ilmapuhaltimella.

[2, s. 2.]

2.3 Bitumikermien luokitus

Bitumikermien käyttöluokat jaetaan alustan kaltevuuden mukaan kolmeen eri luokkaan, jotka ovat VE40, VE80 ja VE80R. Näillä kuvataan alustan minimikaltevuutta. Esimerkiksi VE80 tarkoittaa 1:80 kaltevuutta. Seuraavassa taulukossa on määritely kullekin kaltevuudelle hyväksyttävät katerakenteet.

Taulukko 1. Taulukko 1. Bitumikermien käyttöluokat [3.]

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

Modifioitujen bitumikermien tuoteluokkavaatimukset esitetään taulukossa 2.

Taulukko 2. Tuoteluokkavaatimukset modifioidulle bitumille [3.]

	Tutkimus menetelmä	Vaatimus	Yksikkö	Tuoteluokka		
				TL1 ¹⁾	TL 2	TL 3 ²⁾
Vetolujuus, 23 °C; pit.s./poikkis.	EN 12311-1	min	N/50 mm	800/600	600/400	400/300
Venyä, 23 °C; pit.s./poikkis.	EN 12311-1	min	%	15	25	20
Naulanvarren repäisyjujuus; pit.s./poikkis.	EN 12310-1	min	N	300	150	130
Puhkaisulujuus ³⁾ dynaaminen (isku), +23 °C	EN 12691 B	min	mm	1000		
Sauman vetolujuus ⁴⁾	EN 12317-1	min	N/50 mm	600		
Vesitiiveys ⁵⁾	EN 1928 B	min	kPa	500	300	200
Siroteen kiinnipysyvyys ⁶⁾	EN 12039	max	%	30	30	
Dimensiostabiileetti (pit.s.)	EN 1107	max/min	%	± 0,3	± 0,6	± 0,6
Lämmönkestävyys	EN 1110	min	°C	80	80	80
Taivutettavuus liimattava kermi, pinta ja pohja hitsattava kermi, pinta hitsattava kermi, pohja	EN 1109	max/max	°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 ^{4) 5)} lämmönkestävyys (vanhennuksen jälk.) taivutettavuus (vanhennuksen jälk.) liimattava kermi, pinta ja pohja hitsattava kermi, pinta hitsattava kermi, pohja	EN 1296 (EN 1110) (EN 1109)	– min max/max	°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 ^{2) 5)} liimattava pintakermi hitsattava pintakermi liimattava aluskermi hitsattava aluskermi	EN 1849-1	nimell.	g/m ² g/m ² g/m ² g/m ²	4500 5500 3500 4500	4000 5000 3000 4000 ⁹⁾ ⁹⁾ 2200 3200
Mitat pituus ja leveys ³⁾ suoruus	EN 1848-1	ilm. max	mm mm/10m	ilm. 20	ilm. 20	ilm. 20

2.4 Alusta

Laadukkaan kermieristyksen pohjana toimii puhdas, kuiva, kiinteä ja tasainen alusta. Esiinpistävät raudat ja laastinpurseet tulee olla poistettu. Kantava rakenne tulee olla tarpeeksi kiinteä, ettei siihen muodostu painaumia, jotka estävät veden virtaamisen. Yli 3 mm suuret hammastukset tasataan kaltevuuteen 1:5 tai suuremmaksi. Vesi ei saa missään tapauksessa lammikoitua. Alustan kaltevuuden pitää olla suunnitelma-asiakirjojen mukainen.

Ennen kuin eristämistyöt aloitetaan, tarkastetaan alustan laatu sekä alustan läpivientien, liikuntasauvojen ja muiden vastaavien varusteiden kunto ja kiinnitys, reunalistojen paikallaan pysyminen ja kiinnitys. Juuri ennen eristämistyön aloittamista alusta kuivataan ja harjataan puhtaaksi. Jos alusta hammastaa, siihen tulee tehdä tarkoituksenmukainen tasauskerros.

Betonisella pinnalla kermi kiinnitetään bitumiliuoksella pohjustettuun alustaan bitumilla kokonaan tai osittain. Tätä ennen tulee sementtiliima poistaa pinnasta. Pinnan tulee vastata puuhierrettyä betonipintaa. Ylösnostettavilla osioilla pinnat käsitellään niin, että niiden kiinnitys vastaa suunniteltua käyttöikää. Alustan lämpötilan ja kosteuspitoisuuden tulee olla valmistajan ohjeiden mukainen. Tämä tulee varmistaa ennen töiden aloitusta tarkoituksenmukaisilla laadunmittausmenetelmillä. Myös rakenteen kuivamismahdollisuus eristämisen jälkeen on varmistettava. [2, s.10; 4, s. 252; 5, s. 288.]

2.5 Asennus

Bitumikermin asennus on hyvin tarkkaa ja vaativaa työtä, jossa laadunvarmistuksella on hyvin tärkeä rooli, sillä pienelläkin virheellä voi olla äärimmäisen vakavat seuraukset. Työn tekijän on hallittava kullekin materiaalille soveltuvat työmenetelmät ja vedeneristystuotteiden käytön. Pihakansilla useimmiten käytetyssä käännettyssä rakenteessa vedeneriste on rakennekerroksien alla piilossa, joten korjaaminen on hyvin työlästä, aikaa vievää ja kallista. Vuotokohdan löytäminen voi olla hankalaa, koska rakenne voi levittää vuotavaa vettä laajalle alueelle ja vuotava kohta voi olla niin pieni, että vesivuoto näkyy vasta vuosien päästä.

Bitumikermit on asennettava siten, että niistä muodostuu täysin tiivis ja yhtenäinen vedeneristysrakenne. Kermin asennustapa määritellään työsuunnitelmissa tai muissa asiakirjoissa. Vedeneristeen toiminnan kannalta on erityisen tärkeää, että kaikki erityiskohdat, läpiviennit, ylösnostot ja kaivot tehdään huolellisesti ohjeistuksen mukaisesti. Työssä on käytettävä asianmukaisia työkaluja ja tarvikkeita. Työskentelylämpötila määrittyy valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Kiinnitystavan, kiinniketyypin ja kiinnikemäärät määrittelee suunnittelija. Vesikatoilla lämmöneriste ja vedeneriste kiinnitetään usein tuulen imupaineen takia mekaanisesti, mutta

käännettyssä rakenteessa tähän ei ole tarvetta. Käännettyissä rakenteissa vedeneriste kiinnitetään alustaansa kauttaaltaan bitumilla hitsaamalla tai kuumabitumilla liimaamalla.

Bitumikermejä hitsatessa tai liimatessa tehdään aina tulitöitä, joten työntekijöillä on oltava tulityökortti ja heidän on noudatettava erityistä varovaisuutta. Sula bitumi on erittäin kuumaa ja voi aiheuttaa vakavia, jopa 3. asteen, palovammoja joutuessaan iholle. Ylikuumentunut bitumi voi aiheuttaa tulipalon tai räjähdysten ja veden takia se voi kiehua yli säiliöstään. Bitumihöyryjä tulee myös varoa, sillä ne voivat aiheuttaa vakavaa hengitysteiden ja silmien ärsytystä, hengitysongelmia ja pahoinvointia. Työskennellessä bitumin kanssa on aina käytettävä tehtävään määritellyjä henkilökohtaisia suojavälineitä. Turvamääräyksiä muun muassa lämpötiloja kohtaan on aina noudatettava. Kuumaa iholle joutunutta bitumia ei saa ikinä yrittää poistaa itse. Bitumipalon sammuttamiseen ei saa ikinä käyttää vesisuihkua vaan jauhe-, vaahtosammutinta, inerttikaasua tai vesisumua. Hyvästä tuuletuksesta on huolehdittava työskennellessä sisätiloissa. [3, s. 31; 5, s. 289.]

2.5.1 Hitsaus

Kun vedeneristyskermi kiinnitetään hitsaamalla, on tuotteen oltava hitsaukseen suunniteltu, eli siinä on oltava alapinnassa kauttaaltaan riittävä määrä bitumia. Yleensä määrä on noin 1 kg/m². Paineentasauskermissä bitumi on alapinnassa raitoina tai täplinä, jotta kaasu pääsee kulkemaan vapaasti. Luokittelut tuotteet sisältävät aina vaatimukset täyttävät määrät bitumia.

Hitsaus tapahtuu kuumentamalla kermin alapinnassa olevaa kiinnitysbitumia kuumailmapuhaltimella tai liekillä kermirullaa auki rullatessa. Kun kermi kiinnitetään kauttaaltaan, sulatetaan bitumi koko kermikaistaleen leveydeltä. Kermien väliset saumat on hitsattava huolellisesti niin, että saumasta pursuaa tasaisesti bitumia. Hitsattaessa tulee kuitenkin varoa, ettei kermejä kuumenneta liikaa ja näin vaurioiteta niitä. Varsinkin päälikermin poimuttumista ja painaumien muodostusta tulee tarkkailla ja välttää. [3, s. 31-32.]

2.5.2 Liimaus

Bitumikermien kuumaliimaus tapahtuu sulatetulla bitumilla ja kumibitumikermien joko puhalletulla bitumilla tai kumibitumilla. Ylikuumentamista on varottava erityisesti käytettäessä kumibitumia. Käyttölämpötilat löytyvät valmistajan ohjeista. Puhalletulla bitumilla käyttölämpötilat ovat välillä n. 190-230 °C. Kumibitumilla vastaava lämpötila on n. 200-220 °C.

Yleensä kumibitumin käyttö liimauksessa ei kuitenkaan ole tarkoituksenmukaista, sillä kumibitumin minimi- ja maksimilämpötilan ero on hyvin pieni. Kuumentaessa liikaa sen ominaisuudet heikkenevät olennaisesti, kun taas liian vähäisellä lämmityksellä työstettävyyttä heikkenee ja liimattavuus huononee. Puhalletulla bitumilla työskentelylämpötila on huomattavasti suurempi, eikä sen ominaisuudet kärsi yhtä paljon ylikuumennuksessa. Kattoliitto suosittelee liimaamaan aluskermiin puhalletulla bitumilla, esimerkiksi B100/25:lla tai B95/35:lla.

Kermin liimaus suoritetaan kaatamalla sulaa bitumia kermin eteen n. 1,5 kg/m² tasaisesti niin, ettei kermin alle jää ilmakuplia eikä kuivia kohtia. Tehtaessa piste- tai saumaliimausta kaadetaan bitumia pisteinä, jotka peittävät n. 20-30% liimausalasta. Pisteiden halkaisija on n. 300 mm. APP-muovibitumikermejä ei asenneta liimaamalla, sillä niiden pehmenemispiste on niin korkea, ettei liimausbitumi sulata kermin pintaa tarpeeksi.

Liimausbitumien kiinnittämisessä käytettävien liimojen on täytettävä taulukossa 3 esitetyt vaatimukset. [3, s. 31.]

Taulukko 3. Liimausbitumien ominaisuudet [3.]

2.5.3 Mekaaninen kiinnitys

Taulukko 9. Liimausbitumien tyypilliset ominaisuusprofiilit.

Ominaisuus	Yksikkö	Menetelmä	Kumibitumi KB 100/40 ^{1) 2) 3)}	Puhallettu bitumi B 95/35 ¹⁾	Puhallettu bitumi B 100/25 ¹⁾
Tunkeuma, +25 °C	1/10 mm	EN 1426	30–70	25–40	20–30
Pehmenemispiste	°C	EN 1427	95–120	90–100	95–105
Viskositeetti, +180 °C	mm ² /s	EN 12595	Korkeintaan 10 000	Korkeintaan 2000	Korkeintaan 3000
Murtumispiste, Fraas	°C	EN12593		-20...-25	-15...-20

¹⁾ Bitumikeitin (pata) on oltava varustettu lämpömittarilla, termostaatilla ja lämmönsäätöautomatiikalla, poikkeuksena ns. ämpäripadat (alle 50 L).

²⁾ Keittimessä oltava sekoitin, jolla varmistetaan bitumin tasalämpöisyys.

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

Kun vedeneristeisiin kohdistuu erilaisia voimakkaita rasituksia kuten tuulikuormia, rakenteen liikkeitä tai kermien muodonmuutoksia, tulee se kiinnittää mekaanisesti erilaisilla kiinnikkeillä. Kiinnikkeitä valittaessa tulee huomioida alustan materiaali, kermin repäisy-lujuus ja lämmöneristeen paksuus ja puristuslujuus, eikä työtä saa aloittaa ennen kuin tämä on varmistettu. Ylösnostoissa kermi kiinnitetään mekaanisesti yläreunastaan suunnitelmanmukaisella jaolla.

Tuulikuorma syntyy tuulen aiheuttamasta tuulenpainekuormasta sekä imukuormasta. Imukuorma on yleensä katteen kannalta rasittavampi kuin tuulenpaine. Suurimmat rasitukset syntyvät katteen kulma-alueille, joten näihin alueille tulee asentaa eniten kiinnikkeitä. Suositeltu määrä kiinnikkeitä katoilla on 2 kiinnikettä/m², ellei suunnitelmat edellytä isompaa määrää.

Kiinnikkeet jaetaan kolmeen ryhmään, jotka ovat K, KL ja KLA. Suomessa käytetään vain KLA-ryhmän tuotteita, jotka ovat parhaiten korroosioita kestäviä.

2.6 Erityiskohdat

Vedeneristäminen ei ole vain tasaista kermin vetoa tasaisella, täydellisellä alustalla, vaikkakin sitä se on suurimmaksi osaksi. Haastavimmat ja aikaa vievimmat kohdat ovat

erityistä huolellisuutta vaativat erikoisrakenteet (esim. pyöreät muodot), ylösnostot, läpiviennit (Viemäri, LVI, yms), kaivot ja liikuntasaumot.

Vedeneristyksen kannalta on erittäin tärkeää, että nämä kohdat tehdään suunnitelmien ja ohjeiden mukaisesti oikeilla työkaluilla ja tarvikkeilla. Huolellisesti tehty kermitys menettää hyötynsä, jos jokin näistä erityiskohdista tehdään huolimattomasti ja esimerkiksi sauma jää vuotamaan.

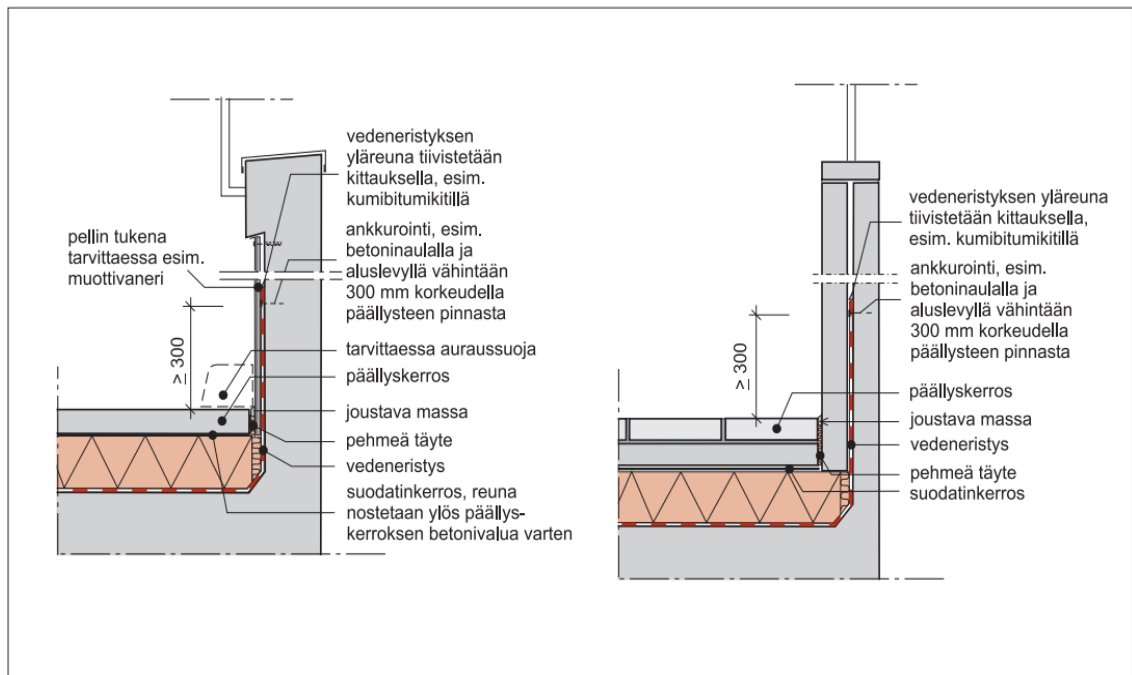
2.6.1 Ylösnostot

Ylösnostot ovat todella tärkeitä vedeneristyksen tarkoituksenmukaisen toiminnan kannalta. Niiden tehtävänä on estää jonkin virheen johdosta patoutuneen veden pääsy rakenteisiin muodostamalla ns. allas, joka pitää veden sisällään.

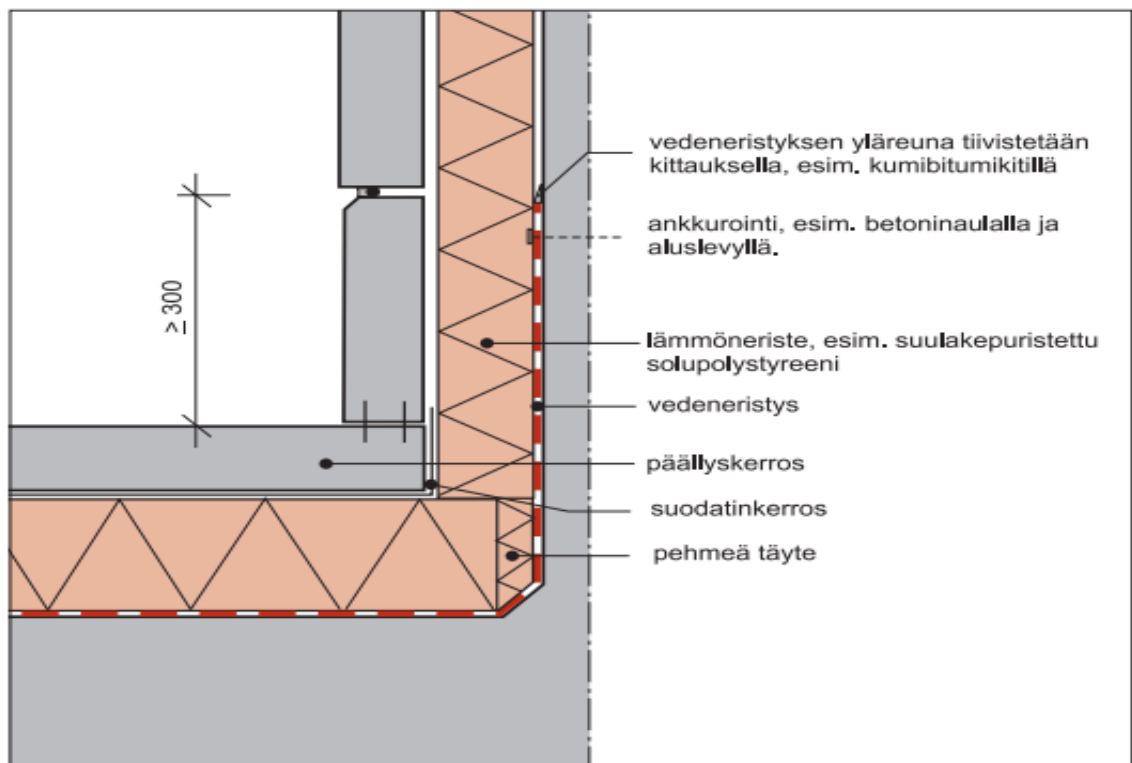
Vedeneristys on nostettava vähintään 300 mm valmiista pintakerroksesta. Istutusalueella 300 mm lasketaan multakerroksen pinnasta ylöspäin. Ylösnoston pystypinnan yläosa kiinnitetään mekaanisesti alustaansa esimerkiksi betoninaulalla ja aluslevyllä vähintään 300 mm päällyskerroksesta. Yläreuna tiivistetään esimerkiksi kumibitumikitillä. Vedeneristeen ollessa kantavanrakenteen pinnassa tulee se suojata pellillä, jonka tarvittaessa tukea esimerkiksi muottivanerilla.

Oven kynnyksen kohdalla ylösnoston korkeudeksi voidaan sallia 100 mm, mutta tällöin pitää varmistaa, että ovirakenne ja sen liitos seinään on ehdottoman tiivis. Ylösnostot on tehtävä aina erillisillä ylösnostokaistoilla. [3, s. 35-36; 6, s. 7.]

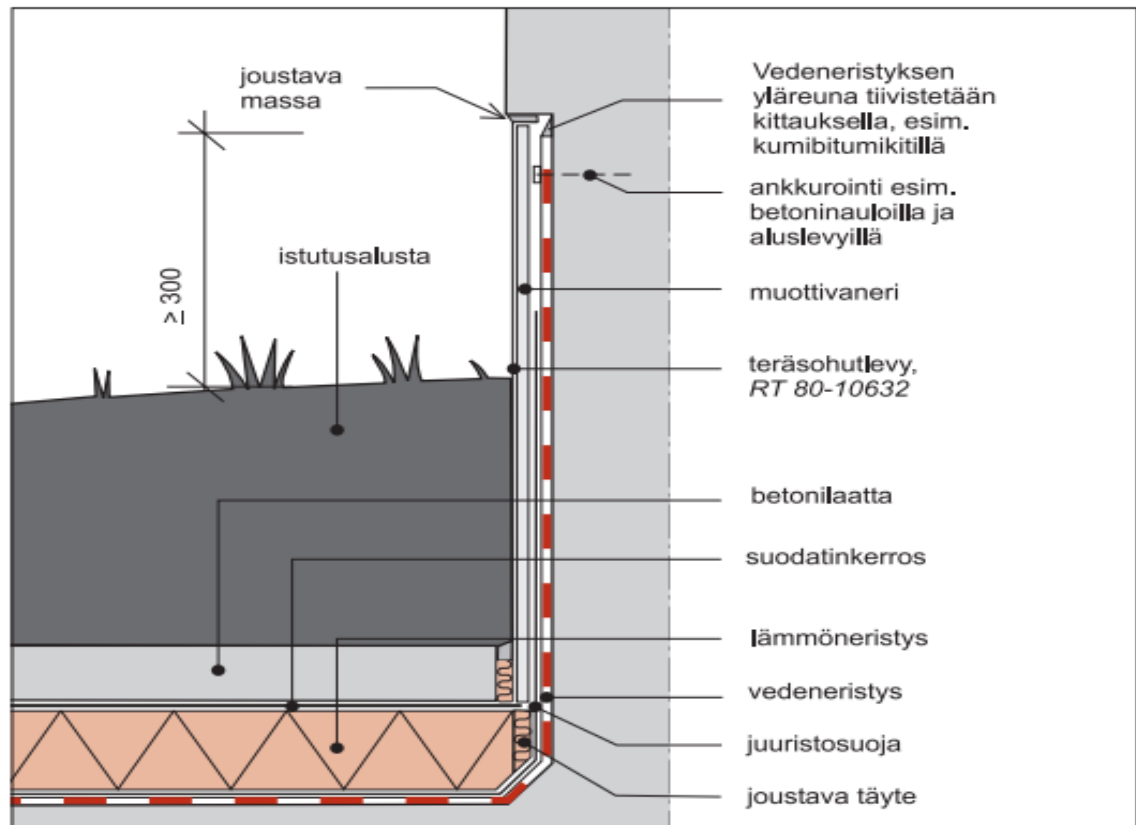
Kuva 2. Esimerkkejä ylösnostoista. [6.]



Kuva 3. Esimerkkejä ylösnostoista [6.]



Kuva 4. Esimerkkejä ylösnostoista [6.]



Kuva 5. Työmaakuva ylösnostosta



2.6.2 Läpiviennit

Vedeneristeen läpi menevät putket, IV-kanavat ja muut vastaavat on liitettävä vedenpitävästi vedeneristeeseen. Läpi meneviin putkiin on asennettava vähintään 150 mm levyinen laippa, joka on materiaaliltaan tarkoitukseen sopivaa ruostumatonta terästä tai kumia. Erillistä läpivientitiivistyslaippaa käytetään, jos läpiviennissä ei itsessään ole laippaa. Laippa asennetaan kahden kermin väliin ja tarvittaessa käytetään myös ylimääräistä n. 0,9x0,9 m kermipalaa, joka liitetään yleensä modifioidulla bitumilla laippaan sekä vedeneristeeseen.

150 mm suuremmissa läpivienneissä laipoitus korvataan nostamalla vedeneriste ylösnoston tavoin yli 300 mm päällyskerroksen päälle läpivientirakennetta vasten. Höyrynsulun liitokset on tiivistettävä, jos niitä esiintyy muuten rakenteessa.

Vedeneristerakenteen läpi menevät teräsrakenteet on lämmöneristettävä, jotta haitallista kondenssivettä ei pääse muodostumaan. Teräsrakenteet suositellaan toteutettavan pyöreillä teräsprofiileilla, jotta voidaan käyttää vakiomittaisia, helposti tiivistettäviä laippoja. Läpivientien suositellaan olevan vähintään 1 m päässä toisista läpivienneistä sekä kaivoista. [3, s. 34; 6, s. 7.]

2.6.3 Kaivot

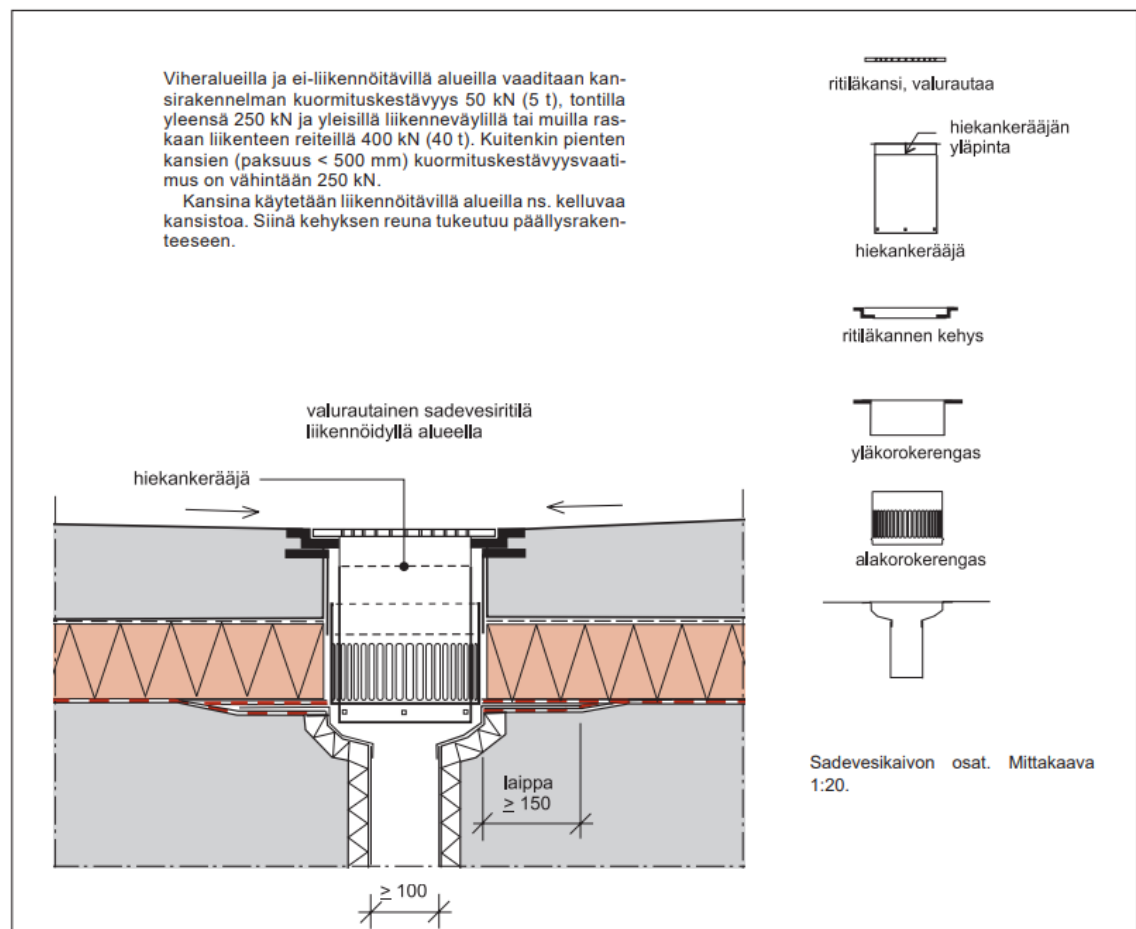
Samoin kuin muissakin läpivienneissä, kaivoissa on oltava vähintään 150 mm leveä laippa, jolla se liitetään vedeneristeeseen. Kaivojen tehtävä on ohjata vesi vedeneristeen läpi, joten niiden asennukseen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Loiville katoille asennettavat kaivot ohjaavat sadeveden kaatojen avulla sadevesijärjestelmään ja siitä viemäriin. Kaivot sijoitetaan vähintään 15 m välein niin, että vedellä on esteetön kulku kaivoihin. Kaivot on sijoitettava vähintään 1 m päähän muista läpivienneistä sekä pystyrakenteista.

Kattokaivot valmistetaan hapon kestävästä teräksestä sekä muovista. Kuparia ei suositella käytettäväksi. Kaivon ja sen poistoputken halkaisijan suositellaan olevan minimissään 100 mm. Lehtisihti sekä rengassiivilä suojaavat kaivoa tukkeutumiselta. Kaivojen korkeus ei saa olla kattopintaa korkeammalla.

Liikennöidyillä tasoilla kaivoina käytetään hiekanerotusaltaalla varustettuja haponkestävästä teräksestä valmistettuja sadevesikaivoja. Kaivoja suojaa liikenteeltä valuraudasta valmistettu ritiläkansi. Ritiläkannen kestävyys on oltava ei-liikennöidyillä alueilla 50 kN, tontilla 250 kN ja liikennöidyillä alueella 400 kN. [3, s. 34; 6, s. 8.]

Kuva 6. Liikennöidyn tason hiekaneräjäjällä varustettu sadevesikaivo [6.]



2.6.4 Liikuntasauma

Vedeneristyskermi kestää vain tietyn verran venymää, jonka jälkeen siihen tulee haitallisia muodonmuutoksi ja halkeamia. Jos vedeneriste on asennettu alustaan, missä esiintyvät liikkeet ovat suurempia kuin vedeneristeen kestävyys, on vedeneristerakenteeseen tehtävä liikuntasauma. Triplassa pysäköintilaitoksen ja kauppakeskuksen holvit ovat suuren jännevälinsä takia toteutettu jälkijännitteisinä, jonka takia rakenteiden liikkumiselta ei voida välttyä. Tämän takia on myös liikuntasaumat pakollisia.

Rakenteellisen liikuntasauman kohdalle on aina tehtävä liikuntasauma myös vedeneristeeseen. Kermieristykseen liikuntasauma tehdään irrottamalla se n. 500 mm levyisellä irrotuskaistalla alustastaan. Vaihtoehtoisesti irrotus alustasta voidaan toteuttaa asentamalla pintakermi sirotepinta alaspäin. [6, s.7; 3, s. 37.]

3 Nestemäinen vedeneristys

Nestemäinen vedeneristäminen on huomattavasti nopeampaa kuin kermieristys, mutta sen käyttökohteet ovat rajatummat. Nestemäinen eriste toimii parhaiten varsinkin silloissa, käännettyillä rakenteilla kuten pihakansilla ja vesikattojen erikoiskohdissa, jotka olisi mahdoton tehdä kermillä.

3.1 Materiaalit

Nestemäisessä vedeneristämässä käytetään materiaaleina bitumi ja polymeeripohjaisia tuotteita. Suomessa yleisin käytetty tuote on polyuretaanielastomeeri.

3.2 Alusta

Kuten myös kermieristämässä, nestemäisten eristeiden kanssa alustalla on suuri merkitys työn onnistumiseen. Myös siinä yli 3 mm suuruiset pykälät on tasattava. Pinnan on oltava tasainen ja sileä, jotta eristemassa tarttuu kunnolla. Ennen eristämistyön aloitusta alusta sinko- tai hiekkapuhalletaan tai hiotaan, jonka jälkeen alusta putsataan pölystä ja liasta sekä tasoitetaan mahdolliset halkeamat.

Myös alustan olosuhteiden on oltava vaadituissa rajoissa. Betonisen alustan pinnan tulee olla vähintään +8°C ja minimissään 3°C yli kastepisteen. Kuiva alusta on erittäin tärkeä eristyksen laadun kannalta, sillä alustan kosteus voi aiheuttaa vedeneristemassan halkeamista. Kosteuspitoisuudesta tulee varmistua esimerkiksi koepalamenetelmällä.

3.3 Asennus

Nestemäiset vedeneristeet levitetään joko ruiskuttamalla tai levittämällä käsityökaluilla eli teloilla ja pensseleillä. Pinnoitus on tehtävä huolellisesti niin, että vaaditut materiaalipaksuudet täyttyvät. Jos tehdään useita kerroksia, pitää noudattaa valmistajan määrittämiä odotusaikoja ennen uuden kerroksen levittämistä.

Eristemateriaalia sekoittaessa ja asentaessa pitää noudattaa materiaalivalmistajan ohjeistusta ja jos siitä halutaan poiketa, pitää saada materiaalivalmistajan lupa. Työjärjestys suunnitellaan niin, että saumojen määrä jää mahdollisimman pieneksi. Mahdollisuuksien mukaan ne on sijoitettava semmoisiin kohtiin, missä eristykseen kohdistuu vähiten kuormitusta. Tiivistys tapahtuu valmistajan ohjetta noudattaen. Tarvittaessa saumojen päällekkäisiin kerroksiin sivellään tartunta aine väliin. [5, s. 291.]

3.3.1 Tartunta-aine

Alusta tulee käsitellä tartunta-aineella eli primerilla ennen ruiskutusta (kuva 6). Aineita on olemassa yksi- tai kaksikomponenttisenä ja valinta tehdään aina alustan materiaalin ja vedeneristysmateriaalin mukaan. Primeria levitetään, jotta pinnassa olevat huokokset täyttyvät ja mahdollinen siivouksesta jäänyt pöly sitoutuu. Näin parannetaan eristämässan tarttuvuutta.

Kuva 7. Tartunta-aine levitetty ennen eristystä.



Triplassa käytetään betonipinnoille kaksikomponenttista RUDOL P 438 I + V 438 II primeria, jonka kulutus on 50 - 90 g/m² ainetta sileään (ei huokoiseen) pintaan. Aine levitetään joko telaamalla tai pensselillä tai myös ruiskuttamalla, jos aineeseen lisätään max 15% liuotetta. [7, s. 164.]

3.3.2 Ruiskutus

Kun alusta on käsitelty tartunta-aineella, voidaan kaksikomponenttinen vedeneriste ruiskuttaa tietokoneohjatulla järjestelmällä. Järjestelmä ohjaa raaka-aineiden oikeaa suhteutusta ruiskutuksen aikana. Ensin ainetta ruiskutetaan astiaan, jotta nähdään, onko se kunnossa. Jos se on, otetaan siitä koepala talteen laadunvarmistusta ja dokumentointia varten. Tämän jälkeen varsinainen ruiskutus voidaan aloittaa. Triplan työmaalla käytössä on hyvin reaktiivinen kaksikomponenttinen polyureahybridi.

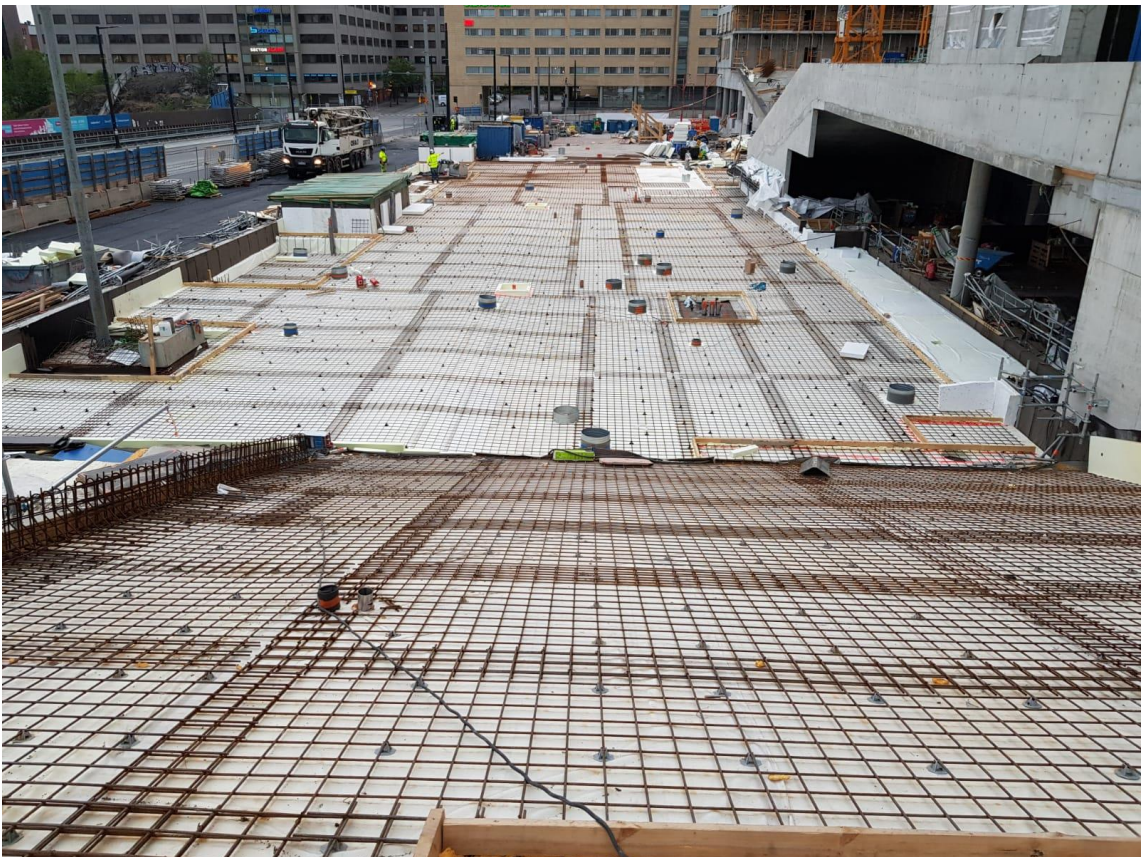
3.4 Erityiskohdat

Nestemäisten vedeneristysten erityiskohdissa käytetään samaa periaatetta, kuin kermeissäkin. Läpivienneissä tulee olla ruostumattomasta teräksestä valmistetut läpivientilaipat tai jos se ei jostain syystä ole mahdollista, voidaan tiivistys tehdä myös eristemassalla. On myös mahdollista yhdistää kermien ja ruiskutuksen käyttöä esimerkiksi niin, että tasaiset kohdat tehdään kermillä ja ylösnosto ruiskutetaan.

4 Pihakansi

Pihakannet (kuva 7) ovat piha-alueeseen kuuluvia rakenteita, joiden alla on toiminnallista tilaa kuten parkkihalli tai, kuten Triplassa, kauppakeskus. Niiden toteutus vaatii vedeneristystyön tekijöiltä ja suunnittelijoilta erityistä ammattitaitoa. Nykyisin on olemassa valmiiksi testattuja, oikein toteutettuna varmoja vedenpitäviä rakenteita. Pihakannet toteutetaan useimmiten käännettyinä rakenteina, mutta myös harvoin suljettuna rakenteena. Rakenteet jaetaan lämpimään ja kylmään rakenteeseen. Lämmin rakenne voi olla joko käännetty tai suljettu. Kylmä rakenne toteutetaan aina käännettynä. Lämmin rakenne tehdään alueille joiden alapuoliset tilat ovat lämmitettyjä kuten liiketiloihin ja kylmä rakenne lämmittämättömiin tiloihin kuten parkkihalleihin ja autokansiin. [3, s. 38.]

Kuva 8. Pihakansi ennen pintalaattavalua.



4.1 Käännetty rakenne

Pihakansissa eniten käytetty ja varmin rakenne on käännetty rakenne. Siinä vedeneristys on suojassa mekaaniselta rasitukselta, UV-säteilyltä, sateelta, lumelta ja jäältä. Lämmöneristetyssä rakenteessa eriste pysyy lähes tasalämpöisenä, joten se ei altistu lämpölaajenemiselle.

Käännetyn rakenteen alustana toimii yleensä paikallavalettu betonilaatta tai ontelolaatta. Ontelolaatan päällä tehdään aina raudoitettu pintalaatta, jolla saadaan halutut kaadot. Paikallavalettuun laattaan kaadot tehdään jo valuvaiheessa. Betonipinnan tulee vastata vähintään puuhierrettyä pintaa. Suositeltu pinta on kuitenkin teräshierretty pinta, josta on jälkikäteen poistettu sementtiliima. Alustassa ei saa olla yli 3 mm suurempia pykäliä. Jos alustaa pitää tasoittaa, tulee tasoitteiden kestää vedeneristystyössä käytettävien pohjustusaineiden vaikutukset, lämpötilat ja mekaaniset rasitukset.

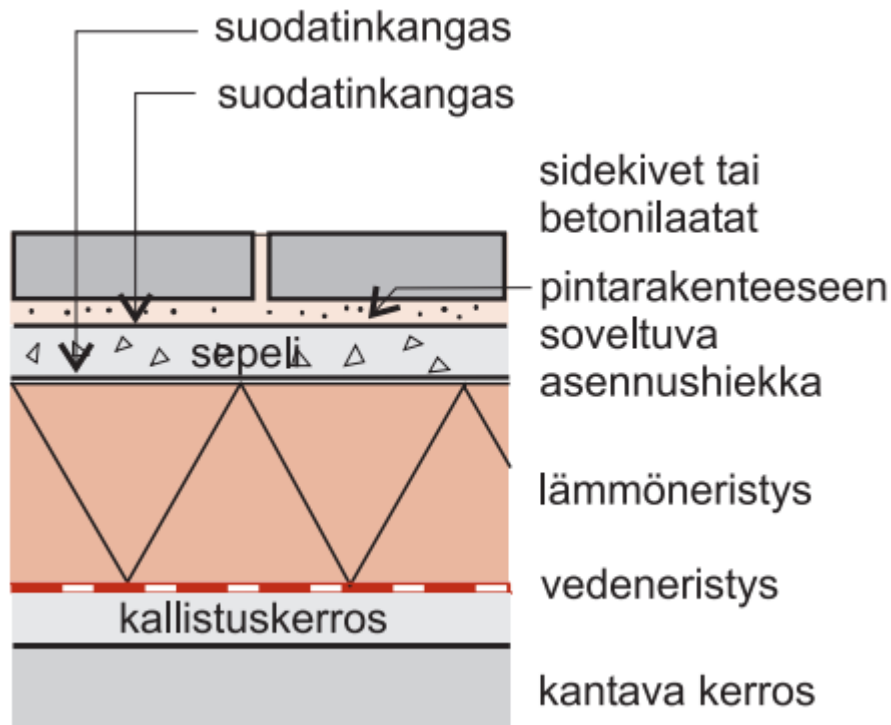
Päällysrakenteeksi valitaan yleensä raudoitettu betonilaatta tai irtolaatat. Mitoitus tehdään tapauskohtaisesti, mutta usein betonilaatta jaetaan esimerkiksi 6x6 m ruutuihin, jotta mahdollinen korjaaminen ja purku helpottuisi. Päällysrakenteena voi olla myös asfaltti tai istutusmaa.

Pihakansien pintarakenteet ja pihakaivot suunnitellaan niin, että sadevesi johdetaan suoraan sadevesijärjestelmään. Vedeneristeen mitoitus tehdään bitumikermien käyttöluokkataulukon mukaan joko luokkaan VE80R tai VE80 (Taulukko 1) riippuen käyttökohteesta. [3, s. 38; 6, s. 3.]

4.1.1 Lämmöneristetty rakenne

Lämmöneristettyjä rakenteita käytetään pihakansilla, jos niiden alla on lämpimiä tiloja. Vedeneriste on kyseisessä rakenteessa lämmöneristeen ja kantavan rakenteen välissä. Käännetyn rakenteen esimerkkikerrokset esitetään kuvassa 9.

Kuva 9. Periaatekuva lämmöneristetystä käännetystä rakenteesta. [6.]



Lämmöneristeinä voidaan käyttää tuotteita, joilla on tarpeeksi suuri puristuslujuus, joka ottaa vastaan yläpuolisten rakenteiden kuormat, ja tarpeeksi pieni vedenimukyky. Tuotteiden tulee täyttää taulukon 4 mukaiset tuoteominaisuuksien vaatimukset. Yleisin käytetty eriste on XPS-levy. Levyjen tulee olla pontattuja tai kahdessa kerroksessa niin, etteivät saumat osu kohdakkain. Triplan työmaalla käytössä on Finnfoam 100 mm F-400 suulakepuristettu polystyreenilevy (kuva 7). Lämmöneristeen ja vedeneristeen väliin tulee asentaa salaojituskerros esimerkiksi salaojamatolla tai -levyllä, jotta veden patoutumisriski vähenee. Patoutunut vesi lisää vuotoriskiä vettymisen ja jäätyminen aiheuttaman liikkeen takia. Triplassa käytetään Icopalin Fonda Geoplex -salaojalevyä. [3, s. 37; 6, s.4.]

Kuva 10. Lämmöneristelevyjä vedeneristeen päällä.



Taulukko 4. Lämmöneristeiden tuoteominaisuuksien määrittäminen. [3.]

Ominaisuus	Testausmenetelmä	Tulos (vähimmäisvaatimus) ja luokka	Yksikkö
Lujuusominaisuudet			
Puristuslujuus	EN 826	300, CS(10\Y)300 ¹⁾	kPa
Pitkäaikaiskuormitus	EN 1606	100, CC(2/1,5/50)100	kPa
Kosteustekniset ominaisuudet			
Veden imeytyminen upotuskokeessa	EN 12087	< 0,7, WL(T)0,7	%
Veden imeytyminen diffuusiolla	EN 12088	< 3, WD(V)3	%
Jäätymis-sulamiskestävyys	EN 12091	< 1, FTCD1	%

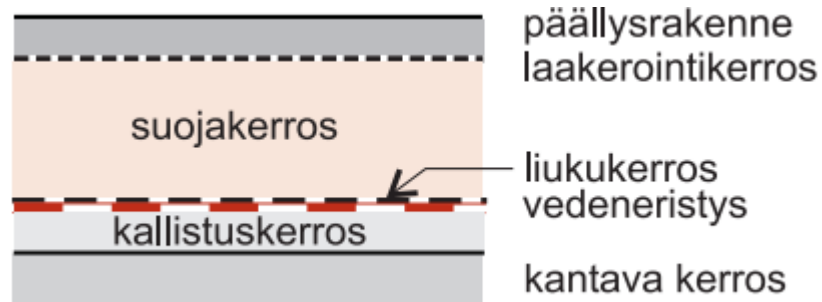
¹⁾ Vesikatoilla, mikäli siellä ei ole poikkeuksellisia kuormituksia, puristuslujuuden arvo voi olla alhaisempi, mutta materiaalin kosteusteknistien arvojen pitää silloinkin täytyä.

4.1.2 Kylmä kansirakenne

Kylmää rakennetta käytetään nimensä mukaisesti paikoissa, joiden alapuolinen tila on lämmittämätön. Tyypillisiä käyttökohteita ovat parkkihallit ja autokannet. Rakenteessa ei siis ole lämmöneristettä. Vedeneriste asennetaan suoraan kaadoitetun kantavan rakenteen päälle. Käyttökohteesta riippuen päällyskerrokset asennetaan joko suoraan

vedeneristyksen päälle (asfaltointi) tai väliin asennetaan laakerointikerros (pintabetoni tai kivetys). Kuvassa 11 esitetään esimerkki rakennekerroksista.

Kuva 11. Periaatekuva kylmästä kansirakenteesta. [6.]



4.2 Pihakansisuunnitelma

Pihakansien vedeneristämisestä tehdään aina erillinen vedeneristysuunnitelma, joka sisältää työselosteen ja työpiirustukset detaljeineen. Työselosteessa esitetään kaikki vedeneristykseen vaikuttavat asiat, jotka ovat:

- Laatutaso
- Materiaalit
- Käytettävät tarvikkeet
- Työmenetelmät
- Työturvallisuusasiat
- Sääsuojaus yms.

Piirustuksissa on esitettävä ainakin:

- Kannen korkeus

- Kallistukset
- Ylösnostokorkeudet
- Alustan tuuletusjärjestelyt
- Konehuoneet ja laitteet
- Kaivot
- Läpiviennit
- Ovien kynnykset
- Rakenteelliset sekä vedeneristysten liikuntasaumamat.

Urakoitsija ja suunnittelija yhdessä kokoavat rakennuksen huoltokirjan, joka sisältää kunnossapidon tehtävät ja ajoitukset. Vain rakenteet, joiden läpituokeutuvalla vedellä ei ole haitallista vaikutusta, voivat olla itse mitoitettuja. [6, s. 2.]

4.3 Viherkatot

Käännetty rakenne on suositelluin rakenne viherkatoille. Se mahdollistaa jopa puiden ja pensaiden istuttamisen katolle. Viherkatoilla on kolme kerrosta: kasvualusta, salaojakerros ja vedeneristys. kasvualustan paksuus määrittyy käytettävien kasvien mukaan. Puut vaativat paksumman kerroksen kuin esimerkiksi niittykasvillisuus. Triplassa tehtävissä istutusalueissa vedeneristystä suojataan päälikerminä toimivalla juurikermillä.

Katon teknisen toimivuuden kannalta on tärkeää, että salaojakerros mitoitetaan oikein ja vedenpoistosta huolehditaan. Kaivoina käytetään viherkatoille suunniteltuja viherkatokaivoja. Räystäs alueella eroosiolta suojaudutaan kiveyksellä. Seinäliitoksissa kiveyksillä saadaan myös riittävä palosuojaus.

5 Laadunvarmistus

Pihakansien ja ylipäättään vedeneristämisen laadunvarmistus on hyvin tärkeässä roolissa, jotta voidaan rakentaa oikein teknisesti, taloudellisesti ja vastuullisesti. Työn perinpohjaisen suunnittelun, valvonnan ja ohjaamisen lisäksi tulee tehdä vaadittavat mittaukset, jolla varmistetaan alustan kestävyys ja kuivuus sekä kermien kestävyys ja vedenpitävyys.

5.1 Vedeneristystuotteet

Vedeneristystuotteiden vaaditut tuoteominaisuudet voidaan todistaa esimerkiksi eurooppalaisen teknisen hyväksynnän mukaisella CE-merkinnällä. Käytettävien tuotteiden on täytettävä valmistajan tai standardien määrittelemät laatu- ja mittatarkkuusominaisuudet. Tuotteiden mukana on tultava suomenkielinen käyttöohje ja työturvallisuustiedote. Käyttöohjeista löytyy katteen paloluokka.

Vedeneristystuotteen on kestävä olosuhteet, joille se on alttiina. Näitä ovat muun muassa veden, jään, happaman sateen, tuulen, uv-säteilyn ja mekaanisen rasituksen aiheuttamat altistukset. Ne ovat myös mitoitettava käytettävän alustan mukaan, jotta elastisuusominaisuudet ovat riittävät suhteessa rakenteen liikkumiseen. Erilaisia vedeneristystuotteita liitettäessä yhteen on niiden yhteensopivuus varmistettava ennen asennusta tapahtuvilla ennakkokokeilla.

Vedeneristystuotteiden pakkauksessa on oltava tuoteselostus, josta selviää: valmistajan nimi, maahantuojaja, tuote, mitat, valmistuserä ja -päivämäärä, paloluokka, soveltuvat kiinnitystavat ja -menetelmät. Jos tuote on tyyppihyväksytty, siitä on oltava merkintä. [5, s. 287.]

5.2 Kiinnitys- ja saumaustarvikkeet

Kiinnitys- ja saumaustarvikkeiden on kestävä niiden suunnitellun käyttöiän mukaiset rasitukset. Ne eivät saa syövyttää tai reagoida haitallisesti muiden rakennekerrosten kanssa, eikä aiheuttaa haitallista hajua, ainetta ja muuttaa näkyvillä pinnoilla väriään. Mekaanisten kiinnitystarvikkeiden on kestävä niihin kohdistuva mekaaninen rasitus.

Mekaanisten kiinnikkeiden määrä määritellään suunnitelma-asiakirjoissa. Läpivientien ja kaivojen tiivistys tapahtuu yleensä tiivistyslaipoilla, jotka kiinnitetään kermiin molemmin puolin. Liikuntasauva- ja muiden tarvikkeiden on oltava varustettu sellaisilla liitospinnoilla, että ne saadaan tiivistettyä vedenpitäväksi. [5, s. 287-288.]

5.3 Alusta

Vedeneristyksen alustan kaltevuuden ja tasaisuuden on oltava suunnitelmien mukainen. Sen on oltava myös tarpeeksi luja ja kuiva valitulle kiinnitystavalle, jotta vedeneriste tarttuu riittävän lujasti.

Tarvittavien läpivientien tulee olla varustettu liitoslaipoilla ja olla asennettu niin, että ne eivät aiheuta haittaa vedeneristykselle. Kulmat ja nurkat on tehtävä niihin tarkoitetuilla tuotteilla valmistajan ohjeiden mukaan. Ylösnotot tehdään suunnitelmadetaljien mukaan siten, että niiden alusta on käsitelty tarkoituksenmukaisella käsittelyaineella.

Alusta on puhdistettava huolellisesti ja siitä on poistettava epätasaisuudet, jotka voivat haitata vedeneristyksen toimivuutta. Alustan on oltava niin tasainen, ettei sen päälle muodostu lammikoita. Yli 3 mm suuriset pykälät tasataan kaltevuuteen 1:5. Alustan lämpötilan ja kosteuspitoisuuden on oltava valmistajan ohjeiden mukaiset. Tämä on varmistettava ennen töiden aloitusta tarvittavilla mittauksilla.

Betonisesta alustasta on poistettava pinnalla oleva sementtiliima, jotta tartunta paranee ja vedeneriste pääsee kuivumaan myös betonirakenteen läpi. Ennen tartunta-aineen siveelyä on varmistuttava betonin riittävästä kuivuudesta tai rakenteen kuivamismahdollisuudesta. Betonipinnan vetolujuuden on täytettävä suunnitelma-asiakirjoissa määritetty lujuus.

Jos käytetään käännettyä rakennetta, aluskermi on kiinnitettävä kauttaaltaan alustansa, jotta vuototilanteissa vesi ei pääse leviämään alustaa pitkin vedeneristyksen alla. [5, s. 288.]

5.4 Vedeneristystyöt

Vedeneristystöitä tekevän henkilön on hallittava vedeneristystuotteiden käyttö ja vedeneristysmateriaalien käyttäytyminen. Työtä ohjaavan henkilön tai henkilöiden tulisi hallita vedeneristämisen teoria ja määräykset sekä laadunvarmistuskeinot.

Ennen töiden aloitusta on oltava hyväksytyt suunnitelmat, joissa määritellään materiaalit, työmenetelmät, varastointi, suojaus, työturvallisuus ja detaljit. Liikuntasaumat tehdään rakenteellisten liikuntasaumojen kohtaan sekä niihin paikkoihin, joissa rakenteen liike on suurempi kuin vedeneristeen kestävä liike. [5, s. 289.]

5.4.1 Olosuhteet

Kun työskennellään sallittujen lämpötila- ja kosteusrajojen läheisyydessä, on ilman sekä pintojen lämpötilaa ja kosteutta mitattava säännöllisesti. Ilman ja alustan lämpötila ja kosteus pitävät olla valmistajan määrittämien rajojen sisällä siihen asti, kunnes materiaalit ovat kovettuneet.

Vedeneristettävä alue on suojattava ulkopuoliselta kululta ja rauhoitettava alue muilta töiltä. Vesi- ja lumisateen varalta on suunniteltava sääsuojaus esimerkiksi teltan avulla. Työt pyritään toteuttamaan valmiiksi alue kerrallaan ilman keskeytyksiä. [5, s. 290.]

5.5 Kokeet ja mittaukset

Valvonnan ja ohjauksen lisäksi on tärkeää tehdä myös kokeita ja mittauksia, joilla voidaan varmistua laadusta luotettavin keinoin. Näin saadaan myös konkreettisia dokumentteja, joita voidaan esittää esimerkiksi vesivuototilanteessa. Jokaisesta työvaiheesta on tehtävä mallityö, jolla varmistetaan työryhmän ammattitaito.

5.5.1 Kosteusmittaus

Alustan kosteusmittauksissa vesieristeen alustasta otetaan koepala, jonka avulla voidaan todentaa tarvittavan alhaiset kosteuslukemat. Pinnan suhteellinen kosteus saa olla korkeintaan 90% RH 0-10 mm syvyydeltä mitattuna. [8, s. 6.]

5.5.2 Vetokoe

Aluskerrin kunnollisen tartunta tulee varmistaa vetokokeella. Siinä aluskermiin kiinnitetään laite, joka vetää kermiä ja mittaa kuinka suurella voimalla kermi irtoaa alustastaan. Testituloksien on täytettävä ohjeavot. Kuvassa 12 on esimerkki koneesta, jolla mittaus tehdään.

Kuva 12. Vetokoe



5.5.3 Tarkastuslista

Triplassa tarkastuslistojen tekoon käytetään Congrid-ohjelmaa, jolla saadaan kätevästi tarkastettua kohteesta tarvittavat kohdat ja samalla liitettyä kuvat niihin. Esimerkkinä vedeneristyksen osakohdetarkistuslista (kuva 13).

Kuva 13. Vedeneristyksen osakohdetarkastus

- | | |
|---|-----------------|
| <p>1 Kermien suunnat. Johtavat kaivoihin, vesi ei virtaa vastoin saumaa.
Kuvausesimerkit: +</p> | <p>+ ✓ ✎ 🗑️</p> |
| <p>2 Kermeissä ei ole ilmataskuja tai ryppyjä.
Kuvausesimerkit: +</p> | <p>+ ✓ ✎ 🗑️</p> |
| <p>3 Limitykset. Kermien limitys pituussuuntaisessa saumassa 100 mm ja päätysaumassa 150 mm
Kuvausesimerkit: +</p> | <p>+ ✓ ✎ 🗑️</p> |
| <p>4 Korkeasemat ja kaadot. Kaivot ovat alimmassa kohdassa, kaadot suunnitelmien mukaiset ja johtavat kaivoihin.
Kaatojen mittaus kriittisimmistä kohdista, tavoite > 1:80 ✎ 🗑️
Kuvausesimerkit: +</p> | <p>+ ✓ ✎ 🗑️</p> |
| <p>5 Kermien ylösnostot. Kermit on nostettu suunnitelmien mukaisiin korkoihin ja ylösnostot on tehty oikeaoppisilla limityksillä.
Kuvausesimerkit: +</p> | <p>+ ✓ ✎ 🗑️</p> |
| <p>6 Läpiviennit ja liittymät. Tehty vesitiiviiksi mallikatselmuksissa hyväksytyllä tavalla ja suunnitelmien mukaisesti.
Kuvausesimerkit: +</p> | <p>+ ✓ ✎ 🗑️</p> |
| <p>7 Erikoiskohdat
Kuvausesimerkit: +</p> | <p>+ ✓ ✎ 🗑️</p> |
| <p>8 Vedenpainekoe
Kuvausesimerkit: +</p> | <p>+ ✓ ✎ 🗑️</p> |
| <p>9 Siisteys ja suojaukset. Valmiin vedeneristeen päälle ei ole varastoitu tavaraa ja läpiviennit ja kaivot on suojattu työmaa-aikaisesti.
Kuvausesimerkit: +</p> | <p>+ ✓ ✎ 🗑️</p> |
| <p>10 Muuta
Kuvausesimerkit: +</p> | <p>+ ✓ ✎ 🗑️</p> |

5.5.4 Vedenpainekoe

Vedenpainekokeella tarkastetaan valmiin vedeneristeen vedenpitävyys. Koe tehdään, jos se on määrätty suunnitelma-asiakirjoissa. Kokeessa vedeneristeen päälle lasketaan

vettä altaaksi ja tarkastellaan vuotaako rakenne mistään. Kuvassa 14 on esimerkki kokeesta.

Kuva 14. Vedenpainekoe



5.6 Potentiaaliset ongelmat

Vedeneristysrakenteet ovat haastavia, tarkkaavaisuutta vaativia rakenteita, joiden suunnittelussa, toteutuksessa ja laadunvarmistuksessa tulee helposti virheitä. Liitteenä (liite 1) olevassa Excel-asiakirjassa on eritelty yleisimpiä ongelmia ja ratkaisuja niihin.

6 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli tutkia vedeneristämisen teoriaa ja laadunvarmistusta kirjallisia sekä internetlähteitä käyttämällä. Tämän lisäksi työssä tutkittiin Triplan työmaalla tapahtuvaa vedeneristystyötä, sen laadunvarmistusta ja potentiaalisia ongelmia. Ongelmista tehtiin Excel-taulukko, jossa on esitetty erinäisiä ongelmia ja ratkaisuja niihin.

Ulkopuolisten rakenteiden vedeneristykseen kokonaisuudessaan perehdyttiin pintapuolisemmin kuin pihakansirakenteisiin. Triplassa tehtiin työn aikana mittavia pihakansien vedeneristyksiä, joiden valmistumista ja laadunvarmistusta pääsi seuraamaan sivusta.

Tehtyjen haastattelujen ja tarkastelujen perusteella todettiin, että Triplassa tapahtuvan laadunvarmistuksen taso on hyvällä mallilla ja siihen ei tarvitse tehdä muutoksia. Työssä käsitellyt kermi- ja nestemäinen vedeneristäminen ovat molemmat käytössä Triplassa, mutta työnjohtoa haastateltaessa tuli esiin niiden molempien hyötyjen yhdistäminen esimerkiksi tekemällä suorat osuudet kermillä ja ylösnostot ruiskuttamalla. Kermi nostettaisiin 300 mm ylös, jonka jälkeen jatketaan ruiskutuksella. Ylösnostojen teko kermillä on todella aikaa vievää, joten tällä tavalla saataisiin aikataulua lyhyemmäksi.

Lähteet

- 1 RT 83-10955 Perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteudeneristys
- 2 RT 85-10799 Bitumikermikatteet, perustietoja
- 3 Toimivat katot 2013, < <http://www.kattoliitto.fi/index.phtml?s=222>> (Luettu 15.6.2018)
- 4 Rakennustöiden laatu 2017
- 5 RunkoRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen runkotyöt
- 6 RT 85-10729 Liikennöidyn tason vedeneristykset
- 7 RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet
- 8 YIT käännettyjen rakenteiden ohje 2018

Potentiaalisten ongelmien taulukko

Tekniset ongelmat		
Piirustukset puutteellisia ja virheellisiä	Detaljit työteknisesti mahdottomia toteuttaa, detaljien mukaan toteutetut yksityiskohdat eivät kestä normaalia käyttöä	Vedeneristeen ylösnostojen riittävät suojaukset pintarakenteiden liikkeiltä (>20mm paksulla pehmeällä eristeellä)
		Vedeneristeen ylösnostoihin vaaditaan mekaaniset kiinnitykset
		Vedeneriste kauttaaltaan lämmöneristeiden lämpimällä puolella
Liian harva kattokaivojako	Kaivot tukkeentuvat, vesi lammikoituu katoille	Vaaditaan suunnitelmassa kattokaivojen väliksi enintään 10m
		Varmistetaan suunnitelmien mukaiset kallistukset (kattokaivojen lähellä Ø 50 cm 1:50, muualla 1:80)
Työturvallisuus puutteet	Henkilö- ja materiaalivahingot	Varmistetaan kaiteet ym. putoamissuojaukset
		Varmistetaan bitumipadan kunto ja tulityökortit sekä huolehditaan tulityöluvat
Toiminnalliset ongelmat		
Vedeneristeen ylösnostot riittämättömiä	Seinille kinostunut lumi voi sulaessaan kulkeutua vedeneristeen taakse ja aiheuttaa kosteusvaurioita	Vaatus >300mm valmiin kulutuskerroksen pinnasta
		Mekaaninen kiinnitys vedeneristeen yläreunaan
		Ylösnostot suojattava käytön aikaisilta kol-haisuilta huolellisesti
Vedeneristeen huolimaton suojaus	Valmiiseen pintaan reikiä ja vuotokohtia	Alue rajattava koko vedeneristystyönajan läpikululiikenteeltä (ihmiset, autot, yli nostot) aina pintalaatan valuun asti
Aliurakoitsijan laadunvarmistus	Kattokaivot vuotavat, liikuntasaumat eivät kestä alusrakenteen siirtymiä	Mallityö jokaisesta työvaiheesta
		Vaaditaan hyväksyttäväksi urakoitsijan käyttämät detaljit erityiskohdista kuten: kattokaivot ja niiden liitos vedeneristeeseen, liikuntasaumat,
		Vaaditaan urakoitsijalta vedenpainekoetta jo urakkasopimuksessa
		Digikuvaus työvaiheista laadunvarmistuksen dokumentointiin
Hankinnan ongelmat		
Materiaalien sopivuus käännettyyn ja liikennöityyn rakenteeseen	Vuodot, painumat, kalliit korjaukset	Varmistetaan materiaalien sopivuus kyseiseen tarkoitukseen (lämmöneristeet, vedeneristeet, kaivot yms.)
		Varmistetaan vedeneristysmateriaalin käyttö-luokituksen vastaavan suunnitelmia