

Eemeli Hynninen

Polyurean ja bitumikermin tekninen vertailu vedeneristystöissä

Opinnäytetyö

Kevät 2019

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Eemeli Hynninen

Työn nimi: Polyurean ja bitumikermin tekninen vertailu vedeneristystöissä

Ohjaaja: Jorma Tuomisto

Vuosi: 2019

Sivumäärä: 40

Liitteiden lukumäärä: -

Tässä opinnäytetyössä perehdytään kahteen toisistaan poikkeavaan eristysmateriaalin. Työssä vertaillaan materiaalien asennustekniikoita, teknisiä ominaisuuksia ja kustannuksia. Lisäksi työssä sivutaan katto- ja vedeneristysalan tulitöitä sekä työturvallisuutta.

Opinnäytetyön vertailu kohdistuu Koy Rantatien Loikan työmaalle, jonka pääurakoitsijana toimii Skanska Talonrakennus Oy. Kohteen ulkoiset vedeneristykset oli alunperäisen suunnitelman mukaan tarkoitus tehdä kumibitumikermillä. Pienten yksityiskohtien ja ahtaiden välien eristäminen kumibitumikermillä osoittautui kuitenkin liian haastavaksi. Haasteellisuuden vuoksi osa töistä tehtiin kohteessa polyurearuiskutuksella.

Vertailussa voitiin havaita polyurean olevan erittäin kilpailukykyinen eristysmateriaali sen hinnan sekä helpon ja nopean asennettavuuden ansiosta.

Avainsanat: Vedeneristys, Perustukset, Viherkatot

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Management

Author: Eemeli Hynninen

Title of thesis: Technical comparison of polyurea and bitumien roofing felt in waterproofings

Supervisor: Jorma Tuomisto

Year: 2019 Number of pages: 40 Number of appendices: -

In the thesis, two different isolation materials were studied. The thesis compared material installation techniques, technical features and costs. In addition, work on roofing, waterproofing and work safety were discussed.

The comparison for the thesis was made on KOy Rantatien Loikka construction site where the main contractor was Skanska Talonrakennus Oy. The outer waterproofings were meant to be insulated by using bitumien roofing felt. However, insulating small details and narrow spaces with a bitumien roofing felt proved to be too challenging. Because of the challenge, some of the insulations were done by using polyurea spraying.

The comparison showed that polyurea was a competitive insulating material due to its price and an easy and quick installation.

Keywords: Waterproofing, Green roofs, Foundations

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO	8
2 LÄHTÖTIEDOT	9
2.1 KOy Rantatien Loikka	9
2.2 Käännettykatto	9
3 POLYUREA PINNOITTEENA.....	12
3.1 MasterSeal M 811.....	13
3.2 Tekniset tiedot.....	14
3.3 Polyureapinnoittaminen	16
3.3.1 Ruiskutuskalusto.....	16
3.3.2 Työvaiheet	17
4 KUMIBITUMIKERMI	22
4.1 Tekniset ominaisuudet.....	22
4.2 Kumibitumikermin asennus.....	24
4.2.1 Valmistelevat työt.....	24
4.2.2 Kermin asennus.....	24
5 KATTO- JA VEDENERISTYSALAN TULITYÖT	27
6 TYÖTURVALLISUUS JA LAADUNHALLINTA	30
6.1 Työturvallisuus katto- ja vedeneristystöissä.....	30
6.2 Vesitiiviyyskoe	32
7 MATERIAALIEN VERTAILU	33
7.1 Asennustekniikat.....	33
7.2 Tekniset ominaisuudet.....	35
7.3 Kustannukset	36
7.4 Työturvallisuus	36

8 POHDINTA	38
LÄHTEET	39

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuva 1. KOy Rantatien Loikka	9
Kuva 2. Viherkaton esimerkkirakenne.....	11
Kuva 3. Ruiskutusjärjestelmä.....	17
Kuva 4. Ruiskutuspistooli	17
Kuva 5. Sinkopuhallettu ja -puhaltamaton pinta.....	18
Kuva 6. Sinkopuhalluskone.....	19
Kuva 7. Pohjusteen levitys.....	20
Kuva 8. Polyureapinnoitteen ruiskutus.....	21
Kuva 9. Läpivientikappale.....	26
Kuva 10. Yhdistetty tulityökortti	27
Kuva 11. Esimerkki kaideasennuksesta.....	32
Kuva 12. Sokkelin rosteripuukko ja ahdas alusta.....	34
Kuva 13. Kumibitumikermien ylösnosto kiinnitetty polyurealla.....	35
Taulukko 1. Komponenttien tekniset ominaisuudet	14
Taulukko 2. Modifioitujen bitumikermien tuoteluokkavaatimukset.....	22

Käytetyt termit ja lyhenteet

Tekniikka	Jonkin valmistuksessa tai suorittamisessa käytettävä menetelmä, teko- tai suoritustapa.
Teknologia	Varsin pitkälle kehittynyt tekniikka ja sen sovellukset, usein nähtynä laajoina kokonaisuuksina.
Komponentti	Kokonaisuuden osa, osatekijä tai rakenneos.
Höyrynsulku	Eristeen lämpimälle puolelle asetettu tiiviste, joka estää ilmankosteuden pääsyn rakenteeseen.
Polyuretaani	Kumimaisia, vaahtomaisia ja liimamaisia kertamuoveja.
RIM	Lyhenne sanoista reaction injection molding, joka suomeksi tarkoittaa nopeasti muotoon kovettumista.
IVKH-katto	Ilmanvaihtokonehuoneelle tehdyn teräsrunгон katto.
Polyurea	Kahdesta komponentista koostuva elastomeeri pinnoite.

1 JOHDANTO

Vedeneristystyöt ovat tärkeä osa rakennuksen toimivuutta. Suomessa vaihtelevat sääolosuhteet luovat ulkopuolisille vedeneristyksille tiukat vaatimukset. Vedeneristystöiden huolellinen suunnittelu ja toteuttaminen ovatkin erittäin tärkeitä valmiin ja toimivan rakennuksen kannalta.

Opinnäytetyössä vertaillaan kahta toisistaan poikkeavaa vedeneristysmenetelmää ja -materiaalia. Työssä vertailun kohteena ovat asennustekniikat, tekniset ominaisuudet ja pintapuolisesti myös kustannukset. Lisäksi työssä sivutaan katto- ja vedeneristysalan tulitöitä sekä työturvallisuutta. Opinnäytetyön vertailu kohdistuu KOy Rantatien Loikan työmaalle, jonka pääurakoitsijana toimii Skanska talonrakennus Oy.

Vaikka työn vertailu kohdistuu eristeiden käyttöön ja kokemuksiin KOy Rantatien Loikan työmaalla, voi saatuja kokemuksia hyödyntää myös muilla työmailla. Työn ensisijainen tarkoitus onkin tuoda lukijan tietoon menetelmien erilaiset mahdollisuudet vedeneristystöissä. Esimerkiksi työmaalla tekniikoita käytettiin yhdessä ja erikseen ja näin päästiin toimiviin ratkaisuihin kohteen vedeneristystöissä.

2 LÄHTÖTIEDOT

2.1 KOy Rantatien Loikka

KOy Rantatien Loikka (kuva.1) on kolmas ja samalla viimeinen osa Lindström Invest Oy:n Business-Park-korttelin hankkeesta. Rantatien Loikka sijaitsee Helsingin Kalasatamassa. KOy Rantatien Loikka on toimistorakennus, jossa on valmiina 7 518 m² toimistotilaa ja IV-konehuone, joka on noin 535 m². Kohteessa pääurakoitsijana toimii Skanska Talonrakennus Oy. (Skanska Oy 2018c.) Rakennuksen viherkaton osuus pinta-alasta on noin 468 m², jolle vedeneristykset polyurealla tullaan tekemään.



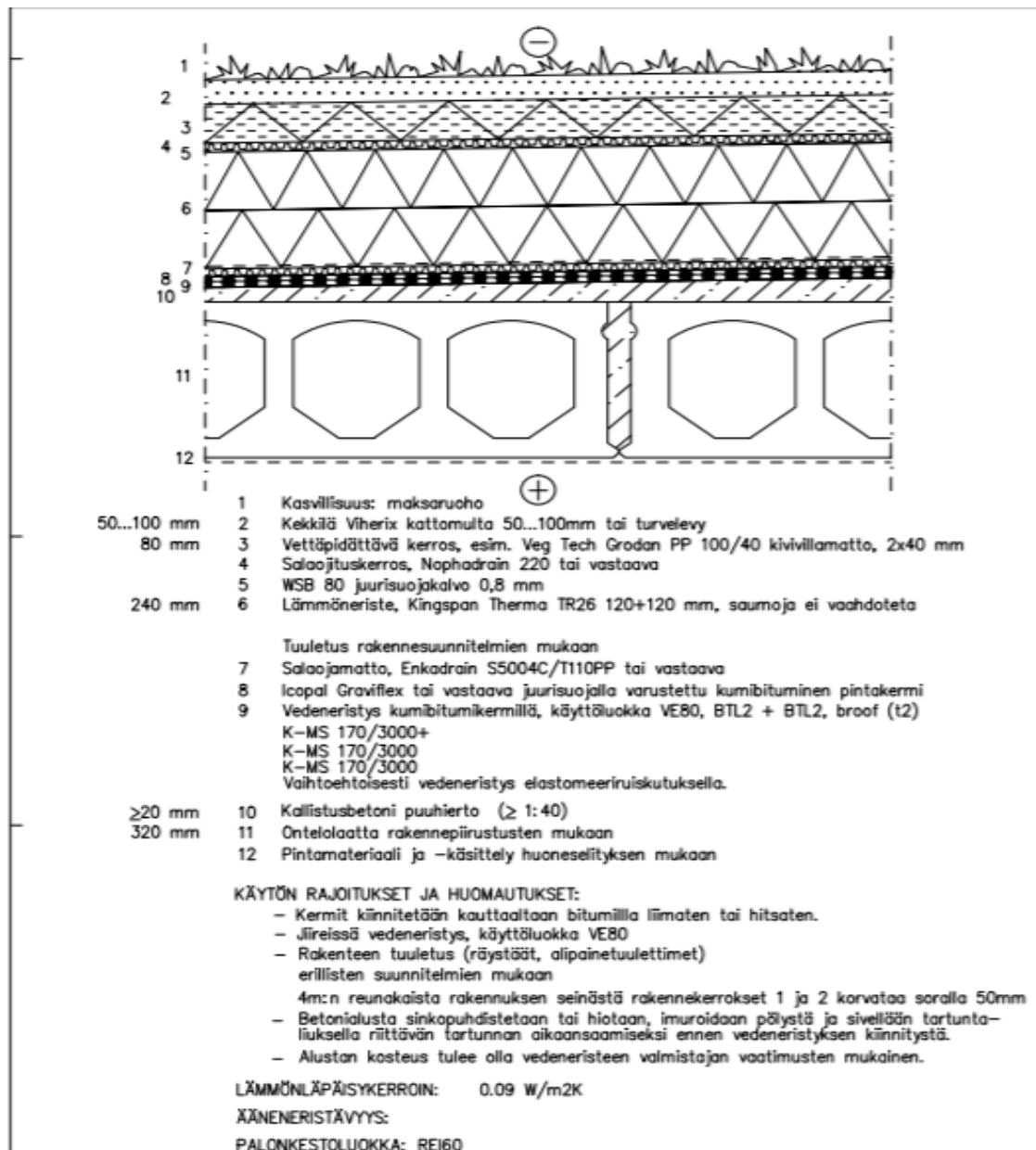
Kuva 1. KOy Rantatien Loikka (kuva Cederqvist & Jäntti, Skanska Oy 2018c).

2.2 Käännettykatto

Käännettyssä kattorakenteessa vedeneristyskerros sijaitsee lämmöneristeiden alla suojassa mekaaniselta rasitukselta, kuten lumelta ja jäältä. Vedeneriste pysyy näin aina tasalämpöisenä eikä altistu suurille lämpötilan vaihteluille. Käännettyssä rakenteessa vedeneristys toimii samalla höyrynsulkuna. Lämmöneristetyt pihakannet ja viherkatot ovat lähes aina yksinomaan käännettyjä ratkaisuja. Käännettyjen rakenteiden alustana toimii yleensä paikalla valettu betonilaatta tai

elementeistä tehty laattarakenne. Kallistukset tehdään erillisenä valuna laattarakenteen päälle ennen vedeneristystöitä. Pinnan tulee vastata vähintään puuhierrettyä pintaa, mutta parhaan tartunnan varmistamiseksi suositellaan pinnan sinkopuhallusta tai teräshiertoa, jotta sementtiliima saadaan kokonaan poistettua. Pintarakenteet ja pihakaivot sijoitellaan siten, että pääosa pinnalle tulevasta vedestä johdetaan suoraan sadevesijärjestelmiin. Bitumikermikatteiden käyttöluokkataulukkoa käyttämällä vedeneristys mitoitetaan joko luokkaan VE80R tai VE80 riippuen rakenteen käyttötarkoituksesta. Käännetyssä rakenteessa vedeneristys tulee kiinnittää alustaan kauttaaltaan. Lämmöneristeenä käytetyillä tuotteilla tulee olla riittävän alhainen vedenimukyky ja riittävä puristuslujuus (yleisimmin XPS-levyt). (Kattoliitto ry 2013, 37.)

Kun kyseessä on viherkatto, rakenteissa tulee huomioida seuraavat kohdat. Viherkaton kolme kerrosta muodostuvat kasvualustasta, salaojakerroksesta ja vedeneristyskerroksesta. Viherkatossa voidaan käyttää myös tavallista kattorakennetta. Salaojakerroksen ja kasvualustan mitoitus riippuu siitä, onko kyseessä yksinkertainen viherkatto vai vaativa kattopuutarha, jolloin kerrospaksuudet kasvavat. Viherkattoa suunniteltaessa luodaan kasveille oikeat kosteusolosuhteet ja varmistetaan vedeneristyksen toimivuus tulevan lisäkuormituksen kannalta. Viherkattoa suunniteltaessa tulee huomioida, että vedeneristyksen tulee olla juurisuojattu tai sen päälle tulee lisätä erillinen juurisuoja. Kuvassa 2 on esimerkki viherkaton käännetystä rakenteesta. Sama rakenne on toteutettu mallikohteessa polyureaeristettä käyttäen. (Kattoliitto ry 2013, 38.)



Kuvio 2. Viherkaton esimerkkirakenne.

3 POLYUREA PINNOITTEENA

Kaksikomponenttisen polyurean käyttö on uusinta teknologiaa suojaavien eristeiden ja pinnoitteiden alalla. Polyurea sekoitetaan nimensä takia monesti polyuretaaniin, mutta polyurea on kuitenkin eri aine. Tarkemmin ottaen polyurea eroaa polyuretaanista siten, että polyurea sisältää polyamidin polyolin sijaan ja urearyhmän uretaanin sijaan. (Primeaux 2014, 1.)

Kaksikomponenttinen polyurea koostuu nimensä mukaan kahdesta erilaisesta komponentista. Näitä komponentteja säätämällä saadaan aikaan ääriolosuhteita kestävä ja nopeasti kovettuva eriste. Polyurea kestää lujutensa ja joustavuutensa ansiosta suurta rasitusta ja kovaa kulutusta. Vedeneristystöissä jokainen sauma on riskirakenne ja mahdollinen vuotokohta. Polyurearuiskutuksella saadaan kuitenkin aikaan yhtenäisiä ja saumattomia maalikalvoa muistuttavia rakenteita. Polyurealla on myös laaja käyttölämpötila-alue, joka ulottuu -40 asteesta jopa +150 asteeseen. (Kestopinta 2018.)

Kaksikomponenttiset polyureat on tunnettu niiden nopeasta kovettumisajasta (tavallisesti alle 30 sekuntia), joka saavutetaan ilman katalyyttia. Nopeasta kovettumisajasta seuraa, että eristetyt alueet voidaan ottaa nopeasti käyttöön ja ovat valmiita seuraavaa työvaihetta varten. (Primeaux 2004, 1.)

Kaksikomponenttinen polyurea ei sisällä liuottimia tai haihtuvia orgaanisia yhdisteitä eli niistä ei synny haitallisia VOC-päästöjä. Polyurean levitys tapahtuu vain sille suunnitellulla ruiskutusjärjestelmällä. Komponentteja ei tarvitse esisekoittaa, vaan ne sekoittuvat kaksikomponenttisessä ruiskutuspuistolissa, joka luo riittävän paineen ja lämpötilan aineen levitykseen ja reaktion syntymiseksi. Polyureaa voidaan ruiskuttaa betonille, metallille, kattohuovalle, puulle ja muoville. Yleisimpiä käyttökohteita ovat vesikatot, liikennöidyt tilat ja teollisuuden tuotteet. (Primeaux 2004, 2.)

Kaksikomponenttinen polyurea on peräisin polyurea RIM -teknologiasta. RIM on suora lyhenne sanoista Reaction Injection Molding. Tämä taas tarkoittaa suomeksi nopeasti muotoon kovettumista. RIM-teknologia löydettiin 1980-luvun alkupuolella

ja sitä käytettiin autotehtailla osien pinnoituksessa. Tästä kehitettiin myöhemmin nykyinen kaksikomponenttinen polyureapinnoitus. (Primeaux 2004, 3.)

3.1 MasterSeal M 811

Esimerkkikohteessa on käytössä BASF:n valmistama MasterSeal M 811, joka on kaksikomponenttinen polyureavesieriste. Se on erittäin reaktiivista ja sitä voidaan levittää vain erityisellä kaksikomponenttisia tuotteita varten suunnitellulla ruiskukalustolla. (MasterSeal® M 811, [viitattu 16.3.2019].) Menetelmä ei vaadi tulityökoulutusta tai kattotulityökorttia kuten vaihtoehtoinen kermieristäminen.

MasterSeal M811 soveltuu moniin vedeneristyskohteisiin ja sitä voidaan käyttää mm. pysäköintialueisiin, korokkeisiin, tunneleihin ja kellarien vesieristeenä. Sitä käytetään myös joissain suojarakenteissa. Oikean pohjusteen kanssa sitä voidaan levittää suoraan useimmille alustoille, kuten betonille, teräkselle, bitumille, sementtitasoitteelle, lasikuidulla vahvistetulle polyesterille, puupintaan jne. (MasterSeal® M 811, [viitattu 16.3.2019].)

Eristettäessä laajoja alueita MasterSeal M811 -pinnoite on omaa luokkaansa sen nopean reagointiajan takia. Se on muiden polyureaeristeiden tavoin ylikäveltävissä jo 10-15 s päästä ruiskutuksesta ja täydet ominaisuutensa se saavuttaa kahdessa vuorokaudessa. (MasterSeal® M 811, [viitattu 16.3.2019].)

MasterSeal M811 ei itsessään kestä UV-säteilyä, mutta kestävyys saavutetaan käyttämällä erilaisia pintamaaleja tai lakkoja. Tämä ei kuitenkaan aiheuta ongelmaa, mikäli eriste jää piiloon eikä altistu suoralle UV-säteilylle. (MasterSeal® M 811, [viitattu 16.3.2019].)

MasterSeal M811 on EU-direktiivin 2004/42/EY (n.s DecoPaint direktiivi) mukainen eikä ylitä VOC-rajoitusta (Stage 2, 2010). EU-direktiivin 2004/42 mukaan suurin tuoteluokalle IIA/j sallittu VOC-arvo on 500 g/l (rajoitus: Stage 2, 2010). (MasterSeal® M 811, [viitattu 16.3.2019].)

Ympäristöministeriön asetuksen rakennuksen paloturvallisuudesta (A 28.11.2017/848, 28 §) mukaan, ”kate ei saa syttyä helposti naapurirakennuksen

palosta. Palo ei saa levitä katteessa eikä sen alustassa vaaraa aiheuttavalla tavalla. Katteen on oltava B_{ROOF}(t2)-luokkaa. B_{ROOF}(t2)-luokkaan kuulumaton kate voidaan kuitenkin hyväksyä erilliseen tulisijattomaan rakennukseen tai erityistapauksessa muuhunkin rakennukseen, jos tästä ei aiheudu aluepalon vaaraa. Suuret kattopinnat on jaettava enintään 2 400 neliömetrin osiin. Vaatimus ei koske tapauksia, joissa katteen alusta on vähintään A2-s1, d0-luokkaa tai muita ratkaisuja, joiden paloturvallisuustasoa voidaan pitää hyväksyttävänä.”

Masterseal M811 kuuluu Broof(T2)-luokkaan ja sitä on näin paloteknisiltä ominaisuuksiltaan sallittua käyttää katerakenteissa (MasterSeal® M 811, [viitattu 16.3.2019].)

MasterSeal M811:n, kuten muidenkin kaksikomponenttisten polyureaeristeiden, hyviin ominaisuuksiin kuuluu saumattomuus ja yhtenäisyys. Eristäminen pystysuorille pinnoille on helppoa, eikä ruiskutuksesta synny valumajälkiä. Yksityiskohdat, kuten läpiviennit, viemärit, kulmat ja ulokkeet, on helppo eristää ruiskutustekniikan ansiosta. (MasterSeal® M 811, [viitattu 16.3.2019].)

3.2 Tekniset tiedot

Teknisiä tietoja tutkiessa on otettava huomioon, että tulokset on saatu neutraaleissa laboratorio-olosuhteissa. Työmaalla ja vaihtelevissa sääolosuhteissa tulokset voivat vaihdella.

MasterSeal M 811 tekniset tiedot kovettumisen jälkeen:

- Kovuus Shore-A: 88
- Vetolujuus: ei annettu N/mm² (DIN 53504)
- Repäisylujuus: 34 N/mm² (DIN 53515)
- Venymä: 485 % (DIN 53504)
- Vesihöyryn läpäisevyys (1,5 mm, 25 °C/75 % r.h) 19 g/(m²d) (BS 3177). (MasterSeal® M 811 [viitattu 16.3.2019]).

Taulukko 1. Komponenttien tekniset ominaisuudet (MasterSeal® M 811, [viitattu 16.3.2019].)

Ominaisuudet	Standardi	Tiedot	Yksiköt
Kemiallinen pohja	-	polyurea- hybridi	-
Sekoitussuhde	A:B	100:100 100:106	Tilavuuden mukaan Painon mukaan
Tiheys (23	A- komponentti B- komponentti	1.06 1.08	g/cm ³
Viskositeetti	A- komponentti B- komponentti	1725 1800	mPas
Reaktioaika(ruiskutettu)	-	10-15	Sekuntia
Täysinkovettunut	-	2	päivää
Alustan ja ympäristön lämpötilat ruiskutettaessa	-	vähintään 5 enintään 35	°C °C
prosessointilämpötila (virtauslämmitin, letkulämmitin)	komponentti A komponentti B	70-75 70-75	°C °C
Prosessointipaine*	Komponentti A Komponentti B	130-180 130-180	baaria baaria
Suurin sallittu suhteellinen kosteus	-	enint. 85	%

Tuotteen CE-merkinnästä (EN1504-2) käyvät ilmi alla luetellut tekniset arvot:

1. Kulumisenkestävyys: ≤3000 mg
2. CO²-Läpäisevyys: Sd > 50
3. Vesihöyryn läpäisevyys: Luokka 2
4. Kapillaarinen absorptio ja vedenpitävyys: <0.1 kg/(m²*h^{0.5})
5. Lämpöyhteensopivuus jäätymis-sulamis-kierron jälkeen: ≥1.5 N/mm²

6. Kestävyys kovassa kemiallisessa kuormituksessa: Kovuuden väheneminen < 50 %
7. Silloittamiskyky: B 4 .2 (-20 °C)
8. Iskun kestävyys: Luokka 1
9. Tartuntavetolujuus: $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$
10. Paloluokka: Cfl-s1. tiedot (MasterSeal® M 811, [viitattu 16.3.2019].)

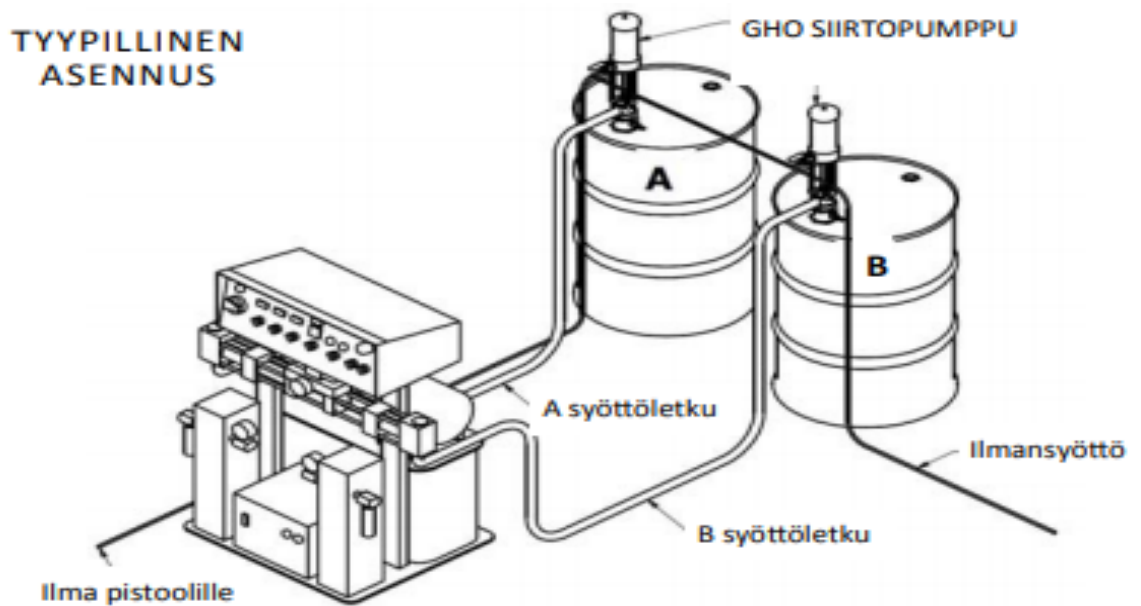
3.3 Polyureapinnoittaminen

Polyurearuiskutus tehtiin työmaalla aliurakkana työstä laaditun sopimuksen pohjalta. Työryhmälle kuului alustan karhennus/sementtiliiman poisto, pohjustimen eli primerin levitys ja itse polyurean ruiskutus. Työryhmään kuului kaksi työntekijää ja ruiskutukseen kuuluva kalusto. Pääurakoitsijan huolehdittavaksi jäivät seuraavat asiat: järjestää paikka pienelle kuorma-autolle, tuoda vesilinja ja 32 A:n voimavirta osoitettuun paikkaan sekä eristettävän alustan esipuhdistus.

3.3.1 Ruiskutuskalusto

Kaksikomponenttinen polyurea voidaan levittää vain siihen erikseen suunnitellulla järjestelmällä, josta esimerkki on kuvassa 5.

Polyurearuiskutusjärjestelmä koostuu kahdesta GHO-siirtopumpusta, joiden tarkoitus on siirtää komponentit A ja B säilytystynnyreistä hydrauliselle annostelijalle syöttöletkuja pitkin. Hydraulisella annostelijalla kuumennetaan komponentit oikeaan lämpötilaan prosessointia varten. Annostelijalla säädetään myös prosessointipaine oikean suuruiseksi. Annostelijalta pistoolille tarvitaan erityislaatuiset lämmittävät korkeapaineletkut, jotka on varustettu lämpötila-antureilla. Pistooli (kuva 6) toimii järjestelmän viimeisenä lenkinä ja on samalla ainoa työkalu eristystä tehdessä. Polyurearuiskutuksessa ei tarvita esisekoitusta, koska komponentit sekoittuvat pistoolissa. Pistoolin käsittely ja suuntaus on helppoa sen keveyden ansiosta. (RTV-Yhtymä Oy 2016.)



Kuva 3. Ruiskutusjärjestelmä (kuva PMC pinnoituslaitteet, RTV-Yhtymä Oy 2016.)



Kuva 4. Ruiskutuspistooli (kuva PMC pinnoituslaitteet, RTV-Yhtymä Oy 2016.)

3.3.2 Työvaiheet

Polyurearuiskutus, kuten kaikki muutkin vedeneristystyöt, alkaa aina kohteen huolellisella valmistelulla sekä esipuhdistuksella. Esipuhdistukseen kuuluu pinnan piikkaus, paikkaus, hionta ja tasoitus. Työvaiheen tarkoitus on poistaa pinnasta terävät kulmat ja kolot, jotka voisivat vahingoittaa tulevaa eristettä sekä heikentää

sen tarttumista. Pinta sinkopuhalletaan (kuva 5 ja kuva 6), imuroidaan ja lastataan valmistajan ohjeen mukaisesti. Sinkopuhalluksen tarkoitus on poistaa sementtiliima ja mahdolliset tartuntaa heikentävät öljy- ja rasvatahrat kallistusvalun pinnasta. Alusta tarkistetaan esipuhdistuksen jälkeen. Tarkastuksessa varmistetaan alustan laatu ja katsotaan, että se täyttää tartunnan vaatimat edellytykset.

Kohteessa alustana toimii ontelolaatan päälle tehty kallistusvalu. Alustaa ei siis tarvinnut piikata eikä paikkailla. Alustalle riitti sinkopuhallus ja kauttaaltaan huolellinen puhdistus.



Kuva 5. Sinkopuhallettu ja -puhaltamaton pinta.



Kuva 6. Sinkopuhalluskone.

Kun esipuhdistus on suoritettu, voidaan alustalle levittää pohjuste (kuva 7). Työmaalla käytetty MasterTop P617 on eristevalmistajan suosittama betonialustalle ja työmaalla käytetylle MasterSeal M811 -eristeelle. Pohjusteen tehtävä on sitoa pinnan hiukkaset ja sulkea sen huokokset. Näin varmistetaan paras mahdollinen tartunta. Pohjuste levitetään kumilastalla tasaisesti koko alueelle ja suojataan suoralta veden kosketukselta sen kuivumisen ajaksi. Kuivuminen kestää vähintään 24 tuntia +10 °C lämpötilassa. Jos lämpötila on korkeampi, se lyhentää pohjusteen kuivumisaikaa. (MasterTop P 617, [Viitattu19.3.2019].)



Kuva 7. Pohjusteen levitys.

Polyurearuiskutus voitiin aloittaa työmaalla vuorokauden kuluessa pohjusteen levityksestä, kun sääolosuhteet olivat oikeanlaiset. Kahden hengen työryhmä suoritti ruiskutustyöt (kuva 8). Eristystyö sujui vaivattomasti ja ryhmästä toinen henkilö keskittyi vain ruiskutukseen, kun toinen ohjasi letkua ja vaihtoi tarvittaessa komponenttitynnyrit. Yksityiskohdat tai ylösnostot eivät pidentäneet eristysaikaa, vaan niiden eristäminen tapahtui nopeasti ja vaivattoman oloisesti. Kokonaisuudessaan polyurearuiskutukseen meni aikaa noin 8 tuntia ja eristettävä alue oli 468 m².



Kuva 8. Polyureapinnoitteen ruiskutusta.

4 KUMIBITUMIKERMI

Ammattimaisessa urakoinnissa yleisesti käytetyin materiaali on tuoteluokkavaatimukset täyttävä modifioitu bitumikermi (käytännössä kumibitumikermi). Lisäaineita käyttämällä eli modifioimalla saadaan kermeihin lisää kestävyysominaisuuksia. Yleisin lisäaine on SBS-kumi, joka parantaa erityisesti kermin kylmäominaisuuksia ja tekee bitumimassasta elastisempaa. (Kattoliitto ry 2013, 27.)

Bitumikermeille on omat tuote- ja käyttöluokitukset, joiden avulla kateratkaisu valitaan paloluokitus huomioon ottaen. Tuoteluokitus määrittelee kermien minimivaatimukset ja käyttöluokitus kertoo kermiyhdistelmien vaihtoehdot katon eri kaltevuuksille ja käyttöasteelle. Näiden luokitusten tarkoitus on helpottaa rakennuttajan ja suunnittelijan työtä vertailtaessa eri ratkaisuja. Lisäksi niiden avulla edistetään kilpailua. (Kattoliitto ry 2013, 27.)

Esimerkkikohteessa suunnittelija on käyttöluokituksien antanut selkeät ohjeet, että sokkelin ja pihakannen eristykset tulee tehdä VE80R-luokitusta noudattaen. Tätä luokitusta käytetään, kun kohde on hankalasti korjattavissa olevalla tai raskaasti liikennöidyllä pihakannella. Kermien suositeltu katerakenne on näin ollen TL2+TL2+TL2, mikä tarkoittaa kolmea TL2-tuoteluokiteltua kermikerrosta. Viherkaton käyttöluokitus on VE80. Tämän mukaan voidaan luokitella kevyet henkilöliikenteen kuormittamat terassit ja viherkatot. VE80-käyttöluokan suositeltu kateratkaisu on TL2+TL2. Tuoteluokkien minimivaatimukset löytyvät taulukosta 2. (Kattoliitto ry 2013, 28.)

4.1 Tekniset ominaisuudet

Käytettäville kumibitumikermeille ja niiden ominaisuuksille annetaan vähimmäisvaatimukset luokittain. Alla on taulukko TL2-luokan vähimmäisvaatimuksista. Katteissa käytettyjen tuotteiden tulee olla Broof(T2)-paloluokassa.

Taulukko 2. Modifioitujen bitumikermien tuoteluokkavaatimukset.

(Perustuu Kattoliitto ry. 2013, 29)

Ominaisuus	Tutkimusmenetelmä	Vaatus	Yksikkö	TL2
Vetolujuus, 23 °C; pit.s./poikkis.	EN 12311-1	min	N/50 mm	600/400
Venymä, 23 °C; pit.s./poikkis.	EN 12311-1	min	%	25
Naulanvarren repäisylujuus; pit.s./poikkis.	EN 12310-1	min	N	150
Puhkaisulujuus dynaaminen (isku), +23 °C	EN 12691 B	min	mm	
Sauman vetolujuus	EN 12317-1	min	N/50 mm	
Vesitiiveys	EN 1928 B	min	kPa	300
Sirotteen kiinnipysyvyys	EN 12039	min	%	30
Dimensiostabiilitetti	EN 1107	min	%	± 0,6
Lämmönkestävyys	EN 1110	min	°C	80
Taivutettavuus liimattava kermi, pinta ja pohja	EN 1109	min	°C/∅ mm	-25/30
Pitkäaikaiskestävyys	EN 1296	min	°C	80
lämmönkestävyys (vanhennuksen jälk.) taivutettavuus (vanhennuksen jälk.) liimattava kermi, pinta ja pohja	(EN 1110) (EN 1109)	min/max	°C/mm	-15/30
Nimellispaino liimattava pintakermi	EN 1849-1	nimell.	g/m ²	4000
liimattava aluskermi				5000
Mitat	EN 1848-1	ilm.	mm	ilm.
pituus ja leveys		max	mm/10m	20
suoruus				

4.2 Kumibitumikermin asennus

Bitumikermieristystä ei toteutettu työmaalla, mutta sillä tehtiin sokkelin vedeneristystä sekä IVKH-katto. Myös lämmöneristykset suojattiin tätä menetelmää käyttäen. Kermieristykset tehtiin tuntitöinä ja materiaalit hankittiin aliurakoitsijan kautta. Kahden hengen ryhmä työskenteli normaalien työaikojen sisällä kello 07.00-16.00. Työryhmälle kuuluivat eristystyöt ja työpisteen siivous. Materiaalien ja työvälineiden siirto työpisteelle kuului pääurakoitsijalle, kuten myös jätekustannukset.

4.2.1 Valmistelevat työt

Ennen kumibitumikermin asentamista on suoritettava samat vaiheet kuin ennen polyureaeristämistä. Alusta puhdistetaan ja sementtiliima poistetaan joko hiertämällä tai sinkopuhaltamalla. Tämän jälkeen alusta tarkastetaan yhdessä työryhmän kanssa, että se on tartunnan edellyttävän laadun mukainen. Alustalle levitetään pohjuste, jonka kermivalmistaja on ilmoittanut kermille ja eristettävälle alustalle sopivaksi. Näiden alustavien työvaiheiden jälkeen voidaan aloittaa tavaran siirto. Tämä työvaihe vaatii huolellista suunnittelua, koska materiaalit täytyy nostaa katolle torninosturilla tai nostoja varten on tilattava erillinen mobiilinosturi. Nostotöitä varten alapuolinen alue tulee rajata lippusiimalla. Nostoissa täytyy olla kuljettajan lisäksi mukana yksi ala- ja ylämies, jotka auttavat ja ohjaavat nosturin kuljettajaa. Nostotöitä varten on myös laadittava oma työturvallisuussuunnitelma, joka käydään läpi työryhmän ja työnjohtajan kesken.

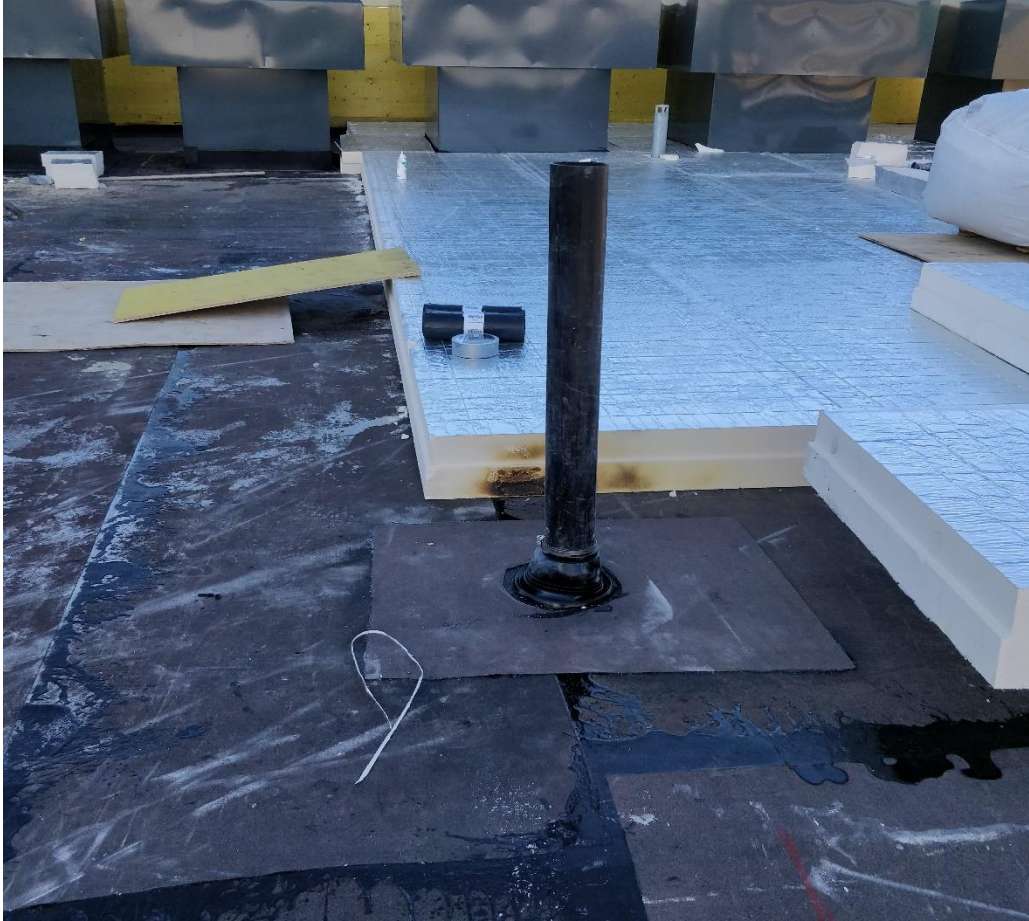
4.2.2 Kermin asennus

Kermiasennus koostuu kahdesta kerroksesta eli alus- ja pintakermistä. Aluskermi, joka toimii myös höyrynsulkuna, kiinnitettiin alustaan kauttaaltaan. Aluskermin asennuksen jälkeen asennetaan koko alueelle vielä pintakermi. Molemmat

kumibitumikermiä asennetaan liimaustekniikalla. Bitumikermien liimauksessa käytetään kuumaa sulatettua bitumia. Kumibitumikermi (SBS) tulisi liimata puhalletulla bitumilla tai kumibitumilla. Työmaalla on tehty eristyksiä puhallettavalla bitumilla. Tämä on parempi vaihtoehto, koska puhalletussa bitumissa käyttölämpötila on laajempi n. +190- 230 °C, kun taas kumibitumilla käyttölämpötila on 200-220 °C. Käyttölämpötilan ylitykset ja alitukset vaikuttavat oleellisesti kiinnityksen laatuun ja heikentävät kiinnittymistä. Saatujen kokemusten perusteella puhallettu bitumi täyttää tartunnan vaatimukset. Myös kattoliitto suosittelee kiinnitystä puhalletulla bitumilla. Kumibitumikermiä liimataan alustaan kaatamalla kuumaa bitumia kannusta levitettävän kermirullan eteen noin 1,5 kg/m². Kermiä asennettaessa on oltava tarkkana, ettei kermin ja alustan väliin jää ilmakuplia tai kuivia kohtia. (Kattoliitto ry 2013, 31). Kermit limitetään toisiinsa koko matkalta. Sivusaumoissa limityksen leveys on 100 mm, kun taas päätysaumoissa se on 150 mm. Päällekkäisten kerroksien kohdalla on otettava huomioon alempien kerroksien saumat. Kerroksien saumojia ei saisi koskaan tehdä päällekkäin, vaan ne tulisi limittää toisistaan. Kerrokset tulee myös tehdä saman suuntaisesti. Pintakermi liimataan aluskermiin kauttaaltaan. (Kattoliitto ry 2013, 32.)

Käännettyssä rakenteessa joudutaan läpivienteihin keskittymään äärimmäisen huolellisesti, koska ne ovat vaikeasti korjattavissa. Läpivientien ja yksityiskohtien tekeminen kumibitumikermillä vaatii tehdasvalmisteiset läpivientikappaleet (kuva.9). Näiden kappaleiden avulla tehdään läpiviennistä tiivis rakenne. Alus- ja päällyskermi tarvitsevat molemmat omat läpivientikappaleensa, jotka limitetään aina kahden kermin väliin. Tämän jälkeen läpivientikappaleen yläpää voidaan kiristää tiiviiksi rosteripannalla. (Kattoliitto ry 2013, 34-35.)

Ylösnosto vedeneristyksessä on tärkeä siksi, ettei patoutunut vesi pääse tunkeutumaan eristeen alle. Ylösnostot tehdään aina erillisellä kermikaistalla. Kermikaista kiinnitetään aina kauttaaltaan ja yläpää pitää suojata valuvilta vedeltä mekaanisesti. Mekaanisesti suojaaminen tarkoittaa, että kermin päälle limitetään esimerkiksi räystääs- tai seinäpelti. (Kattoliitto ry, 35.)



Kuva 9. Lävivientikappale.

5 KATTO- JA VEDENERISTYSALAN TULITYÖT

Katto- ja vedeneristysalan töissä vaadittavia tulitöitä saa tehdä vain henkilö, jolla on voimassa oleva tulityökortti. Tulityökortin tulee olla kuvan 10 mukainen yhdistetty tulityökortti, joka oikeuttaa myös kattotulitöiden tekoon.



Kuva 10. Yhdistetty tulityökortti. (Presto Paloturvallisuus Oy 2019).

Katon tulitöille vaaditaan määräaikainen ja kirjallinen tulityöluva.

Ennen kuin tulityöluva voidaan myöntää, on tehtävä tarkka selvitys tulitöiden aiheuttamista vaaroista. Arvioinnissa on keskityttävä erityisesti työkohteen alapuolisiin rakenteisiin ja ympäröiviin vaaroihin. (Finanssialan Keskusliitto 2017, 6, 7.)

Kohteesta tehdyn arvioinnin perusteella tulityöluvassa tulee eritellä kohteen vaatimat turvatoimet. Tulityöt voidaan aloittaa vasta, kun on yhdessä tulityöntekijöiden ja tulityövärtijan kanssa varmistettu, että luvassa määrätyt turvatoimet ovat kunnossa.

Tulityöluvassa pitää näkyä tulityöluvan myöntäjä, tulityöntekijät ja tulityövärtija. Tulityöluvaa myönnettäessä lupa tulee kirjoittaa vähintään neljänä kappaleena. Tulityöluvut tulisi jakaa seuraavasti: työn aikaiselle tulityövärtijälle, työn jälkeiselle värtijälle, tulityöntekijälle ja vakuutusnottajalle. Turvatoimet, joita tulityöluvassa on

mainittu, tulee saattaa jokaisen osapuolen tietoon. (Finanssialan Keskusliitto 2017, 6, 7.)

Katto- ja vedeneristystöiden tulityöluvan myöntäjällä tulee olla voimassa oleva tulityökortti. Myöntäjä ei voi olla sama henkilö, joka tekee tulitöitä. Tulityöluvia myöntävän henkilön tulee olla vakuutuksenottajan tulityösuunnitelmassa nimeämä henkilö, jonka katsotaan olevan riittävän perehtynyt ja asiantunteva vedeneristystulitöistä aiheutuviin vaaroihin. (Finanssialan Keskusliitto 2017, 6, 7.)

Tulityöluva on aina määräaikainen ja työpistekohtainen. Vain tulityöluvassa määritetyt tulityöt ovat työpisteellä sallittuja. Mikäli olosuhteet muuttuvat luvan voimassaoloaikana, luvan myöntäjän on päivitettävä lupa vastaamaan uusia olosuhteita. (Finanssialan Keskusliitto 2017, 6, 7.)

Katto- ja vedeneristysalan tulitöissä on toteutettava kohteen arvioinnin ja selvityksen perusteella vaaditut turvatoimet. Alla on muutamia yleisiä turvatoimia, jotka tulee huomioida työpisteessä:

- Työalueelle kuulumaton ja herkästi syttyvä materiaali on poistettava.
- Alueelle jäävät syttyvät materiaalit, joita ei voida poistaa, on suojattava palamattomalla peitteellä.
- Rakenteissa olevat aukot ja raot on suojattava tai tiivistettävä.
- Erheellisten hälytysten estämiseksi savunilmaisuu perustuvat paloilmioittimet ja sammutusjärjestelmät on kytkettävä pois päältä alueilla, jonne töistä muodostuva savu voi kulkeutua. Laitteet tulee kytkeä kuitenkin takaisin päälle heti, kun on mahdollista.
- Sprinklerilaitteita ei tule kytkeä pois päältä, vaan ne on suojattava väliaikaisella suojalla ja suojaus poistetaan heti, kun mahdollista.
- Tulityöpaikalla on oltava tulityöluvan myöntäjän määrittelemä kalusto. (Finanssialan Keskusliitto 2017, 7.)

Tulityöluvan myöntäjä määrittelee katto- ja vedeneristystöiden tulityöpisteessä tarvittavan sammutuskaluston aiemmin tehtyjen vaarojen arvioinnin ja selvityksen pohjalta. Sammutuskaluston tulee kuitenkin olla vähintään kaksi 43A

183 BC -teholuokan käsisammutinta. Sammutuskalusto tulee pitää tulityöpaikalla koko työnkeston ja jälkivartioinnin ajan. (Finanssialan Keskusliitto 2017, 8.)

Katto- ja vedeneristystöiden tulitöissä on käytettävä tulityövärtijää ja jälkivartijaa, aivan kuten muissakin tulitöissä. Tulityövärtijöiden tarve määritellään työn vaarojen arvioinnin ja selvityksen perusteella, kuitenkin siten, että työn aikana värtija on paikalla jatkuvasti ja työn jälkeen vähintään tunnin ajan. Tulityövärtijan pitää tarkkailla jatkuvasti tulityöpaikkaa, sen ympäristöä ja alusrakenteita. Tulityövärtijalla tulee olla voimassa oleva tulityökortti ja hänen tulee osata antaa hätäilmoitus ja suorittaa alkusammutus. (Finanssialan Keskusliitto 2017, 8.)

6 TYÖTURVALLISUUS JA LAADUNHALLINTA

6.1 Työturvallisuus katto- ja vedeneristystöissä

Rakennusalan suurimpiin ongelmiin lukeutuu huono työturvallisuus. Työturvallisuuteen vaikuttavat työmaalla alati vaihtelevat olosuhteet ja päällekkäiset työvaiheet. Siellä syntyy paljon tapaturmia, niin pieniä kuin suuria, ja pahimmassa tapauksessa ne johtavat kuolemaan. Työtapaturman sattuessa on kyse suurista menetyksistä ja ne aiheuttavat suuret taloudelliset menetykset niin uhrien omaisille kuin yrityksillekin. (Volotinen & Väänänen 2012, 3). Työturvallisuuteen panostaminen on näin ollen myös sijoitus yrityksille. Suomessa työturvallisuutta edistetään monilla eri määräyksillä ja lakipykälillä, joissa määritellään vähimmäisvaatimukset työturvallisuuden parantamiseksi. Rakennusalan yritykset voivat kuitenkin määritellä omien työmaidensa tason korkeammaksi ja vaatia sen noudattamista myös aliorakoitsijoilta. Työturvallisuutta ja työmaan yleislaatua valvotaan viikoittain suoritettavilla mittauksilla kuten TR-mittauksella. Työnturvallisuusmittauksessa eli TR-mittauksessa mitataan työmaan järjestystä, jätehuoltoa, pölyisyyttä, putoamissuojausta, työskentelyä ja henkilösuojainten käyttöä, sähköistystä ja valaistusta, telineitä, työtasoja sekä koneita. Näin voidaan havaita mahdolliset työmaan epäkohdat ja niihin voidaan puuttua ajoissa. (Skanska Oy 2018c).

Työmaalla on käytettävä aina työn vaatimaa henkilösuojausta. Työmailla vaaditaan seuraavia henkilösuojaimia:

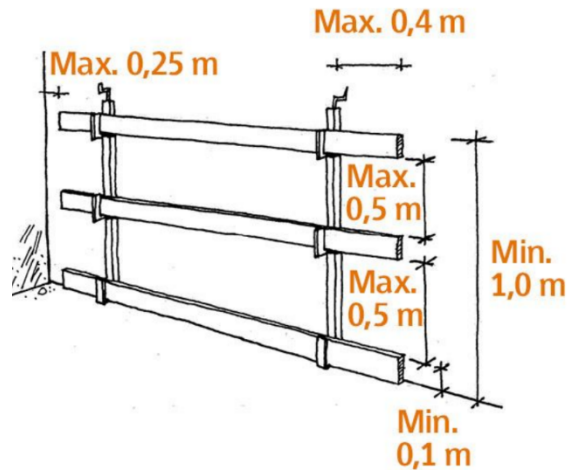
- leukahihmallinen suojakypärä (EN 397)
- työn mukaan valitut silmäsuojaimet (EN166)
- heijastava huomiovärivaatetus (EN ISO 20471)
- työnkuvaan valitut suojakäsineet, ja jos käytetään puukkoa tai katkoteräveistä, on käytettävä 5-luokan EN 388 viiltosuojakäsineitä
- turvakenkiä, joissa on kärkisuojaus ja suoja naulaan astumista vastaan
- muut tilaajan, työmaan tai työtehtävään vaatimat suojaimet (Skanska Oy 2018c.)

Kattotöissä oleellisia työturvallisuusseikkoja ovat putoamissuojaus ja nousutiet. Työturvallisuuden on lisäksi otettava huomioon töiden suoritusjärjestys, materiaalien siirto ja sijoittelu katolle, työpisteen siisteys, rakennukseen ja katolle johtavien kulkuteiden kunnossapito ja esteettömyys. (Kattoliitto 2013, 46.)

Putoamissuojausten tehtävä on nimensä mukaan estää henkilöiden ja esineiden putoaminen. Tähän paras keino on välttää korkealla työskentely, mikä ei kuitenkaan ole yleensä mahdollista, jolloin putoaminen täytyy estää. Putoamisen estämiseen käytetään henkilökohtaisia putoamissuojaimia, kaiteita ja aukkosuojia. Pääsääntönä voidaan pitää sitä, että kaikille reuna-alueille, joilla vapaata pudotustilaa on yli kaksi metriä, tulee pystyttää suojakaiteet. Suojakaiteiden tulee olla työturvallisuusmääräysten mukaiset, mistä näkyy malli kuvassa 11. (Skanska Oy 2018c & Kattoliitto ry 2013, 46.)

Aukkosuojat ovat myös tärkeä osa putoamissuojausta. Aukkosuojilla tulee suojata kaikki aukot, joihin on mahdollista kompastua tai joista esine voi pudota. Aukkosuojan tulee olla kiinteä, eikä se saa liikkua tai irrota potkaistessa. Aukkosuojan tulisi kestää vähintään 150 kg ja jos katolla tai kerroksissa liikutaan henkilönostimilla, on suojat mitoitettava niiden mukaan. Aukkosuojan kanteen tulee tehdä näkyvä merkki huomiovärillä. Isommat aukot voidaan suojata myös putoamissuojakaiteilla, kun aukkojen koko kasvaa suuremmaksi, mikä vaikeuttaa riittävän kantavan aukkosuojan tekoa. (Skanska Oy 2018c & Kattoliitto ry 2013, 46.)

Kaikissa tilanteissa putoamisvaaraa ei kuitenkaan voida poistaa eikä riittävää kiinteää suojausta yksinkertaisesti pystytäkään tekemään. Tällaisissa tilanteissa turvaudutaan henkilökohtaisiin putoamissuojaimiin. Putoamissuojajärjestelmän kaikkien osien tulee olla keskenään yhteensopivia ja CE-merkintöjen mukaisia. Suojaimia ei saa itse muokata, eikä niihin saa tehdä merkintöjä tusseilla, koska nämä voivat sisältää syövyttäviä ainesosia ja näin ollen heikentää näiden kestävyyttä. Henkilön, joka käyttää henkilökohtaisia suojaimia, on oltava perehtynyt niiden huoltoon ja tarkastukseen. Käyttäjän tulee tarkastaa kaikki osat (valjaat, köysi tai kelautuva tarrain ja nykäyksenvaimennin) ennen jokaista käyttökertaa. Välineet tarkastetaan kerran vuodessa maahantuojalla. (Skanska Oy 2018c & Kattoliitto ry 2013, 46.)



Kuva 11. Esimerkki kaideasennuksesta. (Skanska Oy 2018c).

6.2 Vesitiiviyskoe

Vesitiiviyskoe suoritetaan silloin, kun vedeneristysrakenne jää peittoon muiden rakenteiden alle niin, että eristystä on haastava tarkastaa ja korjata. Tällaisia rakenteita ovat mm. käännetyt katot, viherkatot ja liikennöidyt pihakannet. Vesitiiviyskokeen aikana kaivot ja muut vedenpoistot tukitaan, jolloin katoille saadaan vedenpaine. Vedenpaineen annetaan vaikuttaa riittävä aika, joka yleensä on 24 h. Vesitiiviyskokeessa vettä saa olla korkeimmillaan 300 mm, kuitenkin jo 150 mm tason ylittyessä on rakenteen kantavuus tarkistettava rakennesuunnittelijalta. Paineekokeen tarkastus tehdään aina yhdessä kattourakoitsijan kanssa, lisäksi tarkastukseen olisi hyvä kutsua rakennusvalvoja. Vesitiiviyskoetta tulee myös valvoa säännöllisesti kokeen aikana, mikäli vedenpinta laskee ja ilmenee vuotoja. (Kattoliitto ry 2017.)

7 MATERIAALIEN VERTAILU

Tässä osiossa vertaillaan polyureaeristämistä ja kumibitumikermieristämistä sekä eristysmenetelmien sopivuutta kohteeseen. Vertailu pohjautuu kesän aikana saatuihin kokemuksiin, kerättyihin dokumentteihin kohdetyömaalla sekä lähteistä saatuun tietoon.

7.1 Asennustekniikat

Työmaan ulkoiset vedeneristykset oli tarkoitus suorittaa kumibitumikermillä. Sen asennus ahtaisiin väleihin kapeiden rosteripuukkojen ympärille (kuva.11) ja ylösnostojen mekaaninen kiinnitys osoittautui kuitenkin haastavaksi. Haasteellisuudesta aiheutuneen viivästyksen ja vedeneristyksen pitävyydestä aiheutuneen huolen takia alettiin tutkia mahdollisia muita vedeneristysmenetelmiä. Tässä vaiheessa päädyttiin kokeilemaan polyureapinnoitusta. Se osoittautui erinomaiseksi vaihtoehdoksi, koska sillä voitiin kiinnittää kermin yläreuna ilman sen kummempaa mekaanista kiinnitystä kuvan 12 osoittamalla tavalla. Vaihtoehtoisesti olisi kermin yläreuna kiinnitetty lyöntiniiteillä ja kittaamalla. Tätä pidettiin kuitenkin hieman riskinä, koska ei voitu olla täysin varmoja kiinnityksen pitävyydestä. Polyurealla voitiin lisäksi eristää helposti ahtaat välit ja haastavimmatkin yksityiskohdat sen ruiskutustekniikan ansiosta. Polyurean nopean eristystekniikan ja kovettumisajan ansiosta voitiin siirtyä nopeasti seuraaviin työvaiheisiin. Kermieristäminen on asennustekniikaltaan huomattavasti hitaampaa ja valmista pintaa ei saada samassa aikataulussa kuin polyurealla. Kermin asennus tapahtuu mekaanisesti rullaamalla yksi kermi kerrallaan ja liimaamalla se kauttaaltaan puhallettua bitumia käyttäen. Kermillä eristettäessä ei siis saada polyurean tavoin jopa satoja neliöitä valmiiksi yhdessä työvuorossa.

Kuvassa 12 näkyvälle eristykselle tehtiin kohteessa vedentiiviyskoe. Vedentiiviyskokeessa huomattiin kuitenkin mahdollisia vuotoja. Mahdolliset vuodot saattoivat kuitenkin tapahtua muutakin kautta kuin eristetyn alueen kautta. Tiiviyskokeen aikana satoi normaalia enemmän, sekä tiedossa oli toisen työmaan aiheuttama vaurio pihakannen kermissä ja kaadossa. Tämän takia vuoto aiheutui

todennäköisesti muualta kuin eristetyltä alueelta. Myös polyureaaruiskutetulle alueelle tehtiin vesitiiviyyskoe. Koe tehtiin käännetylle viherkatolle, eikä tämän aikana ilmennyt ongelmia.



Kuva 12. Sokkelin rosteripuukko ja ahdas alusta.



Kuva 13. Kumibitumikermien ylösnosto kiinnitetty polyurealla.

Kun otetaan huomioon asennustekniikoista johtuvat lisätyöt, voidaan havaita, että kumibitumikermien asennus vaatii polyureasennuksesta poiketen nostotöitä. Kumibitumikermien asennusta varten olisi katolle nostettava kermi, padat, kaasut ja bitumit erillistä nosturia käyttäen. Nostotöitä varten tilattava mobiilnosturi aiheuttaisi lisäkustannuksia työhön. Lisäksi nostotyöt sitoisivat kaksi henkilöä ylä- ja alamiehen rooleihin, joiden tehtävä olisi opastaa ja auttaa kuljettajaa nostojen ajan. Kermieristäminen aiheuttaisi kermien leikkauksesta syntyvää jätettä ja hukkamateriaalia. Näiden siirto ja kuljetus kuuluisivat pääurakoitsijalle ja näin ollen niistä syntyisi taas lisäkustannuksia kermien asennukselle. Polyurearuiskutusta varten ei nostoja tarvita, vaan siinä letku voitiin vetää työmaahissillä katolle. Tynnyreihin jäänyt materiaali kuljetettiin pois, eikä näin ollen jätekuluja tai hukkaa päässyt syntymään.

7.2 Tekniset ominaisuudet

Teknisiltä ominaisuuksiltaan polyurea ja kumibitumikermi ovat haastavia vertailtavia, koska annetut tulokset on testattu eri menetelmillä ja ilmoitettu eri yksiköissä. Lisäksi polyurealle ei ole annettu materiaaliikohtaisia minimivaatimuksia kuten kuminbitumikermille. Kuitenkin polyurealle luvataan erittäin hyvää kulutuksen

kestävyyttä ja sen murtovenymä on 485 %, kun taas kumibitumikermin minimiluokaksi vaaditaan 25 %:n venymää. Vakuuttavan murtovenymän ansiosta polyurea kestää erinomaisesti alustan mahdollisen pienen laajenemisen tai halkeilun. Polyurealle ei ole annettu murtolujuutta. Yksi työmaalla käytetyn polyureaeristeen mainittavista heikkouksista on sen UV-valon kesto. Vika oli kuitenkin mahdollista paikata lakka- tai maalipinnoitteella. Polyurea on kuitenkin lämmöneristeen alla ulkoiselta rasitukselta suojassa, joten teknisiltä ominaisuuksiltaan molemmat vaihtoehdot kestävät varmasti ulkoisen rasituksen. Tämän takia voidaan tärkeämpinä ominaisuuksina pitää työmaalla havaittuja eroja. Työmaalla huomatuista ominaisuuksista merkittävimmäksi tekijäksi muodostuivat materiaalien erot elastisuudessa, tartunnassa ja ylösnostojen kiinnityksessä.

7.3 Kustannukset

Kustannusvertailu on tehty vertaamalla polyurearuiskutuksesta aiheutuneita kustannuksia kumibitumikermiasennuksesta tehtyihin tarjouksiin. Materiaalien kesken ei ollut havaittavissa suurta kustannuseroa. Molempien materiaalien kustannuksissa on huomioitu asennustyö ja materiaalit. Ero menetelmien kustannuksissa oli kokonaisuudessaan 1518 euroa polyurean hyväksi ja neliöhinnoissa eroa oli vain 1,1 euroa. Kustannuksissa ei ole huomioitu eristystä edeltäviä töitä tai jätekustannuksia. Mikäli mukaan laskettaisiin vielä jätekustannukset ja kumibitumikermin asennuksen vaatimat nostotyöt, tulisi kustannusero nousemaan.

7.4 Työturvallisuus

Asennustapojen yksi suurimmista ja merkittävimmistä eroista on vaaditut tulityöt. Työmaalla tapahtui kesällä läheltä piti -tilanne, joka aiheutui tulitöistä. Tilanteessa aliurakoitsija hitsasi ikkuna-aukolla, josta kipinä putosi sokkelin routaeristeiden väliin. Väliin päästyään kipinä sytytti EPS-levyn. Tilanne kuitenkin saatiin hallintaan nopeasti pääurakoitsijan oman työntekijän nopean reagoinnin ansiosta. Kohde ja eristettävä viherkatto yhdistyvät viereiseen aiemmin rakennettuun

toimistorakennukseen. Rakennuksessa työskentelee rakennuttajan tiloissa olevia vuokralaisia. Kohteen sijainnin kannalta sekä aikaisemmin tapahtuneen tilanteen takia tulitöitä ja niiden tekemistä harkittiin tarkasti. Kumibitumikermin asennuksessa tarvittavia tulitöitä voitiin siis pitää yhtenä ratkaisevana tekijänä eristystapaa valitessa. Kumibitumikermin asennus vaatii kaasulla toimivan bitumipadan, jossa bitumi lämmitetään 190-230-asteiseksi asennusta varten. Kuuma bitumi ja sen käsittely ovat riskialttiita työvaiheita. Lisäksi bitumista nousevat kaasut aiheuttavat terveyshaittoja. Kuuma bitumi aiheuttaa roiskuessaan palovammoja. Kermiasennuksessa käytetään myös kaasuliekkiä, jolla kermiä ja alustaa lämmitetään asennusta varten. Tästä aiheutuvat kipinät ja liekki voivat aiheuttaa tulipalon ympäristössä. Polyurearuiskutuksessa kaikilta edellä mainituilta riskeiltä vältytään.

Kumibitumikermistä aiheutuvat nostotyöt ovat myös työturvallisuuden vaikuttava tekijä. Nostotöissä on aina riski materiaalin putoamisesta ja tämän takia joudutaan sääolosuhteet ottamaan tarkkaan huomioon. Nostotöitä varten alapuolinen alue jouduttaisiin rajaamaan ja siellä työskentely estämään päiväksi. Raskaiden kermirullien ja bitumipalojen siirto voisi aiheuttaa henkilövahinkoja, kuten selän venähtämistä tai nilkan vääntymistä. Mobiilinosturi estäisi myös muiden kuljetuksien pääsyn työmaalle, mikä aiheuttaa työmaalle muuttuvia liikennejärjestelyjä. Työturvallisuuden kannalta on huomioitava vielä kermiasennuksesta syntyvien jätteiden varastointi katolla. Mikäli katolle jää jätteitä ja kermipaloja, ne voivat lentää hyvinkin kauas katolta. Tippuessaan jäte voisi aiheuttaa vahinkoja myös työmaan ulkopuolisille henkilöille vilkkaasti liikennöidyssä ympäristössä.

Työmaalla aiemmin tehtyjen polyureaeristysten aikana voitiin havaita, ettei polyureaeristyksestä synny samanlaisia riskejä mitä kermieristäminen synnytti. Polyurean työturvallisuuden kannalta huomioitava asia oli ihokosketus eli kuumana ruiskutettava polyurea saattoi aiheuttaa iholle osuessaan ärtymystä ja palovammoja. Tämä oli kuitenkin helposti torjuttavissa rajaamalla pääsy ruiskutusalueelle ja valvomalla ruiskutusryhmän suojavaatetusta.

8 POHDINTA

Ulkopuoliset vedeneristystyöt ovat erittäin tärkeä ja vakavasti otettava aihealue rakentamisessa. Mikäli vedeneristyskerros vaurioituu, se on toteutettu väärin tai suunniteltu huonosti, rakennus tulee todennäköisesti vuotamaan ja sitä kautta vaurioitumaan. Tämän takia tulisi jokaisen työnjohtajan tietää mahdollisimman hyvin erilaisista mahdollisuuksista vedeneristystöissä.

Työtä tehdessä havaitsin, että polyurearuiskutuksesta on vaikeaa löytää tietoa. Tästä päätellen polyurean käyttö vedeneristyksessä ei ole vielä kovin tunnettua Suomessa. Työn aikana ja vertailua tehdessäni polyurea vaikutti kuitenkin monessa mielessä paremmalta ja nykyaikaisemmalta vaihtoehdolta kuin perinteinen kermieristäminen.

Polyurearuiskutus on erinomainen ja kilpailukykyinen menetelmä vedeneristystöissä. Omasta mielestäni jokaisen työnjohtajan olisi syytä tietää polyurearuiskutuksesta ja sen tuomista mahdollisuuksista. Kohdetyömaalla polyurearuiskutuksella kermieristämisen sijaan korvatut alueet osoittautuivat toimiviksi ratkaisuiksi, josta kertoo myös onnistunut vesitiiviyskoe. Polyurealla ratkaistiin kermieristuksen ongelmat yksityiskohdissa ja ylösnostoissa. Lisäksi välttyttiin monelta riskialttiilta työvaiheelta, kuten nostotyöt ja tularityöt voitiin unohtaa kokonaan viherkaton vedeneristystöissä. Polyurea osoittautui myös hinnaltansa kilpailukykyiseksi materiaalivaihtoehdoksi vedeneristystöissä.

Vaikka kohteen kannalta paremmaksi eristysmenetelmäksi nousi polyurearuiskutus, sitä ei voida silti nostaa ainoaksi oikeaksi menetelmäksi. Vedeneristystyöt ja niiden asettamat vaatimukset vaihtelevat jokaisella työmaalla ja rakennuksessa. Tästä syystä toisella työmaalla voi paremmaksi ja kustannustehokkaammaksi materiaaliksi osoittautua kumibitumikermi.

LÄHTEET

- A 28.11.2017/848. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta., 28 §: Kate
- Finanssialan Keskusliitto. 2017. Tulityöt Turvallisuusohje. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 18.3.2019]. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/22357#page=1>
- Kattoliitto ry. 2013. Toimivat Katot. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 13.3.2019]. Saatavissa: http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat_Katot_2013_reduced_size_.pdf
- Kattoliitto ry. 2017. Vesitiiveyskoe katoilla ja pihatasoilla. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 19.3.2019]. Saatavissa: http://www.kattoliitto.fi/ajankohtaista?446_m=537
- Kestopinta. 2018. Polyureapinnoitus. [Verkkosivu]. [Viitattu 13.3.2019]. Saatavissa: <https://www.kestopinta.fi/polyureapinnoitus/>
- MasterSeal® M 811. Ei julkaisuaikaa. [Verkkosivu]. [Viitattu 16.3.2019]. Saatavissa: [https://assets.master-builders-solutions.basf.com/shared%20documents/pdf/english%20\(iran\)/tds/masterseal/basf-masterseal-m-811-tds.pdf](https://assets.master-builders-solutions.basf.com/shared%20documents/pdf/english%20(iran)/tds/masterseal/basf-masterseal-m-811-tds.pdf)
- MasterTop P617. Ei julkaisuaikaa. [Verkkosivu]. [Viitattu 19.3.2019]. Saatavissa: [https://assets.master-builders-solutions.basf.com/shared%20documents/pdf/finnish%20\(finland\)/downloadsmastertop/tds/pohjusteet%20epoksi-%20ja%20polyuretaanipinnoille%20mastertop/mbs_tds_mastertop_p_617.pdf](https://assets.master-builders-solutions.basf.com/shared%20documents/pdf/finnish%20(finland)/downloadsmastertop/tds/pohjusteet%20epoksi-%20ja%20polyuretaanipinnoille%20mastertop/mbs_tds_mastertop_p_617.pdf)
- Presto Paloturvallisuus Oy. 2019. Kattotulityökortti. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.3.2019]. Saatavissa: <https://www.presto.fi/koulutus/kurssit/kattotulityokortti>
- Primeaux, D.J. 2004. Polyurea Elastomer Technology: History, Chemistry & Basic Formulating Techniques. [Verkkoartikkeli]. A Presentation by Primeaux Associates LLC. [Viitattu 16.3.2019]. Saatavissa: <http://www.hansonco.net/uploads/notes/polyurea-elastomer-technology-history-chemistry-and-basic-formulating-techniques-2004-18.pdf>
- RTV-Yhtymä Oy. 2016. PMC pinnoituslaitteet. [Verkkoesite]. [Viitattu 16.3.2019]. Saatavissa: <http://www.rtv.fi/kone-ja-pintakaesittelyosasto/pmc/PMC%20Pinnoituslaitteet%20Tuoteluettelo%202016.pdf>
- Skanska Oy. 2018a. Skanska rakentaa Lindström Investille toimistotalon Kalasatamaan. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 16.3.2019]. Saatavissa:

<https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/media/uutiset/216572/Skanska-rakentaa-Lindstrom-Investille-toimistotalon-Kalasadamaan>

Skanska Oy. 2018b. Aliurakkasopimus Elastomeeri pinnoittamisesta.

Skanska Oy. 2018c. Skanska-Pakka. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 18.3.2019].
Saatavissa: <https://pakka.skanska.fi/>

Volotinen, I & Väänänen, M. 2012. Kattotöiden Työturvallisuus. [Verkkajulkaisu].
Kattoliitto ry. [Viitattu 18.3.2019]. Saatavissa:
http://www.kattoliitto.fi/files/464/Kattotoiden_tyoturvallisuusopas_screen.pdf