



Jeremias Martikainen

Autohallin kansirakenteen veden- eristysvaihtoehtojen vertailu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakentamisen projektinhallinta

Insinöörityö

12.12.2021

Tiivistelmä

Tekijä:	Jeremias Martikainen
Otsikko:	Autohallin kansirakenteen vedeneristysvaihtoehtojen vertailu
Sivumäärä:	40 sivua + 1 liitettä
Aika:	12.12.2021
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Rakentamisen projektinhallinta
Ohjaajat:	Lehtori, Kimmo Sani Työpäällikkö NCC Suomi Oy, Mikko Mäkelä

Opinnäytetyö tehtiin NCC Suomi Oy:n asuntorakentamisyksikölle. Tavoitteena oli löytää HATT Herttoniemi työmaalle sopivin autohallin kannen vedeneristysvaihtoehto, kun otetaan huomioon tuotannolliset aikataulut, kustannukset, laatu sekä takuut. Työ rajattiin koskemaan kyseistä työmaata sekä rakenteeltaan ja vedeneristysvaihtoehdoiltaan samankaltaisia kohteita tulevaisuudessa.

Työn teoriaosuus toteutettiin etsimällä tietoa vedeneristysvaihtoehdoista eri kirjallisuuslähteistä sekä haastatteleamalla polyuretaanielastomeerilla ja bitumikermillä vedeneristystä tekeviä urakoitsijoita. Aikatauluvertailut tehtiin käyttäen Ratu-korttien ilmoittamia menekkejä sekä haastatteluiden perusteella. Kustannuksia vertailtiin kohteen tarjousten perusteella. Takuuta vertailtiin YSE 1998:n sekä urakoitsijoiden ilmoittamien takuuaikojen perusteella.

Työn lopputuloksena oli, että polyuretaanielastomeeri on parempi vaihtoehto autohallin kannen vedeneristykseen aikatauluiltaan sekä takuiltaan. Työvaiheeseen liittyvät välittömät kustannukset ovat kyseisellä materiaalilla tehtäessä hieman korkeammat verrattuna bitumikermeihin. Vaikka polyuretaanielastomeeri on vielä hieman tuntemattomampi materiaali, on sitä käytetty merkittävässä hankkeissa ongelmitta, jolloin sen laadullisen lopputuloksen voidaan olettaa olevan hyvä.

Avainsanat: Autohalli, vedeneristys, pihakansi

Abstract

Author: Jeremias Martikainen
Title: Comparison of Waterproofing options for a Parking Garage
Number of Pages: 40 pages + 1 appendices
Date: 12 December 2021

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Program of Civil Engineering
Professional Major: Construction Project Management
Supervisors: Kimmo Sani, Senior Lecturer
Mikko Mäkelä, Project Manager NCC Suomi Oy

This thesis was done for NCC Suomi Oy's residential construction unit. The goal was to find the most suitable waterproofing option for a parking garage deck for the HATT Herttoniemi construction site, by comparing production schedules, costs, quality and guarantees. The thesis was limited to the construction site in question and to sites with similar structures and waterproofing options in the future.

The theoretical part of the thesis was done by searching information considering these waterproofing options from various construction literature sources and by interviewing waterproofing specialists. Schedule comparison was made using time demands on Ratu-cards and with the information from interviews. Expenses were compared based on the bids of the construction site. Guarantees were compared based on the YSE 1998 and with the guarantee times stated by the contractors.

The result of the thesis was that polyurethane elastomer is a better alternative to the waterproofing of the parking space deck in terms of guarantees and schedules. Expenses with polyurethane elastomer are slightly higher compared to bitumen felt. Although polyurethane elastomer is a slightly unknown waterproofing material, it has been used in major projects with excellent results thus its qualitative results are supposed to be good.

Keywords: parking garage, waterproofing, yard deck

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Taustaa	1
1.2	Työn tavoitteet	1
1.3	Työn rajaukset	2
1.4	Tutkimusmenetelmät	2
2	HATT Herttoniemi-työmaan autohallin kannen rakenne	3
2.1	Kantavat rakenteet	3
2.2	Vedeneristys	4
2.3	Salaojakerros	4
2.4	Lämmöneristyskerros	5
2.5	Pintarakenteet	6
3	Kannen vedeneristys kumibitumikermillä	7
3.1	Käyttöluokat	7
3.2	Tuoteluokat	7
3.3	Bitumikermien asennus	9
3.4	Eryityskohdat vedeneristyksessä	11
3.4.1	Ylösnotot	11
3.4.2	Liikuntasaumamat	14
3.4.3	Kaivot	15
3.4.4	Läpiviennit	17
3.5	Laadunvarmistus	17
3.5.1	Alustan vaatimukset	17
3.5.2	Toleranssit	17
3.5.3	Painekokeet	18
3.5.4	Tartuntakokeet	19
4	Polyuretaanielastomeeri	20
4.1	Alustan vaatimukset	21
4.2	Eryityskohdat	22

4.2.1	Kaivot	22
4.2.2	Liikuntasaumamat	22
4.2.3	Ylösnostot	22
4.3	Laadunvarmistus	23
5	Takuut	24
5.1	YSE 1998	24
5.2	Bitumikermien takuut	25
5.3	Polyuretaanielastomeerin takuu	26
5.4	Takuukorjaukset	26
6	Haastattelut	27
6.1	NCC:n työnjohto	27
6.2	Aliurakoitsijat	27
6.3	NCC:n jälkimarkkinointi	28
6.4	Yhteenvedo haastatteluista	29
7	Vedeneristysten vertailu	30
7.1	Aikataulut	30
7.2	Kustannukset	31
7.3	Vertailujen yhteenvedo	32
7.4	Laadunvarmistuksen toteutus	34
8	Johtopäätökset	35
9	Yhteenvedo	38
	Kirjallisuuslähteet	39
	Haastattelut	40
	Liitteet	41

1 Johdanto

1.1 Taustaa

Nykyisin asuntorakentaminen keskittyy laajasti kaupunkialueille. Tällöin perinteisen pihapysäköinnin toteuttaminen on yleensä melko haastavaa rakennettavien tonttien ahtaudesta johtuen. Tontteja halutaan myös käyttää mahdollisimman tehokkaasti, jolloin useampaan tasoon tehtävä pysäköintihalli on tontin käytöllään tehokas ratkaisu. Myös NCC:n kohteissa parkkihallit ovat yleistyneet.

Autohallien pihakansien vuotaminen on erittäin yleinen ongelma. Vuotokohtat liittyvät usein kannen läpivienteihin, ylösnostoihin, liikuntasaumoihin sekä autohallin kannen ja viereisen rakennuksen liittymärakenteisiin. Pihakansien vedeneristyksen korjaaminen jälkeenpäin on erittäin haastavaa ja kallista, johtuen muun muassa rakennusteknisistä seikoista sekä autohallin korjaustöiden aikaisen uudelleenpysäköinnin järjestämisestä.

1.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on päättää case-kohteena toimivalle HATT Herttoniemi-työmaalle sopivin autohallin pihakannen vedeneristysvaihtoehto, kun otetaan huomioon aikataulut, kustannukset, laadullinen lopputulos sekä materiaalin ja työn takuut. Työssä vertaillaan kannen vedeneristysvaihtoehtoina olevia kumibitumikermiä sekä ruiskutettavaa polyuretaanielastomeeria mainittujen osaluoiden osalta sekä tutkitaan näistä parempi vaihtoehto. Opinnäytetyön perusteella case-kohteeseen paremmin soveltuvalla vedeneristysvaihtoehdolle tehdään työvaiheen laadunvarmistuksessa käytettävä laadunvarmistuspohja.

1.3 Työn rajaukset

Opinnäytetyö rajattiin siten, että se pätee HATT Herttoniemi työmaahan sekä tulevaisuudessa rakenteiltaan ja vedeneristysvaihtoehdoiltaan samantapaisiin hankkeisiin. Case kohteessa autohallin välipohjarakenteena on jälkijännitetty teräsbetoni-laatta ja vedeneristysvaihtoehtoina bitumikermiratkaaisu tai polyuretaanielastomeeri.

1.4 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön tutkimustyö aloitetaan tutkimalla lähtötietoja sekä kirjallisuutta molemmista vedeneristysvaihtoehdoista. Lähdemateriaaleista saatua tietoa vahvistetaan haastatteluilla. Autohallien kansien vedeneristystöitä johtaneita työnjohtajia saadaan tietoa työvaiheiden toteutuksesta sekä niihin liittyvistä ongelmakohdista. Vedeneristystöitä tekeviä urakoitsijoita haastatteleamalla saadaan urakoitsijan näkökulmaa aiheeseen liittyen, sekä tietoa muun muassa työn ja materiaalien takuista. NCC:n jälkimarkkinoinnin haastattelusta saadaan tietoa aikaisempien kohteiden mahdollisista korjaustoimenpiteistä aiheeseen liittyen sekä niistä aiheutuneita kustannuksia.

Kirjallisuuslähteiden ja haastattelujen pohjalta tutkitaan toteutustapojen välisiä aikatauluja, kustannuksia ja laatua. Toteutustapojen välisiä aikatauluja vertaillaan haastateltavien kokemuksiin perustuen sekä Ratu-korttien ilmoittamia aikamenekkejä vertailemalla. Kustannuksia vertaillaan kohteeseen annettujen tarjousten perusteella ottaen huomioon mahdolliset takuutöiden aiheuttamat kustannukset.

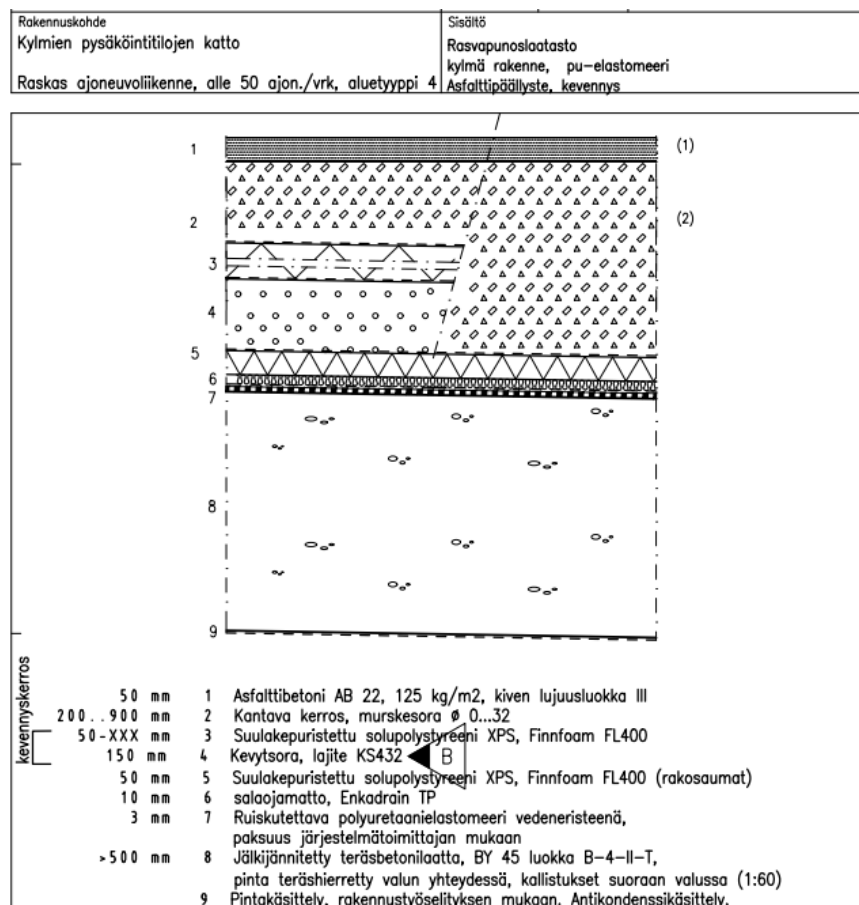
Opinnäytetyön esimerkkikohteena toimii NCC:n HATT Herttoniemi työmaa. Kohde rakennetaan Helsingin kaupungin asuntotuotannolle, ja sen on määrä valmistua 6/2023. Kohteeseen rakennetaan seitsemän 5-6-kerroksista taloa, yhtiöiden yhteinen piha-alue sekä parkkihalli, jota tämä opinnäytetyö koskee.

2 HATT Herttoniemi-työmaan autohallin kannen rakenne

HATT Herttoniemi työmaan autohallin yläpohjarakenne on käännetty rakenne, jolloin vedeneristyksen laadullisesti hyvä lopputulos on erityisen tärkeää. Rakenne koostuu jälkijännitetystä teräsbetoni-laatasta, vedeneristeestä, salaojakerroksesta, lämmöneristekerroksesta sekä pintarakenteista.

2.1 Kantavat rakenteet

Autohallin kantavina pystyrakenteina ovat pääosin elementtirakenteiset maanpainesseinät sekä kantavat pilarit autohallin sisällä. Yläpohja tehdään noin 500mm paksuna jälkijännitettyä teräsbetoni-laattana. Betonilaattaan ei tule erillistä kallistusvalua, vaan kaadot (1:60) tehdään suoraan valuun, kuten alla olevassa rakennetyypissä on mainittu. (1.)



Kuva 1. Autohallin yläpohjan rakennetyyppi (1)

Autohallin teräsbetoni-laatan alapuoli pintakäsittellään antikondenssikäsittelyllä. Käsittely suojaa rakenteita korroosiolta ja se on ääntä eristävä sekä paloturvallinen. Antikondenssipinnoite on pintaan ruiskutettava huokoinen massa, joka si-
too kosteuden ja estää siitä johtuvan pisaroinnin. (2.)

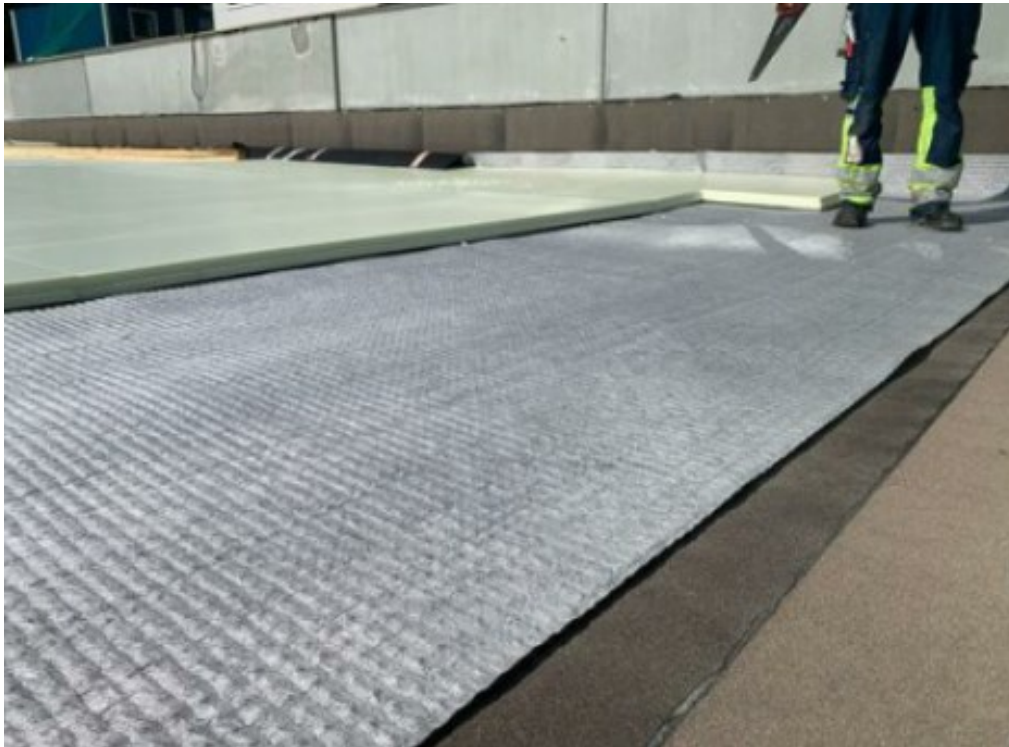
2.2 Vedeneristys

Vedeneristyksen tarkoituksena on estää veden pääseminen rakenteisiin. Autohallien kansissa vedeneristyksen oikeaoppinen toteuttaminen on erityisen tärkeää, koska jälkeempään korjaaminen on haastavaa ja siitä aiheutuu suuria kustannuksia. Vedeneristeen toimimattomuudesta voi seurata muun muassa korroosiota raudoituksissa sekä kansirakenteen läpi valuvaa vettä, joka likaa alapuolisessa hallissa olevat ajoneuvot. Vedeneristys voidaan toteuttaa case-koh-
teessa bitumikermillä VE80R-katerakenteella tai polyuretaanielastomeerilla.

Ennen vedeneristyksen asentamista eristettävästä pinnasta poistetaan sementtiliima sekä muut epäpuhtaudet sinko- tai hiekkapuhalluksella ja pinta puhdistetaan huolellisesti tämän jälkeen (3, s. 26).

2.3 Salaojakerros

Vedeneristeen ja lämmöneristeen väliin tulee aina tehdä salaojakerros, jonka avulla liiallinen kosteusrasitus johdetaan pois. Salaojakerroksen avulla vältetään padotustilanteita ja varmistetaan sen päällä olevien lämmöneristeiden pysyminen mahdollisimman kuivina. Alla olevassa kuvassa esitetään salaojamaton asentaminen. (3, s. 39.)



Kuva 2. Salaojamaton asennus. (Kuva: Samuli Viitala)

HATT Herttoniemi-kohteessa autohallin kannen salaojakerros tehdään Enkadrain TP-salaojamatolla. Salaojamatto koostuu sydänosasta sekä sitä ympäröivistä kuitukankaista. Sydänosa johtaa vedet kaivoon ja ympäröivät kuitukan-kaat pitävät maa-ainekset irti sydänosasta, jotta se ei pääse tukkeutumaan. Sa-laojamatto levitetään yhtenäisenä vedeneristeen päälle ylösnostoja myöten. (4, s.1.)

2.4 Lämmöneristyskerros

Autohallin kannen lämmöneristekerroksessa tulee käyttää ainoastaan eristeitä, joilla on alhainen vedenimukyky, sekä riittävä puristuslujuus määritettyihin hyö-tykuormiin nähden. Yleisimmin lämmöneristeinä käytetään suulakepuristettuja XPS-eristyslevyjä. Alla olevassa taulukossa on esitetty käännettyissä raken-teissa käytettävien eristeiden tuotevaatimukset. (3, s. 39.)

Taulukko 1. Käännettyillä katoilla käytettävien lämmöneristeiden tuoteominaisuudet (3.)

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

Lämmöneristekerroksen alla on tärkeää olla toimiva salaojakerros, jotta eristeille ei kohdistu liiallista kosteusrasitusta. Lämmöneristeiden päälle levitetään suodatinkangas, joka estää hienon maa-aineksen valumisen salaojakerrokseen.

2.5 Pintarakenteet

Pääasiallisena pintarakenteena case-kohteessa on asfalttibetoni AB 22, eli asfaltin kiviaineksen maksimirakoko on 22mm. Asfalttibetonia käytetään yleisesti kulutuskerroksen materiaalina liikennöidyillä alueilla. Asfalttibetoni levitetään 0..32 mm kivimurskan päälle. Kivimurska toimii kantavana kerroksena rakennetyypin pintarakenteille. Asfaltointikaluston valinnassa tulee ottaa huomioon kannelle määritetyt kuormitukset. (5.)

3 Kannen vedeneristys kumibitumikermillä

Tässä luvussa käydään läpi autohallin kannen vedeneristystä kumibitumikermeillä tehtäessä. Kumibitumikermeillä tehtäessä haasteeksi on muodostunut erityisesti ylösnostot, läpiviennit, kaivot sekä liikuntasaumot. Näihin tulee siis kiinnittää erityistä huomiota.

3.1 Käyttöluokat

Kumibitumikermit ovat yleisin ratkaisu autohallien kansiin vedeneristyksessä. Bitumikermit jaetaan taulukko 2:n mukaisesti kolmeen eri käyttöluokkaan: VE40, VE80 sekä VE80R. VE40 kateratkaisua voidaan käyttää katoilla, joissa minimikaltevuus on 1:40 ja VE80 rakennetta katoilla, joissa minimikaltevuus on 1:80. VE80R on suositeltu käytettäväksi raskaasti liikennöidyillä alueilla sekä aina käännytyissä rakenteissa. (6.)

Taulukko 2. Bitumikermien käyttöluokat (6)

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

3.2 Tuoteluokat

Bitumikermit jaetaan kolmeen tuoteluokkaan niiden mekaanisen ja kemiallisen kestävyysperusteella. Tuoteluokista TL1:llä on kovimmat vaatimukset ominaisuuksien suhteen. Ensimmäisen tuoteluokan bitumikermejä käytetään yleensä yksikerroksena, jonka vuoksi sillä on muita luokkia vaativammat tuotevaatimukset. TL1:sta voidaan myös joissakin kohteissa käyttää osana kaksi- tai kolmikerroksia. (6.)

Taulukko 3. Bitumikermien tuoteluokkavaatimukset (RIL 107-2000)

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

Taulukossa 3 on esitetty kunkin tuoteluokan kestävyys- ja stabiilitivaatimukset sekä niiden testaamiseen käytetty SFS-standardin mukainen menetelmä.

3.3 Bitumikermien asennus

Bitumikermit kiinnitetään alustaansa siten, että ne muodostavat yhtenäisen ja tiiviin vedeneristyksen. Ennen vedeneristeen asentamista betonipohjalle, tulee eristettävä pinta puhdistaa tartuntaa heikentävistä aineista, kuten sementtiliimasta esimerkiksi sinkopuhaltamalla. Eristettävän tulee olla hieman karkea eli puuhierretty pinta, ja sen vetolujuus on oltava yli $0,8 \text{ N/mm}^2$. Tartunnan varmistamiseksi eristettävä pinta käsitellään kauttaaltaan tartuntaliuoksella eli primerillä, kuten kuvassa 3 on esitetty. Tartuntaliuos levitetään mahdollisimman nopeasti sinkopuhalluksen jälkeen, sillä se estää osaltaan betonin pintaan tiivistyvän kosteuden imeytymisen rakenteisiin. (3, s.40 ;15.)



Kuva 3. Autohallin kannen tartuntaliuos (Kuva: Samuli Viitala)

Kermikatteen kiinnitys voidaan tehdä liimaamalla tai hitsaamalla. Autohallien kansissa suositellaan alimman bitumikermin asentamista liimaamalla, kuten kuvassa 4 on esitetty. Materiaalin vedenpitävyyden varmistamiseksi sivusaumat limitetään aina 100 mm ja päätysaumat 150 mm. Liimaaminen tehdään kauttaaltaan, joka voidaan todentaa kermin sivulta ulos pursuavan kumibitumin avulla, kuten myös alla olevassa kuvassa näkyy. (7.)



Kuva 4. Pohjakermi asennettu liimaamalla (Kuva: Samuli Viitala)

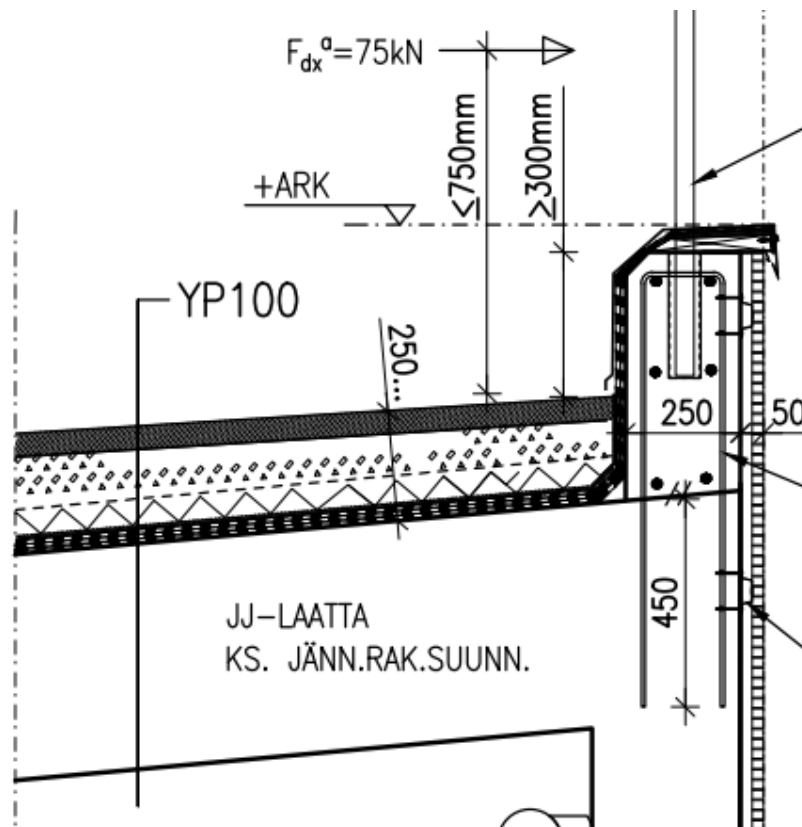
Liimaaminen tehdään joko puhalletulla bitumilla tai kumibitumilla. Näistä yleisempi toteutustapa on puhallettu bitumi johtuen sen laajemmasta käyttölämpötilasta (+190-+230°C). Puhalletulla bitumilla saavutetaan kiinnitykselle asetetut vaatimukset riittävästi ja se ei kärsi työnaikaisesta ylikuumenemisesta kuten kumibitumi. Autohallien käännytyissä katoissa pohjakermi kiinnitetään kauttaaltaan kuumabitumilla kiinni betonialustaan. Tällöin bitumin menekki on noin 1,5 kg/m². Kannen toinen ja kolmas bitumikermi kiinnitetään pohjakermiin kiinni kauttaaltaan hitsaamalla.(3, s. 33.)

3.4 Erityiskohdat vedeneristyksessä

Parkkihallin kannen vedeneristyksessä yleisimmät vuotokohdat liittyvät kannen läpivienteihin, kaivoihin, ylösnostoihin sekä liikuntasaumoihin. Tämän takia näihin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Läpivientimateriaalien ja rakenteen käyttötavoite tulee olla sama kuin varsinaisella vedeneristeellä

3.4.1 Ylösnostot

Vedeneristysten ylösnostojen avulla varmistetaan, että katolle mahdollisesti poutunut vesi ei pääse tunkeutumaan seinärakenteen kautta alapuolisiin tiloihin. Tavallisesti ylösnosto tulee tehdä minimissään 300 mm valmiin kansirakenteen pinnasta ylöspäin alla näkyvän detaljin mukaisesti. Ylösnoston kiinnittyminen alustaan varmistetaan bitumiliuossivellyllä. (3, s. 40.)



Kuva 5. Detalji vedeneristeen ylösnostosta (1)

Ylösnostoissa vaaka- ja pystyrakenteiden välinen liitos viistetään säänkestävällä laastilla tai bitumiholkalla. Viisteen avulla vältetään vedeneristeen liian jyrkästä taitoksesta ja saadaan täten parannettua nurkan vedeneristävyttä. Bitumikermien ylösnostot kiinnitetään aina yläpäästä mekaanisilla kiinnikkeillä. Ylösnostoja tehdessä varsinainen vedeneristyskermi katkaistaan bitumiholkan yläpäästä ja ylösnosto tehdään erillisellä bitumikermillä. (3, s. 40.)



Kuva 6. Kermieristyksen ylösnosto (Kuva: Samuli Viitala)

Ylösnostoja tehtäessä vaakakermi ja ylösnostojen kermit limitetään toistensa väliin, kuten kuvassa 6 on esitetty. Ylösnostoissa vaakalimitys suositellaan tehtäväksi minimissään 300 mm limityksellä. Ylösnosto tehdään yhtä monella kermillä kuin muukin eristettävä alue eli autohallin kansissa kolminkertaisella kermillä. Ensimmäinen ylösnoston bitumikermi nostetaan seinälle noin 300 mm ja viimeinen suositellaan nostettavaksi noin 500 mm. (15.)

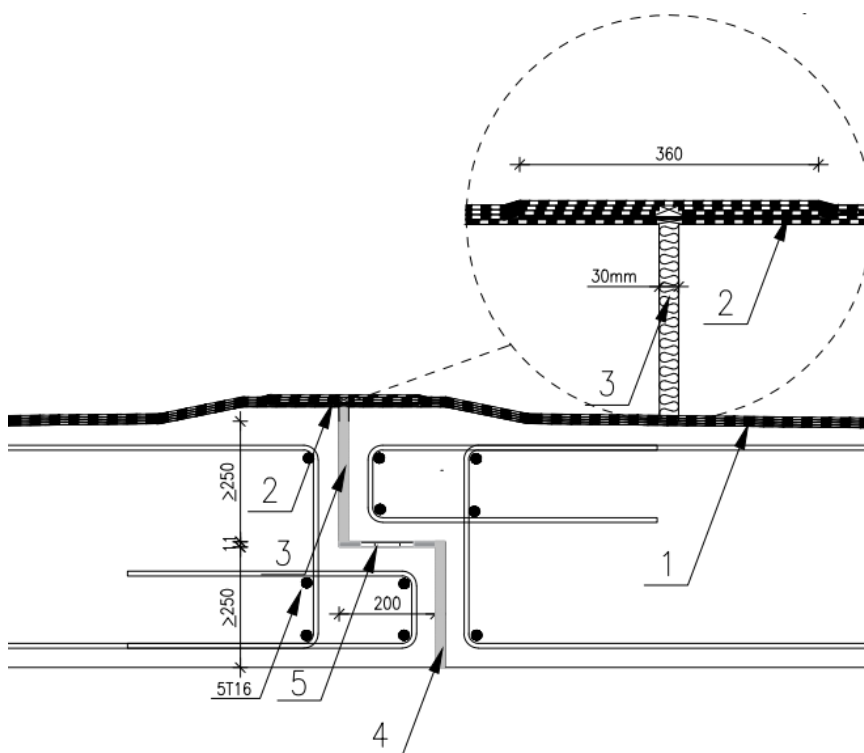


Kuva 7. Bitumikermin ylösnosto (Kuva: Samuli Viitala)

Kuvassa 7 on esitetty valmiin autohallin kannen vedeneristyksen ylösnosto. Ylösnoston yläpää kiinnitetään mekaanisesti kiinni betoniin kohteen rakennesuunnittelijan määrittämällä jaolla käyttäen RST-kiinnikkeitä.

3.4.2 Liikuntasaumat

Autohallien kansirakenteissa on lähes aina kantavan rakenteen liikkumisen mahdollistavat liikuntasaumat, jotka tulee ottaa huomioon vedeneristystä tehtäessä. Liikuntasaumakohdat ovat väärin tehtyinä yleinen syy vedeneristeen rikkoutumiselle.



1. Vedeneriste VEBOR
2. Liikuntasaumanauha MIGUA MIGUPREN MP360, liikevara $\perp \pm 40$ mm, $// \pm 20$ mm. Kiinnitys alimman kermin päälle bitumilla. Ylin kermi jatkuvana läpi.
3. Irrotuskaista 30mm, suljettusoluinen polyeteeni.
4. Irrotuskaista poistetaan valun jälkeen.
5. Liukulaakeri jänn. suunn. mukaan, esim. Civalit Type 10 Laakeri 52x104x8.5 + liukuvevy 110x165x2 k250 (kokonaispaksuus 11mm). Sallittu kuorma 300kN/m, sallittu liike $\perp \pm 30$ mm, $// \pm 30$ mm ja sallittu kiertymä 20%.

Kuva 8. Detalji vedeneristyksestä liikuntasauoman kohdalla (1)

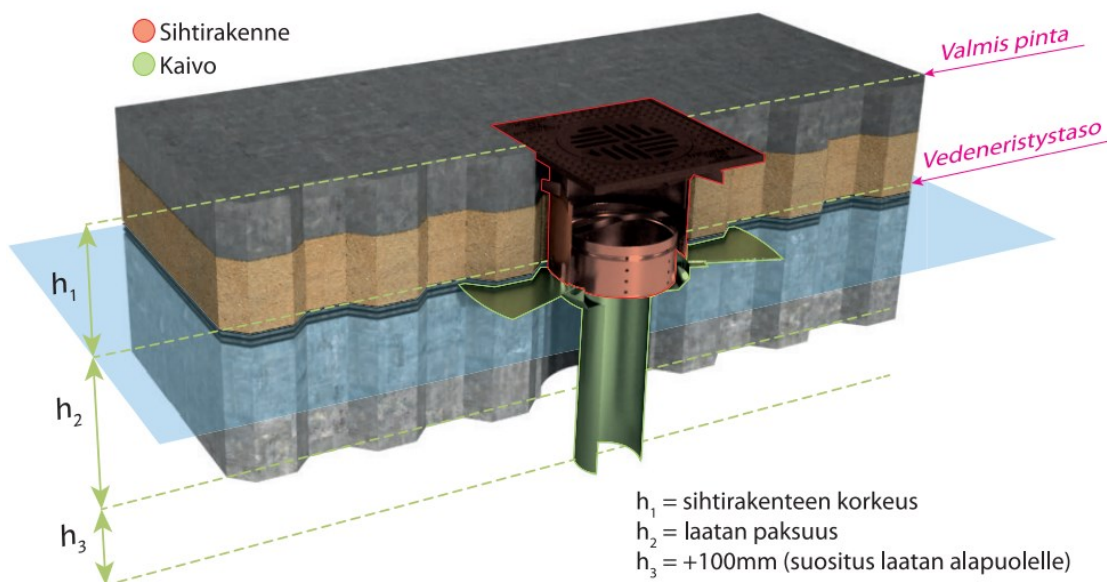
Kuvassa 8 esitettyssä detaljissa liikuntasauமாகhdan vedeneristys tehdään Migupren MP360-liikuntasaumanauhalla. Se asennetaan pohja- ja pintakermien väliin hitsaamalla, ja sallii pituussuunnassa noin 40mm liikevaran. (8.)

Liikuntasaumat voidaan tehdä myös esimerkiksi irrotuskaistalla, jolloin varmistetaan, ettei vedeneriste tartu kiinni liikuntasauமாகhdalla ja sallii tällöin enemmän rakenteen liikehdintää rikkomatta vedeneristettä. Liikuntasaumakohdat voi

toteuttaa myös laittamalla karheapintaisen noin 300 mm leveä bitumikermin liikuntasauaman kohdalle pitämään varsinainen vedeneristys irrallaan liikuntasauhasta. (3.)

3.4.3 Kaivot

Autohallien käännytyissä rakenteissa käytetään sadeveden poistoon kaksoiskaivoa. Kaivo koostuu kuvassa 9 esitetyllä tavalla varsinaisesta ritiläkaivosta, joka on valmiin pinnan tasolla, sekä sihtirakenteesta, joka on rakenteen vedeneristysten tasolla. Pääosa vedestä johdetaan kannelta pois sihtiosan kautta, ja rakenteen sisälle kulkeutunut vesi poistuu alakorokerenkaan reikien kautta.



Kuva 9. Kattokaivon periaate (9)

Kaivon laippaosa kiinnitetään mekaanisesti kiinni betonialustaan pohjakermin asentamisen jälkeen. Tämä varmistaa kaivon pysymisen paikallaan sekä estää laippaosaan hitsatun bitumikermin liikehdintää ja tällöin myös mahdollista rikkoutumista.



Kuva 10. Kaivoon hitsattu bitumilaippa (Kuva: Samuli Viitala)

Kaivo liitetään vedeneristekerrokseen hitsattavalla bitumilaipalla kahden bitumikermin väliin, kuten kuvassa 10 on esitetty. Kattokaivon bitumilaipan päälle hitsataan pintakermit, kuten muuallekin autohallin kanteen. Kaivot kondenssieristetään solukumieristeellä, jolla estetään kosteuden tiivistyminen kattokaivon ja viemärin pintaan. Autohallien pihakansien kaivojen sulana pysyminen talviaikaan varmistetaan saattolämmityksellä. (9;15.)

3.4.4 Läpiviennit

Autohallien kannet tulisi suunnitella siten, että läpivientejä olisi mahdollisimman vähän, sillä ne ovat riskialttiita kohtia vedeneristyksen kannalta. Läpiviennit tehdään käyttämällä laipallisia RST läpivientiputkia, joiden liitokset tehdään kansirakenteen ulkopuolella.

3.5 Laadunvarmistus

3.5.1 Alustan vaatimukset

Bitumikermejä asennettaessa alustan tulee olla kuiva ja puhdas. Betonipinnalta on poistettu tartuntaa heikentävät aineet kuten sementtiliima ja jälkihoitoaineet hiekkapuhaltamalla tai sinkopuhaltamalla. Alustassa ei saa olla yli 3 mm hammastuksia eikä teräviä hammastuksia, jotka voisivat rikkoa bitumikermin. (10.)

Vedeneristystyötä ei saa tehdä vesisateella, sillä märkä pinta heikentää kermin tartuntaa alustaansa huomattavasti. Betonialustasta tulee mitata kosteudet ennen vedeneristyksen asentamista. Näytepalamenetelmällä betonin suhteellinen kosteus tulee olla vähintään 10 mm syvyydestä mitattuna alle 90%. Mittaus tehdään RT 14-10984 mukaan. Suhteellinen kosteus mitataan vähintään kolmesta kohdasta, ja eristettävän pinta-alan ollessa yli 500 m² lisätään aina yksi mittauspiste jokaista alkavaa 500 m²:ä kohden. (11, s. 2.)

Betonipinnan lämpötilan pitää olla yli 3°C yli kastepistelämpötilan. Asennuslämpötilan tulee olla yli 5°C koko asennuksen ajan. Tämän takia talviolosuhteissa eristettäessä työ tehdään yleensä lämmitetyssä sääsuojassa. (11, s. 2.)

3.5.2 Toleranssit

Autohallin kannen vedeneristyksessä bitumikermillä, tulee se kiinnittää kauttaaltaan siten, että ilmapusseja ei jää niiden alle. Kermit limitetään sivusaumoista

100 mm ja päätysaumoista 150 mm. Monikermikatteet asennetaan samansuuntaisesti ja siten, että eri kerrosten väliset limitykset eivät ole päällekkäin. Vierekkäisten kermien päätysaumat porrastetaan minimissään 500 mm. Kermien saumat tehdään niin sanotusti myötäsuntaan, jolloin vesi valuu kaatosuunnassa päällimmäisen kermin päältä alempana olevan päälle. (10.)

Valmiin bitumieristeen tulee olla niin tasainen, että siinä ei esiinny yli 15 mm vesilammikoita. Hitsattavat kermit ovat oikein asennettu, kun sen vierustalla kulkee maksimissaan 20 mm leveä, yhtenäinen bitumipurse.

3.5.3 Painekokeet

Vedeneristyksen toimivuuden varmistamiseksi tehdään vedenpainekoe ennen eristeiden peittämistä. Painekokeen avulla havaitaan kaivojen, läpivientien ja muiden erityiskohtien vedenpitävyys. Mikäli vuotoja havaitaan, on ne huomattavasti helpompi korjata ennen pintarakenteiden asentamista.



Kuva 11. Autohallin kannen vedenpainekoe (Kuva: Samuli Viitala)

Vedenpainekokeessa kaivot tulpataan ja eristetty rakenne täytetään vedellä kuvan 11 mukaisesti. Painekoetta tehdessä kansi täytetään vedellä siten, että se nousee ylösnostojen holkan yläpuolelle. Painekokeen kesto on yleensä 48-72 tuntia. Kokeen aikana havainnoidaan alapuolisia rakenteita mahdollisten vuoto-kohtien havaitsemiseksi. (15.)

3.5.4 Tartuntakokeet

Bitumikermien tartuntakokeet tehdään alustan sinkopuhalluksen ja tartuntaliuoksen sivelemisen jälkeen. Eristettävälle alueelle liimataan muutamia noin neliön kokoisia bitumikermien paloja. Näistä otetaan tartuntakokeet riittävän lujan tartunnan varmistamiseksi, kuten alla olevassa kuvassa on esitetty.



Kuva 12. Bitumikermieristyksen tartuntakoe (Kuva: Samuli Viitala)

4 Polyuretaanielastomeeri

Polyuretaanielastomeerit ovat ruiskutettavia vedeneristysmateriaaleja. Ne jaetaan kahteen ryhmään: nopea- ja hidasreaktiivisiin. Elastomeereilla saadaan tehtyä saumaton vedeneristys, jolloin kannen vuotoriski on pienempi kuin kumi-bitumikermeillä tehtäessä. Kuvassa 13 on esitetty ruiskutuksen toteutusta. (12.)



Kuva 13. Polyuretaanielastomeerin ruiskutus

Elastomeerit ovat erittäin joustavia ja niillä on hyvä halkeamien silloituskyky. Ne kykenevät kestäämään rikkoutumatta jopa 12 mm levyisen halkeaman betonissa. Materiaalin murtovenymä on satoja prosentteja vielä -40°C lämpötilassa. Myös polyuretaanielastomeerien mekaaninen lujuus on moninkertainen verrattuna esimerkiksi betoniin tai teräkseen.

Autohallien vedeneristyksissä käytettäessä ruiskutettavan kerroksen paksuus on yleensä 3 mm. Yhden ruiskutettavan kerroksen paksuus on noin 1,5 mm. Ruiskutus tehdään kahdessa kerroksessa ristikkäissuunnista. Ruiskutettu polyuretaanielastomeeri kestää kävelyä 20 sekunnin kuluttua. (16.)

4.1 Alustan vaatimukset

Ennen polyuretaanielastomeerin ruiskuttamista eristettävästä alueesta irroteetaan sementtiliima ja muut epäpuhtaudet sinkopuhalluksella. Materiaalin neste-
mäisestä rakenteesta johtuen alustassa voidaan sallia hieman suuremmat ham-
mastukset, kuin bitumikermeillä tehtäessä.

Betonialustan sallittu suhteellinen kosteus elastomeerin ruiskutukselle on 97%.
Pinnan lämpötilan tulee olla minimissään +5°C. Ennen varsinaisen vedeneris-
tyksen ruiskuttamista eristettävä pinta käsitellään tartuntaa parantavalla prime-
rilla taulukon 4 mukaisesti. (16.)

Taulukko 4. Tartuntapohjusteen valinta polyuretaanielastomeerille

Alusta	Primeri
Bitumi huopa	Mastertop P 698
Betoni	Mastertop P 601, jonka jälkeen: Mastertop P 679 tai Mastertop P 691
Asfaltti	Mastertop P 660 tai Mastertop BC 375
Vanerilevy	Mastertop P 660 tai Mastertop P 691 tai Conipur 73
GRP	Mastertop P 691
Rauta/teräs (ei ruostumaton)	Mastertop P 681
Raudattomat metallit (esim. alumiini, sinkki)	Mastertop P 684
Vanhat Conipur vesieristykset	Mastertop P 691

4.2 Erityiskohdat

Ruiskutettavalla polyuretaanielastomeerilla autohallin kannen erityiskohtien eli ylösnostojen, kaivojen, liikuntasaumojen ja läpivientien tekeminen on helpompaa kuin bitumikermillä.

4.2.1 Kaivot

Polyuretaanielastomeerilla tehtäessä kannen kaivoina käytetään samoja kaivoja, kun bitumikermillä eristettäessä. Kaivojen laipat kiinnitetään mekaanisesti kiinni alustaansa noin 100 mm välein ja autohallin kannen ja laipan liitos tiivistetään tiivistemassalla. Tämän jälkeen vedeneriste ruiskutetaan laipan juureen asti. Kaivojen laipat tulee primeroida laipan materiaalille sopivalla aineella ennen vedeneristystä. (16.)

4.2.2 Liikuntasaumamat

Liikuntasaumojen kohdalla käytetään paksumpaa vahvuutta vedeneristyksessä kuin muualla autohallin kannessa. Liikuntasaumojen päälle asennetaan irrotuskaistana toimiva noin 200 mm leveä silikonipaperi, joka pitää vedeneristeen irrallaan liikuntasaumasta ja mahdollistaa tällöin sauman toimivuuden ilman vedeneristeen rikkoutumista. Liikuntasaumojen kohdille ruiskutetaan yleensä 4mm paksuinen kerros vedeneristettä. (16.)

4.2.3 Ylösnostot

Seinien ylösnostot tehdään polyuretaanielastomeerilla samaan tapaan kuin bitumikermillä. Vedeneristettä ruiskutetaan vähintään 300 mm valmiista pinnasta ylöspäin. Eroavaisuuksina on se, että kannen ja seinän liitokseen ei tarvitse tehdä viistettä ja ylösnoston yläreunaan ei tule mekaanisia kiinnikkeitä. Näiden työvaiheiden puuttuminen nopeuttaa vedeneristystä huomattavasti.

4.3 Laadunvarmistus

Polyuretaanielastomeerilla tehtäessä laadunvarmistustoimenpiteet ovat samankaltaisia kuin bitumikermillä tehtäessä. Laadunvarmistuksen toimenpiteitä ovat kolmiopalamenetelmä, vetokoe sekä painekoe. Kolmiopalamenetelmän avulla varmistetaan riittävän suuri eristyspaksuus, joka on parkkihallien kansissa erityiskohtia lukuun ottamatta 3mm. Erityiskohdissa vedeneristyksen paksuus on 4mm. Riittävän paksuuden varmistamiseksi ruiskutetun kannen vedeneristeestä leikataan muutamasta kohdasta kolmion muotoinen pala pois ja mitataan sen paksuus. Tämän jälkeen kyseisiin kohtiin ruiskutetaan uusi kerros polyuretaanielastomeeria. Vedeneristysmateriaalin valmistaja on määritellyt tuotteen vetolujuudeksi 10 N/mm², jota sovelletaan vetokokeissa. Valmiille eristetyille autohallin kannelle tehdään vedenpainekoe samaan tapaan kuin bitumikermiratkaisussa. (16.)

5 Takuut

Tässä luvussa käsitellään rakennusalan yleisten sopimusehtojen YSE 1998:n määrittelemiä takuita sekä niihin vaikuttavia seikkoja. Tämän jälkeen vertaillaan materiaalivalmistajien sekä case-kohteen urakoitsijoiden myöntämiä takuuajakoita kummallakin vedeneristysvaihtoehdolla. HATT Herttoniemi työmaan tilaaja vaatii kannen vedeneristyksille 10 vuoden takuun.

5.1 YSE 1998

Käännetyissä rakenteissa kuten autohallin kansissa, noudatetaan rakennusalan yleisten sopimusehtojen (YSE 1998) määrittelemiä vähimmäistakuita. YSE:n mukaan vähimmäistakuuajaika on 2 vuotta siitä, kun urakka on vastaanotettu tilaajan toimesta. Urakkasopimukseen voidaan kirjata myös pidempi takuuajaika. Takuuajan piiriin kuuluu myös urakan aikana tehdyt lisä- ja muutostyöt. Jos rakennettavan kohteen valmistuminen vastaanotto viivästyy tilaajan tai muiden urakoitsijoiden takia, voidaan takuuajaa pidentää enintään 3 kuukautta. (13, s. 8.)

Työn suorittanut urakoitsija on velvollinen korjaamaan takuuajana ilmenneet virheet ja puutteet, mikäli niitä ei voida osoittaa urakoitsijan työsuorituksesta johtumattomiksi. Tällaisia voivat olla esimerkiksi normaali kuluminen tai tilaajan vastuulle kuuluvien huoltotoimenpiteiden laiminlyöminen. Mikäli urakoitsija ei viivyttämättä tule takuun piiriin kuuluvia puutteita korjaamaan, on tilaajalla oikeus teettää korjaukset toisella urakoitsijalla ja osoittaa kustannukset takuun antaneelle yritykselle. Tästä toimenpiteestä tulee ilmoittaa etukäteen kirjallisesti takuun antaneelle urakoitsijalle. (13, s. 8.)

Urakoitsija on vastuussa myös tietyistä asioista takuuajan loppumisen jälkeenkin. Näitä ovat esimerkiksi sellaiset virheet, jotka tilaaja kykenee näyttämään aiheutuneen urakoitsijan törkeästä työsuorituksen laadullisesta laiminlyönnistä tai kokonaan tekemättä jäänyt urakkasopimuksen mukainen työsuoritus. Näihin ta-

kuuajan jälkeisiin vastuisiin ehtona on se, että tilaaja ei ole pystynyt kohtuullisuuden mukaan huomaamaan puutteita vastaanottotarkastuksessa tai takuuajana. Urakoitsijan takuuajan jälkeiset vastuut päättyvät 10 vuoden kuluttua vastaanottotarkastuksesta, tai siitä päivästä, kun rakennus on otettu käyttöön. (13, s. 8.)

5.2 Bitumikermien takuut

Bitumikermien materiaalien osalta takuu aika vaihtelee valmistajasta riippuen. Yleinen takuu aika materiaalille on 10 vuotta, joillakin valmistajilla 15 vuotta. Takuun varmistamiseksi tulee työ tehdä valmistajan takuuehdot huomioiden. Takuuehdot vaihtelevat eri materiaalivalmistajilla, mutta yleisesti pääkohdat ovat samat.

Katepal Oy myöntää tuotteilleen 15 vuoden takuun asennuspäivästä lukien. Takuuehdoissa mainitaan muun muassa, että asentaja on velvollinen tarkistamaan tuotteet silmämääräisesti ennen asentamista. Takuuehtojen mukaan käytetty katerakenne tulee tehdä käyttöluokituksen (VE-luokitus) mukaan, eli käännetyissä parkkihallin kansissa VE80R-luokituksen mukaan. Tuotteiden säilytys, kuljetus ja asennus on tehty Katepal Oy:n laatimien ohjeiden ja Kattoliiton Toimivat katot-julkaisun mukaan. Mikäli katerakennetta ei huolleta takuuajana huoltokirjan mukaisesti, vapauttaa materiaalin valmistajan takuuvastuusta. Takuu ei kata myöskään poikkeuksellisista ilmasto-olosuhteista tai liiallisesta kulkemisesta aiheutuneita vaurioita. (14.)

HATT Herttoniemi kohteeseen valittu vedeneristysurakoitsija myöntää bitumikermiratkaisulla autohallien kansien käännetyille rakenteille YSE 1998:n mukaisen 2 vuoden takuun. Mikäli työlle halutaan pidempi takuu, vaatii se urakoitsijan mukaan suunnitelmamuutoksia. Näitä ovat muun muassa lisäkermitykset ylösnostoihin. (17.)

5.3 Polyuretaanielastomeerin takuu

Polyuretaanielastomeereilla tehtäessä sekä työlle, että materiaalille annetaan 10 vuoden takuu. Tämä edellyttää, että vedeneristyksen ruiskuttava urakoitsija hoitaa itse sementtitiiman ja muiden epäpuhtauksien poistamisen sinkopuhalluksella, ja levittää itse tämän jälkeen primerin varsinaisen ruiskutettavan vedeneristeen tartunnan parantamiseksi. (16.)

5.4 Takuukorjaukset

NCC:n jälkimarkkinointi on tehnyt muutamia takuukorjauksia autohallien kansien vedeneristykseen. Yleisesti korjaustoimenpiteet ovat olleet lieviä, kuten esimerkiksi haljenneen betonin injektointia. Jälkimarkkinoinnin mukaan yleisimpiä vuotokohtia vedeneristyksissä ovat olleet ylösnostot, joita on saatu korjattua ilman rakenteiden avaamista. Näihin tulee siis erityisesti kiinnittää huomiota tulevissa autohalleissa. Polyuretaanielastomeeria ei ole aikaisemmin käytetty NCC:n työmailla, joten sen vaatimista takuutoimenpiteistä ei ole faktatietoa. Haastattelussa urakoitsijan edustaja mainitsi, että polyuretaanielastomeerilla eristetyissä kohteissa ei ole ollut takuukorjauksia. (18.)

6 Haastattelut

Opinnäytetyön yhtenä tärkeänä tiedonhakukeinona oli haastattelut. Haastateltavina oli aiheen ammattilaisia urakoitsijoiden puolelta sekä NCC:n työnjohtoa ja jälkimarkkinointipäällikkö. Haastatteluiden tarkoituksena oli saada useampaa näkökulmaa kansien vedeneristysten toteutukseen sekä työvaiheeseen liittyviin haasteisiin ja vertailla haastatteluista saatuja tietoja kirjallisuuslähteisiin. Haastattelut toteutettiin pääasiassa kasvotusten kullekin haastateltavalle sopivissa paikoissa. Haastattelukysymykset liittyivät suurelta osin vedeneristysvaihtoehtojen laadunvarmistustoimenpiteisiin, kuten kosteuspitoisuuksiin ja alustan vaatimuksiin, toleransseihin sekä toteutustapaan tuotannollisesta näkökulmasta. Haastattelukysymykset on esitetty liitteessä 1.

6.1 NCC:n työnjohto

NCC:n organisaatiosta haastateltiin työnjohtaja Samuli Viitalaa, jolta sai erittäin tärkeää tietoa bitumikermeillä tehtävän vedeneristyksen laadunvarmistuksesta ja oikeanlaisesta toteutustyylistä. Haastattelussa käytiin myös läpi aikaisemman työmaan autohallin kannen vedeneristystöiden laadunvarmistuslista, jossa työvaiheet oli dokumentoitu erittäin tarkasti. Kyseisen autohallin kannen vedeneristys tehtiin kumibitumikermeillä. Samuli Viitalalta sai myös erittäin hyvää kuvamateriaalia vedeneristysten toteutuksesta.

6.2 Aliurakoitsijat

Haastattelujen tärkeänä osa-alueena oli vedeneristystöitä tekevien aliurakoitsijoiden edustajien haastattelut, jolloin saadaan myös heidän näkökulma työvaiheen toteutuksesta. Haastatteluiden perusteella selvisi erityisen paljon tietoa polyuretaanielastomeerilla toteutettavasta vedeneristyksestä sekä sen vaatimista toimenpiteistä, koska toteutustyyli on vielä toistaiseksi hieman harvinaisempi. Aiheesta haastateltiin Uretec Elastomer Oy:n Ritva Suuriniemeä. Haastattelukysymykset liittyivät työvaiheen toteutukseen, kalustoon, alustan vaatimuksiin sekä takuuseikkoihin.

Bitumikermeillä toteutettavasta vedeneristyksestä haastateltiin Kate-ässät Oy:n Kimmo Piirosta. Tästä haastattelusta selvisi merkittäviä tarkennuksia liittyen muun muassa kermieristyksen erityiskohtiin, kuten ylösnostoihin ja läpivienteihin. Haastattelussa käytiin myös läpi takuuasioita, laadunvarmistusta sekä työn teknistä suorittamista.

6.3 NCC:n jälkimarkkinointi

Viimeinen haastateltava oli NCC:n jälkimarkkinointipäällikkö Timo Hilpinen. Häntä haastateltiin aikaisempien kohteiden autohallien kansien vedeneristyksiin liittyvistä reklamaatioista sekä niiden vaatimista korjaustoimenpiteistä. Haastattelusta selvisi, että aiheeseen liittyen tulee jonkin verran reklamaatioita, mutta niistä selvittää yleensä melko pienillä toimenpiteillä. Mitään suurempia korjauksia NCC:n rakentamien parkkihallien kansien vedeneristyksiin liittyen ei ole tehty.

6.4 Yhteenveto haastatteluista

Haastattelut olivat olennainen osa opinnäytetyön tiedonhakua ja niiden avulla työhön sai tuotua uusia näkökulmia sekä vahvistettua ja tarkennettua kirjallisuuslähteistä saatua tietoa. Eniten tietoa haastatteluista selvisi polyuretaanielastomeerilla toteutettavasta vedeneristyksestä, sillä se on vedeneristyksen toteutustavoista uusien, jolloin siitä löytyy toistaiseksi kirjallisuuslähteistä vähiten tietoa. Tämän osalta haastattelussa käytiin läpi kaikki asiat alustan vaatimuksista takuusiin asti.

Bitumikermillä toteutettavaan vedeneristykseen sai haastatteluissa sekä pääurakoitsijan että aliurakoitsijan näkökulmaa. NCC:n työnjohtajan haastattelussa käytiin läpi erittäin tärkeitä laadunvarmistustoimenpiteitä sekä niiden dokumentointia. Urakoitsijan haastattelussa keskityttiin työn suorittamiseen sekä takuiden myöntämiseen. Haastattelussa kävi ilmi, että urakoitsija myöntää työlle yleensä 2 vuoden takuun. Mikäli pääurakoitsija vaatii pidemmän takuun, on tehtävä suunnitelma- ja detaljimutoksia, joita harvemmin lähdetään tekemään. Muutoksia on muun muassa nestemäisen Triflex-vedeneristeen siveleminen ylösnostoihin.

7 Vedeneristysten vertailu

Tässä luvussa käydään läpi vedeneristysvaihtoehtojen aikataulu- sekä kustannusvertailua. Aikatauluja vertaillaan Ratu-korttien ilmoittamilla aikamenekeillä sekä haastattelujen perusteella ja kustannuksia vertaillaan case-kohteeseen annettujen urakkatarjousten perusteella.

7.1 Aikataulut

Parkkihallien pihakansien vedeneristyksessä työn aikatauluttaminen sekä työn ajankohdan valitseminen ovat tärkeässä asemassa. Työtä ei voi tehdä kummallakaan materiaalilla vesisateessa, joten työvaiheen lyhyempi kesto helpottaa ajankohdan valitsemista sekä nopeuttaa seuraavien työvaiheiden alkamista. Aikataulujen vertailussa menekit ovat laskennallisia kestoja, jolloin säävarausta ei ole otettu huomioon.

Kannen vedeneristyksessä bitumikermillä kermejä tulee VE80R rakenteen mukaisesti 3 kappaletta päällekkäin. Tällöin Ratu 0431-kortin menekeillä laskettuna HATT Herttoniemi työmaan autohallin kannen vedeneristämiseen menisi 2 asentajalta noin 12 työvuoroa. Tämän lisäksi menee yksi päivä tartuntaliuoksen levittämiseen.

Polyuretaanielastomeerin ruiskuttamisen aikamenekki riippuu autojen määrästä. Yhdellä kuumaruiskutuskoneen sisältämällä autolla tekee töitä kaksi henkilöä. Yhdellä autolla saa ruiskutettua noin 700 neliötä työpäivän aikana. Kahdella autolla saa ruiskutettua noin 1500 m², mikä on case-kohteen autohallin kannen pinta-ala. Tällöin koko vedeneristystyön saisi tehtyä yhden työpäivän aikana, mikäli ei oteta huomioon tartuntaliuoksen levittämistä.

Tällöin autohallin kannen vedeneristystöiden suorittaminen ruiskutettavalla polyuretaanielastomeerilla olisi huomattavasti nopeampaa, kuin perinteisellä bitumikermillä. Polyuretaanielastomeerilla tehtäessä betonipinnan suhteellinen kosteus saa olla myös korkeampi, joten vedeneristystyöt pääsee myös aloittamaan

aikaisemmin. Betonialustan suhteellinen kosteus tulee olla bitumikermillä eristettäessä <90% ja polyuretaanielastomeerilla <97%.

Molemmissa vedeneristysvaihtoehdoissa eristettävä pinta tulee puhdistaa sementtiliimasta ja muista tartuntaa heikentävistä aineista ennen tartuntaliuoksen ja vedeneristeen asentamista. Sinkopuhalluksen aikamenekki on yhdellä koneella noin 1000 m²/ päivä. Tällöin autohallin sinkopuhalluksen saa tehtyä kahdella koneella yhdessä työvuorossa.

7.2 Kustannukset

Työvaiheiden toteuttamistavan valintaan vaikuttaa olennaisesti kustannukset. HATT Herttoniemi työmaalla vaihtoehtojen ollessa VE80R tyyppin mukainen bitumikermiratkaisu tai polyuretaanielastomeeri, on myös kustannuksissa tiedossa eroavaisuuksia.

Case kohteen vedeneristysurakoitsijan antaman tarjouksen perusteella ruiskutettavan polyuretaanielastomeerin hinta on 3 mm kerrospaksuudella 32 €/m². Tämä hinta sisältää epäpuhtauksien poistamiseksi tehtävän sinkopuhalluksen sekä puhdistuksen ja tartuntaliuoksen asentamisen materiaaleineen varsinaisen vedeneristeen tartunnan varmistamiseksi. Autohallin kannen pinta-alan ollessa 1500 m², tulisi polyuretaanielastomeerilla tehtävän vedeneristyksen hinnaksi noin 48000 €. Tarjouksessa ei ole eritelty muun muassa liikuntasauvojen vaatiman paksuuden vedeneristekerroksen vaikutuksia hintaan.

Bitumikermillä tehtäessä vedeneristyksen kokonaishinta koostuu useammasta erillisestä hinnasta. VE80R mukaisen vedeneristyksen neliöhinta bitumikermillä tehtäessä on 19,8 €/m². Tämän lisäksi ylösnostoista tulee haittahintaa 9 €/jm ja alustan tartuntasivelystä 2 €/m².

Taulukko 4. Bitumikermin kustannukset

VE80R Bitumikermi					
Työvaihe	Hinta	Yks.	Määrä	Yks.	Yht.
Sinkopuhallus	3,50 €	m2	1500	m2	5 250,00 €
Tartuntaliuos	2 €	m2	1500	m2	3 000,00 €
Kermieristys	19,80 €	m2	1500	m2	29 700,00 €
Ylösnostot	9 €	jm	93	jm	837,00 €
				Yht=	38 787,00 €

Alustasta täytyy poistaa sementtiliimat sinkopuhaltamalla, kuten myös polyuretaanielastomeerilla tehtäessä. Sinkopuhalluksen hinta on noin 3,5 €/m². Tällöin vedeneristuksen tekeminen bitumikermillä tulisi maksamaan yhteensä noin 39000 €, mikä on huomattavasti vähemmän kuin polyuretaanielastomeerillä tehtäessä.

7.3 Vertailujen yhteenveto

Kumibitumikermin ja polyuretaanielastomeerin välillä on huomattavia eroavaisuuksia tämän opinnäytetyön tuotannollisista näkökulmista tarkasteltuna. Aikataulullisesti polyuretaanielastomeeri on erittäin nopea tapa tehdä vedeneristys autohallin kanteen, sillä koko kansi saadaan tehtyä jopa yhden päivän aikana. Tämän lisäksi sinkopuhallukseen ja tartuntaliuoksen ruiskuttamiseen menee noin yksi työvuoro. Koko vedeneristystyö voidaan täten tehdä kahdessa päivässä, mikä nopeuttaa seuraavien työvaiheiden aloitusajankohtaa huomattavasti. Kumibitumikermillä tehtäessä työhön taas menisi kahdella asentajalla noin 12 työvuoroa Ratu-menekkien ja haastattelujen perusteella. Tämän lisäksi sinkopuhallukseen ja tartuntaliuoksen levittämiseen menee noin yksi työvuoro.

Kustannuksia vertailtaessa case-kohteen tarjousten perusteella, polyuretaanielastomeerilla kertyy huomattavasti suuremmat kustannukset. Polyuretaanielastomeerin ruiskutus maksaa kaikkineen 32 €/m², jolloin kohteen vedeneristystyö maksaisi noin 48000 €. Bitumikermillä tehtäessä hinta on tartuntaliuosten ja sinkopuhalluksen hinnat mukaan luettuna noin 25 €/m², jolloin kohteen vedeneristytöiden kustannukset tällä vaihtoehdolla olisivat noin 39000 €. Kustannusten eroavaisuus eri vaihtoehdoilla on täten lähes 10000 €.




























Takuiden osalta polyuretaanielastomeerille myönnetään huomattavasti pidempi takuu, sen ollessa 10 vuotta. Vastaavasti kumibitumikermeillä materiaalille myönnetään yleensä 10-15 vuoden takuu valmistajasta riippuen, mutta työn takuu on vain YSE 1998:n määrittelemä 2 vuotta.

7.4 Laadunvarmistuksen toteutus

Laadunvarmistuksen toteutuksessa ja dokumentoinnissa käytetään yleisesti Congrid-laadunvarmistusmatriiseja. Congridiin tehdään kustakin työvaiheesta tarkistuslistat ja dokumentoidaan työvaiheet huolellisesti. Tämän opinnäytetyön yksi tavoite oli tehdä tarkistuslista autohallin kannen vedeneristykselle, joka tehdään opinnäytetyön perusteella polyuretaanielastomeerilla. Laadunvarmistuksen tarkistuslista on esitetty taulukossa 5.

Tarkistuslistassa on esitetty muun muassa eristettävän pinnan vaatimukset tasaisuuden, kosteuden ja lämpötilan osalta sekä vedeneristyksen toteutukseen liittyvät vaatimukset ja toleranssit. Tarkistuslistan avulla työvaiheen osa-alueet tarkistetaan ja dokumentoidaan huolellisesti Congridiin.

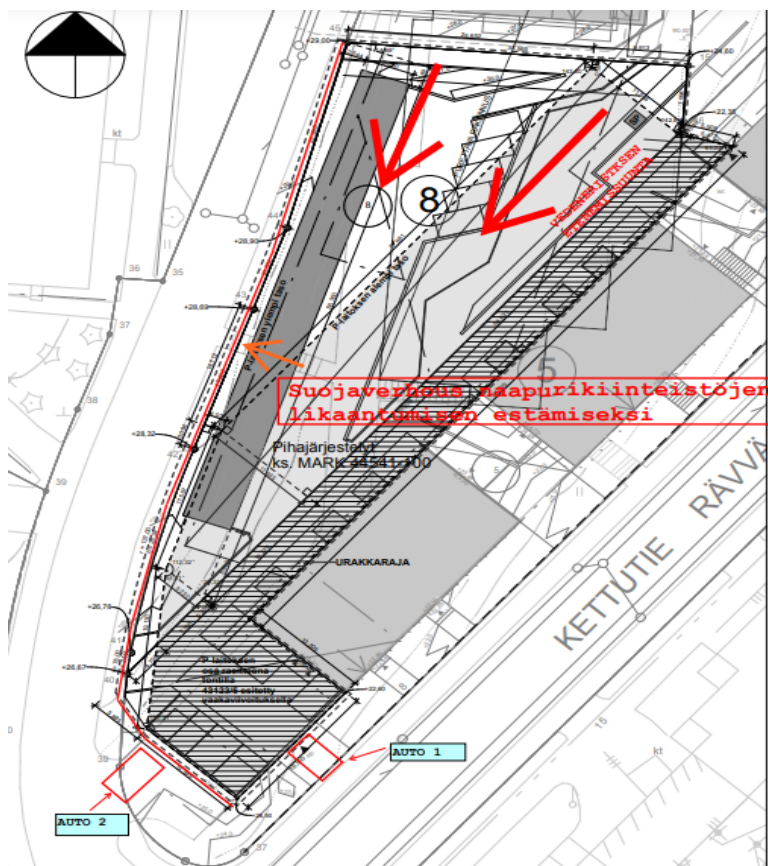
Taulukko 5. Congrid-tarkistuslista polyuretaanielastomeerille

1	Eristettävän alustan tasaisuus täyttää vaatimukset, ei yli 3mm hammastuksia Järjestysnumero: 1, ID: 7359538	  
2	Kaadot tehty kaivoille valun yhteydessä (1:60) Järjestysnumero: 2, ID: 7359539	  
3	Betonipinnasta poistettu tartuntaa heikentävä sementtiliima sinkopuhaltamalla Järjestysnumero: 3, ID: 7359540	  
4	Pinta on puhdistettu huolellisesti sinkopuhalluksen jälkeen Järjestysnumero: 4, ID: 7359541	  
5	Betonin RH <97% ennen tartuntaliuoksen ruiskuttamista Järjestysnumero: 5, ID: 7359542	  
6	Betonipinta on kuiva ja sen lämpötila on yli 5 astetta vedeneristystyön aikana Järjestysnumero: 6, ID: 7359543	  
7	Sääolosuhteet vedeneristystyölle sopivat, ei vesisadetta Järjestysnumero: 7, ID: 7359544	  
8	Kaivojen laipat on kiinnitetty mekaanisesti alustaansa Järjestysnumero: 8, ID: 7359545	  
9	Liikuntasamojen päälle asennettu rakenteen liikkeet mahdollistava silikonipaperi Järjestysnumero: 9, ID: 7359546	  
10	Polyuretaanielastomeeri on ruiskutettu kahteen kertaan ristikkäissuunnista Järjestysnumero: 10, ID: 7359547	  
11	Ylösnostot, kaivot ja läpiviennit vedeneristetty suunnitelmien mukaisesti Järjestysnumero: 11, ID: 7359548	  
12	Vedeneristyksen paksuus suunnitelmien mukainen; 3mm, liikuntasamojen kohdalla 4mm Järjestysnumero: 12, ID: 7359549	  
13	Vedeneristyksen paksuus varmistettu kolmiopalamenetelmällä Järjestysnumero: 13, ID: 7359550	  

8 Johtopäätökset

Autohallien vedeneristysten toteutustapaa ja materiaaleja valittaessa tulee huomioida useita asioita. Valittua tapaa ei tule välttämättä valita ainoastaan kustannusten perusteella, sillä huonolla materiaalilla tehtäessä todelliset kustannukset kertyvät vasta kohteen takuuajana, mikäli rakenteita joudutaan avaamaan ja vedeneristystä korjaamaan.

Kohteen kokonaistuotannosuunnittelu kannattaa toteuttaa siten, että kannen vedeneristys tehtäisiin kesäkaudella, jolloin lämpötila ja muut vedeneristystuotteiden olosuhdevaatimukset pysyvät tuotteiden asennusohjeiden mukaisissa rajoissa. Tällöin säästyään muun muassa sääsuojan tekemiseltä ja lämmittämiseltä, joista kertyy suuria kustannuksia sekä aikataulun viivettä. Tuotannosuunnittelussa olennaisena osana on työvaiheen aluesuunnitelma, joka on esitetty polyuretaanielastomeerillä tehtäessä kuvassa 14.



Kuva 14. Vedeneristystyön aluesuunnitelma

Tämän opinnäytetyön case kohteena toimivalle HATT Herttoniemi työmaalle sopivimman autohallin kannen vedeneristysvaihtoehdon valitsemiselle näkökulmina ovat aikataulut, kustannukset, laatu sekä takuuseikat. Sopivan toteutustavan valintaan vaikuttaa siis useat seikat.

Aikataulullisesti tarkasteltuna ruiskutettava polyuretaanielastomeeri on tuotannollisesti huomattavasti nopeampi toteutustapa. Ruiskuttamalla kohteen kansi saadaan vedeneristettyä jopa yhden työpäivän aikana, sillä tuotantonopeus kahdella ruiskutusautolla tehtäessä on 1500 m²/tv. Polyuretaanielastomeeri kestää kävelemistä jo 20 sekunnin kuluttua ruiskutuksesta, joten kannen seuraavia rakenteita pääsee tekemään heti perässä. Bitumikermillä tehtäessä vedeneristämiseen menisi aikaa Ratu 0431-kortin menekeillä laskettuna noin 12 työvuoroa kahdella asentajalla.

Kustannusten eroavaisuus on myös melko laaja näiden vaihtoehtojen välillä. Bitumikermillä kustannuksia kertyy koko kannen vedeneristyksessä noin 39000 €, kun taas polyuretaanielastomeerilla kokonaiskustannus on noin 48000 €. Hintaero on tällä hetkellä melko suuri, mutta se saattaa tasaantua tulevaisuudessa hieman ruiskutettavien vedeneristysmateriaalien yleistyessä.

Materiaalien ja aliurakoitsijan tekemän työn takuut ovat merkittävässä asemassa pääurakoitsijan kannalta, sillä pääurakoitsija antaa kohteille tietyn takuun, jolloin myös urakoitsijan antaman takuun olisi hyvä olla saman pituinen. Käännettyissä autohallien katoissa vedeneristysurakoitsija antaa bitumikermeillä tehtäessä työlle 2 vuoden takuun, kun taas materiaaleille lähes jokainen valmistaja antaa takuuksi vähintään 10 vuotta takuuehtojen puitteissa. Polyuretaanielastomeereilla urakoitsija antaa sekä työlle että materiaaleille 10 vuoden takuun. Tällöin takuun näkökulmasta polyuretaanielastomeeri on pääurakoitsijalle parempi vaihtoehto.

Ruiskutettavalla polyuretaanielastomeerilla ei ole aikaisemmin tehty autohallien kansien vedeneristyksiä NCC:n asuntorakentamispuolella, joten niiden laadullisesta toimivuudesta ei ole kokemusta. Yleensä kaikissa kohteessa on käytetty vedeneristeenä bitumikermiä, jonka vuotokohtat ovat yleisesti tiedossa. Polyuretaanielastomeeria on käytetty vedeneristyksissä merkittävässä hankkeissa Suomessa, sekä sille annetaan huomattavasti pidempi takuu kuin bitumikermeille. Tällöin autohallin kannen vedeneristyksen voidaan olettaa olevan laadullisesti hyvä polyuretaanielastomeerilla tehtäessä.

9 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää HATT Herttoniemi työmaalle sopivin toteutustapa autohallin kannen vedeneristykseen, kun otetaan huomioon materiaalien ominaisuudet, aikataulut, kustannukset, laatu ja takuut. Nämä osa-alueet vaihtelevat bitumikermin ja polyuretaanielastomeerin välillä melko paljon.

Kun otetaan huomioon edellä mainitut osa-alueet, on polyuretaanielastomeeri heikompi ainoastaan kustannusten näkökulmasta. Hinta on kalliimpi, mutta laadullisen lopputuloksen ollessa hyvä, tulee korkeampi hinta maksamaan itsensä takaisin takuuajana, mikäli korjaustoimenpiteitä ei tarvitse tehdä. Polyuretaanielastomeerilla tehtäessä myös aikataulullinen säästö on melko suuri. Vaikka polyuretaanielastomeeri on vielä hieman tuntematon materiaali kannen vedeneristyksissä, olisi se tämän opinnäytetyön tutkimuksen perusteella parempi vaihtoehto.

Autohallin kannen vedeneristykseen tulee kiinnittää erityistä huomiota hyvän laadullisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Kansien korjaaminen jälkeenpäin on erittäin haastavaa ja siitä kertyy suuria kustannuksia.

Kirjallisuuslähteet

1. Sokopro-projektipankki, verkkoaineisto < www.sokopro.fi/Login.aspx> Luettu 4.10.2021
2. Betonipintojen antikondenssikäsittely, verkkoaineisto < www.Haapanen.fi>, Luettu 4.10.2021
3. Toimivat katot 2019, Verkkoaineisto <www.kattoliitto.fi/wp-content/uploads/pdf/Toimivat_katot_2019_netti.pdf> Luettu 8.10.2021
4. Kaitos Oy, Enkadrain salaojamatto RT 38570, Verkkoaineisto < [RT 38570 Enkadrain-salaojamatto, Kaitos Oy \(geosynt.fi\)](http://RT_38570_Enkadrain-salaojamatto_Kaitos_Oy_(geosynt.fi))> Luettu 10.10.2021
5. Tietoa asfaltista, verkkoaineisto, NCC Suomi Oy < [Tietoa asfaltista | NCC](http://Tietoa_asfaltista_NCC)> Luettu 10.10.2021
6. Nordic waterproofing Oy, Verkkoaineisto <<https://www.kerabit.fi/tuotteet/pihakannet>>, Luettu 12.10.2021
7. Katepal Oy, Tulityönä asennettavat bitumikermit, verkkoaineisto <https://katepal.fi/loivat-katot/?qclid=CjwKCAjwkvWKBhB4EiwA-GHjFpLhW5UnNmvoEt-BOP8geqJp91mkjWZJ4HOZIHfjgAsl1FL3sGafCmRoCqC4QAvD_BwE> Luettu 14.10.2021
8. Migua GmbH, Migupren movement joints, Verkkoaineisto <<https://www.migua.com/mena/products/migupren/>>, Luettu 14.10.2021
9. RT 103090, sadevedenpoisto Peltitarvike Oy, Verkkoaineisto <https://www.peltitarvike.fi/hubfs/RT-kortit/RT-kortti103090_2019_Sadevesi.pdf> Luettu 17.10.2021

10. Rakennustieto RT 85-10799. Bitumikermikatteet, perustietoja. 17.9.2020.
Luettu 20.10.2021
11. BMI Suomi, Betonialustan vaatimukset bitumikermien kiinnitykselle, Verkkoaineisto. <<https://pim-cdn.bmigroup.com/sys-master-hybris-media/h4e/hb1/8848971333662/Asennusohje-Betonialustan-vaatimukset-bitumikermien-kiinnityksellepdf>> Luettu 21.10.2021
12. Uretek-elastomer Oy. Yleistä elastomeereista. Verkkoaineisto <<https://www.uretek.fi/yleista-elastomeerista.html>> Luettu 15.10.2021
13. RT 16-10660, YSE 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. Luettu 25.10.2021
14. Katepal Oy. Kattotuotteiden materiaalitakuut. Verkkoaineisto < https://katepal.fi/wp-content/uploads/2021/01/Materiaalitakuu_2021.pdf> Luettu 26.10.2021

Haastattelut

15. Samuli Viitala. Työnjohtaja, NCC Suomi Oy. Haastattelu 19.10.2021
16. Ritva Suuriniemi, Uretek-elastomer Oy. Haastattelu 11.10.2021
17. Kimmo Piironen. Projektipäällikkö, Kate-ässä Oy. Haastattelu 11.10.2021
18. Timo Hilpinen. Jälkimarkkinointipäällikkö, NCC Suomi Oy. Haastattelu 11.10.2021

Liitteet

Liite 1. Haastattelukysymykset

Opinnäytetyön haastattelukysymykset

Kimmo Piironen, Kate-ässä Oy

- Asennuksen ja tuotteiden takuut, sekä niihin vaikuttavat seikat?
- Alustan vaatimukset?
- Painekeheet/tartuntakeheet?
- Erityiskohtien toteutus (liikuntasauamat, kaivot, läpiviennit, ylösnostot)
- Hitsaaminen vs liimaaminen?

Ritva Suuriniemi, Uretex-elostomer Oy

- Yleistä polyuretaanielastomeerista (tuotetiedot, ominaisuudet)
- Alustan vaatimukset (tasaisuus, suht.kosteus, sinkopuhallus)
- Sääolosuhteet vedeneristystyölle?
- Aikamenekki ja kalusto?
- Ruiskutettavan kerroksen paksuus?
- Erityiskohdat (kaivot, läpiviennit, liikuntasauamat, ylösnostot)
- Laadunvarmistustoimenpiteet?

Timo Hilpinen, NCC Suomi Oy

- Kansien vedeneristysten korjaukset aikaisemmissa kohteissa
- aiheutuneet kustannukset
- Tyypilliset vuotokohdat
- Korjaustavat

Samuli Viitala, NCC Suomi Oy

- Bitumikermillä toteutettavan vedeneristyksen laadunvarmistustoimenpiteet
- Laadunvarmistuksen dokumentointi
- Työvaiheen tuotannosuunnittelu ja -ohjaus