

Mika Aarnio

Pihakannen vedeneristys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinööriytyö

18.2.2018

Tekijä Otsikko	Mika Aarnio Pihakannen vedeneristys
Sivumäärä Aika	24 sivua + 1 liite 18.2.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Rakennesuunnittelu
Ohjaajat	Lehtori Jouni Ruotsalainen Vastuukorjauspäällikkö Mika Strömberg Rakennuttajainsinööri Niina Dettenborn
<p>Tämä opinnäytetyö kirjoitettiin SRV Rakennus Oy:lle tavoitteena tutkia pihakansien vesivuotojen syitä ja laatia laadunvarmistusohje, jota voitaisiin hyödyntää työmaakäytössä ja tulevan SRV-mallin toteutuksessa.</p> <p>Tutkimuksessa tarkasteltiin rakennesuunnitelmia ja työmaalla käytiin katsomassa toteutuksen eri vaiheita. Suunnitelmissa sekä toteutuksessa havaittiin selkeitä puutteita, joihin otettiin kantaa tässä opinnäytetyössä.</p> <p>Työhön laadittiin mukaan myös tarkastusmuistio, jota on tarkoitus hyödyntää rakennesuunnittelijan ja urakoitsijan välisessä katselmuksessa sekä olla apuna pihakannen työnjohtajalle.</p>	
Avainsanat	Pihakansi, vedeneriste, vesivuoto

Author Title	Mika Aarnio Water Insulation of Yard Deck
Number of Pages Date	24 pages + 1 appendix 18 February 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Structural Engineering
Instructors	Jouni Ruotsalainen, Senior Lecturer Mika Strömberg, Responsibility Chief of Repairs Niina Dettenborn, Developer Engineer
<p>This thesis was commissioned by SRV Rakennus Oy with the goal to research the reasons for water leaks of yard deck and make a quality assurance instruction, which could be utilized on the construction site and development of the future SRV model.</p> <p>The construction plans were looked into in the study and the different phases of the project were observed in the construction site. Clear failures were detected in both the plans and the realization of the work. The study discusses and analyses these failures in detail.</p> <p>The study also includes a control memorandum, which was made to be used in reviews between the structural designer and the contractor and to assist the manager of the yard deck.</p>	
Keywords	Yard deck, water insulation, water leak

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Pihakansi	2
2.1	Käännetty rakenne	2
2.2	Suljettu rakenne	3
3	Pihakannen rakennekerrokset	3
3.1	Kantava rakenne	4
3.2	Alusta	4
3.3	Vedeneriste	5
3.4	Kuivatuskerros	9
3.5	Lämmöneriste- ja suodatinkerros	9
3.6	Pintarakenteet	11
4	Pihakannen yksityiskohdat	11
4.1	Kaivot	11
4.2	Muut läpiviennit	13
4.3	Ylösnotot	15
4.4	Liikuntasaumamat	16
5	Suunnitelmat ja ohjeet	17
5.1	Pihakansisuunnitelma	17
5.2	Laadunvarmistus	18
6	Suunnitteluvirheitä	19
6.1	Autohallin, pihakannen ja talon välinen liitos	19
6.2	Savunpoistoluukun liittymä pihakanteen	21
7	Yhteenveto	22
	Lähteet	24
	Liitteet	
	Liite 1. Tarkastusmuistio	

Lyhenteet

PU Polyuretaani

RH Relative humidity eli Suhteellinen kosteus

VE Vedeneriste

XPS Kansainvälinen lyhenne suulakepuristetulle polystyreeni lämmöneristeelle.

1 Johdanto

Pihakannet ovat erityisrakenteita, jotka vaativat suunnittelijoilta ja vedeneristystyöntekijöiltä erityistä ammattitaitoa. Mediassakin viime vuosina puhuttaneet vesivuodot ovat rakennusyhtiöille todellinen ongelma. Pihakannen toteutuksessa tapahtuneet virheet tulevat yleensä esiin vesivuotoina alapuolisiin tiloihin, kuten parkkihalliin. Vesivuodot voivat ilmetä jo rakennusvaiheessa tai sitten vasta vuosien päästä.

Vesivuotojen korjaaminen on hankalaa ja kallista. Vian etsiminen, piharakenteiden avaaminen ja korjaaminen tulee äkkiä maksamaan 10 000 euroa, vaikka ei puhuttaisikaan mistään isosta vesivuodosta. Lisäksi ko. asia ei anna asukkaille hyvää kuvaa rakentamisen laadusta.

Vesivuodot johtuvat usein läpivienneistä, liikuntasauomoista tai huovan ylösnostosta. Välillä syy on toteutuksessa ja välillä puolestaan suunnitelmien puutteesta/puutteellisuudesta.

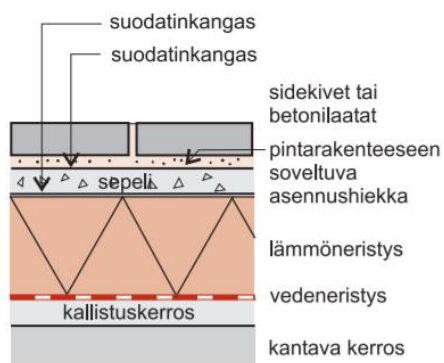
Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella asioita suunnittelun ja toteutuksen näkökulmasta ja sitä myöten pyrkiä kehittämään asioita, jotta saataisiin parempia pihakansia tulevaisuudessa.

2 Pihakansi

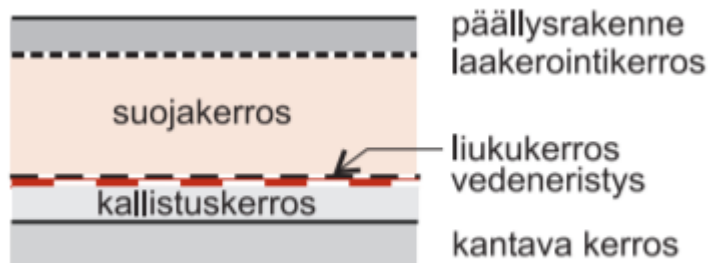
Pihakansi on piha-alueeseen kuuluva kansirakenne, jonka alapuolella on toiminnallista tilaa, kuten yleensä parkkihalli. Pihakannet voivat olla lämpöeristettyjä tai kylmiä rakenteita, riippuen alapuolisen tilan käyttötarkoituksesta. Lämmöneristetyt pihakannet suositellaan toteutettaviksi käännettynä rakenteena, mutta mikäli kansi on vain kevyesti kuormitettu, voidaan pihakannet toteuttaa tapauskohtaisesti myös suljettuna rakenteena. Kylmät rakenteet toteutetaan aina käännettynä rakenteena [1].

2.1 Käännetty rakenne

Käännetyssä rakenteessa vedeneristys asennetaan suoraan kantavan rakenteen päälle. Kosteusteknisesti tämä on ylivertainen tapa, sillä vesieristeen rikkoutuessa alusbetoni estää veden leviämisen laajalle [1]. Korjaustöitä tehtäessä vuodon paikallistaminen on kuitenkin hankalampaa kuin suljetussa rakenteessa, koska lämmöneristekerros joudutaan purkamaan, jotta päästään käsiksi vuotokohtaan vedeneristekerroksessa.



Kuva 1. Lämmöneristetty käännetty rakenne [8, s.2]

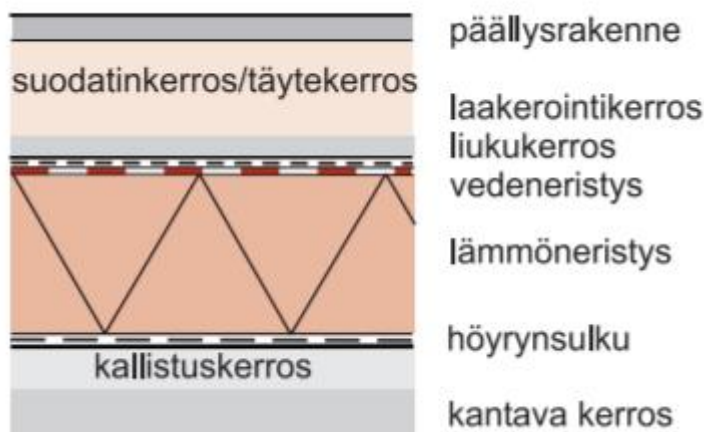


Kuva 2. Lämmöneristämätön käännetty rakenne [8, s.2]

2.2 Suljettu rakenne

Suljetussa rakenteessa vedeneriste on lämmöneristyksen yläpuolella. Lämmöneristys asennetaan kantavan rakenteen päälle, jonka jälkeen yleensä valetaan raudoitettu betonilaatta lämmöneristeen päälle, joka jakaa pistemäiset kuormitukset lämmöneristeen laajemmalle alueelle. Suljettua rakennetta ei käytännössä pystytä tuulettamaan, joten lämmöneristeen ja kantavan rakenteen välissä on oltava erillinen höyryn-/ilman-sulku, jonka ilmantiiveys on erittäin hyvä, esim. hygrokalvo, joka mahdollistaa rakenteen kuivumisen höyrynsulun läpi [1].

Vedeneristeen sijaitessa rakennekerroksissa ylempänä, pääsee se helpommin vaurioitumaan ja rikkoutuessaan vesi pääsee leviämään rakenteessa laajalle, joten korjaustoimenpiteet voivat olla erittäin työläät ja kalliit, jos joudutaan vaihtamaan kastuneet eristeet.



Kuva 3. Suljettu rakenne [8, s.2]

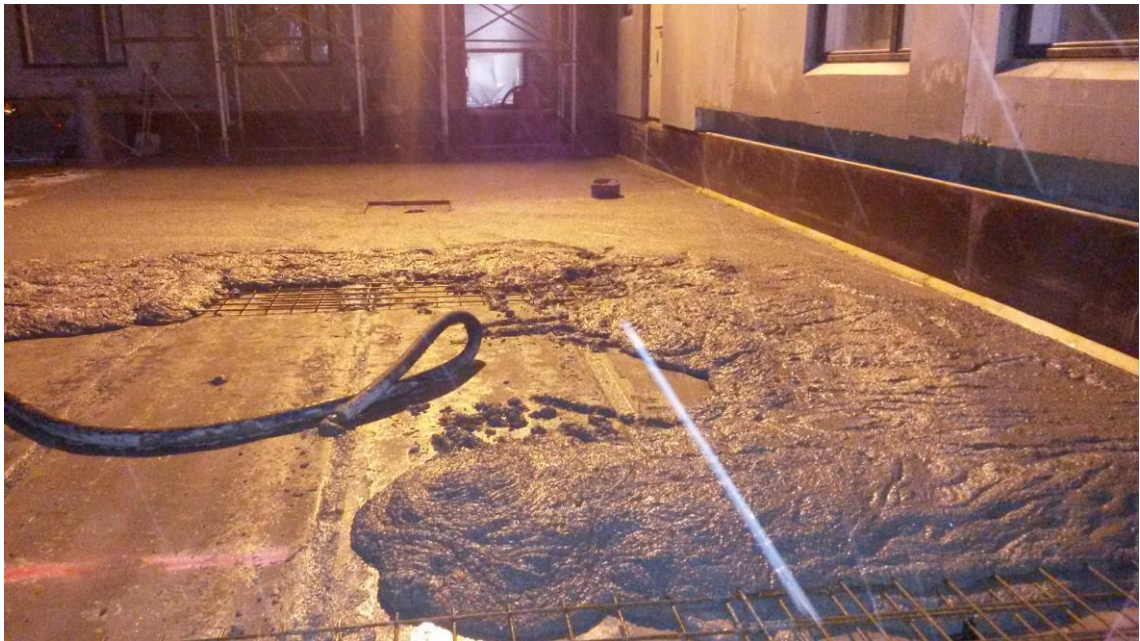
3 Pihakannen rakennekerrokset

Pihakannen rakennekerrokset koostuvat yleensä kantavasta rakenteesta, veden- ja lämmöneristeestä ja kuivatus- ja pintakerroksista. Rakennesuunnittelija määrittelee rakennekerrokset käyttötarkoituksen mukaisesti, ottaen huomioon mm. vedenpoiston, kuormitustarpeen ja mahdollisen lämmöneristyksen.

3.1 Kantava rakenne

Kantava rakenne on pihakannen alin rakennekerros, joka kantaa pihakansirakenteeseen kohdistuvat kuormat, jotka koostuvat rakenteen oman painon lisäksi yläpuolisista rakennekerroksista ja muista mahdollisista rakenteista. Kantavaan rakenteeseen kohdistuu yleensä myös sivuttaisia kuormia täyttömaasta, tuulesta ja tukeutuvista rakenteista. Pihakannen kantava rakenne on tuettu pilarein ja palkein, jotka johtavat kuormat perustuksille.

Kantavat rakenteet toteutetaan lähes aina betonista. Pihakannen kantava rakenne toteutetaan paikallavaluna tai elementteinä ontelo- tai TT-laatoista. Mikäli kantava rakenne toteutetaan paikallavaluna, niin pintaan tehdään kallistukset vähintään 1:80 sadevesikannoille päin. Onteloita käytettäessä asennetaan raudituskenttä ontelon päälle, johon kallistusvalu sitten toteutetaan samoin periaattein [8].



Kuva 4. Kallistusvalu ontelolaattojen päälle [Mika Aarnio]

3.2 Alusta

Ennen vedeneristystöiden aloittamista tulee varmistaa alusbetonin pinnan suhteellinen kosteus, joka saa olla korkeintaan 90% RH 0-10 mm:n syvyydeltä mitattuna [1]. Betonin kuivumisaikaa voidaan arvioida laskennallisesti, mutta todellinen kosteus saadaan vain

mittaamalla. Mittaus tulee suorittaa RT 14-10984 –ohjeen mukaisella näytepalamenetelmällä [9].

Vedeneristyksen alla olevassa betonipinnassa ei saa olla yli 3 mm:ä suurempia tai jyrkkäreunaisia hammastuksia tai rakoja. Tätä suuremmat hammastukset tasataan kaltevuuteen 1:5. Alusbetonin tulee vastata vähintään puuhierrettyä pintaa, mutta suositus on teräshierretty pinta, josta tartuntaa heikentävä sementtiliimakerros on poistettu. Sementtiliima ja muut epäpuhtaudet poistetaan alustasta sinko- tai hiekkapuhalluksella tai kärkeällä hionnalla ja pinta imuroidaan tai paineilmapuhdistetaan ennen eristystä, jotta varmistetaan vedeneristeen tartunta alustaan. Vaakapinnoille on yleensä määrätty sinkopuhdistus ja pystypinnoille hiekkapuhallus [2].



Kuva 5. Sinkopuhdistus [Mika Aarnio]

3.3 Vedeneriste

Pihakannen vedeneristys on suunniteltava ja asennettava huolellisesti, sillä vuotokohtien paikantaminen on hyvin vaikeaa, koska vesi voi kulkea vaakatasossa kerrosten välissä ja vuotaa alla olevaan tilaan ihan eri kohdasta kuin missä varsinainen vuotokohta on [3].

Pääosa sadevesistä suunnitellaan johdettaviksi pois pintarakenteita pitkin, joten vedeneristeelle tulee vain osa sade- ja sulamisvesistä. Vedeneristys valitaan kohteen ja sen

käyttöluokan mukaan. Vedeneristemateriaalina voidaan käyttää bitumikermiä tai polyuretaanielastomeeriä [1]. Polyuretaanielastomeerillä on paremmat ominaisuudet kuin bitumilla, mutta se vaatii paremmat asennusolosuhteet ja se on myös kalliimpi vaihtoehto. Vedeneristyksen toteutus polyuretaanielastomeerillä maksaa n. 45€/m² ja bitumikermillä n. 25€/m². Työmailla käytetään lähes aina bitumikermiä.

RIL 107-2012:n ja Kattoliiton Toimivat katot -julkaisun mukaan pihakansilla tulee käyttää käyttöluokan VE80R -katerakennetta, sillä pihakannet ovat myöhemmin vaikeasti korjattavia. Yksinkertaisimmissa rakenteissa voidaan puolestaan käyttää VE80-katerakennetta.

Rakenne VE80R	Tuotteet	
TL 2 + TL 2 + TL 2	Kerabit 3 000 U + Kerabit 3 000 U + Kerabit 3 000 U *	hiekkapintainen kermi, kiinnitys liimaamalla
	Kerabit 4100 UT + Kerabit 4100 UT + Kerabit 4100 UT *	hiekkapintainen kermi, kiinnitys hitsaamalla
TL 2 + TL 2 + TL 1	Kerabit 3 000 U + Kerabit 3 000 U + Kerabit 5500 T tai 6000 T	hiekkapintainen kermi, kiinnitys liimaamalla sirotepintainen kermi, kiinnitys hitsaamalla
	Kerabit 4100 UT + Kerabit 4100 UT + Kerabit 5500 T tai 6000 T	hiekkapintainen kermi, kiinnitys hitsaamalla sirotepintainen kermi, kiinnitys hitsaamalla

* jos vedeneristyksen päälle tulee asfaltti, käytä päällimmäisenä kerminä sirotepintaista pintakermiä Kerabit 5100 T, 5500 T tai 6000 T.

Kuva 6. VE80R-katerakenne [3]

Rakenne VE80	Tuotteet	
TL 2 + TL 2	Kerabit 3 000 U + Kerabit 3 000 U *	hiekkapintainen kermi, kiinnitys liimaamalla
	Kerabit 4100 UT + Kerabit 4100 UT *	hiekkapintainen kermi, kiinnitys hitsaamalla
TL 2 + TL 1	Kerabit 3 000 U + Kerabit 5500 T tai 6000 T	hiekkapintainen kermi, kiinnitys liimaamalla sirotepintainen kermi, kiinnitys hitsaamalla
	Kerabit 4100 UT + Kerabit 5500 T tai 6000 T	hiekkapintainen kermi, kiinnitys hitsaamalla sirotepintainen kermi, kiinnitys hitsaamalla

* jos vedeneristyksen päälle tulee asfaltti, käytä päällimmäisenä kerminä sirotepintaista pintakermiä Kerabit 5100 T, 5500 T tai 6000 T.

Kuva 7. VE80-katerakenne [3]

Toteutettaessa vedeneristystyö bitumikermillä, on varmistuttava, että alusta täyttää sille asetetut puhtaus-, tasaisuus-, kosteus- ja muut vaatimukset. Työ on suoritettava kelvollisissa sääolosuhteissa ja tarvittaessa sääsuojassa [1].

Ennen kermien levitystä tartuntaa parannetaan käsittelemällä alusta modifioidulla bitumiliuoksella, esim. kumibitumiliuoksella, jonka annetaan kuivua täysin. Kuivumisaika riippuu käytettävästä aineesta ja sääolosuhteista, mutta tartuntasively tulisi toteuttaa jo edeltävänä päivänä. Tartuntasivellyllä pinnalla tulee välttää turhaa liikkumista, ettei pintaan kerry likaa tai pölyä [2].

Käännetyn katon vedeneristys koostuu yleensä kahdesta tai kolmesta kermikerroksesta, muodostaen yhtenäisen vesitiiviin ”kaukalon”. Alin kermi kiinnitetään yleensä liimaamalla se kauttaaltaan alustaansa kuumabitumilla. Bitumia tulee käyttää niin paljon, että se täyttää kaikki alustan ja kermin väliset tyhjätilat, vähintään 1.5kg/m^2 . Alimman kermin tartunnasta olisi aina hyvä suorittaa veto- tai kolmiotartuntakoe. Seuraavat kermikerrokset kiinnitetään samansuuntaisesti yleensä hitsaamalla. Kermien limitys on oltava sivusaumoissa vähintään 100mm:ä ja päätysaumoissa 150 mm:ä. Eri kermikerroksien saumakohdat eivät saa olla päällekkäin. Mikäli alueelle on suunniteltu istutuksia tai viheralueita, käytetään päällimmäisenä kerminä juurisuojakermiä [3,7].



Kuva 8. Valmis vedeneristekerros [Mika Aarnio]

Vedeneristyksen valmistuttua alueelle on hyvä suorittaa vedenpainekoe. Vedenpainekokeessa alueen kaivot ja muut vedenpoistumisreitit tukitaan väliaikaisesti ja alueelle lasketaan 100-300 mm:ä vettä. Vedenpaineen annetaan vaikuttaa 12 h - 3 vrk, jonka aikana seurataan kostuuko alapuoliset rakenteet ja etenkin liittymärakenteiden kohdilla tulee kiinnittää huomiota. Kokeen jälkeen alueella työskentelyä, liikkumista ja tavarantoimitusta on vältettävä [1]. Mikäli alueella on pakko tehdä jotain, on alue suojattava hyvin, jotta vedeneristeelle ei koidu vaurioita.



Kuva 9. Vedenpainekoe [Mika Aarnio]

3.4 Kuivatuskerros

Vedeneristyksen päältä vedenpoisto varmistetaan tarkoitukseen valmistetulla riittävän puristuslujuuden omaavalla salaojamatolla, joka asennetaan vesieristeen päälle kattaen. Käännettyjen kattojen ylösnostoissa voidaan käyttää myös niille suunniteltua salaojamattoa, jotta vesi ei pääse patoutumaan rakennuksen juurelle. Salaojamatto koostuu vettä johtavasta ytimestä ja tukkeutumista estävästä geotekstiilistä, esim. suodatinkankaasta. Ydinosan tehtävä on johtaa pintarakenteet läpäisseet vedet kaivoihin. Suodatinkangas voi olla joko yläpuolella ydinosaa tai molemmin puolin. Suodatinkangas estää maa-aineksen tunkeutumisen ydinosaa [10].

Salaojamatolla voidaan korvata murskeella rakennettu kuivatuskerros, minkä ansiosta pihakansissa säästetään rakennekorkeutta. Salaojamatto on nopea ja helppo asentaa eikä siitä aiheudu materiaalihukkaa [11].



Kuva 10. Kerabit QDrain -salaojamatto [3]

3.5 Lämmöneriste- ja suodatinkerros

Lämmöneristettä käytetään kun alapuolella on lämpimiä tiloja. Kylmissä rakenteissakin voidaan käyttää ohutta lämmöneristekerrosta vedeneristeen suojaksi [2]. Rakennesuunnittelija määrittää lämmöneristeen materiaalin ja kerrospaksuuden kohteen käyttötarkoituksen mukaisesti. Lämmöneristeeltä vaaditaan suurta puristus- ja pitkäaikaislujuutta ja hyviä kosteusteknisiä ominaisuuksia [1].

Rakenteiden lämmöneristeinä käytetään umpisoluisia eristetuotteita. Yleisimmin käytetään XPS-eristelevyjä, joka on suulakepuristettua polystyreeniä, jonka pinta hylkii vettä. XPS-eristeillä on hyvät lujuus- ja lämpöominaisuudet eivätkä ne myöskään lahoa tai mätäne [6].

XPS-eristelevyt ladotaan tiiviiksi yhtenäiseksi kerrokseksi kauttaaltaan salaojamaton päälle ilman mekaanista kiinnitystä, jotta vedeneriste ei pääse rikkoutumaan. Levyjä pyritään käyttämään mahdollisimman suurina kappaleina liitosten ja saumojen vähentämiseksi. Mikäli lämmöneristekerroksia on useampi, on huolehdittava ettei levyjen saumat ole kohdakkain. Asennustyössä käytetään myös apuna joustavaa PU-saumavaahtoa, jota käytetään erityisesti läpivientien kohdissa ja tarpeen tullen myös liitoksissa ja saumoissa [1,6].

Lämmöneristeen päälle asennetaan aina suodatinkerros, jonka tehtävänä on estää hienojakoisten aineiden tunkeutuminen lämmöneristeen läpi kaivoihin. Suodatinkerroksena käytetään vähintään käyttöluokan N1 mukaista suodatinkangasta. Kaivojen tukkeutuessa veden aiheuttama noste pyrkii nostamaan lämmöneristeitä ja pintakerroksia ylöspäin. Suunniteltaessa pintakerroksia on siis otettava huomioon, että pintakerroksien painon on kumottava mahdollinen veden aiheuttama noste, jotta lämmöneristeet pysyvät paikoillaan [1].



Kuva 11. Kylmä kansirakenne – Vedeneriste, salaojamatto, XPS-levy, suodatinkangas, suojavaulun rauditus [Mika Aarnio]

3.6 Pintarakenteet

Pihakansilla ja liikennöidyillä tasoilla käytetään päällysrakenteena yleensä raudoitettua betonilaattaa, jonka päälle asennetaan varsinainen pintakerros. Betonilaatta mitoitetaan tapauskohtaisesti ja se jaetaan yleensä n. 6m x 6m. ruutuihin. Betonilaattaa valaessa on huolehdittava, että betoni ja sementtiliima eivät pääse tukkimaan kaivojen sihtirakennetta. Valun kuivattua olisi hyvä varmistua kaivojen toimivuudesta ja sihtirakenteen puhtaudesta [8].

Betonilaatan päälle tulee yleensä salaojakerros, joka tehdään halkaisijaltaan 6-32 mm:stä tiivistetystä sepelistä ja sen päälle laitetaan vielä suodatinkangas. Näin varmistetaan siitä, ettei vesi pääse lammikoitumaan pihalle ja saadaan taas yksi ”suodatin” lisää, jotta kaivot eivät pääse tukkiutumaan. Suodatinkankaan päälle asennetaan haluttu pintakerros, joka voi olla mm. betonia, kiveä, asfalttia, hiekkaa tai istutusmaata. Pintakerrosta kiinnittäessä tulisi välttää käyttämästä maakosteata betonia tai laasteja, joista irtoaa runsaasti hydroksideja, koska niistä muodostuu kaivoja ja viemäreitä tukkivaa kalkkikiveä [1].

Kevyesti liikennöidyillä tasoilla, joissa ei ole ajoneuvo liikennettä voidaan haluttu pintakerros asentaa suoraan lämmöneristeen ja suodatinkankaan päälle eli betonilaattaa ei tarvita väliin [1].

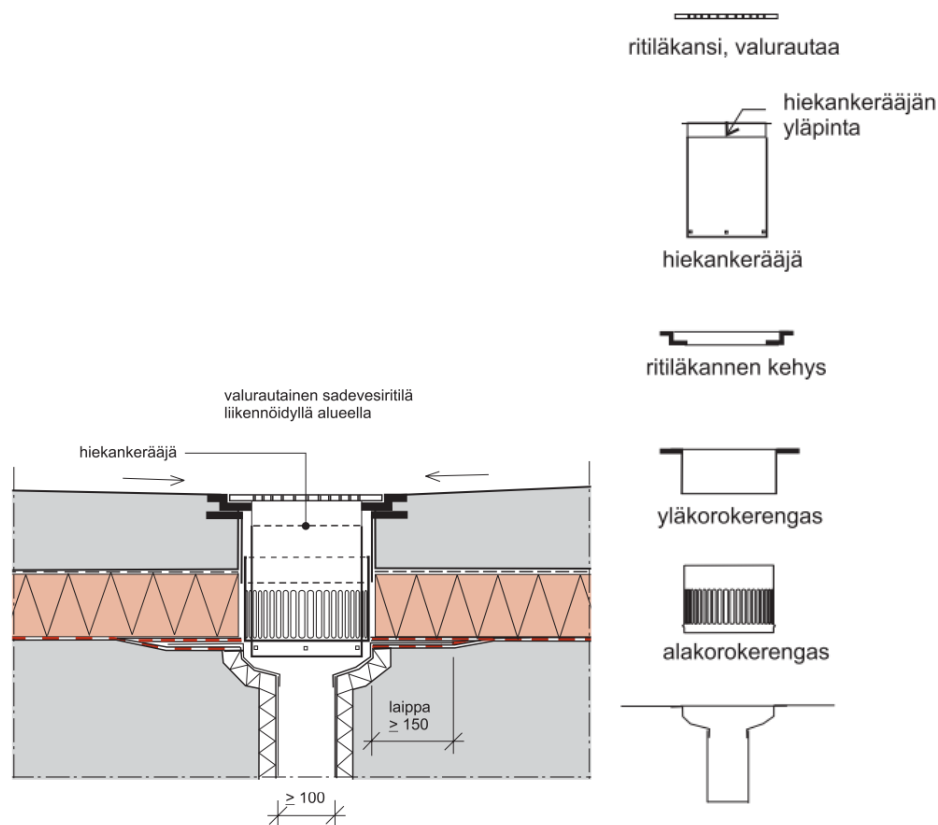
4 Pihakannen yksityiskohdat

4.1 Kaivot

Liikennöidyillä tasoilla ja pihakansilla vesi poistuu pintarakennetta ja vedeneristyskerrosta pitkin. Sadevesikaivojen etäisyys toisistaan tulisi olla alle 10 metriä ja vedenpoistoputkien halkaisijan vähintään 100 mm:ä. Kaivot sijoitetaan oman vedenpoistoalueensa alimpaan kohtaan rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaan. Kaivot ja vedenpoistoputket varustetaan saattolämmityksellä toiminnan varmistamiseksi kylmissä olosuhteissa [2].

Kaivoina käytetään haponkestävästä teräksestä valmistettuja rakenteen tarkoitukseen suunniteltuja kaivoja. Käännettyissä rakenteissa käytetään niin sanottua kaksoiskaivoa, jossa pääosa vedestä johdetaan kaivoon pintasihdin tai ritilän läpi. Kaivo on varustettu laipalla, joka liitetään vedeneristyskerrosten väliin. Laipan yläpuolella on kaulus, joka nousee pintakerroksen pinnan tasalle ja kauluksessa on oltava rei'itys laipan yläpuolella, jotta vedeneristeen päällä oleva vesi pääsee johtumaan sitä kautta kaivoon. Piharakenteissa kaivo on yleensä varustettu hiekankeruualtaalla [2].

Kaivon asennuksessa hyvä käytäntö on tehdä kaivon ympärille suojakerros suojaamaan kaivon sihtirakenteita kalkkikiveltä ja muilta epäpuhtauksilta. Suojakerros voidaan toteuttaa nostamalla vedeneristeen päällä oleva salaojamatto kaivoa vasten kauttaaltaan ja rakentamalla sen ympärille suojakerros karkealla soralla, joka ympäröidään vielä suodatinkankaalla.



Kuva 12. Liikennöidyn tason sadevesikaivon rakenne [8, s.9]

4.2 Muut läpiviennit

Läpivientien korjaaminen jälkikäteen on erittäin hankalaa ja kallista, joten niiden tiiveyteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Pihakannesta voi tulla läpi sähkö-, vesi- tai ilmastointiputkia ja pihakanteen voi olla suunniteltu tuentoja mm. seinä-, kaide, ja ilmastointirakenteille. Suunnittelusta lähtien läpivientien määrä tulisi minimoida ja mikäli mahdollista tulisi läpivienti viedä ennemmin ylösnoston kautta kuin suoraan kannesta läpi, koska kannella oleva vedenpaine on paljon suurempi kuin ylösnostojen kohdalla. Hankalasti eristettävistä kohdista ja läpivienneistä tulisi esittää detaljit ja työselostukset. Läpivientejä ei tulisi sijoittaa 500 mm:ä lähemmäs toisiaan tai seinärakenteita, jotta tiiveys ja työ pystytään toteuttamaan kunnolla [2].

Pihakannen läpäiseviin läpivienteihin tulisi aina asentaa vähintään 150 mm:n laippa, joka on tehty ruostumattomasta- tai haponkestävästä teräksestä [Kuva 13]. Laippa on hyvä käsitellä molemmin puolin tartuntaa parantavalla kumibitumiliuoksella. Laippa liitetään vedeneristyskerrosten väliin. Tarvittaessa voidaan käyttää ylimääräistä noin 0.9 m. x 0.9 m. kermipalaa, joka liitetään bitumilla laippaan ja vedeneristeeseen [2]. Pihakansilla ongelma on usein, että käytetään kumitiivisteitä, joiden pitäisi kestää vedenpainetta, mutta todellisuudessa ne tulevat kuitenkin vuotamaan. Toinen ongelmakohta on sähköläpiviennit, jotka yritetään yleensä tiivistää kermillä. Ainoa oikea tapa, jolla varmistutaan sähköläpivientien tiiveydestä, on asentaa ns. ”joutsenkaula” [Kuva 14], joka liitetään vedeneristyksen väliin samoin periaattein kuin muutkin laipat, mutta se joudutaan ulottamaan vähintään 300 mm:ä valmista maanpintaa korkeammalle.



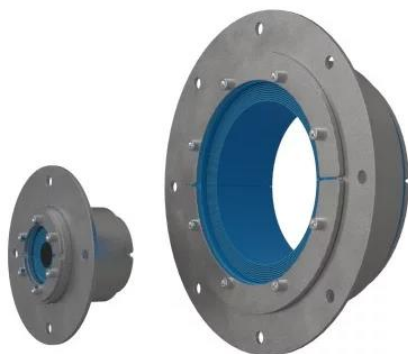
Kuva 13. Parvekkeen vedenpoistoputken läpivientikappale [Mika Aarnio]



Kuva 14. Sähköläpivienneille tarkoitettu läpivientikappale [4]

Suurissa läpivienneissä läpivientitiiviste voidaan korvata asentamalla vedeneristys läpivientiiä vasten ja ulottamalla vedeneristys yli 300 mm:ä valmista maanpintaa ylemmäksi. Pihakannelle tuleva savunpoistoluukku joudutaan mm. toteuttamaan kyseisellä periaatteella. Savunpoistoluukkujen kohdalla tulisi vedeneristettä nostaa vieläkin ylemmäksi maanpinnasta, koska suurella todennäköisyydellä niiden ympärille kinostuu lunta [1]. Suunnittelijan tulisi myös ottaa huomioon, ettei savunpoistoluukku ole liian lähellä seinärakennetta, jotta vedeneristystyö saadaan suoritettua huolellisesti ja muutenkin pieneen koloon seinän ja luukun väliin pääsee kinostumaan helposti lunta, jolloin vesivuotojen riski kasvaa.

Pystypintojen kuten ylösnostojen läpiviennit voidaan toteuttaa ilman teräksistä isoa laippaa. Läpivientien toteutus vaatii kuitenkin huolellista suunnittelua ja toteutustapaan perehtymistä, jotta läpivienti onnistutaan toteuttamaan vesitiiviisti.



Kuva 15. Ylösnoston läpivienneille tarkoitettu tiivistyskappale [5]

4.3 Ylösnostot

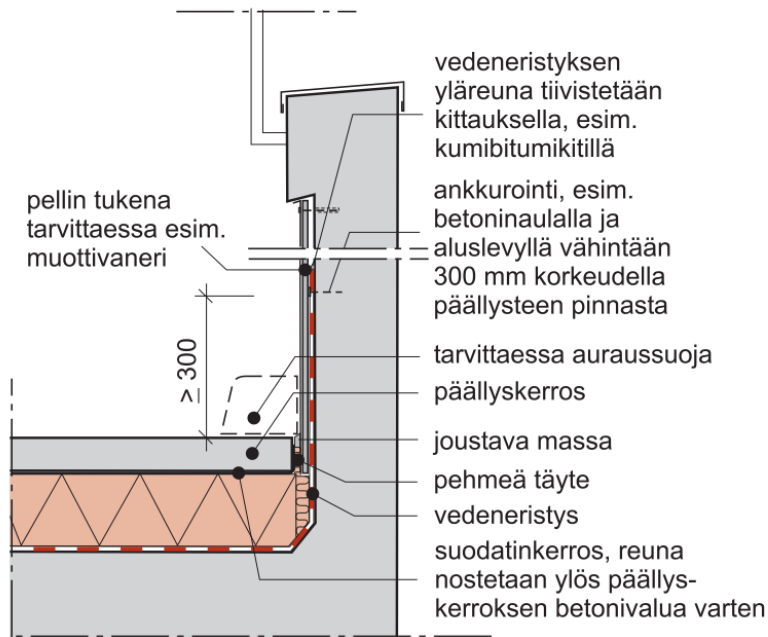
Pihakansissa ylösnostoilla tarkoitetaan vesieristeen nostamista seinälle, jolloin muodostuu ns. "kaukalo". Ylösnostojen tehtävä on pitää patoutunut vesi ja kinostunut lumi poissa rakenteista. Kannen ja ylösnoston välinen 90°:n kulma tulee viistota betonilla, tarkoitukseen teetetyllä pellillä tai bitumiholkalla [Kuva 16]. Muissakin rakenteen kohdissa on syytä välttää jyrkkiä kulmia, jotta kermieriste varmasti tarttuu alustaan. Vedeneristeen ylösnoston tulee ulottua vähintään 300 mm:ä valmiin pinnan yläpuolelle [Kuva 17], paitsi ovien ja matalalla olevien ikkunoiden kohdalla sallitaan matalampi ylösnosto, mutta on varmistuttava, että liitokset näihin rakenteisiin ovat vesitiiviit. Yleensä riittää, että kermi viedään karmin tai kynnyksen alle ja varmistutaan siitä, ettei nurkkakohdistakaan vesi pääse menemään huovan alle [2].



Kuva 16. Kerabit bituminen holkkalista [3]

Vedeneriste olisi aina hyvä viedä seinälle lämmöneristeen taakse kantavaan runkoon, jotta varmistutaan siitä, ettei vesi pääse vedeneristeen taakse ja sitä kautta vuotamaan alempiin tiloihin. Kermieristettä käytettäessä ylösnostojen kiinnitys varmistetaan mekaanisella ankkuroinnilla yläreunasta ja tarvittaessa voidaan vielä sivellä elastomeerillä.

Ylösnostot tulee suojata mekaaniselta rasitukselta. Lumenauraus ja pintarakenteiden rasitukset voivat vaurioittaa vedeneristettä, joten vedeneristeen päälle olisi hyvä asentaa esim. irrotuskaista, suodatinkangas tai pelti suojaamaan [8].



Kuva 17. Periaatekuva huovan viemisestä seinälle [8, s.7]

4.4 Liikuntasaumot

Vedeneristykseen tehdään liikuntasäama, jos alustan liikkeet ovat suuremmat kuin vedeneristeen kestävät muodonmuutokset. Liikuntasäamojen paikat tulisi valita niin, ettei vesi joutuisi kulkemaan niiden yli eikä vesieristeen päällä olisi ko. kohdassa paineellista vettä. Rakennesuunnittelija määrittelee liikuntasäamojen tarpeen ja paikan [1].

Vaakapinnalla liikuntasäamat toteutetaan ohuella irrotuskaistalla tai sirotepintaisella pintakermillä sirotepuoli alaspäin asennettuna. Tarkoitus siis on, että tämä kohta ei tartu kiinni alustaan, niin tuote sallii enemmän liikettä. Irrotuskaistan tai kermin leveys on oltava vähintään 300 mm:ä [2].

Pihakansi ja kerrostalo ovat usein erillistä rakennetta, koska pihakannen ja talon seinärakenteen liitoskohdissa esiintyy lämpö- ja kosteusliikettä. Nämä kohdat on suunniteltava siten, että vedeneriste kestävä liikkeitä vaurioitumatta. Yleensä näihin toteutetaan rakenteellinen liikuntasäama, jolloin kansirakenteen puolelle, liikuntasäaman eteen tehdään esim. betonista kansirakenteessa kiinni oleva ylösnosto, johon vedeneriste kiinnitetään. Vedeneriste liitetään liikuntasäaman toisella puolella olevaan seinärakenteeseen ylösnoston yläpuolella, huomioiden liikuntasäaman maksimiliikkeet [1,8].

Liikuntasauma voidaan toteuttaa myös irrotuskaistaa apuna käyttäen betonilla valaen tai tarkoitukseen suunnitellun pellin avulla, joka kiinnitetään pelkästään kansirakenteeseen. Tällaisessa tilanteessa aluskermi kiinnitetään samoin periaattein kuin vaakapintojen liikuntasaumoissa [Kuva 19].

5 Suunnitelmat ja ohjeet

5.1 Pihakansisuunnitelma

Rakennesuunnittelija ja arkkitehti laativat työselostuksen sekä taso- ja detaljipiirustukset yksityiskohtineen. Suunnitelmista tulisi selvittää ainakin seuraavat asiat [1]:

- Käytettävät rakennetyypit
- Vedeneristyksen alusrakenne
- Kallistukset ja rakenteiden korkeusasemat
- Vedeneristys yksityiskohtineen
- Vedeneristyksen mahdollinen juurisuojaus
- Vedeneristyksen tartunta alustaan
- Mahdollinen paineentasaus
- Ylösnotot ja niiden korkeudet
- Liikunta- ja työsaumat
- Erilliset läpiviennit
- Kaivot, mahdollinen muu vedenpoisto ja tulvareitit
- Lämmöneristeet ja muut rakennekerrokset

- Mahdolliset tasauskerrokset haluttujen pintakaltevuuksien saavuttamiseksi
- Pintarakenteen ankkurointi.

5.2 Laadunvarmistus

Työmaan on hyvä laatia toteutuksesta oma suunnitelma, josta selviää mm. aikataulu, työjärjestys, tekijät, mahdolliset suojaukset ja työturvallisuus. Työmaan on myös syytä käydä rakennesuunnittelijan laatimia suunnitelmia läpi ja puuttua mahdollisimman aikaisin askarruttaviin kohtiin ja mahdollisiin suunnitelmien puutteisiin/virheisiin.

Ennen vedeneristystöiden aloittamista tarkastettavat asiat [1]:

- Pinnan tasaisuus (ei rakoja tai haitallisia hammastuksia, hammastukset < 3 mm)
- Pinnan kosteus (suhteellinen kosteus enintään 90 % RH)
- Sementtiliiman määrä pinnassa (ei haitallisessa määrin)
- Pinnan laatu (vetolujuus > 0,8 N/mm²)
- Käytettävät materiaalit ja kalusto.

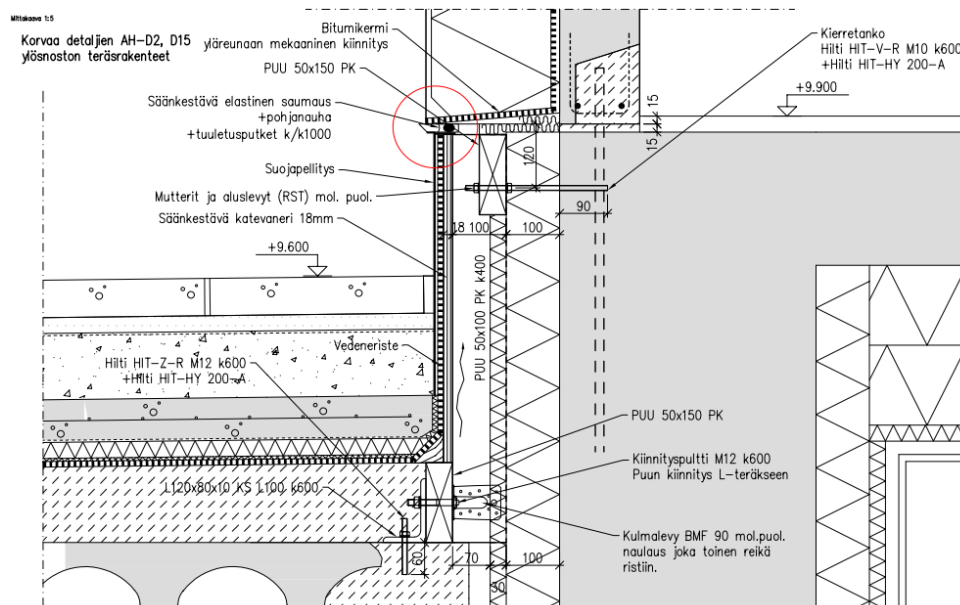
Työaikaisia tarkasteltavia asioita:

- Vedeneristyksen tartunta alustaan (vähintään kolmioviiltokoe)
- Vedenpainekoe (vedeneristysalueen valmistuttua)
- Työn eteneminen suunnitelmien mukaisesti, erityisesti kiinnitettävä huomiota yksityiskohtiin (savunpoistoluukut, läpiviennit, kaivot, liikuntasaumot ja ylösnostot)
- Työturvallisuus
- Työmaapäiväkirjan täyttö (mm. tarkastukset ja kuvat).

6 Suunnitteluvirheitä

Tässä osiossa otetaan kantaa rakennesuunnitelmiin, jotka ovat rakennesuunnittelijan laatimia ja suunnitelmakatselmuksen läpäisseitä, vaikka ne eivät olekaan RIL 107-2012 ohjeistuksen mukaisia.

6.1 Autohallin, pihakannen ja talon välinen liitos



Kuva 18. Detalji autohallin, pihakannen ja talon välisestä liitoksesta

Ongelma 1:

Kyseessä on rakenteellinen liikuntasäily, niin ylänosto on suunniteltu toteutettavaksi erillisellä rakenteella. Autohalli sijaitsee alapuolella. Huopa ei mene yhtenäisenä kantaan rakenteeseen ja huopien väli on suunniteltu kitin varaan. Kyseessä on kriittinen paikka, nimittäin mikäli kitti päästää vettä lävitseen, niin vesi menee suoraan autohalliin. Pihakannelle myös todennäköisesti jossain vaiheessa kinostuu lunta seinän vierustalla, niin enemmän tai myöhemmin kitti tulee pettämään. Vaikka olisi kuinka hyvin vedetty kitti tai paisuvanauha, niin ne eivät koskaan pysty korvaamaan yhtenäistä huopaa.

Ongelma 2:

Seinältä tuleva huopa joka taittuu villan alapuolelle. Kuvassa huopa on hienosti, mutta todellisuudessa huopaa ei saa villaan kiinni ja niinpä todellisuudessa huopa on välissä miten sattuu. Kyseessä on villarapattu seinä, joten on hyvinkin mahdollista, että jostain seinän liikuntasaumasta tai räystäältä pääsee vettä seinän sisään ja sitä kautta autohalliin.

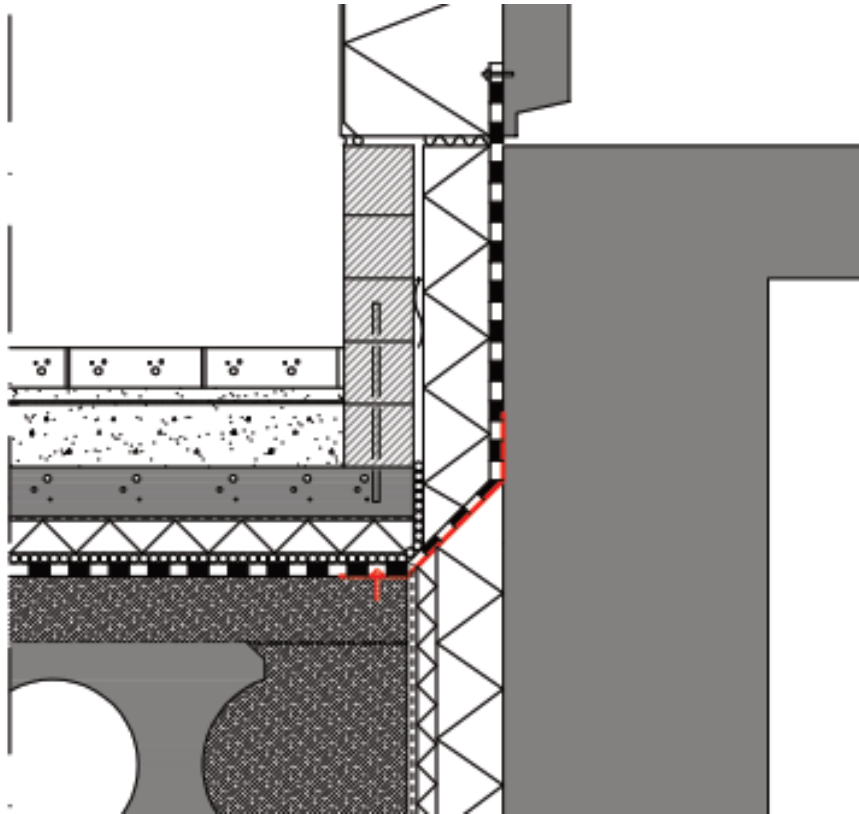
Ratkaisuvaihtoehto 1:

Elastisen saumauksen kohdalle oltaisi voitu tehdä liikuntasauva eli asentaa sirotepintainen kermi väärinpäin, jolloin kermi menisi yhtenäisenä lämmöneristeen taakse, niin kuin RIL 107-2012 ohjeistaa. Silloin tuuletus menisi umpeen yläpuolelta, mutta tässä rakenteessa ilmanvaihto hoituu alakauttakin.

Ratkaisuvaihtoehto 2:

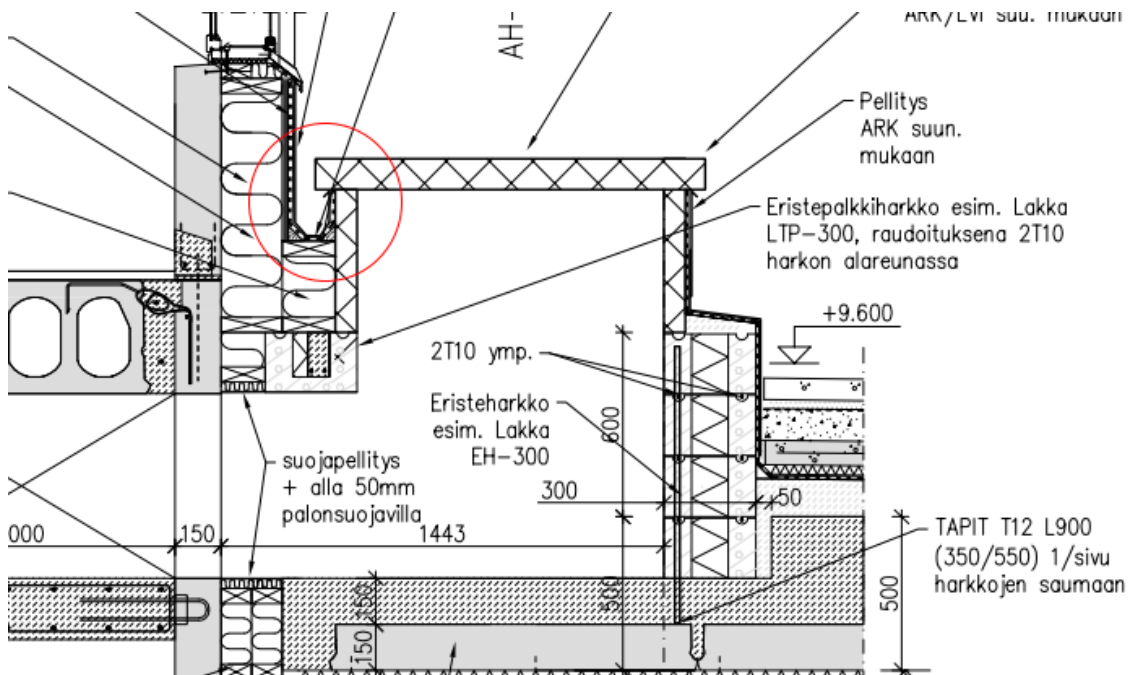
Toinen vaihtoehto yleisesti tällaisille rakenteille olisi viedä vedeneriste vaakatasossa suoraan seinälle ja siitä ylöspäin. Liikuntasauva huomioon ottaen kansirakenteen ja talon väliin teetetäisiin erikseen suunniteltu liikuntasauvapelti, joka kiinnitetään ainoastaan kallistusvaluun [Kuva 19, merkattu punaisella]. Aluskermiä asennettaessa pellin ylitys toteutettaisiin ihan niin kuin vaakapintojenkin liikuntasauvoissa. Ylösnoston rakenteet voitaisiin siis toteuttaa muuten samalla tavalla, mutta vedeneriste kulkisi vain lämmöneristeen ja seinän välissä.

Tässä periaatedetaljissa ylösnostorakenne on kuitenkin ajateltu toteutettavaksi muuraamalla tiilestä tai harkosta, koska se on yksinkertaisempi toteuttaa eikä silloin jouduta rikkomaan vedeneristettä. Lämmöneriste seinäosuudella on suunniteltu kiinnitettäväksi liimaamalla, jolloin ei myöskään jouduta rikkomaan vedeneristettä. Lämmöneristeen ja muurauksen väliin jää tuuletusrako, joka toimii myöskin vedenpoistoreittinä, jos esim. julkisivu tai kittisauma vuotaa. Tällä rakennemallilla olisi myös mahdollista toteuttaa palo-osastointi [Kuva 19].



Kuva 19. Periaatedetalji autohallin, pihakannen ja talon välisestä liitoksesta [Mika Aarnio]

6.2 Savunpoistoluukun liittymä pihakanteen



Kuva 20. Detalji savunpoistoluukun liittymästä pihakanteen

Ongelma:

Detaljeihin ei ole merkitty vedeneristyksen korkeutta. Talon ja savunpoistoluukun välissä se ei ainakaan nouse 300 mm:ä. Kyseinen väli on myös hankala toteuttaa tilan puutteen vuoksi ja talvella väliin kasaantuu lunta, joten se on helposti vuotava kohta.

Ratkaisu:

Detaljeihin pitäisi merkata kuinka ylös vedeneristys tulisi vähintään ulottaa ja muutenkin savunpoistoluukku voitaisiin nostaa ihan rohkeasti korkeammalle, niin ei tarvitsisi pelätä vuotoja. Läpivienneille on annettu ohjeistus, että ei 500 mm:ä lähemmäs seinärakenteita ja sen tulisi myös päteä tässäkin. Savunpoistoluukku voitaisiin helposti suunnitella enemmän irti seinästä.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyötä tehtäessä havaittiin puutteita niin suunnittelun kuin toteutuksen puolella. Väittäisin, että on mahdollista tehdä täysin toimiva pihakansirakenne, mutta se vaatii molemmilta puolilta asiaan perehtymistä ja hyvää yhteistyötä.

Pihakannen toteutuksen kannalta yksi tärkeimpiä asioita on hankkeen alussa järjestettävä suunnitelmakatselmus rakennesuunnittelijan kanssa. Mielestäni tähän katselmuksen pitäisi perehtyä tarkasti ja ottaa mukaan pihakansien asiantuntija ja pihakannen työnjohtaja. Asiantuntijan tulisi käydä kaikki detaljit ja tuleva toteutus läpi ja samalla mahdollisesti kyseenalaistaa suunnitelmia. Työnjohtajan olisi hyvä olla myös mukana, jotta hän saa paremman kuvan tulevasta toteutuksesta ja voi myös itsekin kyseenalaistaa tulevaa toteutusta. Ilman oikeanlaisia suunnitelmia saadaan harvoin toteutettua vedenpitävää pihakantta.

Käännettyissä katoissa yleinen ongelma on ylösnostot. Liikuntasauaman tuottaminen pihakannen ja talon väliin tuottaa haasteita, kun esim. välillä halutaan että tila tuulettuu tai talon puolelta tulee läpäisevä ”puukko” kannattelemaan julkisivurakennetta. Tulevassa SRV-mallissa voitaisiinkin luoda erilaisia rakenneratkaisuja eri variaatioista tälle kohtaan.

Toteutuksen puolella pihakannet joudutaan usein tekemään lohkoittain, jolloin on muistettava tehdä tartuntakokeet ja vedenpainekoe myös jokaiselle lohkolle. Työmaalta voitaisiin vaatia enemmän päiväkirjan ja dokumentaation suhteen, jotta varmistettaisiin että kaikki tarvittavat tarkastukset ja kokeet on tehty. Mallikatselmukset tulisi myös vaatia ja tuottaa ainakin huovan kiinnityksestä/tartunnasta ja läpivientien oikeellisuudesta.

Lähteet

- 1 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. RIL 107-2012. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL.
- 2 Toimivat katot 2013. Kattoliitto ry. Verkkodokumentti. < http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat_Katot_2013_reduced_size_.pdf>
- 3 Kerabit. Verkkojulkaisu. < <http://www.kerabit.fi/>>. Luettu 20.12.17
- 4 Peltitarvike. Verkkojulkaisu. < <https://www.peltitarvike.fi/etusivu>>. Luettu 20.12.17
- 5 Roxtec. Verkkojulkaisu. < <https://www.roxtec.com/fi/>>. Luettu 4.1.18
- 6 Finnfoam. Verkkojulkaisu. < <https://www.finnfoam.fi/>>. Luettu 4.1.18
- 7 Icopal. Verkkojulkaisu. < <http://www.icopal.fi/>>. Luettu 4.1.18
- 8 Liikennöidyn tason vedeneristykset. RT 85-10729. 2000. Rakennustieto.
- 9 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. RT 14-10984. 2010. Rakennustieto.
- 10 Kaitos. Verkkojulkaisu. < <https://www.kaitos.fi/>>. Luettu 14.1.18
- 11 Lektar. Verkkojulkaisu. < <http://www.lektar.com/>>. Luettu 14.1.18

Tarkastusmuistio

1. **Katselmus** (Suoritettava niin aikaisin kuin mahdollista, että riittää aikaa mahdollisille muutoksille. Osallistuu rakennesuunnittelija, pihakannen asiantuntija ja pihakannen työnjohtaja)
 - Ylösnostot** (onko huopa viety kantavaan rakenteeseen lämmöneristeen taakse, huovan yläreunan mekaaninen kiinnitys, noston korkeus valmiista maanpinnasta > 300mm)
 - Läpiviennit** (Onko detaljit laadittu kaikista vedeneristeen läpäisevistä kohdista)
 - Savunpoistoluukut** (Seinästä irti yli 500mm ja vedeneristeen korkeus valmiista maanpinnasta yli 300mm)
 - Tukeutuvat rakenteet** (Detaljit, työjärjestys, toteutus)
 - Kaivot ja mahdollinen ulosheittäjä** (Suunnitelmat ja detaljit)
 - Liikuntasaumat ja kynnysten kohdat** (Suunnitelmat ja detaljit)

2. **Aloituspalaveri**
 - Toteutustapa**
 - Työjärjestys**
 - Detaljit**
 - Aikataulut**
 - Työturvallisuus**

3. **Ennen vedeneristystöiden aloittamista (Srv:n työnjohtajan tarkastettavat/tehtävät asiat)**
 - Pinnan tasaisuus** (ei rakoja tai haitallisia hammastuksia, hammastukset < 3mm)
 - Pinnan kosteus** (suhteellinen kosteus enintään 90%, RT 14-10984 –ohjeen mukainen näytepalamenetelmä)
 - Betonin pintakerroksen vetolujuus vähintään 0,8 N/mm²** (kerros johon huopa kiinnitetään)
 - Sementtiliiman yms. poisto pinnasta** (Sinkopuhdistus/hiekkapuhallus)
 - Käytettävät materiaalit ja kalusto**

4. **Työaikaisia tarkasteltavia asioita (Srv:n työnjohtajan tarkastettavat/tehtävät asiat)**
 - Tartunta-aineen levitys** (Huolehdittava, että tehdään päivää ennen huovan levitystä)
 - Vedeneristeen tartunta alustaan/alue** (pohjahuopakkeroksen valmistuttua ylösnostosta ja vaakapinnalta. Suoritetaan kolmioviiltokokeella -> Yli 50% bitumia jää kiinni alustaan, on tartunta riittävä)
 - Saumojen liimitykset** (Sivusauma 100mm, päätysauma 150mm, päällekkäisten kermien saumat eivät päällekkäin)
 - Vedenpainekoe/alue** (Lasketaan 100-300mm vettä alueelle ja annetaan vaikuttaa 1-3vrk. Samalla tarkastellaan mahdollisia vuotoja. Jos seuraavaa rakennekerrosta ei aloiteta heti tekemään, niin on huolehdittava alueen suojauksesta)
 - Työn eteneminen suunnitelmien mukaisesti** (Työjärjestys, yksityiskohdat)
 - Työmaapäiväkirjan täyttö** (Aikataulut, tarkastukset, valokuvat)
 - Työturvallisuus**