

---

# Autohallien kansien vesivuodot

---

**Tomi Torkkeli**

**Opinnäytetyö**

**Ammattikorkeakoulututkinto**





Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Tomi Torkkeli	
Työn nimi Autohallien kansien vesivuodot	
Päiväys 17.4.2011	Sivumäärä/Liitteet 23/2
Ohjaaja(t) DI Harry Dunkel	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) NCC Rakennus Kuopio/ työpäällikkö Eero Heikkinen	
<b>Tiivistelmä</b> <p>Tämä opinnäytetyö tehtiin NCC rakennuksen Kuopion yksikön kohteissa missä oli rakennettu pihakansia. Opinnäytetyössä käsiteltiin pihakansien vesivuotoja, niiden syitä ja miten niitä voisi estää. Työssä verrattiin eri rakennevaihtoja rakenneteknisesti ja kustannuksin. Työn tavoitteena oli löytää syitä vuotoihin vuosikorjauksissa tehtyjen korjausten perusteella sekä keinoja miten vuotoja voisi estää.</p> <p>Työ toteutettiin tutkimalla talojen pihakansia katsomalla niiden korjauksia ja tutkimalla pihakansien korjaushistoriaa kohde kohteelta. Näin kerätyn aineiston pohjalta työssä selvitettiin yleisimmät vuotojen riskikohdat. Rakennevaihtoehtoja vertailemalla saatiin nähtyä oliko eri rakenneratkaisuilla vaikutusta vuotoihin. Työssä tehtiin myös rakenteen valinnan kustannusvertailu. Työssä tutustuttiin vuotojen etsinnän kannalta tärkeimpiin vuodontunnistus menetelmiin ja niiden toimivuuteen.</p> <p>Työn tuloksena todettiin, että toimivia rakenteita on suunniteltu ja niitä on käytettävissä. Suunnittelun määräävä tekijä on raha eli miten paljon halutaan käyttää rakenteeseen. Rakenteen suunnittelussa pitäisi ottaa huomioon pihakannen kuormitusten minimointi ja rakenteen muotojen yksinkertaistaminen. Rakenteen valinnan kannalta tärkein tekijä on tehdä kunnollinen laakerikerros vesieristeen päälle. Työn tulosten merkitys on työntilaaajan harkinnassa, miten se haluaa käyttää saamiaan tietoja.</p>	
Avainsanat autokansi, vesivuoto, käännettykatto	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Tomi Torkkeli			
Title of Thesis Water Leaks on Yard Decks			
Date	17 April 2011	Pages/Appendices	23/2
Supervisor(s) in, Harry Dunkel, Lecturer			
Project/Partners NCC Construction Kuopio/ Technical Manager Eero Heikkinen			
<p><b>Abstract</b></p> <p>This thesis was made for NCC building company in the Kuopio region on buildings with built yard decks. The purpose of this thesis was to study the water leaks of the yard decks, the reasons for them and how they could be prevented. In the thesis different structural options for the technical structure and costs were compared. The goal was to find out during the annual repairs what causes these water leaks and ways to prevent leaks.</p> <p>The work was conducted by examining building yard decks and by recording the repairs. The collected data was analyzed and the most common leakage points were listed. The different structures were compared to see if the different structural solutions had any effect on the leaks. In this work a cost comparison on structured choices was made. Leak detectors, the most important leakage detection methods and their effectiveness were also studied.</p> <p>As a result of this thesis it was found out that the functional yard deck structures have been designed and they are available. In the planning the main factor was proved to be the amount of money to be used for the structure. The work showed that in structural design yard deck stresses should be minimized and structure forms simplified. The most important factor in choosing the structure is to make a proper bearing top layer of the water insulation layer. The customer will decide how the results of this thesis will be used. Hopefully in the future less water leaks will occur in yard decks.</p>			
<p><b>Keywords</b></p> <p>yard deck, water leak, inverted roof structure</p>			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	6
2	PIHAKANNEN RAKENNE .....	7
2.1	Kantava rakenne .....	7
2.2	Vesieriste.....	7
2.3	Laakerikerros tai salaojakerros .....	7
2.4	Lämpöeriste.....	8
2.5	Erotuskerros .....	8
2.6	Pintakerros .....	8
3	MÄÄRÄYKSIÄ JA OHJEITA.....	9
4	LAADUNVALVONTA VESIERITYKSESSÄ .....	11
5	TAVATUJA VUOTOJA JA VIRHEITÄ.....	12
5.1	Vesipainekoe.....	15
5.2	Lämpökamerakuvaus .....	15
5.3	Silmämääräiset havainnot.....	15
5.4	Vuotojen etsiminen "kaasumenetelmällä" .....	16
6	KORJAUSKUSTANNUKSET.....	17
7	RAKENNEVAIHTOEHTOTARKASTELU.....	18
7.1	Lämpöeristämätön pihakansi, jossa ei ole salaojakerrosta.....	18
7.2	Lämpöeristämätön pihakansi jossa on salaojakerros .....	18
7.3	Käännettykatto uritetusta xps-levystä .....	18
7.4	Käännettykatto xps-salaojalevystä.....	19
8	LOPPUPÄÄTELMÄ .....	21

## LIITTEET

Liite 1 Loivien bitumi katteiden urakoinnin laatuvaatimukset 2 sivua

## 1 JOHDANTO

Ollessani työharjoittelussa NCCn: kerrostalotyömaalla tuli keskusteluissa useasti esille autohallien kansiin vesivuodot. Keskusteluissa todettiin lähes kaikkien rakennusten autokannen vuotaneen. Tästä syystä aloin tutkia pihakansia.

Työn tavoitteena on tutkia syitä miksi ja miten autokannet rakennetaan ja millaisia ongelmia niissä on muodostunut. Työssä tutkitaan erilaisia rakennevaihtoehtoja ja vertaillaan niitä. Työn tilaaja on NCC Rakennus Kuopio, jonka takuukorjausten perusteella työ toteutetaan.

Nykyajan kerrostalorakentamisessa on muodostunut tilanne, jossa asukkaille on luotava riittävästi autopaikkoja. Kuopiossa keskustan alueen autopaikkanormi on (2ap / 3 asuntoa + 1ap / 40 m<sup>2</sup> liiketilaa)/1/. Kaupungeissa tontit eivät myöskään ole suurentuneet. Tehokas maakäyttö on ohjannut rakennustapaa, jossa rakennusten pihat osittain tai jopa kokonaan rakennetaan autohallien katolle. Tämä rakennustapa on yleistynyt 2000 luvulla. Rakenteen kosteustekniset vaatimukset ovat muodostuneet hyvin haastaviksi. Siten toisinaan nämä rakenteet ovat vuotaneet.

## 2 PIHAKANNEN RAKENNE

Autokansien kattorakenne on niin sanottu, käännetty katto, jossa rakenne muodostuu neljästä eri pääkerroksesta ja niiden lisäksi esimerkiksi äänieriste tai pinnoitekerroksesta.

### 2.1 Kantava rakenne

Kantava rakenne on rakenne, joka kantaa yläpuolelta tulevan kuorman. Rakenteeksi valitaan joku kolmesta vaihtoehdosta: ontelolaattarakenne, paikallaan valurakenne ja TT-laattarakenne. Rakenneteknisesti rakenteen valinnalla ei ole huomattu olleen merkitystä huollon kannalta muissa kuin ontelolaattarakenteessa, koska onteloihin on voinut jäädä vettä suuriakin määriä ja onteloita pitkin on voinut vesi kulkeutua useita metrejä paikkaan, jossa vuoto on muodostunut. Paikallaan valetussa rakenteessa rakenteen pintaan tehdään kallistukset kaivoille. Jos rakenne on tehty elementeistä, tehdään erillinen kallistusvalu. Kallistusvalun kaltevuuden pitää olla ainakin 1:80. Betonipinnasta irrotetaan tartuntaa heikentävä sementtiliimakerros. Sementtiliiman poisto olisi suoritettava sinko- tai hiekkapuhalluksella.

### 2.2 Vesieriste

Ennen vesieristys töiden aloittamista kantava rakenne annetaan kuivua ja kovettua riittävän lujuuden saavuttamiseksi. Kuivuminen ja kovettuminen riippuu ympäröivistä olosuhteista ja betonipaksuudesta. Rakenteissa missä kantava rakenne on elementtirakenne riittää elementtien päälle ohut tasausbetonikerros. Betonin pintakerroksen kosteuspitoisuus pitää olla alle RH 90 % 5 mm:n syvyydellä että vesieristys töitä voidaan aloittaa/2/. Rakenteen kosteuden toteamisen jälkeen tehdään tartunnanparantamiseksi kumibitumiliuos- tai epoksikäsittely. Kuormituksen ja rasituksen perusteella määritetään tehdäänkö kaksi- vai kolmikerros bitumikermikate.

### 2.3 Laakerikerros tai salaojakerros

Jos pintakerrokseksi tulee suoraan vesieristeen päälle, pitää se erottaa vesieristeestä laakerikerroksella, joka voi olla esimerkiksi routamatto tai uritettu xps-eriste. Mutta suositeltavampaa on käyttää salaojamattoa tai salaojalevyjä, jotka kuljettavat veden suoraan pihakaivoihin. Salaojamatto tai levy toimii laakerikerroksena.

## 2.4 Lämpöeriste

Lämpöeristekerrosta ei tarvitse tehdä, jos rakenne autohalli on kylmää tilaa niin silloin rakenteessa pitää olla laakerikerros. Lämmöneristettä käytettäessä pitää lämpöeristeen paksuus mitoittaa käyttötarkoituksen mukaan. Lämpöeriste pitää olla vettymätön ja puristusta kestävä.

## 2.5 Erotuskerros

Erotuskerros tehdään, etteivät pintakerroksen mahdollisten hienoainekset sekoittaisi rakennekerroksia. Erotuskerroksena käytetään yleensä suodatinkangasta.

## 2.6 Pintakerros

Päällimmäiseksi tulee pintakerros, jonka painon täytyy riittää pitämään lämmöneristeet paikoillaan, eli pintakerroksen on omalla painollaan kumottava veden aiheuttama lämmöneristeen noste. Käännettyillä katoilla pintakerroksena käytetään usein suojakiiveystä tai betonilaatoitusta. Pintarakenteet ja kattokaivojen sijainti suunnitellaan siten, että pääosa pinnan päälle tulevasta vedestä pääsee esteettömästi pintarakenteiden päältä suoraan sadevesijärjestelmään.

### 3 MÄÄRÄYKSIÄ JA OHJEITA

Koska rakenne pitää suunnitella kosteusteknisesti kuivaksi rakenteeksi, niin rakenne pitää olla vesitiivis ja jos kosteutta tulee, pitää kosteuden päästä rakenteesta pois. Sulamis- ja pintavedet johdetaan rakenteenpäällä suoraan kaivoihin. Koska rakennusfysikaalisesti kosteus tiivistyy tiiviiseen pintaan eli kosteus pitäisi kaikissa olosuhteissa tiivistyä vesieristeen päälle, mistä vesi johdetaan vesieristeenpäällä kaivoihin. Yläpohjan eri kerrokset ja katon tuuletus on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei kattoon kerry vesihöyryn diffuusion tai ilmavirtaustenvuoksi haitallisessa määrin kosteutta ja että rakenteisiin mahdollisesti pääsevä kosteus voi kuivua.

Vesieriste pitää mitoittaa käyttöluokkaan luokituksenmukaisesti joko luokkaan VE80 tai Vaativimmissa rakenteissa luokkaan VE80R. VE80 luokalla tarkoitetaan kevyesti liikennöityjä tasoja, missä rakenne on helposti tarkastettavissa tai avattavissa. VE80R tarkoittaa raskaasti liikennöityjä tai myöhemmin vaikeasti korjattavia pihatasoja. Lähes aina suositeltavinta on käyttää kolmikerroksista VE80R luokkaa. Kolmikerrosrakennetta tehtäessä ensimmäinen kerros saadaan joko liimata tai hitsata toisiinsa. Kerrokset kaksi ja kolme pitää hitsata toisiinsa ja limittää ettei kerroksien saumat olisi toistensa päällä.

Taulukko 1. Bitumikermin käyttöluokat ja niiden kerrokset /3/.

Rakenne	VE20 (1:20)	VE40 (1:40)	VE80 (1:80)	VE80R (1:80)
TL1	X			
TL4+TL3	X			
TL4+TL2	X	X		
TL4+TL1	X	X		
TL3+TL3	X	X		
TL3+TL2	X	X		
TL3+TL1	X	X	X	
TL2+TL2	X	X	X	
TL2+TL1	X	X	X	
TL2+TL2+TL2	X	X	X	X
TL2+TL2+TL1	X	X	X	X

Taulukossa ve20 tarkoittaa vesieriste 1:20 kallistuksella. Rakenne TL2+TL2 tarkoittaa kahta TL2 kerrosta. Kerrosten ominaisuudet löytyvät taulukosta 3

Taulukko 2. Bitumikermin Käyttöluokat käyttötarkoituksen mukaan /3/.

Kaltevuus > 1:20	Kaltevuus > 1:40	Kaltevuus > 1:80	Kaltevuus > 1:80
VE20	VE40	VE80	VE80R
Tavanomaiset loivat katot	Vaativat loivat katot	Kevyesti liikennöidyt tasot	Liikennöidyt tasot ja istutetut katot
Tavanomaiset loivat katot	Vaativat loivat katot	Henkilöliikenteen kuormittamat terassit, parvekkeet ja vastaavat. Alapuolella käyttötila	Liikennöidyt tasot pihaluokat ja terassit joilla on moottoriajoneuvoliikennettä, istutetut katot. Alapuolella käyttötila

### Taulukko3. Bitumikermin Tuoteluokat ja niiden ominaisuudet /4/.

	Testausmenetelmä	Vaatus	Yksikkö	TL1 <sup>1)</sup>	TL2	TL3	TL4
Vetolujuus, 23 °C, pituus./poikkisuuntaan	SFS-EN 12311-1	minimi	kN/m	15/10	10/8	10/8	5/4
Venymä, 23 °C, pituus./poikkisuuntaan	SFS-EN 12311-1	minimi	%	15	30	20	2
Venymä, - 20 °C, pituus./poikkisuuntaan	SFS-EN 12311-1 (mod.)	minimi	%	15	30	10	2
Naulanvarren repäisylujuus, pituus-suuntaan./poikkisuuntaan	SFS-EN 12310-1	minimi	N	300	130	100	40
Lämmönkestävyys	SFS-EN 1110	minimi	°C	80	80	80	80
Vedenpaineen kestävyys <sup>2)</sup>	SFS-EN 1928	minimi	kPa	500	300	200	100
Taivutettavuus, pinta/pohja – liimattava kermi – hitsattava kermi, pinta – hitsattava kermi, pohja	SFS-EN 1109	maksimi/ maksimi	°C/Ø mm	– 25/30 – 20/30 – 10/30	– 25/30 – 20/30 – 10/30	– 15/30 – 10/30 0/30	– 25/30 – 20/30 – 10/30
Puhkaisulujuus, dynaaminen (isku), - 10 °C	SFS-EN 12691	maksimi	Ø mm	20	–	–	–
Dimensiostabiliiteetti (pituussuuntaan)	SFS-EN 1107-1	maksimi	± %	0,3	0,6	0,6	0,6
Sauman vetolujuus	SFS-EN 12317-1	minimi	kN/m	10	–	–	–
Kuoriutumislujuus	SFS-EN 12316-1		N/50 mm	ilmoitetaan	–	–	–
Nimellispaino <sup>3)</sup> – aluskermi – hitsattava aluskermi – pintakermi – hitsattava pintakermi	SFS-EN 1849-1	nimell.	g/m <sup>2</sup>	4000 4500 5000 5500	3000 4000 4000 5000	3000 4000 4000 5000	2200 3200 3800 4800
Sallitut poikkeamat – paino (allitus nimellispainosta)	SFS-EN 1849-1	maksimi	%	– 5	– 5	– 5	– 5
Nimellispaksuus	SFS-EN 1849-1		mm	ilmoitetaan	ilmoitetaan	ilmoitetaan	ilmoitetaan
Vesihöyrynläpäisevyys s <sub>d</sub> <sup>4)</sup>	SFS-EN 1931		kg/m <sup>2</sup> s Pa	ilmoitetaan	ilmoitetaan	ilmoitetaan	ilmoitetaan

1) TL1-uokassa suurempi lujuus- ja stabiliteetti- ja puhkaisulujuus vähentää tuotteiden venymää.

2) Määritys tehdään yhden tunnin kokeena menetelmästä poiketen

3) Nimellispainon minimivaatimuksella varmistetaan kermien työstettävyyttä ja vesitiiviyttä. Arvoista voidaan poiketa, mikäli ennakkokokein, työnäyttein tai muilla hyväksyttävillä menetelmillä osoitetaan tuotteen työstettävyyttä ja vesitiiviyttä. Muut tuoteluokkavaatimukset ovat tällöinkin voimassa.

4) Vesihöyrynläpäisy ilmoitetaan käytettäessä tuotetta rakenteena esim. höyrynsulkuna, jonka läpäisevyydelle asetetaan vaatimuksia. Tuotestandardin prEN 13707 *Flexible sheets for waterproofing. Reinforced bitumen sheets for waterproofing. Definitions and characteristics* mukaisessa vesihöyrynläpäisyn määrittämismenetelmässä käytetään s<sub>d</sub>:n sijasta vastusarvoa μ. Jos μ-arvoa ei mitata, voidaan käyttää arvoa 2000.

#### 4 LAADUNVALVONTA VESIERITYKSESSÄ

Laadun valvonta on pakko olla suunnitelmallista ja johdonmukaista koko rakentamisen ajan. Laadunvalvonta alkaa jo esisuunnitteluvaiheessa, jossa rakennuttaja ja suunnittelija sopivat aikaisempien kokemusten perusteella rakenteen valmistustavan. Varsinaisessa rakennesuunnittelussa suunnittelija suunnittelee rakenteen. Rakennuttaja seuraa suunnittelun etenemistä suunnittelukokouksissa missä hänellä on mahdollisuus ohjata suunnittelun kulkua ja saada haluamiaan ratkaisuille. Työn aloituspalaverissa suunnittelija, työmaan työnjohto, rakennuttaja sekä kattotyöurakoitsija sopivat työn kulusta ja laadunvarmistuksesta sekä mallitöistä. Työnaikainen laadunvarmistus tapahtuu mallityökatselmuksella sekä työnohjauksella sekä huolehtimalla ettei kukaan vahingoita vesieristettä esimerkiksi valaisimen asennuksella.

- Työn joka vaiheessa pidetään riittävä määrä tarkastuksia, joissa tarkastetaan, ovatko rakenteet ohjeiden mukaisia.
- Vedeneristyksen kaikista työvaiheista tehdään mallityöt.
- Vedeneristeen tartunta testataan.
- Vedeneristeen ja menekkiä seurataan pinta-alayksikköä kohden
- Vesipainekoe tehdään tiiviiden varmistamiseksi ennen pintarakenteiden asennusta.
- Laaditaan erillinen laatusuunnitelma.
- Valokuvaus dokumentointia varten.

## 5 TAVATTUJA VUOTOJA JA VIRHEITÄ

Kiersin tutkimassa ja valokuvaamassa NCC:n rakentamia pihakansia. Minua opasti ja ohjasi NCC rakennuksen vuosikorjauspuolen työnjohtaja Simo Taskinen. Kierroksen aikana haastattelin ja kirjasin korjaushistoriaa. Kierroksen antia oli todeta, että NCC oli rakentanut autokansia Kuopiossa 90-luvun puolivälistä alkaen aina kylminä kansina, joissa alkuaikoina eristeen päällä oli routamatto tai suodatinkangas. 90-luvun rakenteet olivat vuotaneet kohtuullisen usein ja niissä oli rakenteellisia suunnitteluvirheitä. Alue oli muutenkin rakenteellisesti haastava, koska rakennukset rakennettiin Kallaveden rantaa ja usein samalle tasolle kuin järvenpinta. Rakennuksilla oli siis kosteusrasituksia monesta suunnasta. Alkuaikoina oli suunnitteluvirheitä yleisesti ja tehtiin riskirakenteita. Esimerkiksi yhdelle pihakannelle oli tehty kattoikkuna suoraan autopaikan päälle. Ikkuna oli muodostanut vesieristeelle turhia mutkia. Rakenne oli vuotanut ja kattoikkuna kondensoi kosteutta pintaansa tiputtaen siitä auton päälle. Suunnitelmissa oli tuolloin puutteita muutoinkin, ehkä rakenne oli uusi myös suunnittelijoille.

Eräs merkittävä rakenne, joka oli muodostunut ongelmaksi, oli parvekelaatat. Nämä 5 000-10 000 kiloa painavat betonilaatat oli suunniteltu asennettavaksi asennuspalojen päälle. Näiden neljän asennuspalan (120\*80 mm) päälle oli asennettuna parveke-laatta. Koko parvekelaatan paino kuormitti  $500 \text{ N/cm}^3$  pistekuormalla vesieristettä rikkoen helposti vesieristeen. Uusimmissa kohteissa vesieriste muutettiin kiertämään parvekelaatta, rikkomatta sitä painollaan. Yleisimmin vuotokohtat ovat sijoittuneet pihakannen reunoille ja läpivientikohtiin. Reunoilla oli esiintynyt liian matalia vesieristeen ylösnostoja. Yksi merkittävimmistä vuotojen kohteista on ontelolaatatot. Onteloihin on voinut jäädä vettä useita kymmeniä litroja rakentamisvaiheessa. Ontelolaatatoston vuodot ovat muutenkin hankalia selvittää koska kosteus voi ontelossa kulkeutua useita metrejä.



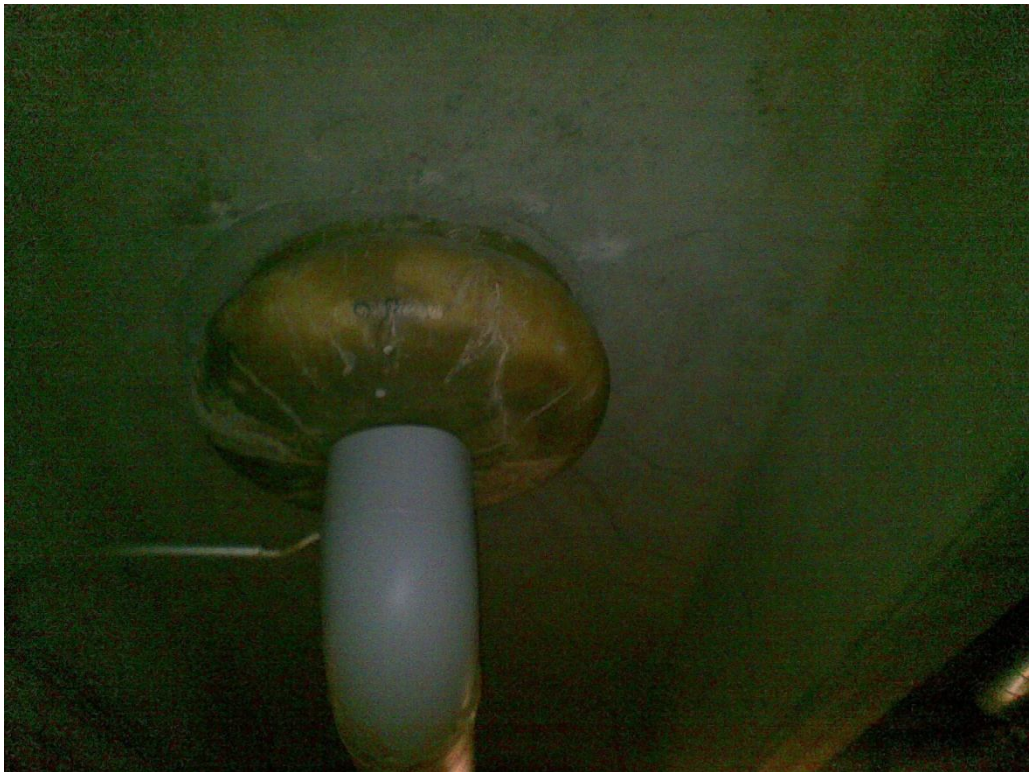
Kuva 1. Tukkiutunut kaivo. Kuva Simo Taskinen.

Kaupunkien kaavoittamisessa ja myöntämisessä rakennusluvissa on vaatimuksia viherrakentamiselle, eli kun tontit on rakennettu täyteen, niin myös puut ja pensaat joudutaan rakentamaan pihakansille. Kansille rakennetaan istutuslaatikoita, joihin kasvit istutetaan. Istutuslaatikko on kokonaisuudessaan riskirakenne, koska sen huollossa tapahtuu aina suuria puutteita samoin kun aikoinaan omakotitalojen tasakatoissa, näissäkin rakenteissa vedenpoistoreiät pitää olla avattuna.



Kuva 2. Savunpoistoluukun lumirasituksesta. Kuva Tomi Torkkeli.

Vesivuodot on vaikea paikallistaa autohallin päällä olevista pihakansista. Ensiksi vuodon ilmennyttyä on tarkistettu, mitä rakenteita vuotoalueen välittömässä läheisyydessä on. Yläpuolisia rakenteita tutkimalla saadaan rajattua vuotokohtaa pienemmäksi alueeksi. Korjaus on yleensä tapahtunut yläpuoliseen rakenteen paikallisena purkamisella ja vaurioituneen rakenteen korjaamisella. Esimerkiksi valaisinpylvään asentaja on rikkonut ruuveillaan vesieristeen. siten on korjattu korjaamalla vesieriste rajatulta alueelta, sekä eristämällä valaisin kondenssikosteutta vastaa. Näin tehdyt korjaukset ovat kestäneet. Savunpoistoluukku on vuotohistorioissa hyvin yleinen vuotoalue, jota on ollut hankala korjata. Paras keino estää vuotoja on talvella pitää savunpoistoluukkujen ympäristö lumettomana. Pihakanteen liittyvien ulko-ovien kynnykset olivat 90-luvulla tehdyissä rakennuksissa liian matalia. Kynnyksien kautta vuoti runsaasti vettä. Rakenne korjattiin lisäämällä vesieristettä. Rakennusmääräyksissä on yleisesti määrätty liian matalat kynnyskorkeudet. Pihakannen kaivot ovat monin tavoin hankala rakenne. Talvisin kaivoissa on oltava lämmitys, ettei hiekkapesä pääsisi jäätymään. Kaivon seinämissä olevat reiät voivat myös tukkeutua luoden kosteuspainetta kosteuseristeeseen. Kaivonympäristö useimmiten pysyy kunnossa, jos huolta säännöllisesti ja huoltoyhtiö on tunnollinen.



Kuva 3. Jäätynyt pihakaivo pihakannen alta. Kuva Tomi Torkkeli.

Tässä on muutamia tärkeimpiä keinoja miten vuotokohta selvitetään.

### 5.1 Vesipainekoe

Koe tehdään esim. pihakannella rajatulle alueelle, joille padotetaan keinotekoisesti vettä siten, että vettä on koko ajan n. 3-5 cm ja testi kestää, noin. kaksi vuorokautta. Tarvittaessa alueelle lisätään vettä. Paikkaa vaihdellaan kunnes vuoto havaitaan ja paikallistetaan.

### 5.2 Lämpökamerakuvaus

Autohalleissa yms. voidaan veden tulosuuntaa tarkastella lämpökameralla, joka paljastaa vedentulosuunnan. Lämpökamera on nopea mittausmenetelmä joka näyttää kameran näytössä lämpötilan eroista näyttävää värillistä kuvaa. Lämpökamera näyttää suuret rakenteelliset kosteuskertymät esimerkiksi ontelolaatoissa olevat vesipesät mutta sillä on hankalaa mitata pieniä vuotoja.

### 5.3 Silmämääräiset havainnot

Selkeissä tapauksissa voidaan vuotoja etsiä värjätyllä vedellä, joka paljastaa vuotokohdan. Tätä testiä varten saa ampulleja apteekeista tai hyvin varustetuista vesijohto-

liikkeistä. Haittapuolena on se, että värjätyn veden kulkeman matkan ollessa pitkä, väriaine voi suodattua näkymättömäksi. Toisinaan on nähtävänä selkeitä vuotojälkiä joista vuodon voi selvittää.

#### 5.4 Vuotojen etsiminen "kaasumenetelmällä"

Testauksessa ja etsinnässä käytetään vaaratonta typpi-vetykaasua ja herkkä elektronista "haistelijaa". Tällä menetelmällä voidaan tutkia myös maan sisässä olevia vesijohdovuotoja. Anturia kuljetetaan rakenteen päällä, tunnistuen kaasupurkauksen ja vuotoaikan.



Kuva 4. Kukkalaatikon vedenpoistoaukko. Kuva Tomi Torkkeli.

## 6 KORJAUSKUSTANNUKSET

On selvää että kustannuksen muodostuminen riippuu korjauskohteista ja korjauksen laajuudesta. Toisinaan korjaus voi olla pieni kittausta tai suuri kokonaisen pihakannen aukaisu. Betoniyhdistyksen tekemän tutkimuksen mukaan pihakannen peruskorjaus maksaa 300–600 €/m<sup>2</sup>. Eli pienikin kannan aukaisu maksaa helposti 10 000€. On siis selvää että pitää etsiä keinoja korjauksien määrän minimoimiseksi. Rakentamisen laatuun pitää käyttää enemmän aikaa ja resursseja.



Kuva 4. Rikkoutuneen vesieristeen korjaus. Kuva Simo Taskinen.

## 7 RAKENNEVAIHTOEHTOTARKASTELU

Toimivia rakennevaihtoehtoja on neljä. Kantavalla pohjakerroksella ei oikeastaan ole merkitystä rakenteen vuotoherkkyyteen.

### 7.1 Lämpöeristämätön pihakansi, jossa ei ole salaojakerrosta

Tämä aikaisemmin yleisin rakenne on ongelmallinen jos rakenteeseen on jäänyt epätasaisia kohoumia voi vesieriste silloin helpommin rikkoontua. Tämä rakenne on kaikista edullisin mutta toisaalta vaurioaltis. Rakenteen paino estää vesieristeen päällä olevaa vettä virtaamasta vapaasti kaivolle luoden kosteuskuormaa rakenteeseen.

### 7.2 Lämpöeristämätön pihakansi jossa on salaojakerros



Kuva 5. Salaojamaton rakenne Enkadrain. Kuva Simo Taskinen.

Tässä rakenteessa käytetään yleisesti salaojamattoa. Maton sisäosa on avoin kennonosto joka on vettä vapaasti johtava rakenne. Maton kokoonpuristuvuus on pientä joten vedenpaine on pieni. Pintarakenne on tiivis kuitukangas. suodatinmatto toimii myös erotuskerroksena. Maton asentaminen maksaa asennettuna noin 10–15 €/m<sup>2</sup>.

### 7.3 Käännettykatto uritetusta xps-levystä

Käännettykatto on rakenne jossa lämpöeriste on vesieristeen päällä. Tämä rakenne suojaa vedeneristettä jäätymiseltä ja mekaaniselta rasitukselta. Rakenteesta voi tehdä lämpimän tai puolilämpimän. Puolilämmin on suositeltavampi jo pelkästään energia taloudellisesti katsottuna. Rakenteen mitoittamisessa pitää ottaa huomioon tilanne jossa kaivot tukkeutuu ja rakenteeseen pääsee vettä. Silloin yläpuolen rakenteella

pitää olla massaa syrjäyttämään vesieristeen noste. 10 cm paksun uritetun levyn hinta asennettuna on noin 15 €/m<sup>2</sup>.

#### 7.4 Käännettykatto xps-salaojalevystä

Rakenne on muuten sama kuin xps-levyrakenne, mutta tämä levy on tehty liimaamalla yhteen 5-10 mm halkaisijaltaan olevia xps-palloja. näin saatu rakenne on erittäin hyvin vettä johtava salaoja. 10 cm paksun salaojalevyn hinta asennettuna on noin 25 €/m<sup>2</sup>



Kuva 6. Vesivuoto näkyy laatoituksen pinnassa. Kuva Simo Taskinen.



Kuva 7. Pihakannen kuormituksia. Kuva Tomi Torkkeli.

## 8 LOPPUPÄÄTELMÄ

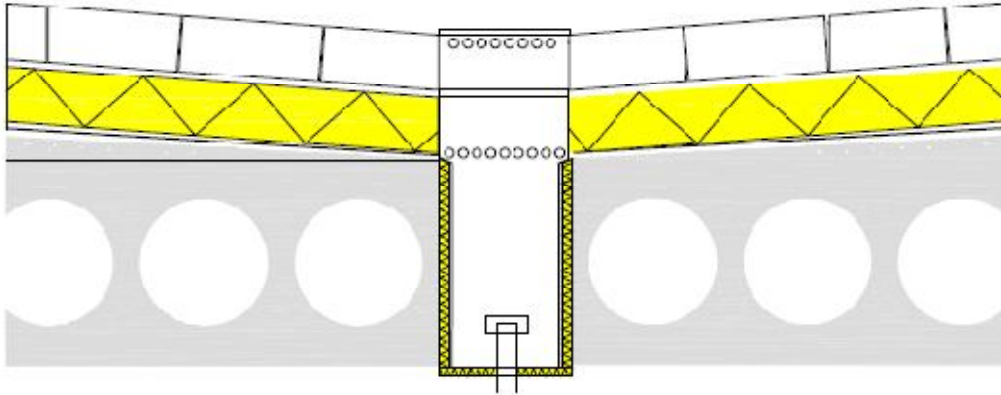
Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tietoa syistä miksi pihakansissa oli ollut vesi- vuotoja ja miten niitä oli korjattu. Pihakannen tekemisessä on haastavia elementtejä. Rakenteet ovat vaikeita valmistaa ja niiden toiminnassa on monenlaisia näkyviä ja näkymättömiä rasituksia. Tärkeimmäksi keinoksi eheiden rakenteiden saavuttamisessa on tehdä yksinkertaisia rakenteita muodoltaan ja toiminnaltaan. Kaikenlaiset kosteuskuormat lisäävät kosteusvuoto riskiä. Työnjohdon vastuu kasvaa tehtäessä kosteuseristeen päälle rakenteita. Kukaan ei asentaisi esimerkiksi lipputankoa rikkoen vesieristettä.

Rakenteen valinnassa on merkittävään kuinka paljon rahaa varataan kansi rakenteen tekemiseen. Mielestäni rakenteen toimivuus tuo investoinnit lähemmäksi toisiaan. 1000 m<sup>2</sup>:n kansirakenne voi maksaa 25 000 euroa enemmän mutta se muuttuu toimivammaksi, niin ei tarvitse kymmenen vuoden aikana montaa kertaa korjausta, että investointi on ollut kannattava.

Suunnittelun lähtökohtana pitäisi olla rakenteen rasituksen minimointi. esimerkkinä Pihakansille ei mielellään saisi suunnitella raskasta liikennettä. Kaikki kuormat jotka pihakansi kantaa rasittavat sitä.

### Suunnittelun muistilista

- Kaivoja pitää olla riittävästi. Kaivojen lisääminen vähentää kosteus rasitusta.
- Kosteuseristeen päällä pitää olla laakerikerros. Ellei laakerikerrosta ole, silloin kaikki rasitus kohdistuu kosteuseristeeseen.
- Savunpoistoluukut pitää suunnitella tarpeeksi korkealle ja pois kulkuväyliltä. Liian matala luukku lisää vuodon riskiä ja jos se on kulkureitillä, on se vaarassa rikkoontua lumea auratessa.
- Salaojamattoja tai salaoja levyjä pitää käyttää. Vesieristeen kosteusrasitus pitää minimoida.
- Kaikki läpiviennit pitää tehdä kohtisuoraa että mahdolliset korjaukset voidaan kohdentaa mahdollisimman pienelle alueelle. Kansirakenteen sisällä ei saa kulkea poikittaisia putkia tai kanavia.



Kuva 8. Käännetyn katon rakenne. Kuva Tomi Torkkeli.

## LÄHTEET

Kuopion kaupunki [verkkodokumentti]. 12.8.2008 [viitattu 30.3.2011]. *etusivu > c > document library > get file [asemakaavan muutoksen selostus](#)*

Kerabit [verkkodokumentti]. 30.3.2011 [viitattu 30.3.2011]. Saatavissa: *etusivu > Suunnittelu ja asennusohjeet > Suunnitteluohjeet > Loivat katot > Kaannetty katto*

Kattoliitto [verkkodokumentti]. 30.3.2011 [viitattu 30.3.2011]. Saatavissa: *etusivu > Toimivat Katot [Toimivat katot Kattoliitto 2007](#)*

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL Oy, Veden- ja kosteudeneristysohjeet, Tumma-  
vuoren Kirjapaino Oy, 2000, RIL 107 – 2000

## Liitteet

Liite 1 Toimivat katot Kattoliitto 2007 (Loivien bitumi katteiden urakoinnin laatuvaatimukset) 2 sivua



## Loivien bitumikatteiden urakoinnin laatuvaatimukset

Tähän on tiivistetty urakoinnin keskeiset laatuvaatimukset, joiden tarkoituksena on yhdenmukaistaa alan käytäntöjä ja osaltaan selventää, mitä työtä voidaan vaatia ja miten se tulee toteuttaa.

Yleistä	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Materiaalien ja muiden tarvikeiden on oltava sopimuksen mukaisia</li> <li>▪ Työ- ja paloturvallisuuden tarkastuslistan edellyttämät toimenpiteet</li> <li>▪ Saneeraustöissä suositellaan kallistuskorjauksia, mikäli kallistukset ovat puutteelliset</li> </ul>
Höyrinsulun asennus	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Höyrinsulkumateriaali valitaan oikein katon käyttöikätaavoite huomioon ottaen</li> <li>▪ Rakenteessa käytetään siihen sopivaa höyrinsulkumateriaalia</li> <li>▪ Höyrinsulku asennetaan oikeaan paikkaan rakenteessa</li> <li>▪ Höyrinsulun alusta on riittävän tasainen ja jyrskät hammastukset on tarvittaessa tasattava 1:5 kaltevuuteen</li> <li>▪ Höyrinsulun saumat tiivistetään asianmukaisesti</li> <li>▪ Läpiviennissä käytetään asianmukaisia tiivisteitä</li> <li>▪ Käytetään lumibitumikermiä höyrinsulkuna kun kate kiinnitetään mekaanisilla kiinnikkeillä alustansa</li> <li>▪ Höyrinsulun liittymät muihin rakenteisiin tehdään ottaen huomioon mahdolliset liikkeet.</li> </ul>
Lämmöneristyksen asennus	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lämmöneristerakenteen vaatima tuuletus järjestetään suunnitelmien mukaisesti</li> <li>▪ Lämmöneristeen urat kohdistetaan oikein</li> <li>▪ Lämmöneristelevyjen saumat ovat limittäin eivätkä muodosta ristikuvioita</li> <li>▪ Lämmöneristeen ylin kerros täyttää vesikatteen alustalle esitetyt vaatimukset</li> <li>▪ Lämmöneristyslevyjä on vähintään kaksi kerrosta</li> <li>▪ Varmistetaan suojaustoimenpitein ja riittävin työsaumoin ettei lämmöneristekerrokseen pääse vettä, lunta tai jäätä työn aikana.</li> </ul>
Vedeneristyksen alusta	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alustan on oltava puhdas ja kuiva</li> <li>▪ Vedeneristysalustassa ei saa olla yli 3 mm:n rakoja tai jyrskäreunaisia hammastuksia, suuremmat hammastukset on tasattava kaltevuuteen 1:5</li> </ul>
Kermien asennus	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kermitöitä ei saa tehdä vesi- tai lumisateessa, eikä liian kovalla tuulella.</li> <li>▪ Kermien tulee olla kauttaaltaan kiinni toisissaan, ts. väliin ei saa jäädä ilmapusseja</li> <li>▪ Saumojen on oltava 100 % kiinnitettyjä, hitsaustyön vesitiiviys varmistetaan bitumipurseella saumasta</li> <li>▪ Limitys pyritään tekemään aina myötasaumaan, ”vastasaumojia” on vältettävä</li> <li>▪ Monikermitkateilla päällekkäiset kermit asennetaan samansuuntaisina ja siten etteivät kermikerrosten limitykset ole päällekkäin</li> <li>▪ Yksikermitkateilla leikataan päätysaumoista piiloon jäävä kermin kulma pois (monikermitkateilla pintakermin kulman leikkausta suositellaan)</li> <li>▪ Vierekkäisten kermien päätysaumot porrastetaan (suosituksena päätysaumojen ero vähintään 500 mm)</li> <li>▪ Kiinnikkeitä suunnitelman mukaisesti (n. 2 – 6 kpl/m<sup>2</sup>)</li> <li>▪ Kiinnikkeet eivät saa ns. kantaa eli olla kohollaan kermipinnasta, ei edes kuormitettaessa kermin pintaa</li> <li>▪ Kiinnikkeiden liiallista kirstämistä varottava (ns. kuppi-ilmiö)</li> </ul>
Holkat ja ylösnostot	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Holkkia tulee loiventaa esim. kolmiorimalla tai betonilla</li> <li>▪ Kermit asennetaan kiinni holkkiaan</li> <li>▪ Kermit katkaistaan holkan yläreunasta ja ylösnostot tehdään erillisillä kermipaloilla</li> <li>▪ Ylösnoston yläreunan on oltava vähintään 300 mm vedeneristyksen pinnasta; läännettyssä katossa valmiin rakenteen pinnasta</li> <li>▪ Ylösnoston kiinnitys varmistetaan tarvittaessa mekaanisella ankkuroinnilla</li> <li>▪ Ylösnoston tartunta betonialustaan varmistetaan tarvittaessa bitumiliuossivellyllä</li> <li>▪ Alustastaan irti olevat vanhat kermit kuoritaan pois ylösnoston osalta</li> <li>▪ Ylösnosto suojataan pellityksellä, joka estää veden pääsyn eristyksen taakse</li> <li>▪ Myös katoilla, joissa on suojaakveys, ylösnostot tehdään aina sirotteellisella pintakermillä</li> </ul>

Jiirit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jiirin kateluokka määräytyy jiirin kaltevuuden mukaan</li> <li>Jiirin bitumikermit suositellaan asennettavaksi jiirin suuntaisesti, mikäli on olemassa vaara, että kermit irtoavat jiirin taitekohdassa alustastaan tai kermeihin muodostuu haitallisia pöimuja, jotka voivat estää veden virtausta tai jopa aiheuttaa saumojen aukkeamista</li> </ul>
Sadevesikaivot, läpivientitiivisteet ja alipainetuulettimet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kattotarvikkeina tulee käyttää tähän tarkoitukseen tehtyjä tuotteita. Laipat kiinnitetään kermien väliin bitumilla ja tarvittaessa myös mekaanisesti alustaan. Laipan ja kermien liitys on vähintään 150 mm. Kattoliitto suosittelee lisäkermpalan käyttöä laipan päällä.</li> <li>Kattokaivo sijoitetaan katolla valuma-alueen alimpaan kohtaan. Kaivo on muuta kattopintaa alempana, laipan alue on vaakasuora ja kaivo on kiinnitetty alustaan luotettavasti.</li> <li>Vierekkäisten läpivientien ja alipainetuulettimien keskinäiseksi etäisyydeksi toisistaan ja muista rakenteista suosittelemme vähintään 500 mm, jotta työ voidaan suorittaa kunnollisesti. Muita läpivientejä kuin kaivoja ei saa sijoittaa sisätaitteisiin (jiireihin).</li> </ul>
Pellitykset	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pellit kiinnitetään tarkoituksen mukaisilla kiinnikkeillä</li> <li>Pystypinnan kiinnitys kattopinnasta 300 mm, erityistapauksissa kuitenkin vähintään 200 mm</li> <li>Pellin alareuna ei saa olla kiinni katteen pinnassa</li> <li>Pelleissä ei saa olla häiritseviä pitkittäisiä</li> <li>Saneerauskohteissa suositellaan suojaPELLITYSTEN uusimista, jotta pellitykset vastaavat saneeratun katon pinnoitteen käyttöikä</li> </ul>
Räystäspellitykset	<ul style="list-style-type: none"> <li>Räystäspellin kallistus katolle päin kaatava (&gt; 1:6)</li> <li>Räystäspellin ja seinän väliin vähintään 30 mm tuuletusrako</li> <li>Räystäille asennetaan tarvittaessa myrskypellit</li> <li>Räystäspellin ulotettava vähintään 70 mm seinärakenteen yläreunan alapuolelle</li> </ul>
Seinänvierus- ja juuripellitykset	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pellin yläreunan oltava tiivis</li> </ul>
Tippapellit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tippapellin silk-sak -kiinnitys n. 100 mm välein</li> <li>Etäreunassa ei saa olla bitumivalumia</li> </ul>
Työn lopullinen jälki	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hitsattavan pintakermikatteen sauman jatkuva purse enintään 20 mm</li> <li>Askeljäljet, joissa pintasirote ei ole rikkoutunut, ovat sallittuja</li> <li>Valmiilla katteella saa esiintyä vähäisessä määrin lähinnä saumoista johtuvaa lammikointia, jonka syvyys on enintään 15 mm</li> <li>Saneerauskohteissa on sallittu isompi lammikointi, jollei selkeitä kallistuskorjauksia tehdä</li> <li>Mahdollisen suojaakveyksen on peitettävä kate kokonaisuudessaan ja oltava mahdollisimman tasainen</li> <li>Kaivojen ja katteen pinnan oltava puhtaat työn valmistuttua, katetta ei saa käyttää suojaamatta varasto- tai työalueena</li> </ul>