

Julia Alin

# KÄÄNNETYN KATON LAADUNVARMISTUS

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2012

# KÄÄNNETYN KATON LAADUNVARMISTUS

Alin, Julia  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Tammikuu 2012  
Ohjaaja: Laurikainen, Markku  
Sivumäärä: 40  
Liitteitä: 1

Asiasanat: käännetty katto, pihakansi, liikennöity taso

---

Opinnäytetyön aiheena oli käännetyn katon rakennekerrokseen ja niiden laatutekijöihin perehtyminen. Työn tarkoituksena oli tehdä Hartela Oy:lle laadunvarmistusohje käännetty katto -rakenteesta sekä työnjohtajien, että työntekijöiden käytettäväksi.

Työssä perehdyttiin käännetystä kattorakenteesta olemassa oleviin määräyksiin ja ohjeisiin sekä käytiin yksitellen läpi kaikki rakennekerrokset käsitellen niihin vaikuttavat laatutekijät. Pintakerrosten osalta työssä keskitytään raskaasti liikennöityyn rakenteeseen sekä pihakansirakenteeseen. Työssä tarkastellaan myös käytettäviä materiaaleja, osia sekä erinäisiä muita laatutekijöitä yksityiskohtaisemmin.

Työssä esitettyjen tarkastelujen myötä havaitaan, että käännettyt katot ovat erittäin vaativia rakennetyyppejä rakentaa. Ellei niiden jokaisen rakennekerroksen osalta täytetyt asetetut laatuvaatimukset, on rakennetyyppi hyvin riskialtis pettämään käyttötarkoituksessaan.

Työn tuloksena syntyi kattava ohjekortti kohdeyritykselle. Ohjekortti soveltuu käytettäväksi läpi käännetyn katon rakentamisprosessin, sillä siihen on sisällytetty ohjeistusta ensimmäisen työvaiheen aloittamisesta aina viimeisen rakennekerroksen valmistumiseen asti.

## INVERTED ROOF'S QUALITY ASSURANCE

Alin, Julia  
Satakunta University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
January 2012  
Supervisor: Laurikainen, Markku  
Number of pages: 40  
Appendices: 1

Keywords: inverted roof, yard deck, trafficked level

---

The purpose of this thesis was to familiarize oneself with inverted roof's bearing courses and their quality factors. The aim was to make inverted roof's quality assurance instruction for Hartela Oy, accessible to supervisors and employees.

This thesis was concerned oneself with existent regulations and instructions for inverted roof's and one by one all bearing courses were covered dealing with the quality factors which affect them. For coatings, this thesis focuses on heavy trafficked structure and yard deck. Also usable materials, parts and several other quality factors are being examined in detail.

By the inspections presented in this thesis it can be observed that inverted roof's are highly demanding structures to build. If every bearing course's quality factors are not fulfilled, structure is extremely risky to fail in its purpose of use.

As a result of this thesis was extensive instruction card created for target company. The instruction card is suitable for use throughout the construction process of inverted roof because it includes instructions starting from the first working phase up to last bearing course's completion.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TYÖN LÄHTÖKOHDAT .....	6
	2.1 Hartela Oy.....	6
	2.2 Työn taustaa.....	7
	2.3 Nykyinen menettely.....	8
	2.4 Työn tavoitteet.....	8
3	MENETELMÄT .....	9
4	KÄÄNNETTY KATTO.....	9
	4.1 Määritelmä.....	9
	4.1.1 Kantava rakenne.....	11
	4.1.2 Vedeneristys.....	11
	4.1.2.1 Alusta.....	11
	4.1.2.2 Vedeneristeiden valinta.....	12
	4.1.2.2.1 Käsitteitä.....	12
	4.1.2.2.2 Katteen rakenne.....	14
	4.1.2.3 Asennus.....	17
	4.1.2.3.1 Puuhierretty pinta.....	18
	4.1.2.3.2 Vedeneristyksen ylösnostot.....	20
	4.1.2.3.3 Vedeneristyksen läpiviennit.....	22
	4.1.3 Vedenpoisto.....	22
	4.1.4 Salaojituseros.....	23
	4.1.5 Lämmöneristeet.....	24
	4.1.5.1 Lämmönläpäisykerroin.....	25
	4.1.6 Erotuseros.....	26
	4.1.7 Pintakerros.....	26
	4.2 Erilaisia rakennetyyppejä.....	26
	4.3 Työnaikainen laadunvarmistus.....	29
	4.4 Kunnossapito ja korjaus.....	30
	4.4.1 Huoltokirja.....	31
	4.5 Yhteenveto.....	31
5	TOTEUTUS .....	32
	5.1 Esimerkkikohteen käännetyt katot.....	32
	5.2 Toteutuneet menetelmät.....	35
	5.3 Ohjekortin sisällön rajaaminen.....	36

6 TULOKSET .....	37
6.1 Ohjekortti .....	37
7 YHTEENVETO .....	38
7.1 Käyttöönotto .....	38
7.2 Lopputulokset ja päätelmät .....	38
LÄHTEET .....	40
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan käännetyin katon laadunvarmistusta vaihe vaiheelta. Työssä selvitetään määräykset ja ohjeet jokaisesta käännetyin katon rakennekerroksesta sekä kuvataan käännetyin katon rakentamisprosessia, kunnossapitoa ja korjausta.

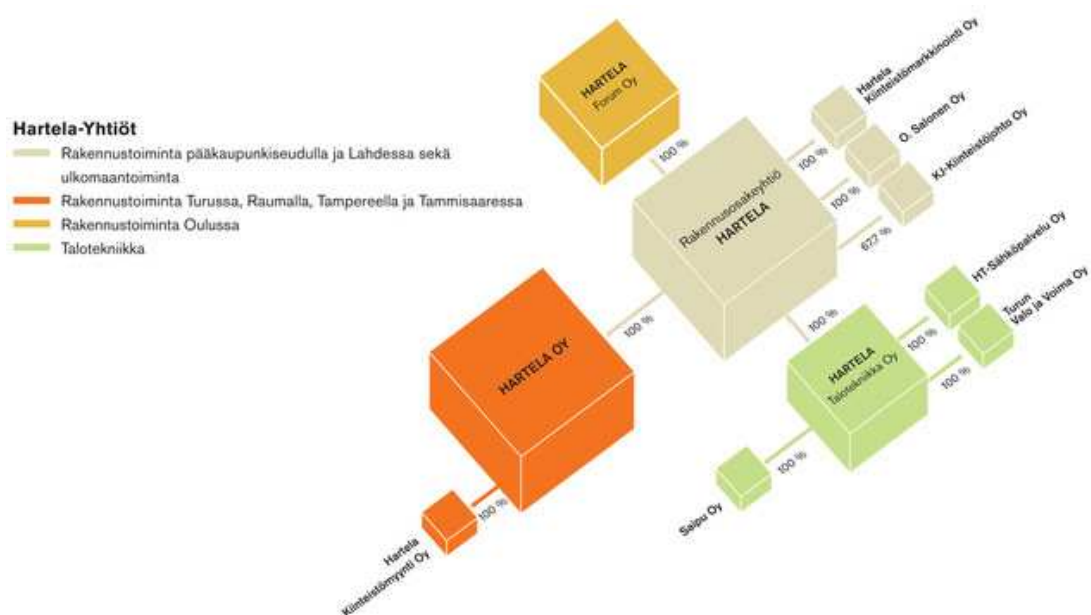
Esimerkkikohteena toimii Porin keskustassa sijaitseva kerrostalotyömaa, jota rakennetaan vuosina 2011–2012. Kohdeyrityksenä on Hartela Oy, joka toimii kyseisellä kerrostalotyömaalla pääurakoitsijana. Esimerkkikohteeseen tulee sekä liikennöity käännetty katto, että asuntopihana toimiva käännetty katto. Tässä työssä keskitytään lähemmin juuri näiden kahden rakenteen laadunvarmistukseen.

Työn tuloksien pohjalta tehdään käännetyin katon laadunvarmistusohje Hartela Oy:lle. Laadunvarmistusohje on rajattu käsittelemään liikennöityä rakennetta sekä asuntopihana toimivaa rakennetta. Ohjeen on tarkoitus palvella sekä työntekijöiden, että työnjohtajien tarpeita, joten sen ulkoasua ja laajuutta suunniteltaessa on toimivuutta testattu esimerkkikohteen työntekijöiden ja työnjohdon avulla.

## 2 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

### 2.1 Hartela Oy

Hartela Oy on osa Hartela-Yhtiöt konsernia, jonka emoyhtiönä toimii Rakennusosakeyhtiö Hartela. Hartela-Yhtiöt on suomalainen perheyrittys, joka on toiminut talonrakennusalalla aina vuodesta 1942 alkaen. Hartela Oy:llä on rakennustoimintaa Turussa, Raaseporissa (Tammisaari), Tampereella ja Raumalla. Kuvasta 1 nähdään, että Hartela-Yhtiöt muodostuu yhteensä 11 erikokoisesta osakeyhtiöstä, joista suurimmat ovat Hartela Oy sekä konsernin emoyhtiö Rakennusosakeyhtiö Hartela.



Kuva 1. Hartela-Yhtiöiden omistussuhdekaavio (Hartela-Yhtiöiden www-sivut 2011.)

## 2.2 Työn taustaa

Hartela Oy toimii pääurakoitsijana Porin keskustaan vuosien 2011–2012 aikana rakennettavalla kerrostalotyömaalla, jossa on kaksi erilaista käännetty katto – rakennetyyppejä. Toinen käännetty katto – rakenne on kohteessa asuntopihana ja toinen pysäköinti- sekä ajoalueena, joten kyseessä ovat käytöltään erikoiset rakennetyypit kohteessa. Idea tähän insinööriyöhön lähti Hartela Oy:n tarpeesta perehtyä syvemmin näihin rakennetyyppeihin ja niiden laadunvarmistukseen, sillä samanlaisista rakennetyypeistä ei yrityksellä ollut vielä olemassa olevia ohjeistuksia.

Tietoperustaa käännettyistä katoista löytyy erilaisten julkaisujen muodossa, mutta koettiin tarpeelliseksi kerätä olemassa olevien ohjeistusten pohjalta yritykselle oma ohjepaketti, jota voidaan hyödyntää tulevaisuudessa myös muissa kohteissa, joissa on samankaltaisia rakennetyyppejä.

### 2.3 Nykyinen menettely

Nykyisin kohdeyrityksessä varmistetaan näiden rakenteiden laatu niitä käsittelevien määräysten ja ohjeiden, suunnittelijoiden antamien ohjeiden avulla sekä yrityksen laatuohjeiden mukaisesti. Osa tiedosta ja toimintatavoista tulee myös kokeneelta työnjohdolta. Käytännössä tällä hetkellä ei ole olemassa minkäänlaista valmiiksi koottua pakettia, josta suoraan selviäisi kaikki mitä käännetyn katon rakenteen suhteen tulisi kokonaisuudessaan huomioida.

Tämä nykyinen menettelymalli on toki toimiva, mutta osittain vaativa ja aikaa vievä. Työnjohdon tulee sekä ohjeiden ja määräysten, että työntekijöiden opastamisen ja ohjaamisen avulla varmistaa, että rakenne valmistetaan alusta alkaen oikeaoppisesti. Samalla tulee myös huolehtia, että rakenteessa käytetään oikeanlaisia materiaaleja. Näin ollen laadunvarmistus muodostuu haasteelliseksi, sillä ei voida varmuudella sanoa, onko kaikki tarvittavat määräykset käyty jokaisen työvaiheen ja materiaalin osalta läpi.

Yrityksen tarpeeksi on siis muodostunut tuon selkeän ohjepaketin saaminen käännetyn katon laadunvarmistuksesta, johon olisi jo valmiiksi koottu huomioonotettavat asiat ja työvaihekohtaiset ohjeet.

### 2.4 Työn tavoitteet

Tämän työn tarkoituksena on tehdä Hartela Oy:lle laadunvarmistusohje käännettyistä katoista. Laadunvarmistusohje kootaan Hartela Oy:n asetusmallien mukaiseen muotoon kattavaksi paketiksi, jossa käydään läpi vaiheet ennen työtä, työn aikana sekä työn jälkeen. Tavoitteena on tehdä ohjekortista selkeä ja toimiva malli sekä työnjohdon, että työntekijöiden käyttöön.



### 3 MENETELMÄT

Ensi askel tämän opinnäytetyön tekemisessä on käännettyyn kattoon tutustuminen. Tämän aloitan käymällä läpi aiheeseen liittyvää kirjallisuutta ja julkaisuja, saadakseni selville mitä tietoa ja ohjeita aiheesta on jo olemassa.

Käännettyihin kattoihin liittyvän kirjallisuuden ohella perehdytään esimerkikohteen käännetty katto – rakenteiden dokumentteihin ja suunnitelmiin. Tullaan myös käymään läpi Hartela Oy:n laatumenetelmiä ja – ohjeita. Käytännönläheistä tietoa, varsinkin itse käännetyn katon rakentamisprosessista, saadaan haastattelemalla Hartelan työnjohtajia sekä mahdollisesti myös työmaan aliurakoitsijoita. Työmaan edetessä päästään henkilökohtaisesti seuraamaan käännetyn katon rakentamista joten pystytään dokumentoimaan eri työvaiheita valokuvien avulla.

Ennen virallisen ohjekortin luomisen aloittamista tehdään erinäinen määrä koekortteja joiden toimivuutta testataan esimerkikohteen työntekijöiden ja työnjohtajien avulla. Tällä tavalla selvitetään, minkälainen korttimalli palvelee parhaiten sekä työntekijää, että työnjohtajaa. Lopullisen ohjekorttimallin valinta suoritetaan saadun palautteen sekä hankitun tiedon perusteella. Ohjekortin kootaan työn tavoitteiden mukaisesti ja siitä pyritään tekemään selkeä ja havainnollistava kokonaisuus.

### 4 KÄÄNNETTY KATTO

#### 4.1 Määritelmä

Käännetty katto on yläpohjarakenne, jossa veden- ja lämmöneristys ovat niin sanotusti käänteisessä järjestyksessä. Yleensä käännetty katot eivät sijaitse konkreettisesti rakennuksen ylimpänä osana eli ne eivät toimi vesikattorakenteina.

Käännettyssä katossa vedeneristys sijaitsee lämmöneristyksen alapuolella, eli näin ollen sen lämpimällä puolella. Vedeneristys toimii samalla höyrynsulkuna, eikä eril-

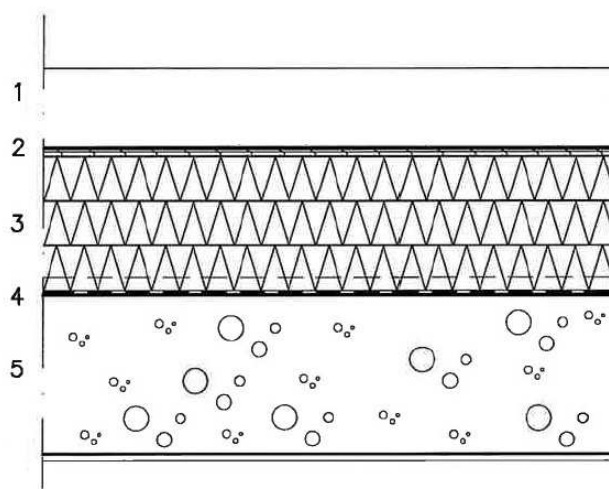
listä höyrinsulkua käännettyssä katossa ole lainkaan. Käännetyn katon hyviin ominaisuuksiin lukeutuvat juurikin nämä kunnolliset höyrinsulut sekä vedeneristeet, jotka ovat tasalämpöisessä tilassa suojassa jäätymiseltä, mekaanisilta rasituksilta, ilmansaasteilta ja auringon säteilyltä. (RT 38064 2011, 6.)

Käännetty katto on yleinen rakennevalinta, kun tehdään esimerkiksi liikennöityjä rakenteita tai piha- ja terassirakenteita. Tämänlaiset rakenteet liittyvät yleensä aina suoraan itse rakennukseen joka on lämmin tai puolilämmin tila. On siis tärkeää varmistaa, ettei vesi pääse kulkeutumaan rakennuksen puolelle ja ettei lämpö pääse karkaamaan rakennuksesta ulos. Käännettyssä rakenteessa vedeneristys on suojattuna, eikä sen lämpötila pääse muuttumaan paljoakaan. Käännettyiksi katoiksi voidaan lukea kaikki ne yläpohjarakenteet, joissa on lämmöneristyskerros, sen alapuolella vedeneristys, eikä erillistä höyrinsulkua ole.

Kuvassa 2 on havainnollistettu käännetyn katon rakennekerroksia ja niiden sijaintia.

Käännettyssä katossa esiintyy tyypillisesti seuraavat kerrokset:

1. Pintakerros tai -kerrokset (4.1.7)
2. Erotuskerros (4.1.6)
3. Lämmöneristys (4.1.5)
4. Vedeneristys (4.1.2)
5. Kantava rakenne (4.1.1)



Kuva 2. Käännetyn katon periaatteellinen leikkauskuva.

#### 4.1.1 Kantava rakenne

Kantava rakenne käännettyssä katossa on yleensä paikalla valettu betonilaatta tai betonielementeistä valmistettu laattarakenne (RT 38064 2011, 6).

#### 4.1.2 Vedeneristys

##### 4.1.2.1 Alusta

Vedeneristyksen alustaksi valetaan aina tasauskerros, kun kantava rakenne on valmistettu elementeistä. Tasauskerrokseen tehdään samalla kallistukset, mutta kantavaan paikalla valettuun betonilaattaan voidaan myös suoraan valaa kallistukset. Käännettyssä rakenteessa vedeneristyksen kaltevuuden tulee olla vähintään 1:80. Jotta vedeneristys ei vaurioidu työn aikana eikä työn jälkeen, tulee alustan tasaisuus varmistaa. Alustassa ei saa olla yli 3 mm suurempia tai jyrkkäreunaisia rakoja eikä hammastuksia, eikä niitä saa siihen muodostua. Mikäli suurempia hammastuksia tai rakoja löytyy, tulee ne tasata enintään kaltevuuteen 1:5. Betonipinnasta tulee puhdistaa sementtiliima ja muut epäpuhtaudet ennen vedeneristyksen asentamista, sillä ne voivat heikentää vedeneristeen ja kermien tartuntaa. (RT 85-10729 2000, 3-4.) Alustan putsaus tehdään yleensä hiomalla pinta ja lisäksi vielä imuroimalla alustan päältä loput epäpuhtaudet. Hiomisen ja imuroimisen sijaista, alustan putsaus voidaan myös hoitaa suihkupuhdistuksella ja paineilmapuhalluksella. (RIL 107-2000 2000, 72.)

Mikäli kantavaan paikalla valettuun betonilaattaan on jo samalla valettu kallistukset eikä tasauskerrosta enää sen päälle valeta, voidaan joutua hiertämään betonipintaa, jotta se saadaan riittävän tasaiseksi. Pinnan puhdistuksen ohella tulee myös varmistaa, että betonilaatan pinta on täysin kuiva, kosteuspitoisuus saa olla enintään RH 90% 5 mm:n syvyydeltä (RT 38066 2011, 3). Pelkästään betonilaatan puhtaaksi putsaus ei siis yksinään riitä vedeneristyksen asentamista varten.

#### 4.1.2.2 Vedeneristeiden valinta

Vedeneristyksen materiaalin, sen kerrospaksuuden ja kiinnitystavan valintaan vaikuttaa alustan lämpö- ja kosteusliikkeet, liikkeet jotka aiheutuvat kutistumisesta ja epätasaisesta painumisesta sekä voimat jotka syntyvät liikkeiden estämisestä tai liikkeistä. (RT 85-10729 2000, 4.) Käännettyssä katossa vedeneristysmateriaalina käytetään kermejä tai siveltäviä vedeneristeitä.

Siveltäviä vedeneristeitä ovat bitumiliuos, bitumiemulsio, bitumi ja nestemäisenä levitettävät muovi- ja elastomeerimassat. Kermeihin lukeutuvat bitumi- ja modifioidut bitumikermit sekä muovi- ja elastomeerimatot. (RIL 107-2000 2000, 170-175.)

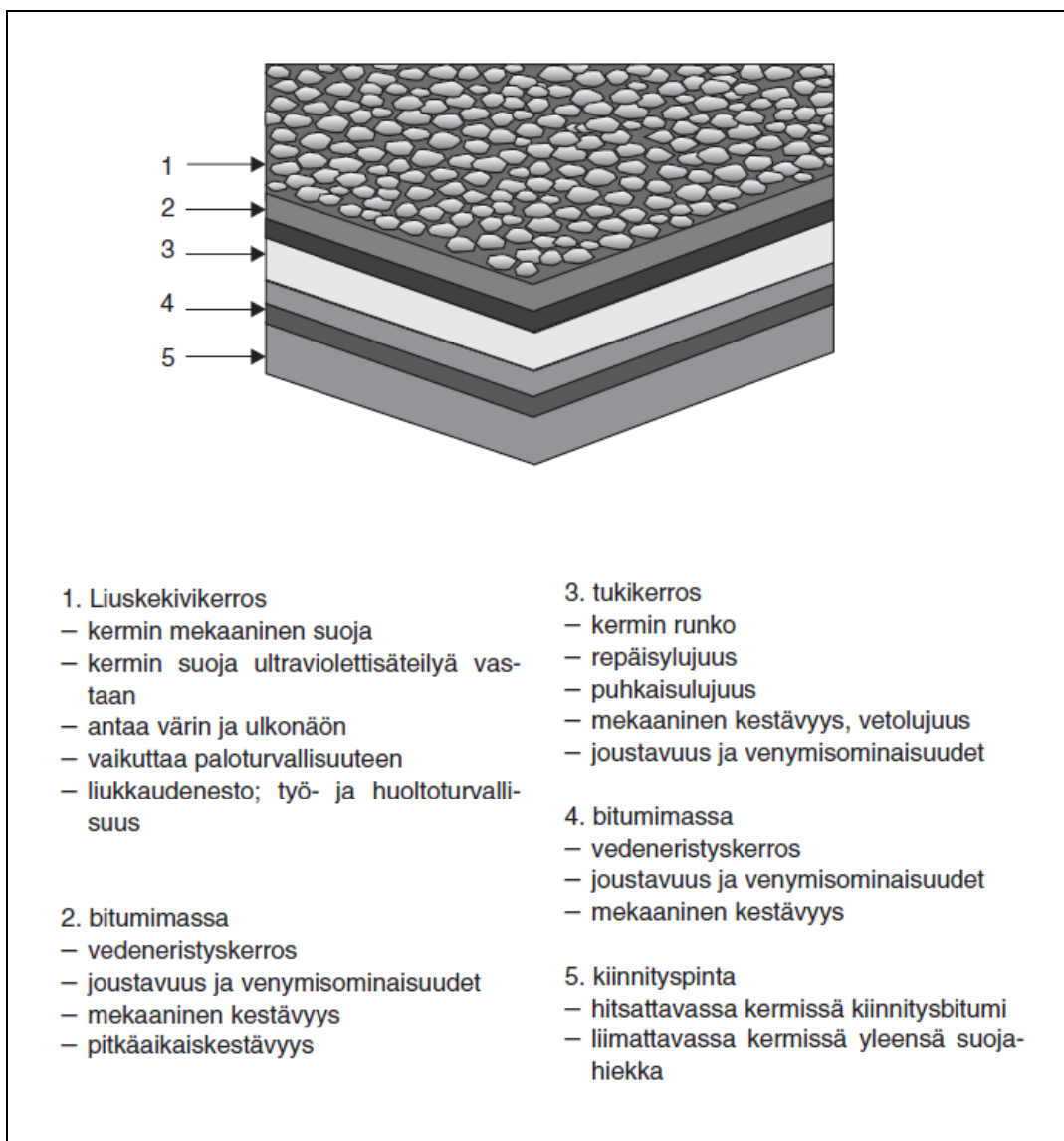
##### 4.1.2.2.1 Käsitteitä

Kermi	Vedeneristystarkoituksiin käytettävä vettä läpäisemätön tuote, joka yksinään tai liitettynä toisiin samanlaisiin tai vastaaviin tuotteisiin muodostaa yhtenäisen vedeneristyskerroksen (RT 85-10799 2003, 2).
Bitumi	Maaöljystä valmistettu, trikloorieteeniin liukeneva, normaalilämpötilassa jähmeä tai puoli jähmeä, pääasiassa hiilivetyjä sisältävä tuote (RT 85-10799 2003, 2).
Bitumiliuos	Bitumista ja haihtuvasta liuotteesta valmistettu liuos. Se voi sisältää täyte- ja lisäainetta. Laji voidaan ilmaista kahdella luvulla, joista edellinen tarkoittaa viskositeettiä 50 °C:ssa ja jälkimmäinen bitumin pehmenemispistettä. (RT 85-10799 2003, 2.)
Bitumikermit	Tukikerroksellisia vedeneristyskermejä (bitumi- ja modifioidut bitumikermit), joissa eristävänä aineena on bitumi tai modifioitu bitumi. Yleisimmät tukikerrokset ovat lasikuitua tai polyesteriä. Puolestaan yleisimmin

käytettyjä modifiointiaineita ovat SBS (kumibitumit) tai APP (muovibitumit). Kuvassa 3 on havainnollistettu bitumikermin koostumusta. (RT 85-10799 2003, 2.)

#### Hitsattava bitumikermi

Tuote, johon valmistumisvaiheessa on lisätty kiinnittämisessä tarvittava bitumi. Se kuumennetaan kiinnittäessä sulaksi liekillä tai kuumailmalla. Tämä hitsausbitumi voi olla modifioitua tai puhallettua bitumia. (RT 85-10799 2003, 2.)



Kuva 3. Bitumikermin rakennekerrokset (RT 85-10799 2003, 2).

#### 4.1.2.2.2 Katteen rakenne

Vedeneristystuotetta valittaessa, määritellään ensin katon käyttöluokka ja katteen rakenne. Loivan katon käyttöluokka määräytyy sen käyttötarkoituksen sekä käytettävän rakenteen ja sen kaltevuuden mukaan. Käyttöluokat jaetaan luokkiin VE20, VE40, VE80 ja VE80R, Taulukosta 1 nähtävällä tavalla. (RIL 107-2000 2000, 59.)

Käännettyillä katoilla käyttöluokka, riippuen rakenteeseen kohdistuvasta käyttöaikaisesta kuormituksesta, on VE80 tai VE80R sillä kyseessä on aina sekä liikennöity, että vaikeasti korjattava taso.

Taulukko 1. Loivien kattojen käyttöluokat käyttötarkoituksen mukaan (RIL 107-2000 2000, 66).

Liikennöidyt tasot ja istutetut katot	Kevyesti liikennöidyt tasot ja poikkeuksellisen loivat katot	Vaativat loivat katot	Tavanomaiset loivat katot
Liikennöidyt tasot, piha-alueet ja terassit, joilla on moottoriajoneuvoliikennettä, istutetut katot.  Alapuolella käyttötiloja.	Henkilöliikenteen kuormittamat terassit, parvekkeet ja vastaavat sekä tavanomaisista loivemmat vesikatot.  Alapuolella käyttötiloja.	Vaativat loivat katot.	Tavanomaiset loivat katot, joilla voidaan käyttää yksi- ja monikerroskatteita ilman erityisvaatimuksia.
Kaltevuus > 1:80	Kaltevuus > 1:80 1) 3)	Kaltevuus > 1:40	Kaltevuus > 1:20
VE80R 2)	VE80	VE40	VE20

1) Tällaiset vesikatot voivat pienestä kaltevuudesta johtuen aiheuttaa vauriotapauksessa suuria välillisiä vaurioita.  
2) Tähän luokkaan kuuluvat kaikki vaikeasti korjattavat tasot ja katot, joiden kaltevuus on alle 1:40.  
3) 1970-1980 -luvulla suuri osa loivista katoista tehtiin kaltevuuteen 1:80. Näiden korjaamisessa noudatetaan tätä ohjetta.

Kun käyttöluokka on saatu selville, sen perusteella mitoitetaan loiville katoille katteen rakenne Taulukon 2 mukaisesti ja jokaisen katerakenteen tulee täyttää sille asetetut tuoteluokkavaatimukset (RIL 107-2000 2000, 59).

Taulukko 2. Katteen rakenne katon käyttöluokan mukaan (RIL 107-2000 2000, 67).

Rakenne	VE 10	VE 20	VE 40	VE 80	VE 80R
BTL 1	————	————>			
MTL 1, KTL 1	————	————>			
BTL 4 + BTL 3	————	————>			
BTL 4 + BTL 2	————	————	————>		
BTL 4 + BTL 1	————	————	————>		
BTL 3 + BTL 3	————	————	————>		
BTL 3 + BTL 2	————	————	————>		
BTL 3 + BTL 1	————	————	————	————>	
BTL 2 + BTL 2	————	————	————	————>	
BTL 2 + BTL 1	————	————	————	————>	
BTL 2 + BTL 2 + BTL 2	————	————	————	————	————>
BTL 2 + BTL 2 + BTL 1	————	————	————	————	————>

Katerakenteet jaotellaan loiville katoille käyttötarkoituksen ja katon kaltevuuden mukaan neljään eri kaltevuuteen: VE 10, VE 20, VE 40 ja VE 80. Nämä kuvaavat vesikaton minimikaltevuutta, eli esim. VE 40 minimikaltevuus on 1:40. Kussakin käyttöluokassa on suositeltavaa välttää minimikaltevuuden käyttöä kermiä tai kermiyhdistelmää valittaessa. RIL 107-2000 Taulukossa 2.10 on määritelty kullekin kaltevuudelle hyväksyttävät katerakenteet kermeillä, jotka täyttävät taulukossa 2.5 mainitut tuoteluokkavaatimukset (BTL) tai taulukon 2.7 mukaiset vaatimukset.

Katteiden tuoteluokkajaottelu on tehty vedeneristysmateriaalin sekä tuotteen teknisten ja toiminnallisten ominaisuuksien pohjalta. Bitumikermit on luokiteltu BTL1:stä BTL4:een. Tässä B viittaa bitumikermiin (modifioinnista riippumatta) ja numero puolestaan ominaisuuksien mukaiseen luokkaan. Tarkat modifioitujen bitumikermien tuoteluokkavaatimukset nähdään Taulukosta 3. Mikäli luokkien vähimmäisvaatimukset eivät täyty, on bitumikermit luokittelematon. (RIL 107-2000 2000, 59.)

Taulukko 3. Modifioitujen bitumikermien tuoteluokkavaatimukset (RIL 107-2000 2000, 60-61).

	Testausmenetelmä	Vaatus	Yksikkö	BTL 1 1)	BTL 2	BTL 3	BTL 4	Luokittelematon 2)
Vetolujuus, 23°C; pit.s/poikkis.	EN 12311-1	Min	kN/m	15/10	10/8	10/8	5/4	Ilm.
Venymä, 23°C; pit.s/poikkis.	EN 12311-1	Min	%	15	30	20	2	Ilm.
Venymä -20°C; pit.s/poikkis.	EN 12311-1 (mod)	Min	%	15	30	10	2	Ilm.
Naulanvarren repäisy; pit.s/poikkis.	EN 12310-1	Min	N	300	130	100	40	Ilm.
Lämmönkestävyys	EN 1110	Min	°C	80	80	80	80	Ilm.
Vedenpaineen kestävyys 3)	prEN 1928 B	Min	kPa	500	300	200	100	Ilm.
Taivutettavuus, pinta / pohja	EN 1109	Max/ max						
Liimattava kermi			°C/Ø mm	-25/30	-25/30	-15/30	-25/30	Ilm.
Hitsattava kermi, pinta			°C/Ø mm	-20/30	-20/30	-10/30	-20/30	Ilm.
Hitsattava kermi, pohja			°C/Ø mm	-10/30	-10/30	0/30	-10/30	Ilm.
Puhkaisulujuus Dynaaminen (isku), -10°C	prEN 12691	Max	Ø mm	20				Ilm.
Dimensiostabiliiteetti (pit.s)	EN 1107	Max	+ - %	0,3	0,6	0,6	0,6	Ilm.
Sauman vetolujuus	EN 12317-1	Min	kN/m	10				Ilm.
Kuoriutumislujuus	EN 12316-1		N/50 mm					
Nimellispaino, 4)	prEN 1849-1	Nimell.						
Aluskermi				4000	3000	3000	2200	Ilm.
Hitsattava aluskermi				4500	4000	4000	3200	Ilm.
Pintakermi				5000	4000	4000	3800	Ilm.
Hitsattava pintakermi				5500	5000	5000	4800	Ilm.
Sallitut poikkeamat Paino	prEN 1849-1	Max	%	-5	-5	-5	-5	-5
Nimellis-paksuus, 4)	prEN 1849-1		mm	Ilm.	Ilm.	Ilm.	Ilm.	Ilm.
Vesihöyrynläpäisy sd, 5)	prEN 1931	kg/m <sup>2</sup> sPa	Ilm.	Ilm.	Ilm.	Ilm.	Ilm.	Ilm.

1) BTL1-luokassa suurempi lujuus- ja stabiliteetti- ja puhkaisulujuus vähentää tuotteiden venymää.

2) Luokittelemattomista tuotteista ilmoitetaan kaikki ominaisuudet.

3) Määrittäminen tehdään yhden tunnin kokeena menetelmästä poiketen.

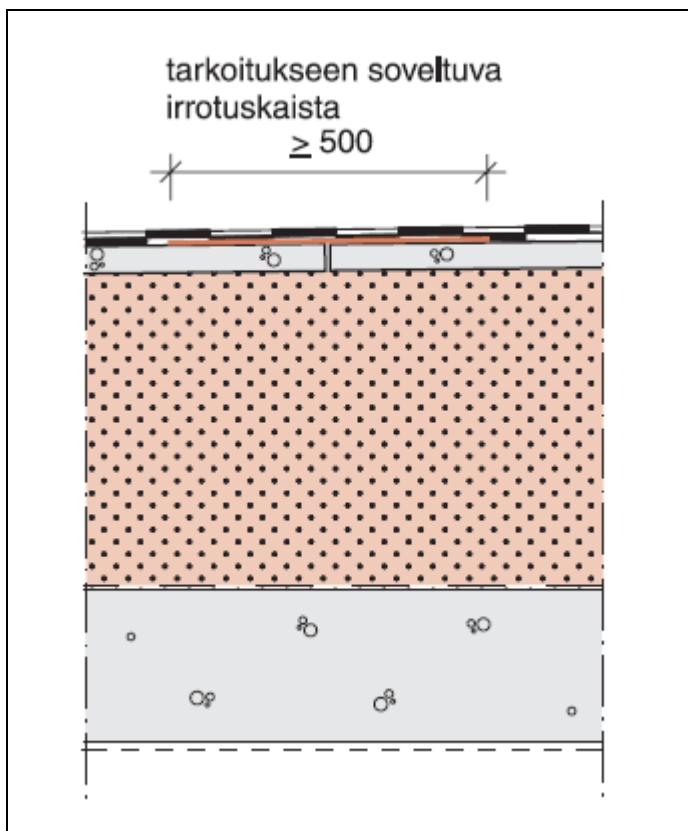
4) Nimellispainon minimivaatimuksella varmistetaan kermien työstettävyyttä ja vesitiiveyttä. Arvoista voidaan poiketa, mikäli ennakkokokein, työnäyttein tai muilla hyväksyttävillä menetelytavoilla osoitetaan tuotteen työstettävyyttä ja vesitiiveyttä. Muut tuoteluokkavaatimukset ovat tällöinkin voimassa.

5) Vesihöyryn läpäisy ilmoitetaan käytettäessä tuotetta rakenteena esim. höyrynsulkuna, jonka läpäisevyydelle asetetaan vaatimuksia. Tuotestandardin prEN 13707 mukaisessa vesihöyrynläpäisyn määrittämenetelmässä käytetään sd:n sijasta vastusarvoa  $\mu$ . Jos  $\mu$ -arvoa ei mitata, voidaan käyttää arvoa 20000.



#### 4.1.2.3 Asennus

Vedeneristystöitä ei saa tehdä mikäli vesi- tai lumisade pääsee vapaasti satamaan vedeneristettävälle alueelle. Sääolosuhteiden vaatiessa, täytyy vedeneristettävä alue suojata suojakatoksella ja alue tarvittaessa kuivata lämmittimillä. (RIL 107-2000 2000, 166.) Vedeneristys tulee kiinnittää alustaan joka puolelta eli ilmakuplia ei saa syntyä eristeen ja betonipinnan välille. Kiinnitys tehdään joko liimaamalla tai hitsaamalla. Liikuntasauaman kohdalla kermieristys tarvitsee irrottaa alustasta irrotuskaistalla Kuvan 4 mukaisesti ja se suunnitellaan aina tapauskohtaisesti. (RT 85-10729 2000, 4). Kun vedeneristys on kauttaaltaan kiinnitetty alustaan, ei kermin pääse liikkumaan eikä repeämään ja myös mahdolliset vuotokohdat pystytään helpommin löytämään, sillä vesi ei pääse leviämään kermin ja alustan välissä (RIL 107-2000 2000, 72).



Kuva 4. Kermieristyksen irrotus alustasta irrotuskaistalla (RT 85-10851 2005, 8).

Alustaa vasten kiinnitettävä kermi, eli alimmainen kermi, kiinnitetään hitsaamalla, jos alusta vastaa tasaisuudellaan puuhierrettyä pintaa.

Alimman kermin kiinnityksessä bitumin määrän tulee olla vähintään 1,5 kg/m<sup>2</sup>. Käytännössä bitumia täytyy olla riittävästi, jotta se täyttää kokonaisuudessaan alustan ja kermin välin. (RIL 107-2000 2000, 73.) Mikäli alusta ei vastaa puuhierrettyä pintaa, tulee alimmainen kermi kiinnittää liimaamalla se kuumabitumilla. Myös tässä tapauksessa täytyy varmistaa, ettei alustan ja kermin väliin jää tyhjää tilaa.

Alimman kermin päälle tulevat kermikerrokset kiinnitetään aina hitsaamalla. Eri kerrosten kermien tulee olla samansuuntaisia, mutta saumat eivät saa olla suoraan päällekkäin. Vedeneristyksen tartunta alustaan varmistetaan vetokokeella, joka tulisi suorittaa varsinkin vaativissa kohteissa, jotta voidaan sataprosenttisesti varmistaa tartunnan pitävyys.

Vedeneristyksen pitävyys on syytä tarkistaa vedenpainekekeella, joka tehdään ennen vedeneristyksen peittämistä. Vedeneristystä ei myöskään saa jättää ilman työnaikaista suojaa, vaan se tulee peittää tiiviisti joko seuraavilla rakennekerroksilla tai väliaikaisilla peitteillä. (Nordic Waterproofing Oy:n www-sivut 2011.)

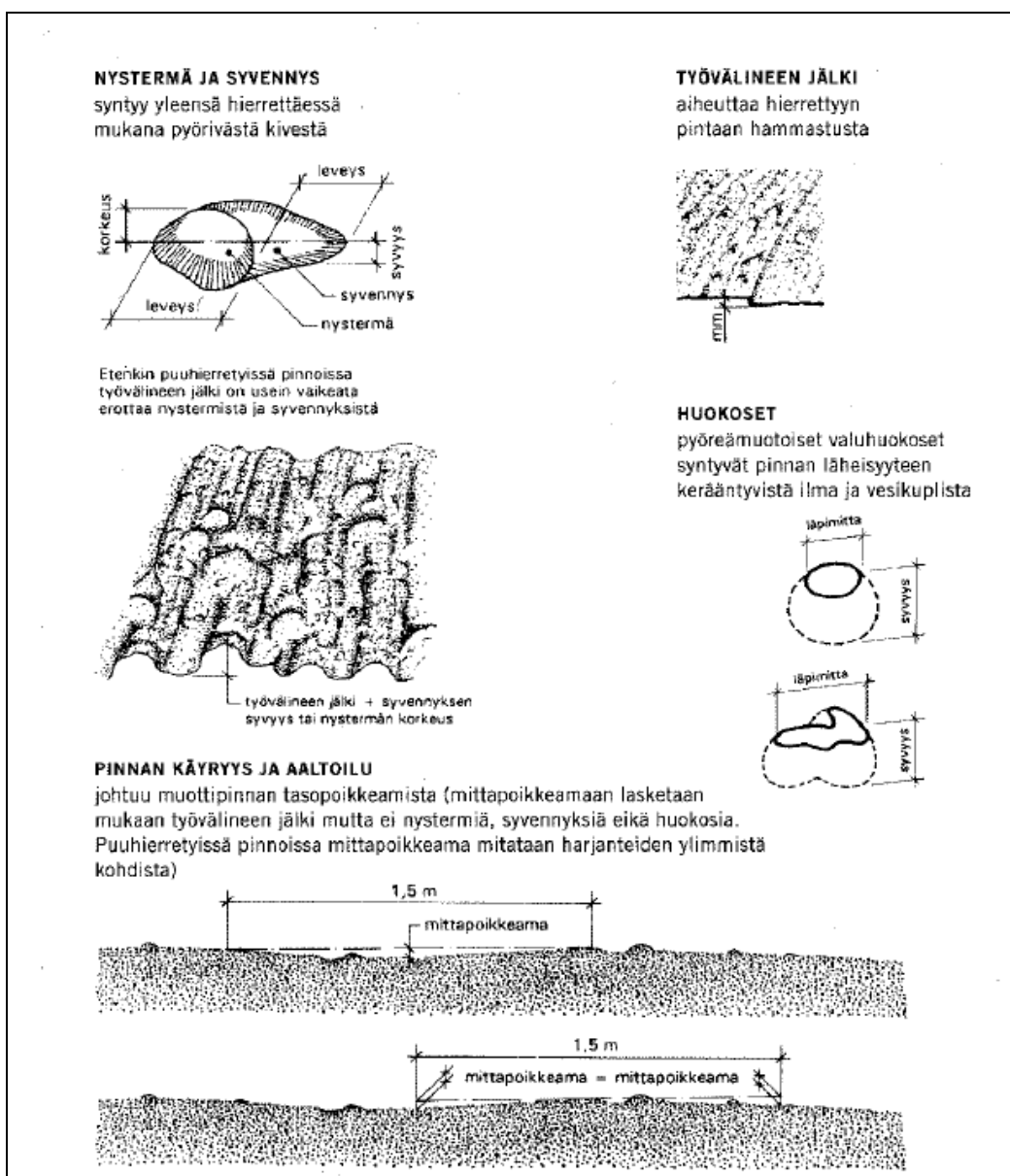
#### 4.1.2.3.1 Puuhierretty pinta

Se, vastaako puuhiertämisellä aikaansaatu työnjälki laadullisesti puuhierrettyä pintaa, määritetään seuraavien laatutekijöiden avulla:

- nystermä
- syvennys
- työvälineen jälki
- huokoset
- pinnan käyryys ja aaltoilu
- väri vaihtelu (by 40 2003, 46.)

Edellä mainittuja laatutekijöitä ja niiden muodostumista on havainnollistettu Kuvassa 5, josta huomataan, että laatuvaatimukset täyttävän puuhierretyn pinnan aikaansaa-

minen on hyvin pienistä mitoista kiinni. Kuvassa 6 on esitetty hierrettyjen, telattujen ja töpötettyjen betonipintojen luokitustaulukko, josta nähdään sallitut laatutekijöiden arvot. Luokitustaulukossa esitetyt vaatimukset koskevat pintaa joka on valittu tarkasteltavaksi alueeksi. Valittu alue on yleensä yhdellä kertaa valittu pinta. Vaatimukset sallitaan kaksinkertaisina, kun tarkastellaan hierretystä tasosta ulkonevien osien ympäriltä 200 mm aluetta. (by 40 2003, 46.)



Kuva 5. Hierrettyjen, telattujen ja töpötettyjen betonipintojen laatutekijöitä (by 40 2003, 47).

Laatutekijät		Vaatimukset						
		Sienihierretty, telattu tai töp. (SHI, TEL, TÖP)		Teräshierretty (THI)		Puuhierretty (PHI)		
		AA-ik	A-ik	AA-ik	A-ik	AA-ik	A-ik	
Nystemä	suurin korkeus	mm	2		3		4	
	suurin leveys	mm	4		4		8	
Syvennys	suurin syvyys	mm	2		3		4	
	suurin leveys	mm	4		4		8	
Työvälineen jälki hammastus 1)		mm	1		2		2	
Huokokset	suurin läpimitta	mm	2 ...3		3 ...4		3 ...5	
	suurin kokonaismäärä	mm	3		4		5	
		kpl/m <sup>2</sup>	10		25		50	
Pinnan käyryys ja aaltoilu suurin mittapoikkeama		mm/1,5m	3	5	4	6	4	7
Väri vaihtelu	harmaat pinnat	luokat	B	C	B	C	B	C
	valkobetoni pinnat	(kohta)	A	B	A	B	A	B
	muut väribetoni pinnat		B	C	B	C	B	C

1) tai mallin mukaisesti.

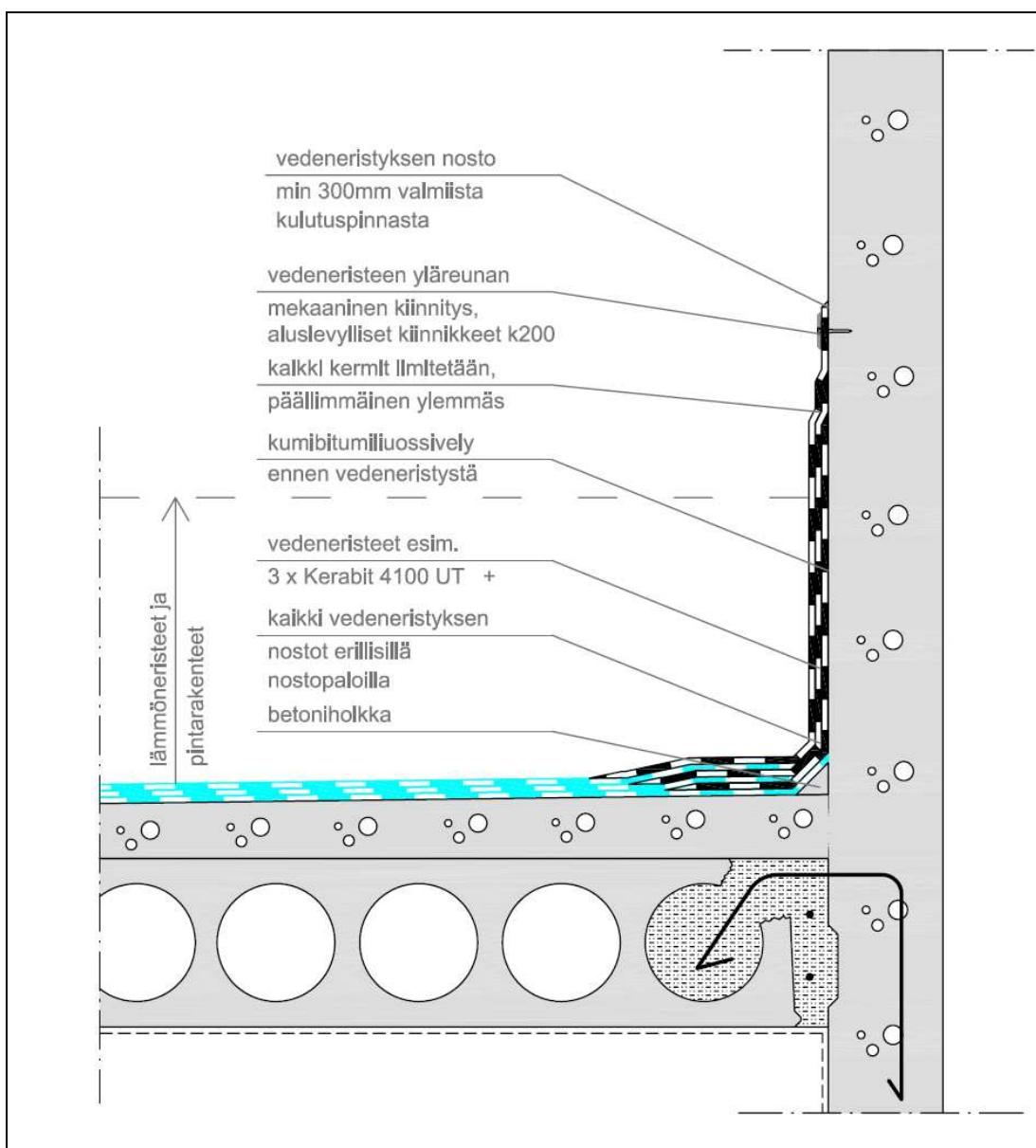
Kuva 6. Luokitustaulukko HIE / Hierretty, telattu ja töpötetyt pinnat (by 40 2003, 46).

#### 4.1.2.3.2 Vedeneristyksen ylösnotot

Ylösnotot ovat tärkeä osa vedeneristyksessä, sillä niiden avulla varmistetaan, ettei patoutunut vesi pääse vedeneristeiden alle ja sitä kautta rakenteisiin. Ylösnoton korkeus on normaalisti valmiista pinnasta 300 mm, mutta ovien kynnyksen kohdalla sallitaan matalampi korkeus, kunhan varmistetaan, että vedeneristyksen liitos seiniin ja ovirakenteisiin on täysin vesitiivis. Ylösnotto kiinnitetään mekaanisella ankkuroinnilla, tiivistetään yläreunasta ja suojataan (Toimivat Katot 2007, 17.)

Vedeneristyksen ylösnotojen kohdalla tulee muistaa, että ylösnotokorkeudet ovat mittoja valmiista käännetyn kattorakenteen pinnasta, eivätkä siis alustaan kiinnitettä-

vän vedeneristyksen pinnasta. Kuvassa 7 on havainnollistettu vedeneristyksen ylösnostoa ja limityksiä, kun käytössä on käytetty kolmea kermikerrosta. Ylösnostokorkeuksia määrittäessä pitää myös huomioida tullaanko käyttöaikana mahdollisesti keräämään lunta joihinkin tiettyihin reuna-alueisiin. (RIL 107-2000 2000, 58.) Ylösnostojen kohdalla 90 asteen kulmat tulisi pyöristää holkkavalulla, sillä kermiä ei voida asentaa täysin suoraa kulmaa vasten (RT 38066 2011, 2).



Kuva 7. Vedeneristyksen ylösnosto (Nordic Waterproofing Oy:n www-sivut 2011).

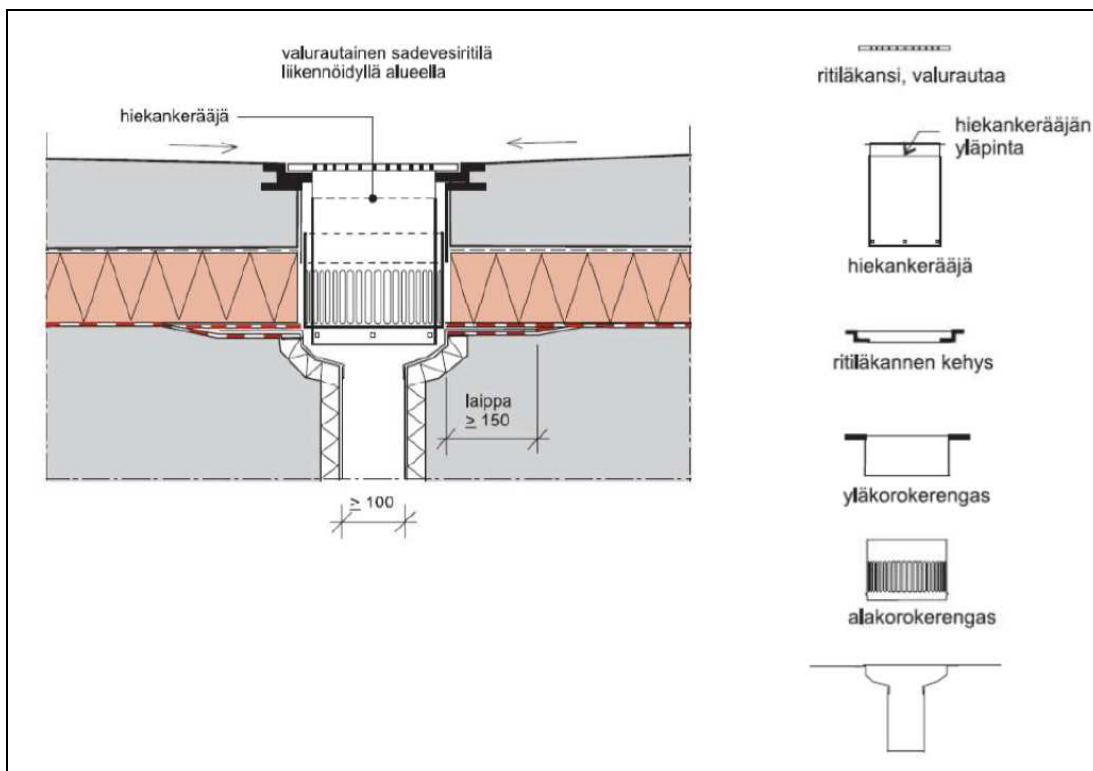
#### 4.1.2.3.3 Vedeneristyksen läpiviennit

Läpivientien suunnittelussa ja sijoituksessa huomioidaan kunnollinen eristys sekä läpiviennin huoltaminen, että tarvittaessa uusiminen. Suositeltava minimietäisyys läpivientien välillä on 500 mm ja pystyrakenteista 1000 mm. Läpiviennit tulee liittää täysin vedenpitävästi varsinaiseen vedeneristykseen ja siksi lävistävissä putkissa käytetään tarkoitukseen sopivasta kumista tai ruostumattomasta teräksestä valmistettuja, vähintään 150 mm levyisiä laippoja. (RIL 107-2000 2000, 89.) Läpiviennin laippaa ei saa hitsata kiinni vaan se tulee kiinnittää vedeneristykseen siveltävällä bitumilla.

#### 4.1.3 Vedenpoisto

Vettä ei ohjata vedeneristykseen saakka, vaan se johdetaan pinta- eli kulutuskerrosta myöten pois. Kaivoina käytetään käännetyin katon sihtirakenteisia kaivoja ja niiden sijainti, kuten myös pintarakenteet, suunnitellaan siten, että suurin osa pinnan päälle tulevasta vedestä johtuu suoraan sadevesijärjestelmään. (RT 38064 2011, 6.) Liikennöidyllä alueella kaivo tarvitsee varustaa hiekanerotuslailla ja se tulee suojata liikennettä kestäväällä ritiläkannella.

Kaivot liitetään vedeneristykseen vähintään 150 mm levyisellä laipalla ja sen kiinnityksen sekä viemäriputken ankkuroinnin kanssa tulee olla erityisen tarkkana (RT 85-10729 2000, 8.) Käännetyin katon kaivot suunnitellaan aina tapauskohtaisesti, mutta Kuvasta 8 voidaan nähdä asennuksen periaate ja osat, joista kaivo koostuu. Kuvasta 8 huomataan, että vedeneristys tulee sekä kaivon laipan ala-, että yläpuolelle. Laippaa ei siis suoraan asenneta alustaa vasten, vaan vedeneristyksen pitävyyden varmistamiseksi, asennuksessa jätetään laippa vedeneristeiden väliin.



Kuva 8. Liikennöidyn tason sadevesikaivo (RT 85-10729 2000, 9).

Kaivojen ja lävistyskappaleiden tulee olla haponkestävistä materiaaleista valmistettuja, sillä käännytyssä rakenteessa olosuhteet ovat aggressiiviset aiheuttaen metallin korroosiota. Kaivojen ja putkien kohdalla tulee myös ottaa huomioon, etteivät ne pääse missään tilanteessa jäätymään. Mikäli käännetyn katon alapuolella olevan tilan lämpö ei yksinään riitä pitämään niitä sulana, tulee kaivot ja putket vielä varustaa saattolämmityksellä. (RIL 107-2000 2000, 57.) Useimmiten, jos käännetyn katon alapuolella sijaitsee lämmin tila, ei erillistä lämmitystä tarvita, mutta mikäli alapuolella on puolilämmin tila, tarvitaan yleensä saattolämpöä.

#### 4.1.4 Salaojituskerros

Salaojituskerroksena toimii salaojamatto ja/tai alapinnasta uritettu lämmöneristelevy, joka on havainnollistettu Kuvassa 9. Näin ollen varmistetaan, että pintarakenteiden läpi päässyt vesi poistuu vedeneristeen päältä. (RT 38064 2011, 6.)



Kuva 9. Alapinnasta uritettuja lämmöneristelevyjä.

#### 4.1.5 Lämmöneristeet

Lämmöneristeiden täytyy kestää kosteutta, pakkasta, vedenpainetta ja mekaanista rasitusta, eikä se saa vettyä eikä menettää lämmöneristyskykyään erilaisissa olosuhteissa (RT 38064 2011, 6). Mekaanista rasitusta aiheutuu sekä työn- että käytönaikaisesta kuormituksesta, lisäksi myös tilapäiskuormituksesta.

Lämmöneristeinä käytetään siihen hyväksytyä alhaisen vedenimukyvyn omaavaa materiaalia, esimerkiksi umpisoluisia suulakepuristettuja polystyreenilevyjä (XPS) tai kevytsoraa (RT 85–10729 2000, 4). Mikäli levykerroksia on vähintään kaksi eivätkä saumat päällekkäisissä kerroksissa ole vasten toisiaan, voidaan käyttää suorareunaisia levyjä, mutta muuten levyjen tulee olla puolipontattuja. Kuvassa 10 näkyy puolipontattuja suulakepuristettuja eristelevyjä. Käännettyssä katossa lämmöneristeiden täytyy kestää voimakasta rasitusta, varsinkin raskaasti liikennöidyillä alueilla, ja sen vedenimukyvyn tulee olla alhainen. Juuri nämä ominaisuudet löytyvät tiivissolurakenteisesta XPS-levystä. Lämmöneristekerroksen paksuuden mitoittamiseen vaikuttavat käytettävän eristeiden oma kosteus sekä lämpöhäviöt, jotka aiheutuvat sadevedestä ja lumen sulamisesta. (RIL 107-2000 2000, 57.)





Kuva 10. Suulakepuristettua puolipontattua eristelevyä.

#### 4.1.5.1 Lämmönläpäisykerroin

U-arvo eli lämmönläpäisykerroin kuvaa rakennusosien lämmöneristyskykyä. Mitä pienempi U-arvo, sitä parempi on lämmöneristys. Suomen rakentamismääräyskoelmassa on määritetty vaaditut U-arvot ja niiden laskentatapa.

Käännetyn katon U-arvo mitoitetaan vertailuarvoltaan samaksi kuin perinteisen vesikaton. Tämä siksi, että molemmat ovat yläpohjarakenteita. Käännetyn katon lämmönläpäisykerroinena U käytetään vertailuarvoa 0,09 W/m<sup>2</sup>K. (Suomen RakMK C3 2010, 7.)

Lämmönläpäisykerroimen laskentakaava:

$$U = 1 / RT$$

*RT = rakennusosan kokonaislämmönvastus ympäristöstä ympäristöön.*

#### 4.1.6 Erotuskerros

Lämmöneristyksen päälle asennetaan erotuskerros, joka estää mahdollisten pintakerroksessa olevien hienoainesten pääsyn lämmöneristeen saumoihin ja niistä edelleen pohjalle asti tukkimaan salaojitusta. Erotuskerroksena yleisimmin käytetään suodatinkangasta. (RT 38064 2011, 6.) Suodatinkankaat luokitellaan käyttöluokkiin 1-5, joista 5 on vaativin. Suodatinkangas on minimissään käyttöluokan 2 mukaista (RT 85-10729 2000, 4).

#### 4.1.7 Pintakerros

Päällimmäiseksi osaksi käännettyä kattoa tulee pintakerros tai pintakerrokset. Pintakerroksien lukumäärä riippuu siitä, minkälainen rakenne on kyseessä. Esimerkiksi jos päällimmäinen kerros on asfalttia, on pintakerroksia kaksi; betonilaatta ja asfaltti, puolestaan nurmikon kanssa pintakerroksia on neljä; betonilaatta, salaojamatto, multa ja nurmikko. Mikäli päällimmäinen kerros on suojakiveystä, on pintakerroksia vain yksi.

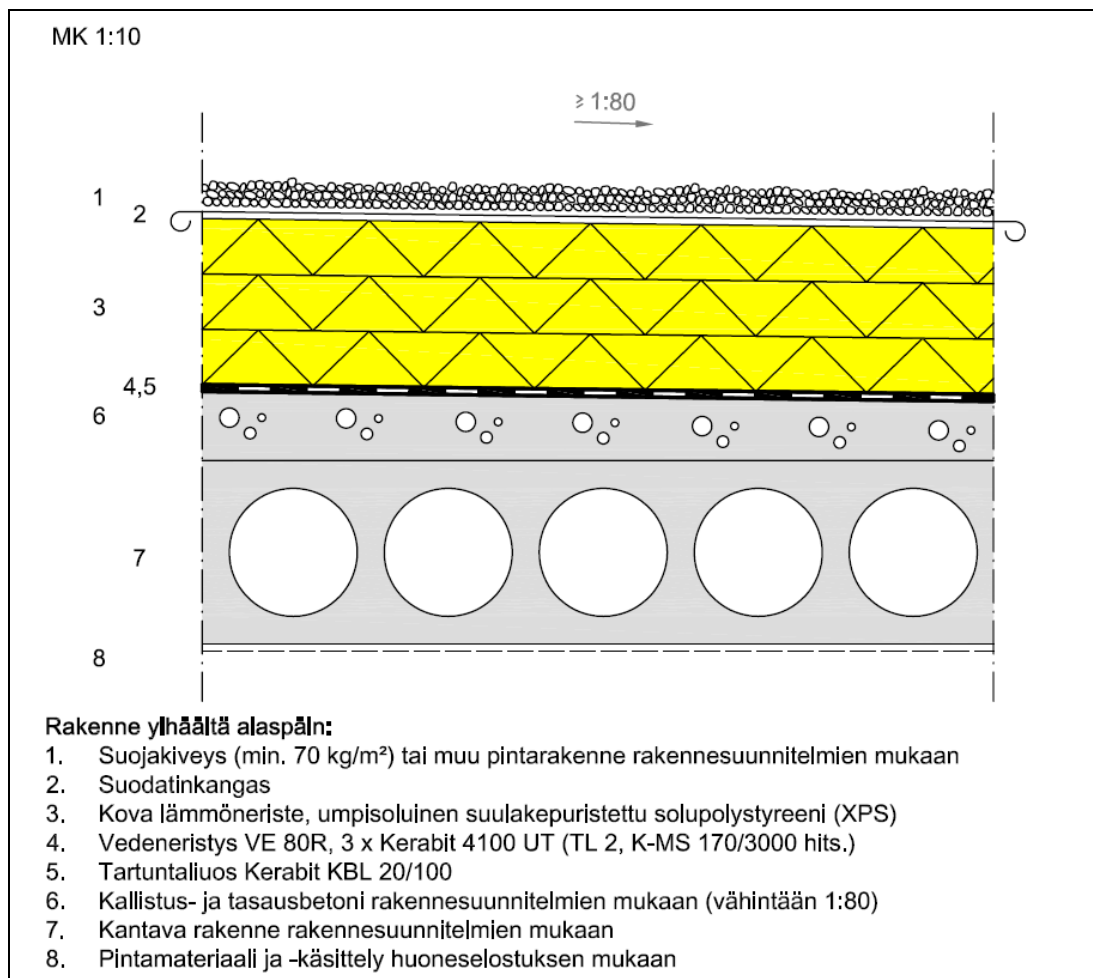
Pintakerroksena oleva betonilaatta suunnitellaan tarvittavan kuormituksen kestäväksi ja sen tulee olla säänkestävästä betonista valmistettu.

Pintakerrosten painon pitää olla riittävä, jotta lämmöneristeet pysyvät paikoillaan, toisin sanoen pintakerroksen täytyy painollaan kumota veden aiheuttama lämmöneristeen noste (RT 38064 2011, 6).

#### 4.2 Erilaisia rakennetyyppejä

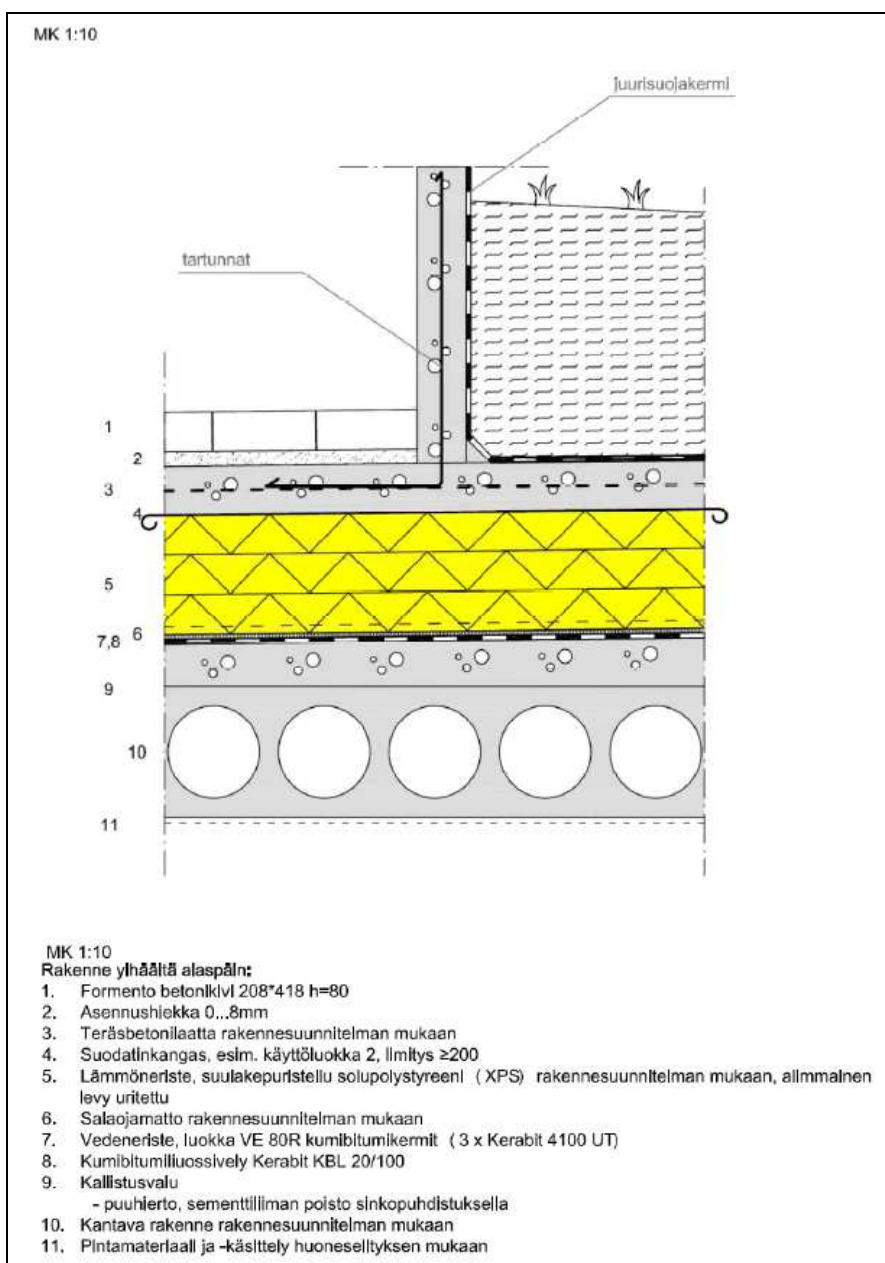
Käännettyjä kattoja löytyy erilaisiin käyttötarkoituksiin, mutta niiden rakenne eroaa ainoastaan pintakerroksen tai pintakerrosten osalta. Käännettyä rakennetta voidaan käyttää vesikattorakenteena, esimerkiksi Kuvan 11 tavalla, jolloin pintakerroksena toimii ainoastaan suojakiveys. Tällöin tasakattorakenteeseen saadaan hyvin lisälämmöneristystä. Tavanomaisessa kevytsoraeristekatossa, eli niin sanotussa papukatossa, pintakerroksena on myös yleensä suojakiveys. Kevytsoraeristekatossa

vedeneristys kuitenkin tulee jo suoraan pintakerroksen alapuolelle, joten se ei siis lukeudu käännettyjen kattojen joukkoon.



Kuva 11. Käännetty katto suojakivetyksellä (Nordic Waterproofing Oy:n www-sivut 2011).

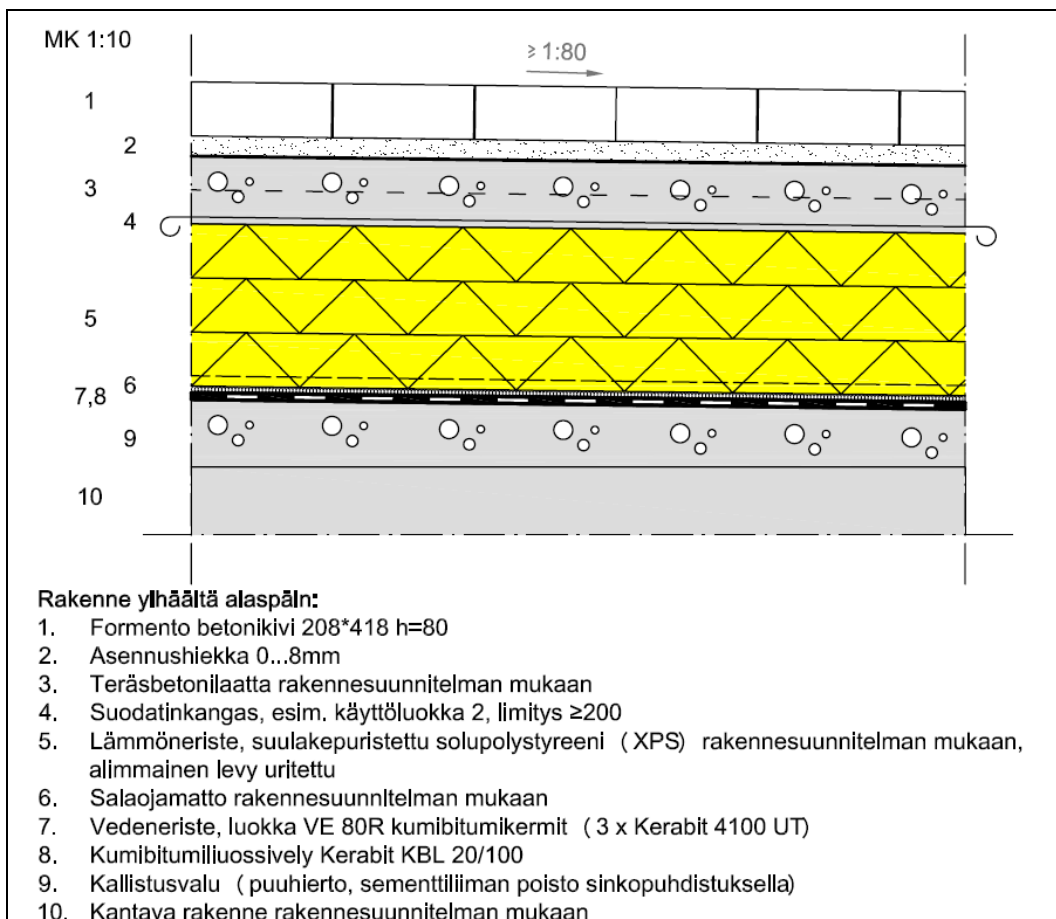
Useimmin, kuin vesikattorakenteena, käännettyä kattoa käytetään paikoissa, joissa se altistuu jatkuvasti jonkinlaiselle liikenteelle. Moni saattaa kävellä päivittäin käännetyn katon päällä, tietämättään asiasta. Tällaisia käännetyn katon käyttökohteita voivat olla esimerkiksi kattoterassit, asuntojen pihat ja pysäköintialueet. Kattoterassilla voidaan esimerkiksi osa alueesta rajata istutusaltalla, kuten Kuvassa 12 on näytetty, tai koko terassialue voidaan tehdä multatilaksi nurmikkoineen ja istutuksineen.



Kuva 12. Käännetty katto istutusaltaalla (Nordic Waterproofing Oy:n www-sivut 2011).

Käännettyä kattoa voidaan käyttää myös raskaamman liikenteen alustana, esimerkiksi pysäköintialueena tai muuten autojen läpikulkualueena. Tällaisissa tapauksissa käännetyn rakenteen ylimmäinen kerros voi olla Kuvan 13 mukaisesti betonikiveä tai asfalttia, kuten pihateillä yleisesti on totuttu näkemään. Rakenteen alapuolella saattaa sijaita esimerkiksi varastotilaa tai pysäköintikerros.

Käännettyjä kattoja käyttämällä voidaan saada rakennettavasta alueesta maksimaalinen hyöty irti, esimerkiksi rakentamalla rakennusten väliin kulkualueeksi pihakansi, jonka alla sijaitsee pysäköintitilat. Tämänkaltaiset ratkaisut vaativat aina käännetyn katon käyttöä.



Kuva 13. Raskaasti liikennöity käännetty katto (Nordic Waterproofing Oy:n www-sivut, 2011).

#### 4.3 Työnaikainen laadunvarmistus

Jokaisesta aloittavasta työstä pidetään aloituspalaveri vastaavan työnjohtajan toimesta. Aloituspalaveriin osallistuvat työntekijät, jotka tulevat työn suorittamaan sekä aliurakatöissä myös aliurakoitsijan työnjohtaja. Aloituspalaverissa käydään läpi työn vaatimat materiaalit ja varusteet, laatuvaatimukset, laadunvarmistusmenetelmät, työ-

ohjeet, materiaalin vastaanotto sekä siirto ja varastointi, mahdolliset suojaukset, työturvallisuus, tulityöhön liittyvät asiat, työn aikataulu sekä muut sovittavat asiat. Kaikista aloituspalavereista kirjataan dokumentit, jotka allekirjoitetaan osallistujien toimesta.

Kohdeyrityksen laatujärjestelmän mukaisesti, käännetyin katon rakennekerroksista pidetään vastaanottotarkastuksia joissa työvaihe hyväksytään ennen kuin seuraavaa voidaan alkaa työstämään. Vastaanottotarkastuksilla pystytään varmistamaan laadussa pysyminen. Työnaikaista valvontaa suoritetaan myös koko ajan, riippumatta työskenteleekö paikalla omia vai aliurakoitsijan työntekijöitä. Vedeneristystyön osalta kohteen rakennusvalvoja suorittaa virallisen tarkastuksen ja hyväksynnän ennen rakenteen peittoa.

#### 4.4 Kunnossapito ja korjaus

Käännetyin katon korjaaminen on haastavaa, varsinkin vedeneristysten ja läpivientien osalta. Huolellisella kunnossapidolla ehkäistään korjaustoimenpiteiden tarvetta ja määrää.

Yleisimpiä vaurioita käännetyillä katoilla ovat päällysteiden vauriot ja vesivuodot. Vesivuotoja pystytään ehkäisemään parhaiten jo rakentamisen aikana, noudattamalla sääntillisesti vedeneristykseen liittyviä määräyksiä ja ohjeita. Päällysteiden vaurioita pystytään ehkäisemään varmistamalla, että käytetään liittävän lujia pintarakenteita, jotka kestävät käännetyin katon liikennekuormituksen. Päällysteiden vaurioita ovat murtumat ja kulumat sekä siirtymät. (Kuusela 2007, 74-75.)

Kosteustekniseltä kannalta käännetyin katon kunnossapitoa ohjeistetaan seuraavasti:

- kaivojen vedenpoistoaukot aukaistaan kerran vuodessa vedeneristeen pinnalta ensimmäisten vuosien aikana, myöhemmin kunnossapitoon riittää aukaisut kerran 5 vuodessa
- kaivot puhdistetaan ainakin kaksi kertaa vuodessa

- kerran vuodessa siivotaan rakenteelta lehdet, puiden siemenet ja muut roskat (mikäli ympärillä on paljon lehtipuita, tulee syksyisin siivous tehdä vähintään kahden viikon välein)
- mikäli ilmentyy kasvien tai puiden taimia, tulee ne poistaa
- kaikki liittymät tarkastetaan kerran vuodessa. (RIL 107-2000 2000, 186.)

#### 4.4.1 Huoltokirja

Rakennuksen huoltoa varten laaditaan huoltokirja, johon on määritetty muun muassa rakenteiden tarkastukset, huollot ja ajankohdat (RIL 107-2000, 185). Huoltokirjan avulla kiinteistöä pystytään hoitamaan ja pitämään se käyttökelpoisena, ja sitä noudattamalla estetään huoltotoiminnan laiminlyönnit (Myyryläinen 2008, 40-41).

#### 4.5 Yhteenveto

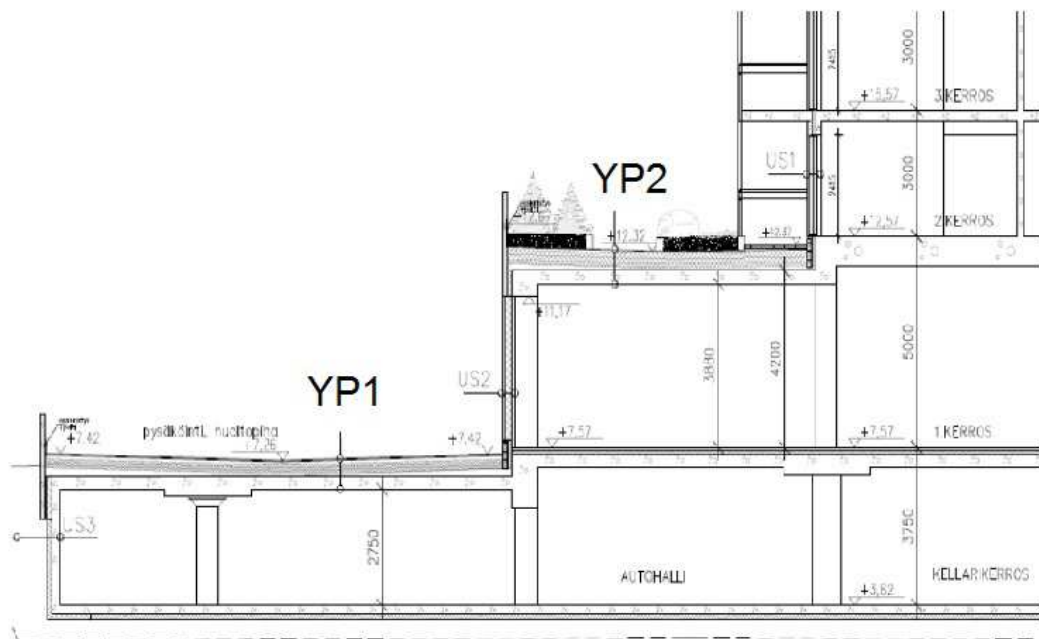
Käännetty katto on käytännöllinen, valmistukseltaan vaativa ja korjaukseltaan haastava rakenne. Käytännöllisyys tulee esiin sen käyttökohteissa; voidaan käyttää tavanomaisena vesikattorakenteena, kattoterassina, viherpihana tai liikennöitynä alueena. Näin ollen rakennettavan alueen ollessa pienehkökin, saadaan käytettävästä miljööstä mahdollisimman suuri hyöty irti. Vaativuus valmistusvaiheessa näkyy erityisenkin tarkkaan määritellyissä hyväksyttävissä materiaaleissa, työmenetelmissä, laatuvaatimuksissa ja mitoituksissa. Korjauksien haasteellisuus määräytyy jo yksinomaan vian paikantamisen vaikeutena.

Seuraavaksi tässä työssä keskitytään kahteen erilaiseen käännettyyn kattoon; liikennöityyn asfalttipäällysteiseen rakenteeseen (YP1) sekä osittain laatoitettuun ja osittain nurmikkopäällysteiseen terassirakenteeseen (YP2). Aiheesta tullaan tekemään kohdeyritykselle ohjekortti kyseisistä käännetty katto – rakenteista, joka käsittelee rakenteiden valmistusta ja laadunvarmistusta vaiheittain. Jotta varmistutaan, että tässä luvussa esille tulleet ohjeistukset käännetystä katosta tulevat kirjatuksi ohjekorttiin, tehdään avuksi ”rasti ruutuun” -lomake.

## 5 TOTEUTUS

### 5.1 Esimerkkikohteen käännettyt katot

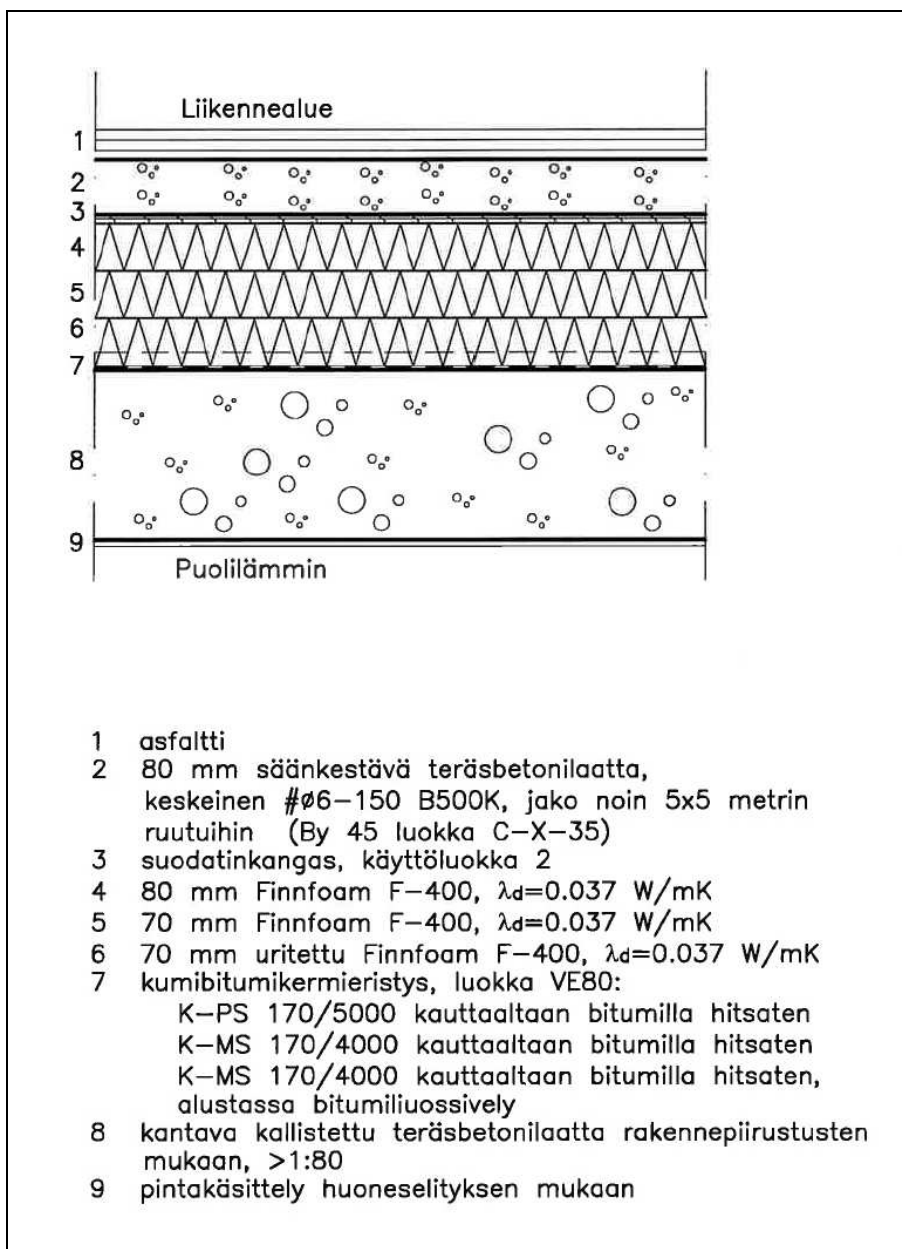
Esimerkkikohteena oli kerrostalotyömaa, johon tuli kaksi erilaista käännettä kattoa. Toinen sijaitsee pihatasojen rakenteena, liikennöitynä alueena jossa on autopaikoitusta sekä raskaampaa liikennettä (YP1) ja toinen käännetty katto rakennetaan toisen kerroksen korkeuteen asuntojen terassipihaksi (YP2). Kuvassa 14 on ote esimerkkikohteen leikkauskuvasta josta nähdään, että pihatason alapuolella sijaitsee kellarikerros jossa on myös autohalli ja, että terassipihan alapuolella sijaitsee liiketilana toimiva 1.kerros.



Kuva 14. Esimerkkikohteen leikkauskuva, josta näkyy käännettyjen kattojen YP1 ja YP2 sijainti.

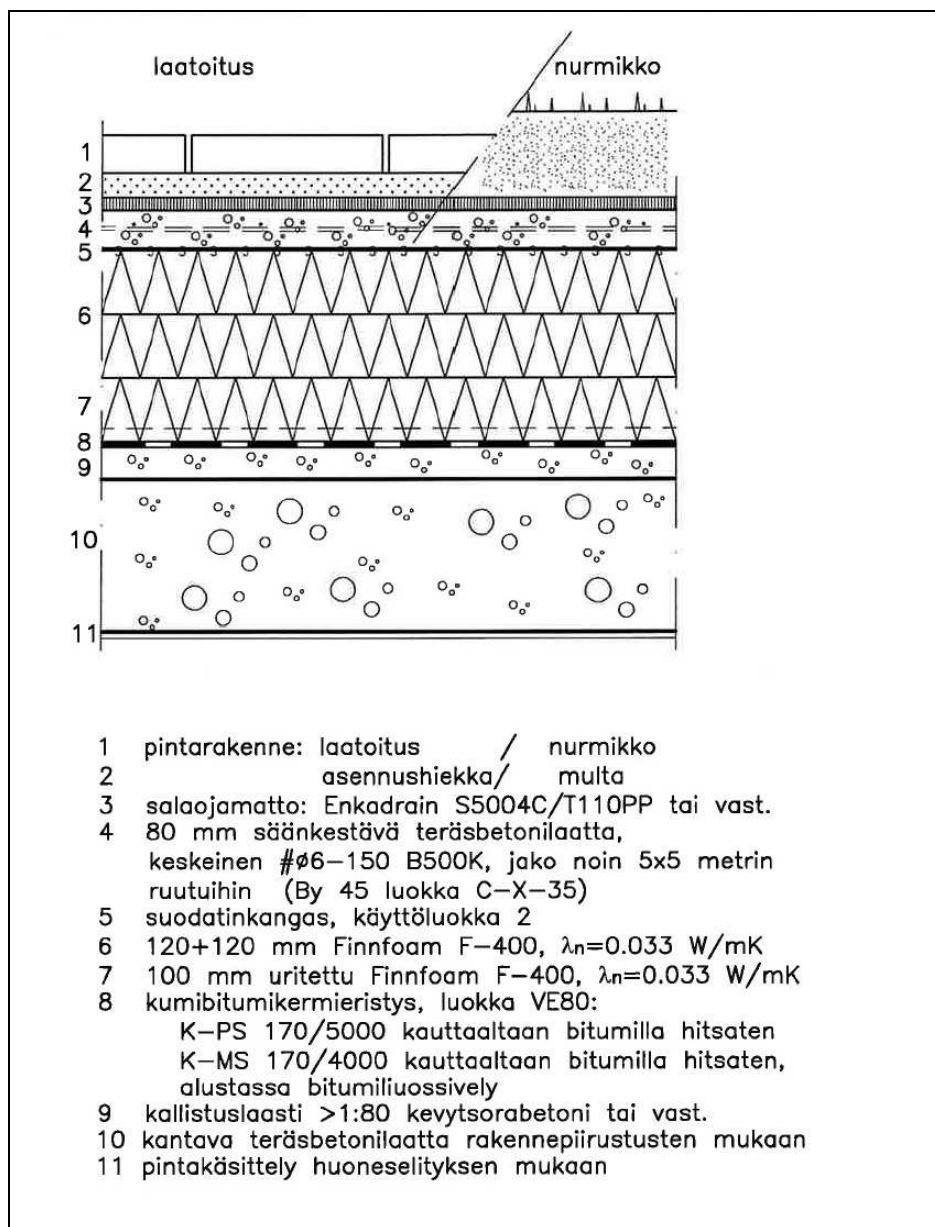


Raskaampi liikennöinti pihatasonle muodostuu rakennettavaan kiinteistöön tulevasta liiketilasta, jonka lastauslaituri sijaitsee aivan tontille tulevan ajoreitin kaukaisimassa päädyssä. Pihatason päällysteeksi tulee asfaltti ja kauttaaltaan pihatason alapuolella sijaitsee puolilämmin tila. Pihatason rakennetta, YP1 on kuvattu tarkemmin Kuvassa 15, josta nähdään pintakerroksia olevan kaksi; teräsbetoni-laatta ja asfaltti.



Kuva 15. YP1 Esimerkkikohteen pihatasonle rakenne, liikennöity alue puolilämmin-tilaa vasten.

Terassipihana toimivassa käännetyssä katossa, YP2, sijaitsee nurmialueita ja laatoitettuja kulkualueita. Kuvassa 16 on terassipihan rakenteenleikkauskuva, jossa on esitetty pintarakenteet sekä laatoitetun alueen, että nurmialueen osalta.



Kuva 16. YP2 Esimerkkikohteen terassipihan rakenne, lämmintä tilaa vasten.

## 5.2 Toteutuneet menetelmät

Ohjekortin muodostamista varten tutustuttiin ensin kohdeyrityksen laatuohjeisiin ja käytettäviin työmenetelmiin. Samalla perehdyttiin esimerkkikohteen käännettyjä kattoja koskeviin dokumentteihin, kuten rakennusselitykseen ja piirustuksiin. Aiheeseen liittyviä ohjeistuksia löydettiin suurimmaksi osaksi erinäisistä RT-korteista. Tietoa löytyi myös muista aihepiiriin liittyvistä julkaisuista sekä materiaalinvalmistajien www-sivuilta.

Käännettyjä kattoja koskeviin määräyksiin ja ohjeisiin sekä muihin julkaisuihin tutustumisen sekä esimerkkikohteen rakennetyyppeihin perehtymisen jälkeen, tehtiin lukuun 4 kirjatuista ohjeistuksista ”rasti ruutuun” – lomake ja aloitettiin koekorttien luonnosteleminen. Tässä noudatettiin Hartela Oy:n graafisia ohjeita, yrityksen lomakkeille määrittelemää pohjaa sekä tieto- ja tunnistemerkintöjä.

Esimerkkikohteen aikataulu ei käännettyjen kattojen osalta osunut yhteen tämän insinööri työn tekemisen kanssa, joten työn aikana ei päästy seuraamaan kokonaisuudessaan käännetyksen katon rakentamisprosessia. Kohteen raskaasti liikennöity käännetty katto ehti valmistua ainoastaan kantavan betonialustan myötä ja terassipihan osalta päästiin vedeneristystyövaiheeseen asti. Tästä syystä ei pystytty dokumentoimaan kaikkien käännetyksen katon rakennekerroksien valmistumista, eikä pystytty havainnoimaan kaikkia mahdollisia eteen tulevia ongelmakohtia.

Koska toisessa esimerkkikohteen käännetyssä katossa päästiin vedeneristystöitä suorittamaan, pystyttiin tekemään käytännön havaintoja tästä tarkasta työvaiheesta. Vedeneristystöiden aikana huomattiin miten täsmällisesti työssä tulee noudattaa kaikkia käännetyksen katon vedeneristystöiden ohjeita, jotta voidaan varmistaa kunnollisen vedeneristyksen saavuttaminen. Terassipihana toimivalla käännetyllä katolla tuli eteen haasteellisten vedeneristyksen läpivientien lisäksi myös 90 asteen kulmat terassipihan reunoilla. Kyseisellä käännetyllä katolla suoritettiin myös suositeltu vetokoe sekä viipalekoe, joilla varmistuttiin vedeneristyksen tartunta betonialustaan. Osana onnistuneeseen työn lopputulokseen vaikuttaa selvästi myös työvaihetta edeltävän aloituspalaverin järjestäminen sekä työaikainen laadunvalvonta.

### 5.3 Ohjekortin sisällön rajaaminen

Alkuperäisen suunnitelman mukaan, ohjekortin toimivuuden varmistamiseksi luonnosteltiin koekorttimalleja. Koska kohdeyrityksellä oli käynnissä työmaa johon oli tekeillä raskaasti liikennöity sekä asuntopihana toimiva käännetty katto, rajattiin ohjekortin sisältö pintakerroksien osalta käsittelemään esimerkkikohteen kaltaisia käännettyjä kattoja. Työn edetessä kuitenkin huomattiin, että käännettyjen kattojen valmistuksessa merkittävimmät laatutekijät ovat muissa rakenteen rakennekerroksissa, kuin sen pintakerroksissa. Näin ollen vaikka pintakerrosten osalta laadunvarmistustekijät kerättiin ohjekorttiin, ei käytännössä ole suurta merkitystä, että ohjekortti rajattiin käsittelemään mainittujen käyttötarkoitusten käännettyjä kattoja.

Koekorttien määrässä päädyttiin lopulta kolmeen erilaiseen versioon, jotka kaikki käsitelivät sisällöltään esimerkkikohteen käännettyjä kattoja. Koekorttien kohdalla eroavaisuudet toisistaan olivat ainoastaan havainnollistamisessa, sillä esimerkkityömaalla käytyjen keskustelujen pohjalta todettiin, ettei korttiin tulevien kirjallisten ohjeiden kohdalla tulla tinkimään määrästä. Koekorttien eroavaisuuksina oli muun muassa vedeneristyksen ylösnostojen ja holkkavalujen havainnollistaminen kirjallisen ohjeistuksen lisäksi rakenneleikkauskuvalla sekä betonialustalta vaaditun puuhierretyn pinnan laatutekijöiden määrittely sallituin arvoin. Ensimmäinen koekortti noudatti kohdeyrityksen yleistä linjaa, jossa tarvittava tieto oli ainoastaan kirjallisenä. Toisessa koekortissa lisättiin piirustuksia havainnollistamaan erinäisiä huomiotaanotettavia kohtia ja kolmannessa mallissa piirustusten lisäksi havainnollistamisessa käytettiin valokuvia ja taulukoita. Lopullinen ohjekorttimallin valinta suoritettiin testaamalla koekortin toimivuutta sekä työntekijöillä, että työnjohtajilla.

Koekorttien testaus suoritettiin yhdellä kerralla, jolloin jokainen testaukseen osallistunut henkilö tutustui kaikkiin kolmeen koekorttiin ja antoi sen jälkeen suullisesti palautetta korttien sisällöstä ja ymmärrettävyydestä. Testauksen yhteydessä ei päästy kokeilemaan koekortteja työvaiheisiin, sillä testiajankohtana molemmista kohteen käännetyistä katoista oli tehtynä ainoastaan kantava rakenne. Testaukseen osallistui viisi henkilöä esimerkkityömaalta; kohteen kaksi työnjohtajaa, kirvesmies sekä kaksi rakennusapumiestä. Testaukseen osallistuneiden henkilöiden kanssa käytyjen keskustelujen jälkeen todettiin, että toimivimmaksi ohjekortiksi koettiin malli, jossa havain-

nollistamista on käytetty paljon. Ohjekortiksi valittiin täten malli, jossa oli käytetty kirjoitetun ohjeistuksen lisäksi piirustuksia, valokuvia ja taulukoita. Ohjekorttiin kirjattujen ohjeistuksien havaittiin olevan sekä selkeitä, että ymmärrettäviä. Ohjekortti muokattiin lopulliseen muotoon muutaman kehitysehdotuksena saadun lisäyksen myötä. (Ohjekorttimallien testaus 13.12.2011.)

## 6 TULOKSET

### 6.1 Ohjekortti

Tämän työn tuloksena valmistui käännettyjä kattoja käsittelevä 9-sivuinen ohjekortti kohdeyrityksen käyttöön. Ohjekortissa käsitellään käännetyn katon laatuvaatimuksia rakenne rakenteelta sekä opastetaan työvaiheittain mitä tulee olla huomioituna ennen työtä, työn aikana ja työn jälkeen.

Ohjekortti noudattaa ulkoasultaan järjestystä kantavasta rakenteesta ylöspäin, joten työn edetessä on helppo varmistaa, että jokainen laatutekijä tulee huomioitua. Jokaisen rakennekerroksen kohdalla on käsitelty kaikki siihen liittyvät laatuvaatimukset ja tarvittaessa yksityiskohtia on havainnollistettu kuvien avulla ja mukaan on liitetty ohjaavia taulukoita. Myös vaaditut tarkastukset on mainittu aina siinä kohtaa, minkä työvaiheen jälkeen tai mitä työvaihetta ennen ne tulee suorittaa. Merkittyjen tarkastusten yhteyteen on lisätty kohdeyrityksessä käytettävien tarkastuslomakkeiden tunnisteet, jotta ne löytyvät vaivatta.

Vaikka valmistunut laadunvarmistusohje on suhteellisen laaja pituudeltaan, onnistuttiin ohjekortista luomaan selkeä kokonaisuus. Tämä voidaan todeta kortin lukeneilta työntekijöiltä ja työnjohtajilta saadusta palautteesta.

## 7 YHTEENVETO

### 7.1 Käyttöönotto

Käännetyistä katoista laadittu ohjekortti tallennetaan kohdeyrityksen muiden ohjetiedostojen lailla sähköiseen muotoon kaikkien yhtiön toimipisteiden ja työmaiden käytettäväksi. Työmailla, joissa esiintyy käännetty katto – rakenne, on ohjekortti hyvä myös tulostaa työmaan laatukansioon. Ohjekortti tulee olemaan käytettävissä työjohtajilla sekä työntekijöillä heidän oman tarpeensa mukaisesti.

Työnjohto saa tarpeen mukaan ohjekortista avun muun muassa aloituspalaverihin, suunnitelmakatselmuksiin, työvaihetarkastuksiin ja vastaanottotarkastuksiin. Ohjekortin tiedoista saattaa olla myös apua hankintojen valmisteluissa sekä laadunvalvonnassa, sillä sekä työvaiheiden, että käytettävien materiaalien ohjeistukset, määräykset ja vaatimukset ovat helposti tarkastettavissa yhdestä paketista.

### 7.2 Lopputulokset ja päätelmät

Työskennellessäni myös itse esimerkkikohteena olleella työmaalla, pääsin perehtymään opinnäytetyöni aiheeseen teoriapohjan lisäksi syvemmin muun muassa nähdesäni käytännössä rakenteen ensimmäisiä valmistusvaiheita. Esimerkkikohteen terassipihan osalta rakentaminen eteni vedeneristyksen asentamiseen saakka. Tämä havainnollisti varsinkin käännetyn katon vedeneristyksen sekä alustan laadullisia kohtia sekä auttoi muodostamaan ohjekortin sisältöä. Ohjekortin sisältöön tulikin muutamia lisäyksiä sitä mukaan, kun kohteella havaittiin tarve perehtyä syvemmin johonkin tiettyyn määräyksissä tai ohjeissa annettuun vaatimuskohtaan.

Valokuvien avulla käännetyn katon rakentamista ei esimerkkityömaalla voitu havainnollistaa alusta loppuun, sillä kohteen aikataulu ei osunut yhteen tämän opinnäytetyön työstämisen kanssa. Kuitenkin päästiin näkemään toisen käännetyn katon osalta se kriittisin työvaihe, vedeneristys.

Laadunvarmistusohjekorttia varten tehdystä työstä oli käytännön hyötyä esimerkki-kohteella jo ennen ohjekortin valmistumista. Huomattiin, että vaikka alun perin kohdeyrityksellä oli jo käytössään erinäisiä laatuohjeita käännetyin katon osalta, tuli varsinaisen käännetyin katon laadunvarmistusohjeen työstäminen tarpeeseen. Käännetyin katot ovat monelta osalta erittäin yksityiskohtaisten ohjeiden ja määräysten sanele-  
mia ja kokonaisuudessaan varsin vaativia rakennetyyppejä sekä toteuttaa, että korjata. Ilman ohjeistusta ei ehkä osata hakea kaikkea määräävää ja ohjaavaa tietoa, eikä ilman selkeästi havainnollistavia kuvia, taulukoita ynnä muita, välttämättä tulkita annettuja ohjeistuksia täysin oikeaoppisesti. Saattaa myös olla, ettei aina ensimmäisenä edes tiedetä mistä oikeanlaista tietoa lähdetäisiin etsimään. Pahimmillaan jonkin yksittäisen ohjeistuksen noudattamatta jättäminen johtaa siihen, että joudutaan korjaamaan rakenneosaa laatuvaatimusten puutteellisuuksien vuoksi. Ja luonnollisesti korjaustyöt aiheuttavat aikataulullisia viivästyksiä ja vaikuttavat kustannuksiin.

Lopuksi voidaan todeta, että kohdeyritykselle saatiin selkeä laadunvarmistusohje käännetyistä katoista, jonka sisältö vastasi työlle asetettuja tavoitteita. Huomioitavaa kuitenkin on, ettei tehdyn ohjekortin avulla ole vielä toteutettu yhtään käännettyä kattoa, joten käytännön testaus jää siis toistaiseksi puuttumaan. Ohjekortin ollessa ensimmäisiä kertoja käytössä, saadaan faktatietoa kortin toimivuudesta ja näiden tietojen pohjalta nähdään miten korttia mahdollisesti voitaisiin vielä korjata ja kehittää.

## LÄHTEET

by 40 2003 Betonirakenteiden pinnat. 2003. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Hartela-Yhtiöiden www-sivut. Viitattu 7.11.2011. <http://www.hartela.fi>

Kuusela, P. 2007. Pihakannen korjaus. *Betoni* 2, 74-79.

Myyryläinen, L. 2008. Elinkaariajattelu kiinteistönpidossa. 2. painos. Helsinki: Kiinteistöalan Kustannus Oy

Nordic Waterproofing Oy:n www-sivut. Viitattu 8.11.2011. <http://www.kerabit.fi>

Ohjekorttimallien testaus. 2011. Hartela Oy. Pori. Haastattelut 13.12.2011. Haastattelijana Julia Alin. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

RIL 107-2000. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RT 38064. Loivat katot Nordic Waterproofing Oy. 2011. Helsinki: Rakennustieto.

RT 38066. Pihakannet ja liikennöidyt tasot Nordic Waterproofing Oy. 2011. Helsinki: Rakennustieto.

RT 85-10729. Liikennöidyn tason vedeneristykset. 2000. Helsinki: Rakennustieto.

RT 85-10799. Bitumikermikatteet, perustietoja. 2003. Helsinki: Rakennustieto.

RT 85-10851. Loivat bitumikermikatot. 2005. Helsinki: Rakennustieto.

Suomen RakMK C3. 2010. Rakennuksen lämmöneristys. Määräykset 2010. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.

Toimivat Katot 2007. Helsinki: Kattoliitto ry. Viitattu 7.11.2011. [http://www.kattoliitto.fi/files/238/Toimivat\\_Katot\\_07.pdf](http://www.kattoliitto.fi/files/238/Toimivat_Katot_07.pdf)



LIITE 1. Ohjekortti: Käännetyn katon laadunvarmistus