



# Käännettyjen kattojen veden- eristykset

Suunnittelun ohjauksen kriteerit

Matti Liski

OPINNÄYTETYÖ  
Marraskuu 2020

Rakennusalan työnjohto

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

LISKI, MATTI:  
Käännettyjen rakenteiden vedeneristykset  
Suunnittelun ohjauksen kriteerit

Opinnäytetyö 37 sivua, joista liitteitä 5 sivua  
Marraskuu 2020

---

Tämä opinnäytetyö on tehty Peabille, joka on yksi Pohjoismaiden suurimmista rakennusyrityksistä. Työn tarkoitus on antaa suunnittelijoille ja tekijöille tietoa käännettyjen kattojen vedeneristyksestä sekä kertoa, mitä asioita on otettava huomioon suunnittelussa ja laadunvarmistuksessa. Opinnäytetyön tuloksena on tehty tarkistuslista, jota noudattamalla voidaan varmistaa käännettyjen kattojen vedeneristyksen laatu ja toimivuus. Opinnäytetyössä esitellään kriteerit suunnittelun ohjaukselle käännetyyn katon vedeneristämisen osalta.

Tämä opinnäytetyö toimii koottuna tietopakettina suunnittelijoille ja työntekijöille. Sitä voidaan hyödyntää niin uudis- kuin korjausrakentamisessa. Tämä yhdessä kokoneiden suunnittelijoiden ja työntekijöiden kanssa antaa mahdollisuuden onnistua paremmin käännetyyn katon vedeneristämisessä.

Suunnittelun ohjaus on tärkeää ja vaativaa työtä rakentamisen alalla. Se vaatii paljon ammattitaitoa ja yhteistyötä suunnittelun ohjauksessa mukana olevilta. Käännetyyn rakenteen vedeneristys vaatii suunnittelijoilta vielä enemmän kuin tavalliset rakenteet. Tämän takia on erittäin tärkeää, että suunnittelijat ja tekijät osaavat toimia yhteistyössä, tuntevat laadunvarmistukseen liittyvät asiat ja löytävät parhaan ratkaisun toimivan ja pitkäikäisen käännetyyn katon rakenteen vedeneristämiseen.

---

Asiasanat: vedeneristys, käännetty katto, suunnittelu, ohjaus

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme of Construction Management

MATTI LISKI  
Inverted Roof's Water Insulations  
Criteria of Design Guidance

Bachelor's thesis 35 pages, appendices 5 pages  
November 2020

---

Design guidance is an important and demanding job in the construction industry. It requires a lot of professionalism and collaboration for those involved in design guidance. The waterproofing of and inverted structure requires even more from designers than conventional structures. For this reason, it is very important that designers and creators know how to work together, know the issues related to quality assurance and find the best solution for waterproofing a functional and long-lasting inverted roof structure.

This thesis has been done for Peab Ltd, one of the largest construction companies in the Nordic countries. The purpose of the work is to provide designers and authors an information on the waterproofing of inverted roofs as well as to tell what issues need to be considered in design and quality assurance. As a result of the thesis, a checklist has been made, following which the quality and functionality of the waterproofing of inverted roofs can be ensured. The thesis presents the criteria for design control with respect to the waterproofing of an inverted roof.

This thesis serves as a compiled information package for designers and employees. It can be used in both new and renovation construction. This, together with experienced designers and workers, makes it possible to be more successful in waterproofing an inverted roof.

---

Key words: waterproofing, inverted roof, planning,

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	YLEISTÄ KÄÄNNETYISTÄ KATOISTA .....	6
	2.1.1 Vedeneristyksen asennus .....	7
	2.1.2 Vedenpoisto .....	8
	2.2 Käännetyyn rakenteen lämmöneristyksestä .....	11
	2.3 Käännetyyn kattorakenteen ongelmia .....	11
	2.3.1 Vedeneristyksen virheellisesti sijoitettu ylösnosto .....	11
3	KÄÄNNETYYN KATTORAKENTEEN VAATIMUKSET .....	14
	3.1 Käännetyyn rakenteen alustan suunnittelu .....	14
	3.2 Vedeneristyksen vaatimukset .....	14
	3.3 Ylösnostojen vaatimukset .....	15
	3.4 Infrapuolen vaatimukset .....	15
	3.4.1 Eristysalustan puhtaus .....	16
	3.4.2 Eristysalustan tasaisuus .....	16
	3.4.3 Eristysalustan makrokarkeus .....	18
	3.4.4 Eristysalustan kosteuden vaatimukset ja mittaus .....	19
4	SUUNNITTELUN OHJAUS .....	28
	4.1 Rakennushankkeen vaiheet .....	28
	4.1.1 Tarveselvitys .....	28
	4.1.2 Hankesuunnittelu .....	28
	4.1.3 Rakennussuunnitteluvaihe .....	29
	4.1.4 Rakentamisvaihe .....	29
	4.2 Rakennusliikkeiden mahdollisuudet vaikuttaa suunnittelun ohjaukseen .....	30
5	SUUNNITTELUN OHJAUKSEN JA TAKUUTÖIDEN AJATUKSET KÄÄNNETTYIHIN RAKENTEISIIN .....	35
	5.1 Takuutöiden ajatukset .....	35
6	KÄÄNNETTYJEN KATTOJEN SUUNNITTELUN OHJAUKSEN KRITEERIT .....	38
7.	POHDINTA .....	40
	LÄHTEET .....	41

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee käännetyn kattorakenteen vedeneristystä suunnittelun ja laadunvarmistuksen näkökulmasta. Tässä opinnäytetyössä käydään läpi käännettyjen kattojen vedeneristysten suunnittelun ohjausta, lähtökohtia, tapoja, laadunvarmistusta ja suunnittelun haasteita, niiden huomioimista, sekä verrataan näitä myös infrarakentamiseen (esim. sillat), jotta saadaan laadukas, mahdollisimman varma ja tehokas ratkaisu käännettyjen kattojen vedeneristykseen.

Käännettyt katot ovat rakenne, jossa vedeneristys ei ole päällimmäisenä rakenteessa niin kuin normaalisti, vaan se on rakenteen sisällä. Vedeneristys on tällöin suojattuna UV-säteilyltä, mekaanisilta rasituksilta ja suoralta säärasitukselta. Käännetyssä kattorakenteessa ei tarvita erillistä höyrynsulkua, sillä vedeneriste toimii omana höyrynsulkuna. Rakenteen alustana toimii yleensä paikalla valettu betonilaatta tai laattarakenne, joka on tehty elementeistä. Vedeneristyksen kaltevuuden täytyy olla min. 1:80 ja se tehdään ennen vedeneristystä valamalla betonilla. Vedeneristys käännettyissä katoissa mitoitetaan käyttöluokkataulukko VE80R mukaisesti ja kiinnitetään kauttaaltaan alustaan. (Toimivat katot 2019.) Käännettyjen kattojen rakenne on erilainen, kuin normaali rakenne ja vaatii suunnittelijoilta, sekä myös rakentajilta erityistä ammattitaitoa.

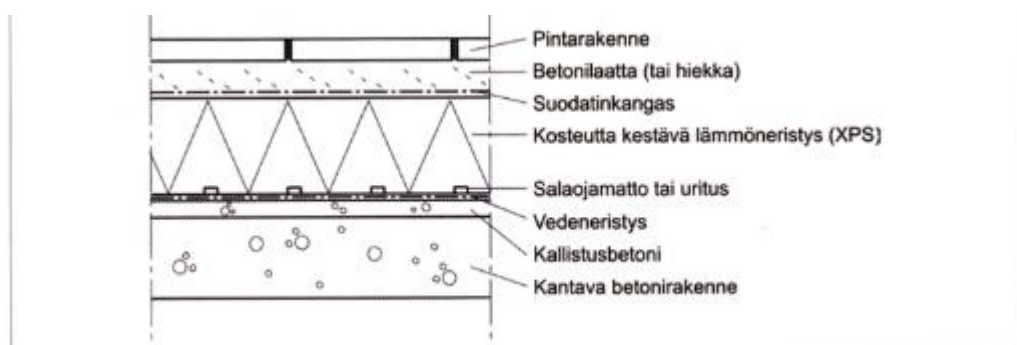
Käännettyissä katoissa esiintyy paljon ongelmia ja yleensä ne ilmenevät erilaisina vesivuotoina. Käännetyn rakenteen uusiminen saattaa tulla todella kalliiksi ja muodostua todella vaativaksi urakaksi. Tämän vuoksi jo suunnitteluvaiheessa tulee olla erittäin tarkka ja kiinnittää huomiota rakenteen toimivuuteen ja oikeaan suunnitteluun. Tämä opinnäytetyö selittää käännetyn katon rakenteen suunnittelun tehtävät sekä auttaa suunnittelijoita ja tekijöitä tekemään toimivan ja pitkäikäisen rakenteen.

## 2 YLEISTÄ KÄÄNNETYISTÄ KATOISTA

Käännetty katto on rakenne, jossa vedeneristys on asetettu kantavan rakenteen päälle. Rakenteessa lämmöneristys on vedeneristyksen päällä. Käännettyä rakennetta käytetään mm. lämmöneristetyissä terasseissa, liikennöidyissä lämmöneristetyissä rakenteissa ja silloissa. Pintarakenteet ja lämmöneristys suojaavat vedeneristystä liikenteen kuormilta ja rasituksilta sekä sään aiheuttamilta rasituksilta. Käännetyn rakenteen alustana käytetään usein paikallavalettua betonilaattaa, mutta myös elementeistä tehtyä laattarakennetta, johon on valettu pintalaatta kallistuksineen. Alustan tulisi olla mahdollisimman sileä ja tasainen. Alustan kuuluisi olla vähintään puuhierretyn pinnan luokkaa. Hammastuksia ja rakoja tulisi myös välttää alustassa. (Kosteudenhallinta.fi, 2020.)

Vetolujuus käännetyissä rakenteissa tulisi vähintään olla  $0,8 \text{ N/mm}^2$ . Rakenteen alustan kaltevuuden on oltava vähintään 1:80 ja veden tulee päästä poistumaan koko alueelta. Eristettäessä käännettyä rakennetta vedeneristyksen ylösnostot tehdään vähintään 300 mm valmiin pinnan yläpuolelle. Vedenpoisto vedeneristyksen päältä varmistetaan riittävällä salaojituskerroksella. (Toimivat Katot-julkaisu, 2019.)

Pintarakenteena voi olla monia eri materiaaleja, kuten asfaltti, betoni, betonilaatat, sidekivet tai vastaavat. Maakostealla tavallisella sementillä tehdyn betonin varaan pintakerroksen asentamista tulee välttää, sillä niistä muodostuu kaivoja ja viemäriputkia tukkivaa kalkkikiveä. Tämän ongelman välttämiseksi käytetään erikoisbetonia ja -laastia, jotka ovat mahdollisimman matala-alkalisia. (Toimivat Katot-julkaisu, 2019.) Kuvassa 1 on esitetty käännetyn rakenteen rakennekerrokset.



KUVA 1. Käännetyn rakenteen rakennekerrokset. (fise.fi).

## 2.1 Vedeneristys ja -poisto käännettyillä rakenteilla

### 2.1.1 Vedeneristysten asennus

Käännetyn rakenteen vedeneristys tulee suunnitella huolellisesti, sillä vuotokoh-  
tien paikantaminen voi olla hyvin vaikeaa. Vesi voi kulkea vaakatasossa kerros-  
ten välissä ja valua alas ihan eri kohdasta, kuin missä varsinainen vuotokohta on.  
RIL 107-2012 ja Kattoliiton Toimivat Katot-julkaisun mukaan vedeneristyksessä  
tulee käyttää VE80R-katerakennetta. Käytettävän vedeneristeen tulee täyttää  
luokan TL2 vaatimukset. Käännetyn katon kermiä ei saa asentaa vesisateessa  
tai lumisateessa. Tällöin ei voida varmistaa tarpeeksi tiivistä kermin kiinnittymistä.  
Mikäli vedeneristys on pakko asentaa huonolla säällä, on tällöin se asennettava  
suojakatoksen alla.

Vedeneristyskermi tulee kiinnittää alustaan kauttaaltaan, eikä siihen saa jäädä  
epätasaisuuksia, kuten ilmakuplia. Kiinnitys tehdään joko liimaamalla tai hit-  
saamalla. Ennen vedeneristysten kiinnitystä tulee varmistaa, että pinta on riittä-  
vän tasainen (hammastus alle 3 mm), varmistaa pinnan karkeus (puuhierto), se-  
menttiliima poistaa pinnasta, pinta esisivellä kumibitumi- tai bitumiliuoksella ja  
varmistaa, että pinnan lämpötila on 3 astetta yli kosteuspisteen. Alin kermi kiinni-  
tetään liimaamalla kuumabitumilla. Puhalletun bitumin lämpötila, jossa sitä käy-  
tetään, on n. +190-230 °C ja kumibitumin lämpötila on n. +200-220 °C. Liiman  
ohjeellinen menekki on 1,5 kg/m<sup>2</sup>. Aluskermi voidaan kiinnittää myös hitsaamalla,  
mutta se vaatii tasaisempaa ja sileämpää eristysalustaa, jotta alustan huokokset  
pääsevät täyttymään hitsausbitumilla. Vedeneristyskermin tartunta alustaan voi-  
daan varmistaa tartuntavetokokeella. (Toimivat Katot-julkaisu, 2019.) Taulukossa  
1 on esitetty tartuntalujuusvaatimukset.

TAULUKKO 1. Tartuntalujuusvaatimukset. (Toimivat Katot 2019).

Eristeen alustan pinnan lämpötila °C	Käännetty rakenteet <sup>1)</sup> N/mm <sup>2</sup>	Sillat, SILKO T2, InfraRYL2006 taulukko 42310:T2 N/mm <sup>2</sup>
5	0,53	1,06
6	0,50	1,0
7	0,48	0,95
8	0,45	0,90
9	0,43	0,85
10	0,41	0,81
11	0,39	0,77
12	0,37	0,73
13	0,35	0,69
14	0,33	0,65
15	0,31	0,62
16	0,29	0,58
17	0,28	0,55
18	0,26	0,52
19	0,25	0,50
20 <sup>1)</sup>	0,24 <sup>2)</sup>	0,47
21 <sup>1)</sup>	0,23 <sup>2)</sup>	0,45
22 <sup>1)</sup>	0,21 <sup>2)</sup>	0,42
23 <sup>1)</sup>	0,20 <sup>2)</sup>	0,40
24 <sup>1)</sup>	0,19 <sup>2)</sup>	0,38
25 <sup>1)</sup>	0,18 <sup>2)</sup>	0,36

<sup>1)</sup> Käännettyjen rakenteiden tartuntavuoluusvaatimusten arvot muodostuvat 50 % Silko T2-arvoista. Lukeman valinta perustuu pitkäaikaisseurannan vaativuustarkastelujen tartuntavuoluusvaatimuksiin 0,4 N/mm<sup>2</sup> 15 °C:ssa sekä 0,3 N/mm<sup>2</sup> 20 °C:ssa.

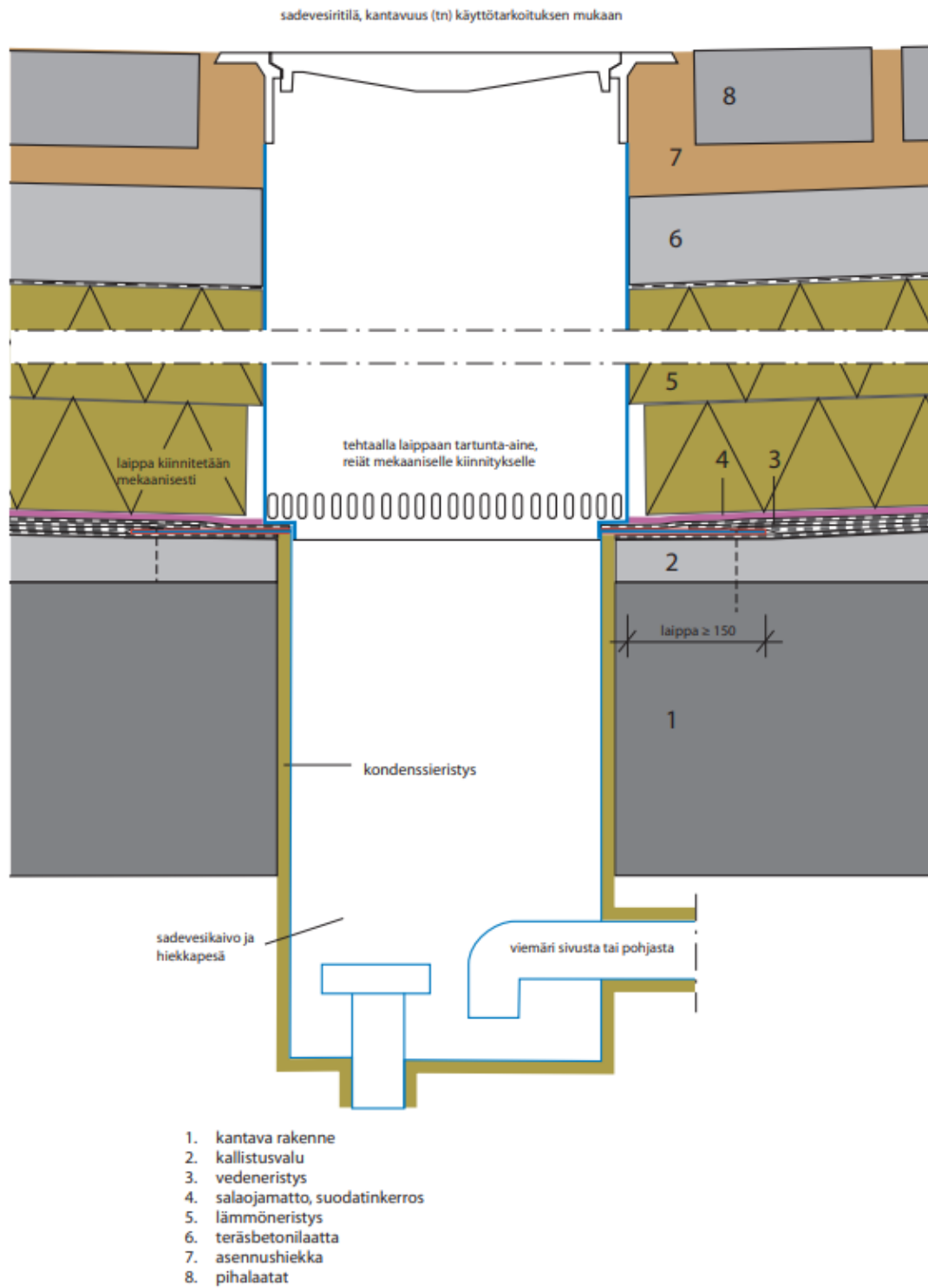
<sup>2)</sup> Alle 0,25 N/mm<sup>2</sup>:n arvot sallitaan  $\geq 20$  °C:ssa vain, jos irtoaminen tapahtuu kiinnitysbitumin koheesiomurtumana.

### 2.1.2 Vedenpoisto

Lämmöneristyksen ja vedeneristyksen välissä tulee olla aina hyvin toimiva salaojituskerros, esimerkiksi salaojalevy- tai matto. Salaojituskerroksella varmistetaan, että rakenteeseen syntyvät padotustilanteet vähenevät ja lämmöneristeet pysyvät mahdollisimman kuivina. Rakenteen vedenpoisto tulee suunnitella siten, että pintavedet poistuvat enimmäkseen osin kattokaivojen kautta. (Toimivat Katot 2019.)



Täytöissä käytettävät maa-ainekset tulee olla hyvin vettä läpäiseviä. Kaivojen sihtirakenteet tulee suunnitella siten, että vesi pääsee kaivoon esteettä. Käänteisrakenteessa käytetään aina kattokaivoja, jotka ovat tarkoitukseen suunniteltuja erikoiskaivoja. Tämän kaivon täytyy olla kaksoiskaivo, jossa suurin osa vedestä täytyy johtaa kaksoiskaivoon pintasihdin tai ritilän läpi. Kaivon laippa liitetään vedeneristykseen ja kaivon korotusosan alaosassa olevien reikien kautta veden kulku kaivoon mahdollistuu. (Toimivat Katot 2019.) Kuvassa 2 esitetty kattokaivon rakenne.



KUVA 2. Kattokaivon periaatekuva. (RT103277, 09/2020).

## **2.2 Käännetyn rakenteen lämmöneristyksestä**

Käännettyssä rakenteessa on aina kosteutta niin vetenä kuin vesihöyrynä. Käännettyssä rakenteessa on myös paine-eroja, jonkinasteinen kuormitus ja märkänä pakkasrasitus. Tämä tekee siitä lämmöneristyksen osalta yhden vaativimmista käyttökohteista. (Toimivat katot-julkaisu, 2019.)

Asetettuja vaatimuksia tuotteille, joita käännettyssä rakenteessa käytetään ETAG 031 mukaan ovat normaalien testausten lisäksi sulatus-jäädäytyskestävyydesti, vedenimeytyvyys diffuusiolla ja pitkäikäinen puristuslujuus eli kuormitusvirumatesti minimissään 25 vuoden käyttöajalle, mieluummin 50 vuoden käyttöajalle. Näillä testeillä varmistetaan tuotteiden pitkäikäisyys ja lämmöneristysominaisuuksien säilyminen muuttumattomana vaativissakin olosuhteissa. (Finfoam.fi, n.d.)

## **2.3 Käännetyn kattorakenteen ongelmia**

Käännettyssä rakenteessa esiintyy monia ongelmia. Ongelmia on lähinnä kahdenlaisia: pieniä ja paljon, sekä isoja ja harvemmin. Ongelmat käännettyssä rakenteessa ovat yleensä kalliita korjata, sillä niiden havaitseminen tapahtuu liian myöhään ja ongelma on aiheuttanut jo vahinkoa. Seuraavassa kappaleessa käydään läpi yhden suuren ongelman käännetyn rakenteen vedeneristyksen asennuksessa.

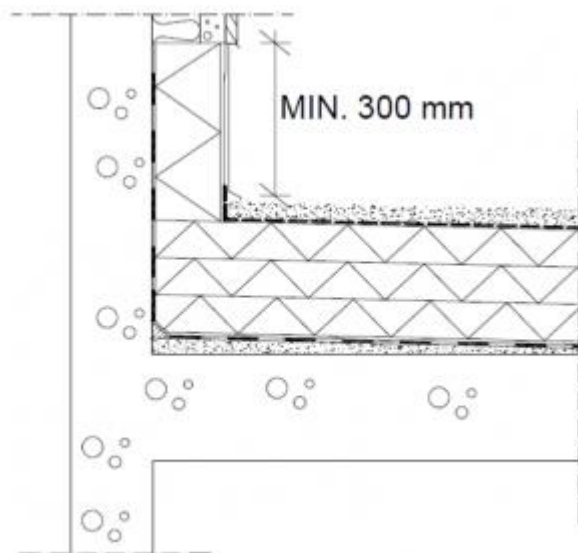
### **2.3.1 Vedeneristyksen virheellisesti sijoitettu ylösnosto**

Vedeneristys tulee nostaa lämmöneristyksen taakse lämmintä pintaa vasten ja vähintään 300 mm yli vaakapinnasta (kuva 3). Jos tätä ei tee oikein, (kuva 4.) esimerkiksi asentaa vedeneristyksen ulkoseinän ulkokuoren ulkopintaa vasten,

niin viistosateella pääsee vesi tunkeutumaan julkisivuverhouksen taakse saumojen kautta. Virheestä seuraavia ongelmia ovat:

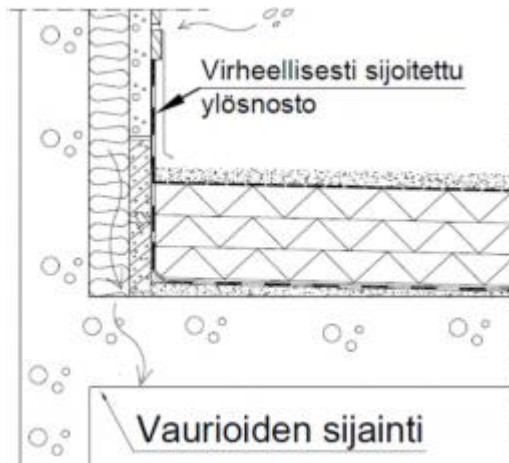
-Rakenteen kastuminen, josta seuraa mm:

- mikrobivaurioita
- lämmöneristyskyvyn paikallinen heikkeneminen
- alakattojen ja sisäkattopintojen vaurioituminen
- käyttötavaroiden turmeltuminen



KUVA 3. Vedeneristyksen ylösnosto. (fise.fi/virhekortti 12.12.2016).

Tiiliverhotuissa julkisivuissa kyseinen ongelma on todella kallista korjata, koska muuraus tukeutuu sokkelin päälle. Korjaus edellyttää yleensä joko yläpuolella olevan seinän ulkoverhouksen ja sokkelin purkamista kokonaan tai yläpuolella olevan seinän työnaikaista tuentaa, mikäli ainoastaan sokkeli puretaan. Rakenteet tulee myös kuivattaa ennen niiden peittämistä tiiviillä rakenteella. Tämä aiheuttaa myös lämmitys- ja kuivatuskustannuksia. (fise.fi/virhekortti, 12.12.2016.)



KUVA 4. Virheellisesti sijoitettu ylösnosto (fise.fi.)

### **3 KÄÄNNETYN KATTORAKENTEEN VAATIMUKSET**

Suunniteltaessa käännettyä rakennetta vaaditaan ammattitaitoa ja tietoa käännetystä rakenteesta, vedeneristyksestä sekä ylipäättään osaamista koskien rakenteiden toimintaa. Käännetty rakenne on erityinen rakenne ja vaatii siksi erityistä osaamista ja paneutumista suunnitteluun ja laadunvarmistukseen. Käännetylle rakenteelle on monia eri vaatimuksia ja tässä luvussa tutustumme niihin, sekä käymme läpi myös vaatimukset infrapuolella siltojen vedeneristämisessä ja vertaamme sitä talonrakennuspuoleen.

#### **3.1 Käännetyn rakenteen alustan suunnittelu**

Käännetyn rakenteen alusta tulee suunnitella ja toteuttaa huolellisesti noudattaen yleisiä ohjeita ja määräyksiä, sekä hyvää rakennustapaa noudattaen. Yleensä käännetyissä rakenteissa käytetään paikalla valettua betonilaattaa tai elementistä tehtyä laattarakennetta. Näitä suunniteltaessa on otettava huomioon riittävä kallistus, jonka tulisi olla vähintään 1:80. Pintarakenteet tulee suunnitella siten, että suurin osa pinnan päälle tulevasta vedestä johdetaan suoraan sadevesijärjestelmään. (Toimivat katot 2019.)

#### **3.2 Vedeneristyksen vaatimukset**

Käännetyissä rakenteissa vedeneristys tulee suunnitella ja mitoittaa käyttöluokkataulukko VE80R mukaisesti ja pidettävä huoli, että vedeneristys kiinnitetään kauttaaltaan alustaansa. Lämmöneristyksen ja vedeneristyksen välissä on aina oltava hyvin toimiva salaojituserros. Salaojituserros tulee suunnitella niin, että se estää mahdolliset padotustilanteet ja pitää lämmöneristeet mahdollisimman kuivana mahdollisimman pitkään. (Toimivat katot 2019.)

### 3.3 Ylösnostojen vaatimukset

Vedeneristyksen ylösnostojen korkeus on 300 mm valmiista pinnasta, ovien kynnyksen kohdalla on mahdollista käyttää matalampaa ylösnostoa, mutta tällöinkin on varmistuttava siitä, että vedeneristyksen ovirakenteissa oleva liitos on täysin vesitiivis. Mekaanisella ankkuroinnilla varmistetaan ylösnostojen paikallaan pysyminen.

Rasitukset joita pintarakenteet aiheuttavat estetään käyttämällä irrotuskaistaa pintarakenteen ja ylösnoston välissä. Ylösnostojen liitos seinärakenteeseen täytyy suunnitella niin, että vesi kulkeutuu kaikissa olosuhteissa vedeneristeen päälle. (Toimivat katot 2019.)

### 3.4 Infrapuolen vaatimukset

Infrapuolella käännettyä rakennetta käytetään muun muassa silloissa ja pihakansissa. Se muistuttaa paljon vesikattojen vedeneristämistä, mutta siltoihin ja pihakansiin kohdistuvat rasitukset ja vaatimukset ovat paljon kovempia. Eristämiseen käytetään kermien ohella myös muita eristysmateriaaleja, kuten mastiksia ja nestemäisiä vedeneristeitä ja tämän lisäksi pintarakenne tulisi tiivistää epoksilla. (Inf-raryl, 2020, 42310 Sillan vedeneristyksen yleiset laatuvaatimukset.) Tässä luvussa käymme läpi vaatimukset, mitä infrapuolella on asetettu vedeneristämiseksi ja vertailemme niitä talonrakennuspuoleen. Keskitymme tässä kappaleessa infrapuolen osalta siltarakentamiseen.

Infrapuolella vedeneristämisvaatimukset esimerkiksi silloissa, joissa on rakennettyyppinä käännetty rakenne, ovat paljon kovempia, sillä siltoihin kohdistuvat rasitukset ovat suurempia. Infrarakentamisen yleisissä laatuvaatimuksissa (InfraRYL osa 3 Sillat ja rakennustekniset osat) on kerrottu yleisiä vaatimuksia vedeneristysten materiaaleille, alustalle, alustan tiivistystyön ja vedeneristystyön toteuttamiselle sekä vaatimukset, jotka tulee täyttää kelpoisuuden osoittamiseksi ja niihin liittyvien laadunmittausten tai –tutkimusten määrät. Urakka-asiakirjoissa on mahdollista asettaa eristysalustan tiivistystöille ja siltakannen vedeneristystöille myös

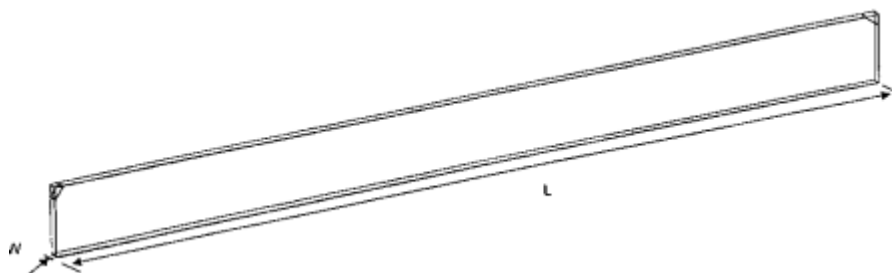
työkohtaisia vaatimuksia. (Sillan vedeneristystyömaan laadunvarmistus 2017, julkaisut.vayla.fi.)

### 3.4.1 Eristysalustan puhtaus

Vedeneristyksen tartunta täytyy varmistaa hyvin ja yksi vaatimus tähän on eristettävän pinnan puhdistaminen sementtiliimasta, jälkihoitoaineista, liuottimista, rasvasta, pölystä ja muista epäpuhtauksista. Tämä voidaan tehdä mm. sinko- tai hiekkapuhalluksella. Lisäksi pinta imuroidaan ennen eristystä. (Sillan vedeneristystyömaan laadunvarmistus 2017. julkaisut.vayla.fi.)

### 3.4.2 Eristysalustan tasaisuus

Eristysalustan tasaisuus tulee myös varmistaa ja tämän varmistamiseksi noudatetaan menetelmää SFS-EN 130367-7 (tai PANK-5102) käyttäen  $(1500 \pm 5)$  mm pituisia oikolautaa. Oikolauta on esitetty kuvassa 5.



KUVA 5. Oikolauta. (Sillan vedeneristystyömaan laadunvarmistus 2017).

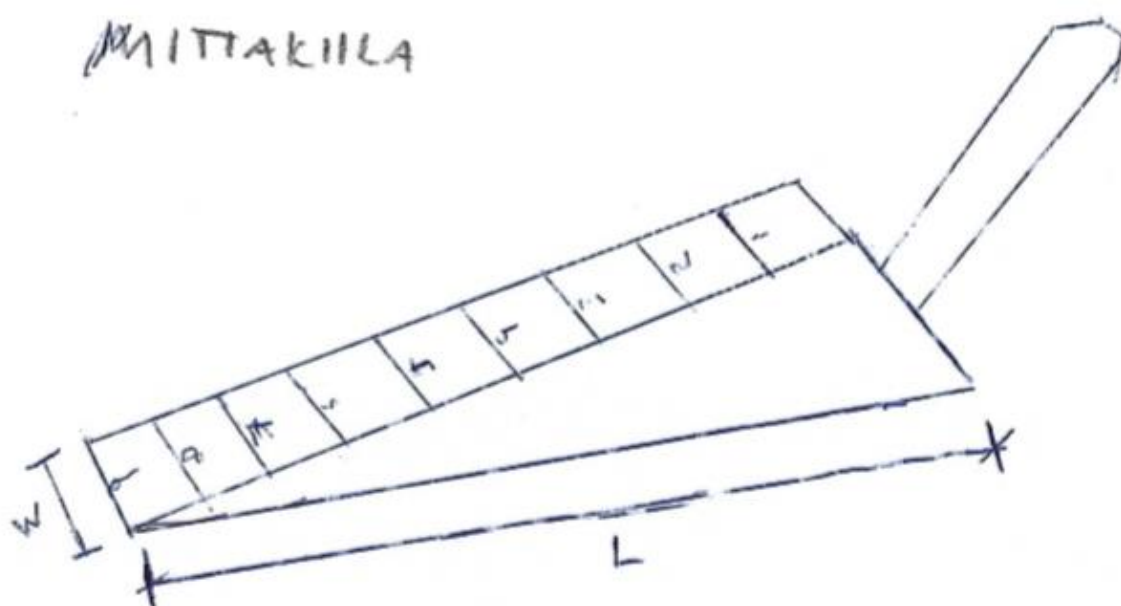
Mittauskohdassa eristysalustan tasaisuus tarkoittaa etäisyyttä, joka jää alustan pinnan ja oikolaudan alareunan väliin (=rakokorkeus). Tasaisuus mitataan oikolaudan ja eristysalustan väliin jäävään rakoön asetetulla mittauskiilalla. (Sillan vedeneristystyömaan laadunvarmistus, 2017.)

Oikolaudan vaatimukset: Oikolaudan pituus (L) on  $(1500 \pm 5)$  mm ja paksuus (W) on  $(25 \pm 5)$  mm. Lauta tulee olla jäykkä rakenteeltaan. Kun lauta asetetaan kapea



reuna alaspäin molemmissa päissä olevien tukien varaan, reuna ei saa poiketa missään kohdassa suorasta enempää kuin  $\pm 1$  mm ja laudan reunan tulee olla selvästi merkitty. (Sillan vedeneristystyömaan laadunvarmistus, 2017.)

Mittauskiilan vaatimukset: Oikolautamittauksissa käytettävän mittauskiilan ohjeelliset mitat: pituus ( $300 \pm 3$ ) mm ja leveys ( $25 \pm 1$ ) mm. Kiilan kaltevalle tasolle merkitään korkeusasteikko 1mm korkeusväliä käyttäen, tarkkuus tulee olla 0,1 mm. Kiila tehdään metallista. Kiilan periaatekuva on esitetty kuvassa 6.



KUVA 6. Mittakiilan periaatekuva (pituus (L) =  $300 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$  ja leveys (W) =  $25 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ ). (Matti Liski, piirros).

Pinnan ja oikolaudan reunan välisen korkeuseron mittaamiseen käytettäviä menetelmiä on olemassa myös muita, mutta tällöin on osoitettava, että niillä saavutetaan vaadittu tarkkuus. Oikolauta ja mittakiila täytyy kalibroida joka vuosi ja niillä tulee olla päivitetty todistus standardissa EN13036-7 esitetyllä tavalla.

Tasaisuusvaatimukset alittavat kohdat eristysalustassa siltakannella merkitään tasopiirroksen lomakkeelle 2.1 "Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella", joka liitetään tutkimusselostukseen. (Sillan vedeneristystyömaan laadunvarmistus, 2/2017.) Lomake 2.1 löytyy tämän opinnäytetyön lopusta, liite 2.

### 3.4.3 Eristysalustan makrokarkeus

Eristysalustan karkeus tarkoittaa pienimuotoista epätasaisuutta. Joissakin asiakirjoissa tästä saatetaan käyttää nimitystä ”karheus” ja tarkoitetaan samaa pintaominaisuutta. Karkeutta mitataan pinnalle asetettujen pienten lasihelmien avulla. Rakeisuusvaatimus lasihelmille on esitetty menetelmäkuvauksessa.

Helmet asetetaan ympyrän muotoiseksi alueeksi, jonka keskimääräinen halkaisija mitataan. Tämän jälkeen jaetaan levitetyn lasihelmimateriaalin määrä (tilavuus) peittyneen alueen pinta-alalla, saadaan lukuarvo, joka vastaa helmikerroksen keskimääräistä paksuutta ja samalla pintakarkeuden keskimääräistä syvyyttä. (Sillan vedeneristystyömaan laatuvaatimukset, 2/2017.) Työkalut ja tapa lasihelmimittaukselle on esitetty kuvassa 7.



KUVA 7. Eristysalustan pinnankarkeuden mittausvälineet. (Sillan vedeneristystyömaan laadunvarmistus 2017).

Pinnan karkeustietoja siltojen betonikansissa käytetään arvioitaessa betonipinnan ja eristyksen välisiä tartuntaominaisuuksia, betonin tasoitustarvetta, eristysalustan tiivistysaine-, pohjustusaine-, tai liimausbitumimeneä. Liian karhea betonipinta lisää vedeneristyksen kuplimisriskiä ja liian sileä pinta heikentää tartuntalujuutta. (Sillan vedeneristystyömaan laadunvarmistus, 2/2017.)

### 3.4.4 Eristysalustan kosteuden vaatimukset ja mittaus

Suurin osa vedeneristysmateriaaleista eivät tartu alustaan, jos se on märkä. Uusi eristys, joka ei tartu kunnolla alustansa voi irrota tulevaisuudessa kokonaan. Irtoamisen seurauksena vuotoriskit lisääntyvät ja suolaveden leviäminen vuotokohdasta laajalle alueelle mahdollistuu siltakannella. (Sillan vedeneristystyömaan laadunvarmistus, 2/2017.)

InfraRYL osan 3 mukaan eristettävän alueen tulee olla puhdas ja kuiva ennen vedeneristyksen asentamista. InfraRYL:ssä asetetut betonin kosteusvaatimukset eivät saa ylittyä. Betonisen alustan kosteus saa olla eristystöitä aloitettaessa enintään InfraRYL:n osa 3:ssa esitetyn taulukon 42310: T1 mukainen. (taulukko 2) Nämä vaatimukset ovat voimassa siltakannen jokaisessa kohdassa ja myös korjatuissa kohdissa. (InfraRYL Osa3 Sillat ja rakennustekniset osat).

TAULUKKO 2. Eristysalustan suurin sallittu absoluuttinen kosteus m-% (InfraRYL).

Materiaali	Eristysalustan suurin sallittu absoluuttinen kosteus m-% (VTT-2650-17)
Kauttaaltaan kiinnitetty kermi, nestemäisenä levitettävä eristys tai tiivistyskäsitely	5,0
Paineentasauskermi tai kumibitumimastiksi, kun alustaa ei käsitellä tiivistysaineella	6,0

Edellä esitetyt vaatimukset koskevat myös kannen pinnan paikattuja kohtia.

Ennen eristystöiden aloitusta pidetään eristysalustan vastaanottotarkastus, josta pääurakoitsija laatii pöytäkirjan ja jonka katselmukseen osallistujat allekirjoittavat.

Eristystyöt voidaan aloittaa, kun vaadittu kosteus on saavutettu ja muut eristystyön edellyttämät olosuhdevaatimukset täyttyvät.

Ensin selvitetään ainetta rikkomattomalla pintakosteusmittarilla (Tramex) betonikannen kosteuden vaihtelu ja erityisesti eristysalustan kosteimmat kohdat. Tällaisia ovat esim. kohdat, joihin pintavedet valuvat, kuten reunapalkin vierustat ja kourumaiset taitteet sekä kannella mahdollisesti olevat rakenteiden tai rakennustarvikkeiden varjostamat kohdat tai rakennusjätteiden kosteina pitämät kohdat yms. Jos pintakosteus on korkeampi kuin InfraRYL osan 3 mukainen eristysalustan suurin sallittu kosteus, vaadittua kosteammat kohdat merkitään lomakkeelle 2.1. Sen jälkeen odotetaan betonin kuivumista ja pintakosteusmittauksia jatketaan myöhemmin, kunnes ylittäviä kosteusarvoja ei enää löydy. Sen jälkeen kosteimpien alueiden absoluuttinen kosteus tutkitaan betonin pinnasta 30 mm syvyydelle asti irrotetuista näytteistä (ns. kuivatus- ja punnitusmenetelmällä VTT2650 - 17). (Sillan vedeneristystyömaan laadunvarmistus 2017.)

Kuvassa 8 on esitetty laitteet, joilla kosteutta mitataan ja tutkitaan.



KUVA 8. Kosteuden mittaus- ja tutkimuslaitteet. (RT14-10984, 02/2010).

### 3.5 Infra-alan ja talonrakennusalan vaatimusten ja materiaalien vertailu

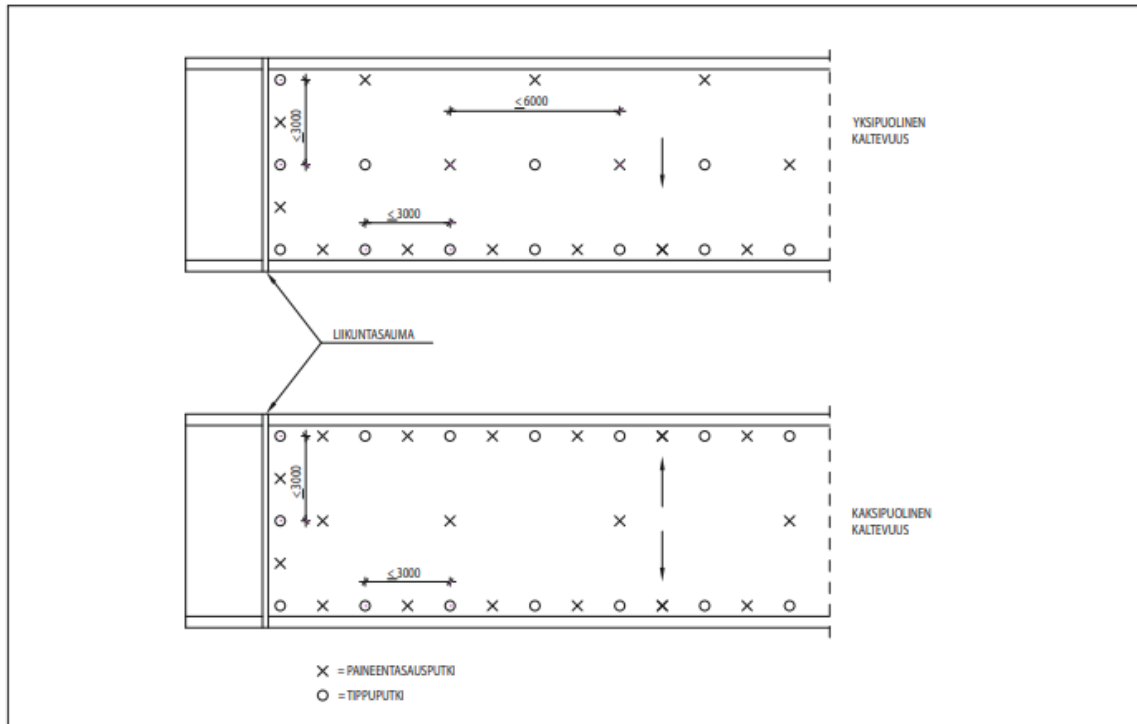
Tässä kappaleessa verrataan infra-alan vaatimuksia siltatöiden vedeneristämiselle ja talonrakennusalan käännettyjen kattojen vedeneristämiselle. Kappaleessa käydään läpi eri materiaalit, joita infra-alalla käytetään, sekä tarkastellaan mitkä vaatimukset sillan vedeneristämisessä ylittävät talonrakennusalan vaatimukset.

### 3.5.1 Mastiksieristys

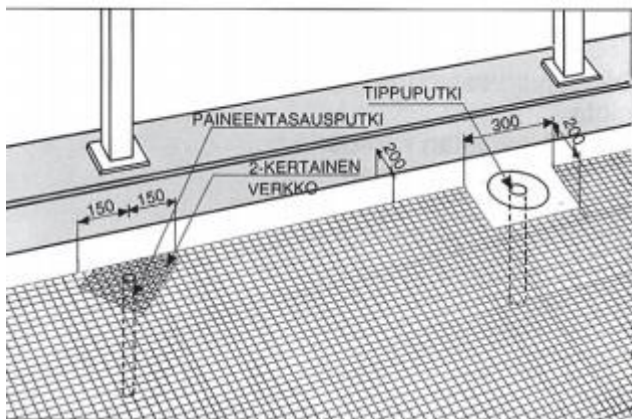
Sillan vedeneristeenä voidaan käyttää mastiksia. Mastiksi on seos, jossa on kumibitumia, hiekkaa ja kalkkifilleri juuri oikeassa suhteessa. Mastiksieristäminen on todella tarkkaa ja huolellista työtä. Mastiksieristämisen hyvä puoli verrattuna kermieristämiseen on esimerkiksi se, että sillä saadaan saumaton ja joustava rakenne. Tämä vähentää vuotoriskejä ja muutenkin eristeen vaurioitumista. (asfalttikallio.fi.)

Mastiksieristys tulee tehdä aina sääsuojassa. Sääsuoja tulee olla InfraRyl mukainen. Työ edellyttää liian kuumien ja liian kylmien olosuhteiden estämistä. (Asfalttikallio Oy.)

Mastiksieristys vaatii paineentasauserkon, sekä paineentasauserputket. Paineentasauserputket on asennettava oikeisiin sijainteihin. Kuvassa 9 on esiteltyinä paineentasauserputkien sijoittelukuva, kun hyödyllinen leveys on 6–12 m ja kuvassa 10 paineentasauserkon asennuksen periaatekuva. Mastiksieristyksen valmis pinta tulee olla kauttaaltaan kiiltävä, eikä siinä saa esiintyä huokosia ja halkeamia. Tärkeää on myös suojata valmis mastiksepinta ennen suojakerrosta. (Betoniyhdistys.fi, 11.1.2018.)



KUVA 9. Paineentasausputkien sijoittelukuva. (julkaisut.vayla.fi, 2/09).



KUVA 10. Paineentasausverkon asennuksen periaatekuva. (julkaisut.vayla.fi, 2/09).

### 3.5.2 Epoksiivistys

Eristettävä pinta tiivistetään epoksilla lähes aina, jotta saadaan mahdollisimman hyvä vedeneristeen tarttuvuus pintaan, betonin sisältämän kosteuden aiheuttaman rasituksen estämiseksi ja sen aiheuttaman kuplimisen estämiseksi. Epoksiivistys suojaa betonikantta myös ylhäältä tulevilta rasituksilta esim. suolavedet. (betoniyhdistys.fi, 11.1.2018.)

Epoksi on kertamuovi, joka kovettuu kovettajan avulla. Epoksiivistystä tehtäessä tulee käyttää Liikenneviraston hyväksymää tuotetta. Epoksiivistys levitetään kahtena kerroksena. Ensimmäistä epoksikerrosta levitetään 300-500 g/m<sup>2</sup>+ sirotehiekkä ja toista epoksikerrosta vähintään 600 g/m<sup>2</sup>. Lopuksi kannesta tehdään ensiksi vastusmittaus matalajännitemenetelmällä (kuva 10). Tämän jälkeen epoksin tiiveys mitataan kipinäharavalla (kuva 11). (betoniyhdistys.fi, 1/2018.)



KUVA 10. Vastuksen mittaus. (betoniyhdistys.fi, 11.1.2018).



KUVA 11. Epoksikannen tiiveyden mittausta kipinäharavalla. (betoniyhdistys.fi 11.1.2018).

### 3.5.3 Nestemäinen vedeneristys

Nestemäinen vedeneristemateriaali on 2-komponenttista metyyli-meta-akrylaattia. Aineelle on luontaista polymeerin kaltainen käyttäytyminen. Sidostuvat polymeeriketjut ovat kaikkiin suuntiin sitoutuvia yhdisteitä, mikä selittää materiaalin hyvän tarttumisominaisuuden (Opinnäytetyö, John Berglund, 5/2016).

Nestemäistä vedeneristettä käytetään esimerkiksi silloissa vedeneristeenä. Nestemäistä vedeneristettä on kokeiltu myös mm. caseyrityksen rakenteilla olevassa kohteessa pääkaupunkiseudulla olevalla työmaalla terassirakenteissa. Nestemäinen vedeneriste on verrattuna kermieristykseen parempi siinä mielessä, että se ei jätä saumoja eikä muita liitoskohtia, joista esimerkiksi vesi pääsisi vuotamaan. (Haastateltava 1, 3.9.2020.)

Nestemäinen vesieriste tehdään neljässä vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa pintaan telataan tai lastataan tartunta-aine. Toisessa ja kolmannessa vaiheessa ruiskutetaan Eliminator-eristekerrokset. Itse eriste ruiskutetaan kahtena kerroksena, jotta saadaan mahdollisimman hyvä tiiveys. (Opinnäytetyö, John Berglund, 5/2016).

### 3.5.4 Kumibitumikermieristys

Siltojen vedeneristämisessä ja talorakennuspuolella käytetään kumibitumikermieristeitä. Kumibitumikermi voidaan kiinnittää joko hitsaamalla tai liimaamalla. Kumibitumieriste tulee kahtena kerroksena pinnan päälle. Kumibitumikermieristystä käytetään silloin, kun halutaan eristeelle pitkä käyttöikä. Teräksisillä siltarakenteilla kaksinkertaista kumibitumikermieristystä käytetään silloin, kun kantta ei ole varustettu kiinnitysteräksillä. Puukantisilla silloilla kumibitumikermiä tulee käyttää vain poikkeustapauksissa. (Täydentäviä ohjeita siltojen suunnitteluun, Liikennevirasto, 6.12.2017.)



### 3.5.5 Talonrakennusalan ylittävät vaatimukset siltarakentamisessa

Siltojen vedeneristämiseksi on olemassa laajat vaatimukset ja nämä vaatimukset ylittävät joiltakin osin talonrakentamisen käännettyjen rakenteiden vaatimukset. Tässä kappaleessa kerrotaan sillan vedeneristämiseen liittyvät laatuvaatimukset, jotka ylittävät käännetyn rakenteen laatuvaatimukset talonrakennuspuolella.

#### 3.5.5.1 Tartuntavetolujuus

Siltojen vedeneristämisen laatuvaatimuksissa eristysalustan pinnan vetolujuuden on oltava vähintään  $1,5 \text{ N/mm}^2$  (Silko-julkaisu, 3/2018). Tämä samainen vaatimus talonrakennuksessa mm. pihakansilla ja terasseilla on oltava vähintään  $0,8 \text{ N/mm}^2$  (RT-103277 9/2020, Liikennöidyn tason vedeneristykset). Taulukossa 3 on vertailtuna sillan ja pihakansien vedeneristämisen tartuntavetolujuutta.

TAULUKKO 3. Tartuntavetolujuusvaatimusten vertailu (RT-103277 9/2020, Liikennöidyn tason vedeneristykset)

Eristeen alustan pinnan lämpötila	Käännetyt rakenteet *)	Sillat, SILKO T2, InfraRYL 2006 taulukko 42310:T2
°C	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
5	0,53	1,06
6	0,50	1,0
7	0,48	0,95
8	0,45	0,90
9	0,43	0,85
10	0,41	0,81
11	0,39	0,77
12	0,37	0,73
13	0,35	0,69
14	0,33	0,65
15	0,31	0,62
16	0,29 **	0,58
17	0,28 **	0,55
18	0,26 **	0,52
19	0,25 **	0,50
20 *	0,25 **	0,47
21 *	0,25 **	0,45
22 *	0,25 **	0,42
23 *	0,25 **	0,40
24 *	0,25 **	0,38
25 *	0,25 **	0,36

### 3.5.5.2 Liikuntasaumat

Liikuntasaumojen laatuvaatimuksissa sillanrakentamisessa on esitetty tarkemmat ja yksityiskohtaisemmat vaatimukset kuin pihakansien liikuntasaumoissa. Sillan vedeneristämisen liikuntasaumavaatimuksissa on esitetty mm. kaava, jolla liikesauman kokonaisliike voidaan laskea. (Silko-julkaisu, 3/2018.) Tämä kaava löytyy alta kuvasta 12.

$$I = \Delta T \times L \times 0,000012$$

$$\Delta T = 70 \text{ °C}$$

$$L = \text{liikuntapituus (mm)}.$$

KUVA 12. Liikuntasauman kokonaisliikkeen laskemiskaava (Silko-julkaisu, 3/2018).

### 3.5.5.3 Muut ylittävät vaatimukset

Sillan vedeneristämisessä laatuvaatimuksena on myös makrokarheuden mittaus lasihelmimenetelmällä. Tätä vaatimusta ei löydy pihakansien laatuvaatimuksista. Makrokarheuden mittaamisessa karheus ennen käsittelyä tulee olla välillä 0,3...1,2 mm. Karheusvaatimus koskee sekä tiivistettävää että vedeneristettävää sillan kannen pintaa. (betoniyhdistys.fi.)

Sillan vedeneristämisessä mitataan myös pinnan tasaisuutta oikolauta- ja mitta-kiilamenetelmällä. Tämä ylittää myös talonrakentamisen vaatimukset. Laatuvaatimuksissa mainitaan myös, että sillan vedeneristämisessä sääsuojaa tulee käyttää aina. Pihakansilla tämä ei ole vaatimuksena vaan suosituksena. (betoniyhdistys.fi.) Kuvassa 13 sääsuoja siltatyömaalla.



KUVA 13. Sillan sääsuoja. (telinepalvelu.fi).

## **4 SUUNNITTELUN OHJAUS**

Suunnittelun ohjaaminen on tärkeää työtä. Suunnittelun ohjauksella varmistetaan se, että suunnittelu lähtee oikeaan suuntaan, saadaan tarkat ja laadukkaat suunnitelmat sekä pysytään aikataulussa ja kustannusraameissa. Tässä luvussa käydään läpi rakennushankkeen eri vaiheet suunnittelun näkökulmasta ja pohditaan suunnittelun ohjausta kyseisissä vaiheissa.

### **4.1 Rakennushankkeen vaiheet**

#### **4.1.1 Tarveselvitys**

Rakennushanke lähtee tarveselvityksestä. Tarveselvityksessä selvitetään kyseisen hankkeen tarve, sekä pohditaan hankkeen toteuttamismahdollisuudet. Näiden tuloksista kootaan tarveselvitys, jonka pohjalta tehdään hankepäätös.

#### **4.1.2 Hankesuunnittelu**

Hankesuunnitteluvaiheessa ennen varsinaista rakennussuunnittelun aloittamista selvitetään hankkeen toteuttamistarpeet ja -vaihtoehdot, sekä suunnitellaan hankkeelle täsmälliset aikataulua, kustannuksia, laatua ja laajuutta koskevat tavoitteet. Hankesuunnittelun pohjalta tehdään hankkeen investointipäätös. Hankesuunnitelma sisältää seuraavat tiedot:

- tilaohjelma
- tavoitehintalaskelma
- rakennuspaikkaselvitys
- geotekniset selvitykset
- hankeaikataulu
- kuntoarvio- tai tutkimus (korjauskohteet)

Hankesuunnitteluun osallistuvat käyttäjä/tilaaja, rakennuttaja, suunnittelija ja rakentaja. Jokaisella näistä on oma tehtävänsä hankesuunnitteluvaiheessa ja jokainen omalta taholtaan on mukana suunnittelun ohjaamisessa oikeaan ja haluttuun suuntaan. Suunnittelun ohjauksessa tarkistetaan asiakirjojen oikeellisuus ja kelpoisuus. Tarkistetaan, että aikataulu on realistinen ja että kustannusarvio on tehty oikein.

### **4.1.3 Rakennussuunnitteluvaihe**

Rakennussuunnitteluvaihe jakaantuu kahteen eri vaiheeseen: luonnosvaiheeseen ja toteutussuunnitteluun. Luonnossuunnittelussa valitaan kohteen suunnitteluratkaisu, tekniset systeemit ja toteutustapa sekä päätetään siitä, että hyväksytäänkö luonnossuunnitelmat.

Toteutussuunnitteluvaiheessa määritetään urakointitapa, laaditaan hankinta-asiakirjat ja piirustukset, valmistellaan hankinnat ja tehdään rakentamispäätös sekä solmitaan urakkasopimukset. Tämän jälkeen alkaa rakentamisvaihe. (RT10-11222, 6/2016.)

Rakennussuunnitteluvaiheessa mukana ovat rakennuttaja, suunnittelijat ja rakentaja.

### **4.1.4 Rakentamisvaihe**

Rakentamisvaiheessa hankkeen suunniteltu lopputuote (rakennus) rakennetaan. Tähän osallistuvat suunnittelijat rakentamisen aikana, sekä rakentaja, joka rakentaa rakennuksen. Rakentamisvaiheessa suunnitelmia saatetaan päivittää ja tehdä muutoksia suunnitelmiin. Rakentamisvaiheen aikana suunnittelussa aikataulussa pyritään pysymään, sekä seurataan kustannuksia ja tavoitteiden toteutumista. Rakentamisvaiheen päätyttyä syntyy rakennus tai vastaava lopputuote, jonka jälkeen on vastaanottotarkastus, sekä luovutusvaihe. Rakentamisvaiheen jälkeen alkaa takuu-aika, jonka aikana havaitut viat ja puutteet on korjattava ja niistä on ilmoitettava.

## **4.2 Rakennusliikkeiden mahdollisuudet vaikuttaa suunnittelun ohjaukseen**

Tässä kappaleessa käydään läpi, mitä mahdollisuuksia rakennusliikkeillä on vaikuttaa suunnittelun ohjaukseen ja sen toteutumiseen. Rakennusyrityksen kannalta suunnitteluvastuun ottaminen mahdollistaa optimoinnin rakennushankkeen läpiviemiseksi tilaajan asettamien tavoitteiden mukaisesti. Läpiviennin optimointi edellyttää suunnittelun, rakennustyön ja hankintatoimen ehdotonta yhteistyötä. (Markus Karhu, diplomityö 5.6.2013)

Rakennusliikkeen suunnittelun ohjauksen tavoitteena on opastaa ja ohjata suunnittelua siten, että hankkeelle asetetut aika-, kustannus-, laajuus- ja laatuavoitteet saavutetaan. Suunnittelunohjauksella varmistetaan rakennusliikkeen itselleen antamien suunnittelutavoitteiden toteutuminen. (Junnonen 2009,49.)

### **4.2.1 Rakennushankkeen eri toteutusmuodot ja suunnittelun ohjaus**

Rakennushankkeeseen valittu toteutusmuoto sekä organisointimalli vaikuttavat paljon suunnittelunohjauksen sisältöön ja toimintatapoihin. Suunnittelun ohjaus voi toteutusmuodosta riippuen tulla rakennuttajan, urakoitsijan tai ulkopuolisen projektinjohdon kautta ja vastuualue vaihtelee. Toteutusmuodot jaetaan urakkamuotoihin ja suunnittelumuotoihin. (Liuksiala 2004: 41.)

#### **4.2.1.1 Urakkamuodot**

Urakkamuodot jaetaan suoritus- tai maksuvelvollisuuden mukaisiin urakoihin tai näiden kahden eri urakkamuodon yhdistelmiin. Suoritusvelvollisuuden mukaisessa muodossa on kyse siitä, miten pitkälle rakennuttaja on itse suunnitellut hankkeen ja millaisia ovat sopimussuhteet, joita hankkeessa käytetään. Maksuvelvollisuuteen perustuvissa urakkamuodoissa rakennuttajan maksuvelvollisuus määräytyy kokonaishinnan, yksikköhinnan tai tavoitehinnan mukaisesti.

Kokonaisvastuu-urakassa rakennuttaja luovuttaa hankkeen suoritus-, hankinta- ja suunnitteluvastuun osittain tai kokonaan pääurakoitsijalle. Pääurakoitsijan vastuulla on yhteensovittaa rakennussuunnittelun eri osa-alueet. Vaikka toteutus- ja suunnitteluvastuu annetaan pääurakoitsijalle, on rakennuttajilla tapana käyttää hankkeen johtamisessa ulkopuolisia konsultteja apuna. (Junnonen 2009: 13–24.)

Osaurakkamuodossa eli niin sanotussa projektinjohtorakentamisessa rakennustyö jaetaan toimialakohtaisesti hankinta- ja urakkakokonaisuuksiin, joita täydennetään ja rakennustyön sekä suunnittelun aikana kilpailutetaan. Rakennuttaja voi toteuttaa hankkeen joko omalla projektinjohdolla tai käyttää ulkopuolista projektinjohtoa. (Junnonen 2009: 13–24.)

Käytetyin ja yleisin urakkamuoto Suomessa on kuitenkin pääurakkamuoto, jossa rakennuttaja vastaa itse kokonaan rakennushankkeen johtamisesta. Pääurakan muotoja ovat kokonaisurakka, jaettu urakka ja sivu-urakan alistaminen. (Uusi-Kokko 2017: 19.)

#### **4.2.1.2 Suunnittelumuodot**

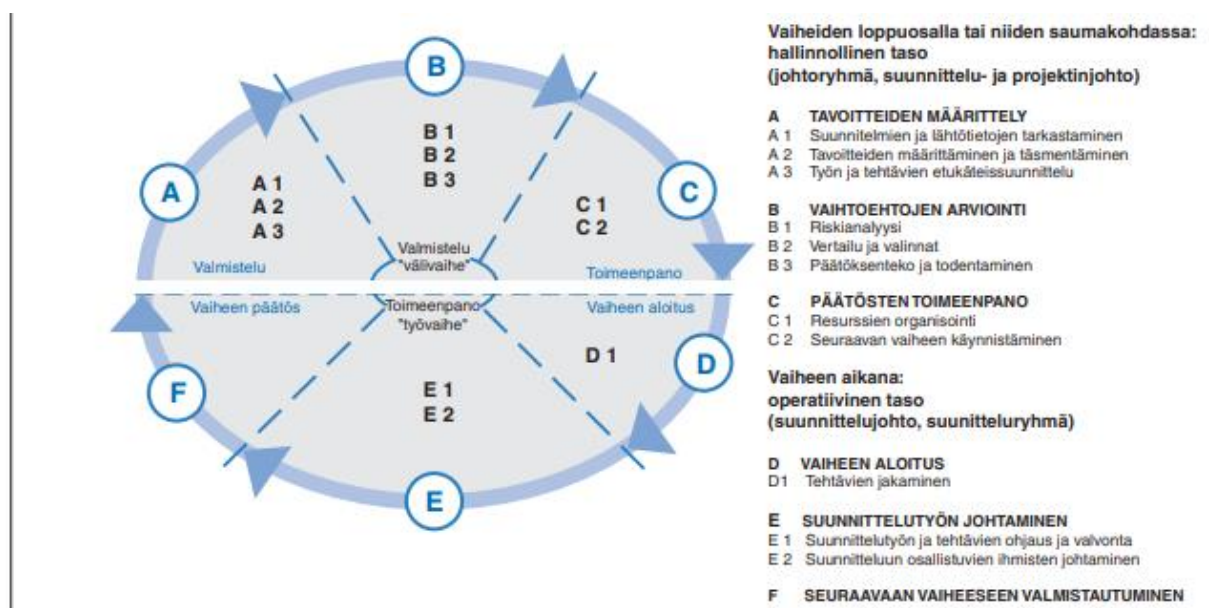
Suunnittelumuotoja on olemassa kolme eri ryhmää, jotka ovat ositettu suunnittelu, kokonaissuunnittelu ja jaettu suunnittelu. Suunnittelumuoto määrää suunnittelun sekä ohjaamisen organisoinnin ja vastuusuhteet.

Suunnittelun tilaajana voi olla urakoitsija tai rakennuttaja. Pääsuunnittelijan ja suunnittelun tilaajan välinen suunnitteluvastuu voi jaetussa suunnittelumuodossa vaihdella hanke- ja rakennusliikekohtaisesti. Ositetussa suunnittelussa voidaan saman suunnittelualan eri tehtäviä ja vastuuta jakaa useammalle suunnittelijalle. Kokonaissuunnittelussa rakennuttaja tekee yhden sopimuksen pääsuunnittelijan kanssa. Pääsuunnittelija johtaa ja vastaa kohteen kokonaissuunnittelusta. (Talonrakennushankkeen kulku 2016: 3.)

### 4.3 Hyvä suunnittelun ohjaus

Rakennushankkeessa on heti alkuvaiheessa määriteltävä organisaatio ja nimetävä hankkeelle johtaja ja pääsuunnittelija. Lisäksi projektille olisi hyvä nimetä johtoryhmä. Johtoryhmän avoin työskentely muodostaa suunnittelun ohjaukselle perustan. Nämä asiat myös auttavat hyvän suunnittelun ohjauksen toteutumisessa. Hyvässä suunnittelun ohjauksessa suunnittelijoita opastetaan ja ohjataan aktiivisesti tavoitteiden mukaisten ja keskenään yhteensopivien suunnitteluratkaisujen saavuttamiseksi. (RT13-10860)

Hyvällä suunnittelunohjauksella varmistetaan, että osapuolten tarpeet, toiveet ja tavoitteet otetaan huomioon ja mahdolliset ristiriidat ratkaistaan. Alussa asetettuja tavoitteita seurataan ja täsmennetään koko rakennushankkeen ajan suunnittelun ohjaamisella. Hyvällä suunnittelun ohjauksella myös varmistetaan, että suunnitelmakokonaisuudesta tulee ristiriidaton ja kattava sekä suunnittelun laajuus, kokonaiskustannukset ja laatu tasot että itsesuunnittelutyö pysyvät vahvistetuissa puitteissa. (RT13-10860). Kuvassa 14 näytetään suunnittelun ohjauksessa toistuvat perustehtävät.



KUVA 14. Suunnittelun ohjauksen perustehtävät (RT13-10860.)



Hyvällä suunnittelun ohjauksella voidaan vaikuttaa siihen, että eri osapuolet toimivat hankkeen kokonaistavoitteiden mukaisesti, samalla kun toteuttavat omia tavoitteitaan.

Suunnittelun ohjauksessa olisi tärkeää tehdä toimenpiteitä, joita asiakas tarvitsee ja joista hän on valmis maksamaan, tehdään mitä luvataan, kehitetään jatkuvasti omaa toimintaa ja prosessia, kunnioitetaan ihmisiä, käytetään visuaalista ohjausta, tehdä vaihtoehtoisia ratkaisumalleja, asettaa tavoitteita ja vaatimuksia, sekä seurata niiden toteutumista, suosia päätöksiä pitkän tähtäimen suunnitelman näkökulmasta, jopa lyhyen tähtäimen suunnitelman kustannuksella (Järvinen 2013.)

Hyvä suunnittelun ohjaus vaatii siis yhteistyötä monilta eri tahoilta, ammattitaitoa, kykyä sovittaa yhteen suunnitelmia ja ideoita, taitoa johtaa ja ohjata ihmisiä, laatia realistisia aikatauluja, sekä kustannusarvioita ja -laskelmia. Tärkeää olisi myös keskittyä tuleviin ongelmiin ja löytää näihin hyvä ja toimiva ratkaisu. Kuvassa 15 on esitetty ongelmia ja haasteita, mitä suunnittelun ohjausprosessissa voi esiintyä.



KUVA 15. Suunnitteluprosessissa esiintyviä ongelmia ja haasteita. (Riihiluoma, diplomityö, 11/2017).

## 5 SUUNNITTELUN OHJAUKSEN JA TAKUUTÖIDEN AJATUKSET KÄÄNNETTYIHIN RAKENTEISIIN

Tämä kappale käy läpi suunnittelun ohjauksen ja takuutöiden ajatuksia käännettyihin rakenteisiin. Kappale perustuu caseyrityksen kahden johtotehtävissä työskentelevän henkilön haastatteluihin. Toinen henkilöistä vastaa pääkaupunkiseudulla suunnittelun ohjauksesta ja toinen takuutöistä. Tämän opinnäytetyön lopusta löytyvät haastattelukysymykset liitteestä 1.

### 5.1 Takuutöiden ajatukset

Caseyrityksellä on pääkaupunkiseudun yksikössä käytössä paljon käännettyjä rakenteita. Kohteissa enemmän kuin puolessa käytetään käännettyä rakennetta. Käännetty rakenteet ovat onnistuneet paremmin uusissa kohteissa, vuotoja ei ole tullut. Syy vuodoille on ollut monesti vääränlainen kattokaivo. (Haastateltava 1, 3.9.2020.)

Ongelmia on tullut periaatteen asioissa, että miksi tehdään uudestaan, jos tiedetään, että vanha ratkaisu on toimiva. Ongelmia on ollut myös suunnittelussa. Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla sijaitsevassa kohteessa ei ollut ilmoitettu tarkasti, tuleeko käännettyyn rakenteeseen mekaaninen kiinnitys vai ei. Kohteessa ei myöskään ollut patolevyjä ja kermi oli tehnyt ”huulen”, joka kaappasi sadevettä ja vesi valui autotalliin. (Haastateltava 1, 3.9.2020.)

Suurimmassa ja kalleimmassa ongelmassa, joka on sattunut caseyrityksen kohteessa, jouduttiin uusimaan kermi. Tämä maksoi todella paljon. Kohteessa betoni oli ollut väärää ja sementtiliiman pesu ei onnistunut, kermi ei ottanut kiinni alustaansa. Mahdollisia virheitä, mitä tässä oli tapahtunut, saattoi olla jälkihoidon vääränlainen tekeminen, kermin asennus vesisateessa tai oli laitettu väärää kermiä. (Haastateltava 1, 3.9.2020.)

Käännetty rakenteet aiheuttavat paljon päänvaivaa ja ongelmia, jos suunnitelmia ei ole tehty oikein ja kustannukset voivat nousta todella korkeiksi. Hyvällä suunnittelulla ja osaavilla tekijöillä voidaan yrittää poistaa näitä haittoja.

## 5.2 Suunnittelun ohjauksen ajatukset

Suunnittelun ohjauksen puolella suurimmat ongelmat käännettyjen rakenteiden osalta ovat olleet suunnitelmien toteutuskelpoisuus, suunnittelijoiden käytännön kokemus, detaljien puutteellisuus ja kokonaisuuden hallitsemattomuus. Suunnitelmat pitäisi tehdä niin, että työmaa voi toteuttaa ne haluamallaan tavalla. Työntekijän ammattitaitokin saattaa välillä olla puutteellista. (Haastateltava 2, 4.9.2020.)

Käännetty rakenteet ovat huomioitu suunnittelun ohjauksessa samalla lailla kuin muutkin. Käännettyjen rakenteiden suunnittelusta pidetään suunnitelmakatselmuksia. Hyvänä ratkaisuna olisi suunnitelmien vakiointi, sillä se poistaisi kuormaa suunnittelu- ja tuotantovaiheessa. Käännettyissä rakenteissa on yleensä piirretty vain perusleikkaukset eli suunnittelijatoimistojen vakioleikkaukset. (Haastateltava 2, 4.9.2020.)

Haastateltavan mukaan käännettyille rakenteille olisi hyvä asettaa vielä lisää vaatimuksia. Näitä vaatimuksia olisi läpivientiosille omat vaatimukset, läpivientien tiivistämiseksi omat vaatimukset (omat detaljit), pinnan tasaisuusvaatimukset ja erilaiset toleranssivaatimukset. (Haastateltava 2, 4.9.2020.)

Hyvällä suunnittelun ohjauksella voitaisiin poistaa käännettyjen kattojen ongelmia mm. vakioinnilla, hyvällä kokonaisuuden hallinnalla ja ammattitaitoisilla suunnittelijoilla. Myös tietynlaisesta vaativuudesta on hyötyä, jotta ei tyydytä ensimmäiseen ja helpoimpaan ratkaisuun, vaan paneudutaan oikeasti ja vertaillaan muitakin vaihtoehtoja. (Haastateltava 2, 4.9.2020.)

### **5.3 Ajatuksia nestemäisestä vedeneristyksestä**

Nestemäistä vedeneristystä käytetään mm. siltojen vedeneristämisessä. Nestemäinen vedeneristys voisi olla parempi eristysvaihtoehto myös pihakansissa ja terassirakenteissa. Nestemäinen vedeneristys ei jätä saumoja ja saadaan kauttaaltaan ehjä vedeneristys ja saataisiin luultavasti eristyksen riskejä pienemmiksi. (Haastateltava 2, 4.9.2020.)

## **6 KÄÄNNETTYJEN KATTOJEN SUUNNITTELUN OHJAUKSEN KRITTEERIT**

Tämä kappale käsittelee suunnittelun ohjauksen kriteereitä käännettyille katoille. Kappaleessa perehdytään, mitä kriteereitä suunnittelun ohjaukselle on asetettu käännettyjen kattojen suhteen. Kappale perustuu caseyrityksen henkilöstön haastatteluihin.

### **6.1 Hyvän suunnittelun ohjaajan vaatimukset**

Suunnittelun ohjaus on tarkkaa ja vastuullista työtä, joten suunnittelun ohjaajalta vaaditaan monia tietoja ja taitoja. Suunnittelun ohjaajalta vaaditaan kokemusta, kykyä oppia virheistä ja myöntää ne. Ennakkosuunnittelun osaaminen on myös tärkeää ja kyky sitouttaa suunnittelijaryhmät tavoitteisiin. Hyvällä suunnittelun ohjaajalla on hyvät hermot ja taito keskittyä oikeisiin asioihin. Tekninen tietämys, vuorovaikutustaidot, kustannuspuolen tietämys, riskienhallinnan osaaminen, joustavuus ja määrätietoisuus ovat myös todella tärkeitä elementtejä suunnittelun ohjaajan työssä. (Haastateltava 2, 4.9.2020.)

Näillä asioilla suunnittelun ohjauksella voidaan päästä hyvään lopputulokseen ja saada toteutettua aikataulullisesti, kustannuksellisesti ja rakenteellisesti toimiva rakenne. Tärkeää olisi jo heti alussa valita oikea henkilö tekemään suunnittelun ohjausta, jotta suurimmilta ongelmilta vältyttäisiin.

### **6.2 Suunnittelun ohjauksen kriteerit käännettyille katoille**

Suunnittelun ohjauksen toteutuksesta käännettyille katoille on asetettu kriteereitä, mutta myös on olemassa sellaisia asioita, mitä käännettyiltä katoilta tulisi vaatia, jotta saataisiin toimiva rakenne. Kriteereitä suunnittelun ohjaukselle ovat vedenpitävyyden varmistaminen suunnitelmissa, materiaalivaatimusten huomioiminen suunnittelussa ja toteutuksessa, ylösnostojen tarkistaminen, kallistusten huomioiminen, limitysten oikea suunnittelu ja betoniominaisuuksien varmistaminen. (Haastateltava 2, 4.9.2020.)

Suunnittelun ohjauksessa kriteereitä ovat myös suunnittelukatselmukset, mutta pitäisi olla myös suunnitelmien vakiointi, suunnitelmien päivitettävyys nopeamaksi, huomioitaisiin käännetyt katot suuremmalla painoarvolla, sillä käännetyt katot ovat todella haastava rakennetyyppi. (Haastateltava 1, Haastateltava 2, 3.9-4.9.2020.) Käännettyjen kattojen vedeneristyksen laadunvarmistussuunnitelma löytyy liitteestä 4.

## 7. POHDINTA

Käännetyt katot ovat yksi rakennusalan vaikeimmista rakennetyypeistä. Käännetyn katon hankaluudesta huolimatta käännetty katto on hyvä ratkaisu rakentamisessa, sillä sitä voi käyttää monissa eri kohteissa. Rakenne on myös kestävä, jos se vain on tehty oikein, eikä se vaadi ollenkaan höyrynsulkua.

Käännetyn katon suunnitelmissa on vielä paljon puutteellisuutta, mutta rakentamisen edelleen kehittyessä ja uusien innovaatioiden syntyessä käännettyjen kattojenkin suunnittelu ja toteuttaminen tulee helpommaksi. Tämä opinnäytetyö antaa toivottavasti jatkoa ajatellen parempaa näkökulmaa käännetyn katon suunnitteluun ja toteuttamiseen.

Käännettyissä katoissa voisi jatkossa käyttää enemmän nestemäistä vedeneristystä, jotta välttyttäisiin sauma- ja liitoskohdista. Tällä tavalla saataisiin ehjä ja saumaton vedeneriste ja vuodot vähentyisivät. Käännetyssä katossa kun vuotojen paikantaminen voi olla todella haastavaa ja tulla erittäin kalliiksi.

Opinnäytetyö vastaa kohtuullisen hyvin annettua tehtävänantoa ja siitä on varmasti apua suunnittelun ohjaukselle käännettyjen kattojen osalta. Tämä työ saattaa ehkäistä tulevaisuudessa ainakin isompia ongelmia, jos vain osaavat suunnittelijat ja työntekijät tekevät yhteistyötä sekä noudattavat laatuvaatimuksia mitä tässäkin työssä on esitelty.



## LÄHTEET

Asfalttikallio Oy n.d. Mastiksieristäminen. Luettu 18.9.2020. [https://www.asfalttikallio.fi/palvelut/tilaa\\_meilta/mastiksieristaminen/](https://www.asfalttikallio.fi/palvelut/tilaa_meilta/mastiksieristaminen/)

Berglund, J. 2016. Betonisen siltakannen nestemäisenä levitettävä vesieriste. Julkaistu 5/2016. Luettu 16.9.2020. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/110597/Berglund\\_John.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/110597/Berglund_John.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Betoniyhdistys Ry. 2018. Betonirakenteiden korjaaminen ja rakennusfysiikka. Pdf-tiedosto. Luettu 12.9.2020. [http://www.betoniyhdistys.fi/media/kurssimateriaalia/bkrf-2018/11\\_01-siltojen-vedeneristykset.pdf](http://www.betoniyhdistys.fi/media/kurssimateriaalia/bkrf-2018/11_01-siltojen-vedeneristykset.pdf)

Finfoam Oy n.d. Käännetty katto. Luettu 20.7.2020. <https://www.finfoam.fi/kayttokohteet/ylapohja/kaannetty-katto>

Fise Oy. 2016. Vesikaton vedeneristykseen ylösnoston virheellinen sijainti. Julkaistu 12.12.2016. Päivitetty 16.8.2018. Luettu 10.7.2020. <https://fise.fi/virhekortti/vesikaton-vedeneristykseen-ylosnoston-virheellinen-sijainti/>

Haastateltava 1.2020. Haastattelu 3.9.2020. Haastattelija Liski, M. Vantaa.

Haastateltava 2. 2020. Haastattelu 4.9.2020. Haastattelija Liski, M. Vantaa.

InfraRYL. 2020. 42310.0 Siltojen vedeneristykseen yleiset laatuvaatimukset. Julkaistu muuttuneena 1/2020. Luettu 15.9.2020. [https://ryl-rakennustieto.fi.libproxy.tuni.fi/ryl/InfraRYL/2020\\_1/42310.0.html](https://ryl-rakennustieto.fi.libproxy.tuni.fi/ryl/InfraRYL/2020_1/42310.0.html)

Junnonen, J-M. 2009. Sopimusten hallinta. Helsinki. Suomen Rakennusmedia Oy.

Järvinen, T. 2013. Tietomallipohjaiset suunnitteluratkaisut. NSS Asiantuntijaseminaari, luentokalvot tietomalliosuus.

Karhu, M. 2013. Rakennussuunnittelun ohjauksen kehittäminen talonrakennusyrityksen kannalta. Diplomityö. Julkaistu 9/2013. Luettu 3.9.2020. <http://lci.fi/wp-content/uploads/2015/05/Rakennussuunnittelun-ohjauksen-kehittaminen-talonrakennusyrityksen-kannalta.pdf>

Kiiras, J., Kruus, M., Hämäläinen, A., Lindroos, H., Saari, A., Salmikivi, Koistinen, J. 2016. Toimitilarakennushankkeen toteutus SR-mallilla. Insinööri työ. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Kosteudenhallinta.fi. N.D. Käännetyn rakenteen kosteusriskikohtia. Luettu 13.8.2020. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakenteet/ylaepohjat-ja-vesikatto/kaeaennetyn-rakenteen-kosteusriskikohtia>

Liuksiala, A. 2004. Rakennussopimukset. Helsinki. Rakennustieto Oy.

RIL107-2012. 2012. Rakennusten veden- ja kosteuseristysten ohje. 3.painos. E-kirja. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

RT 10-11223. 2016. Talonrakennushankkeen kulku. Toteutusmuodot. Julkaistu 15.6.2016. Luettu 12.6.2020. Rakennustieto Oy. RT-kortisto.

RT10-11222. 2016. Talonrakennushankkeen kulku. Osapuolet. Julkaistu 6/2016. Luettu 12.6.2020. Rakennustieto Oy. RT-kortisto.

RT-103277. 2020. Liikennöidyn tason vedeneristykset. Julkaistu 9/2020. Luettu 10.10.2020. Rakennustieto Oy RT-kortisto.

RT13-10860. 2006. Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa. Julkaistu 12/2006. Rakennustieto Oy. RT-kortisto.

Seppänen, H. 2018. Talotekniikan suunnittelun ohjaus rakennusliikkeen näkökulmasta. Insinööriyö. Julkaistu 29.4.2018. Luettu 22.8.2020. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/144511/Seppanen\\_Henri.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/144511/Seppanen_Henri.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

T. 2007. Malli talotekniikan suunnitteluun ja hankintojen ohjaukseen projektinjohtohankkeissa. Tampere. Rakennustieto Oy.

Tamminen, J. 2017. Suunnittelun ohjaus lisäkerroshankkeessa. Insinööriyö. Turun ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Toimivat Katot. 2019. Liikennöidyt tasot, pihakannet ja terassit. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2019. Luettu 10/2020. [https://www.kattoliitto.fi/wp-content/uploads/pdf/Toimivat\\_katot\\_2019\\_netti.pdf](https://www.kattoliitto.fi/wp-content/uploads/pdf/Toimivat_katot_2019_netti.pdf)

Uusi-Kokko, M. 2017. Rakennushankkeen toteutusmuodot ja allianssi korjausrakentamisessa. Insinööriyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Väylävirasto Oy. 2017. Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2/2017. Luettu 22.8.2020. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2017-02\\_sillan\\_vedeneristystyomaan\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-02_sillan_vedeneristystyomaan_web.pdf)

Väylävirasto Oy. 2017. Täydentäviä ohjeita siltojen suunnitteluun. Julkaistu 6.12.2017. Luettu 4.10.2020. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2017-25\\_taydentavia\\_ohjeita\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-25_taydentavia_ohjeita_web.pdf)

Väylävirasto Oy. 2018. Siltojen korjausohjeet. Yleiset laatuvaatimukset. Vedeneristykset. Pdf-tiedosto. Julkaistu 3/2018. Luettu 22.8.2020. [https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio1/s1801\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/sillat/silko/kansio1/s1801_web.pdf)

## LIITTEET

### LIITE 1. Haastattelukysymykset

Haastattelukysymykset Opinnäytetyö 2020

Matti Liski

Haastateltavat: haastateltava 1, haastateltava 2

Haastattelupäivät: 3.9.2020 ja 4.9.2020

1. Kerro omasta toimenkuvastasi.
  
2. Onko yksikössä käytössä paljon käännettyjä kattorakenteita
  
3. Miten käännetyt katot ovat onnistuneet?
  - a) käynnissä olevissa/juuri päättyneissä kohteissa
    - onnistumiset:
    - haasteet:
  
  - b) Takuutyökohteissa
    - ongelmat:
    - ratkaisut:
  - c) Mitkä ovat käännettyjen kattojen suurimmat/kalleimmat ongelmat?
  
4. Kuka/ketkä teillä vastaa suunnittelun ohjauksesta ja miten se on toteutettu
  - a) Onko takuukohteissa havaitut virheet viety suunnitteluvaatimuksiksi?
  
5. Mitä ajatuksia teillä on liittyen käännettyjen kattojen suunnittelun ohjaukseen?
  - a) Miten käännetyt katot on huomioitu suunnittelun ohjauksessa
  
  - b) Millaisia vaatimuksia suunnitelmissa on asetettu käännetyille katoille?
  - c) Millaisia vaatimuksia pitäisi asettaa?

d) Voidaanko suunnittelun ohjauksella poistaa käännettyjen kattojen haasteet?

6. Esimerkkejä siltapuolen/ infra ~~ry~~ vaatimuksista ja kommentteja.

7. Mitä hyvä suunnittelun ohjaus vaatii?

8. Kuinka paljon suunnittelun ohjaukseen panostetaan teillä ja kuinka se on näkynyt lopputuloksessa?

## LIITE 2. Lomake 2.1 Laadunmittauskohtien sijainnit siltakannella.

Sillan vedeneristystömaan laadunmittaus - LIVI ohje		Lomake 2.1
LAADUNMITTAUSKOHTIEN SIJAINNI SILTAKANNELLA		Sivu
<b>Pistemäiset laadunmittaukset, vaatimusten alituskohdat ja näytteenottokohtat</b>		
Lomakkeelle merkitään pistemäisten laadunmittausten, vaatimusten alituskohtien ja näytteenottokohtien likimääräiset sijainnit (tarvittaessa eri lomakesivuille) esim. kirjoittamalla sijaintipaikkaan mittauksen tunnistenumero (1-99). Lisäksi kuvaan merkitään taajamat, joihin sillan ylittävä ja alittava väylä johtavat ja muut lomakkeella kysytyt tiedot.		
Pistemäisten laadunmittausten ja näytteenottokohtien tarkempi sijainti (etäisyydet reunapalkin päästä sekä reunapalkin sisäreunasta) merkitään tulos-lomakkeille 2.4 - 2.7		
Sillan numero:		Mitattava laatuominaisuus
Sillan nimi:		Laadunmittauksen tilaaja:
Kunta:		Tilaus n:o ja tilaus pvm
Sääsuoja? (Kyllä /Ei):		Tilaajan firma:
		Tilaajan vastuhenkilö:
	Vastuhenkilön puhelin:	
Taajama 3:		Sillan alittava väylä:
		Taajama 4:
		Mittaus pvm.
		Mittajaan firma:
		Mittauksen vastuhenkilö:
		Vastuhenkilön puhelin:

## LIITE 3. Laadunvarmistuksen tarkastuskohdat

Taulukko 3. Eristystöiden vaatimustenmukaisuuskokeet ja tarkastukset.

Rakenneosa ja näyte	Ominaisuus	Milloin tutkitaan	Näytemäärä	
<b>Eristysalusta</b>	- tasaisuus - kosteus - karheus - tiivistysepoxsin tai muun tiivistysaineen tiiviys ja tartunta - lätköityminen	aina - " - - " - aina tarvittaessa	epätasaiset kohdat 3-6 kohtaa/silta 3 kohtaa/ alkava 500 m <sup>2</sup> ≥ 3 kohtaa/silta ≥ 1 vesikoe/silta	
<b>Kermieristys</b>	- tartunta  - kumibitumi padasta - kumibitumi säkistä - kumibit.liuos - kermi	- laatuominaisuudet  - " - - " - - " - - " -	aina tarvittaessa - " - - " - - " - - " -	3x2 kpl/alkava 1000 m <sup>2</sup> 1 kpl/silta 0,3 kg padasta 1 kpl/silta 0,3 kg säkistä 1 kpl/silta 2,5 kg 1 kpl/silta 2 m <sup>2</sup> :n pala
<b>Mastiksieristys</b>	- massanäyte  - valmis eristys	- sideainepitoisuus - rakeisuus - painuma - palautuma - sideaineen ominaisuudet - paksuus  - vedenpitävyys	aina - " - - " - tarvittaessa - " - aina - " -	1 massanäyte/1500 m <sup>2</sup> ja vähintään 2 kpl/silta Näytekoko: 5 kg massaa  ≥1 kpl/alkava 250 m <sup>2</sup> kuitenkin vähintään 3 kpl ≥ 1 kpl/silta, kastelu 2h ja ≥ 1 kpl/silta, vesipatsaskoe
<b>Nestemäisenä levitettävä eristys</b>	- koelevitys - valmis eristys  - osa-aineet	- tiheys - tartunta - paksuus	aina - " - - " - tarvittaessa - " -	1 kpl/työvuoro 3x2 kpl/alkava 1000 m <sup>2</sup> 5 kpl/alkava 250 m <sup>2</sup> *) 1 kpl/silta 2,5 kg massaa varten 2 kpl/silta, näytepalat 250 mm x 400 mm

) myös tartuntavetokohdat voidaan hyväksyä paksuudenmittauskohdiksi.

## LIITE 4. Käännetyn katon vedeneristämisen laatusuunnitelma.

Tilaaja:	Kohde/työmaa:										Kelpoisuus Hyväksyty/Hylätty/ y/Korjattu (pvä)
	TOIMINTO	Laatuvaatimus	Viitteet: RIL 107-2000 ja RT 85-10729	Toimenpide/ mittaustapa	Tarkastus- taajuus	Tarkastusaja nkohta	Dokumentointi	Vastuu Ura- koil- sija	Ti- laaja		
Alustan katselmus	<ul style="list-style-type: none"> <li>eristysalusta kunnan tarkastus</li> </ul>	RIL 107-2000	tarkistus	1 krt/ pihakansi	ennen eristystyötä	pöytäkirja		X			
Alustan tasaisuus ja karheus	<ul style="list-style-type: none"> <li>vähintään puuhierretty, suositus teräshierretty pinta</li> <li>terävä harjanne pois</li> <li>yli 3mm hammaustuksia tai rakoja</li> <li>betoniroiskeet ja kivet pois</li> <li>ei haitallisia halkeamia</li> </ul>	RIL 107-2000 ja RT 85-10729	tarkistus	koko pihakansi	ennen eristystyötä	pöytäkirja		X			
Alustan kosteus	<ul style="list-style-type: none"> <li>kermi kauttaaltaan kiinni</li> <li>suht.kosteus enintään 90%</li> <li>ei yli 0,2 mm halkeamia</li> <li>halkeamat suljetaan epoksilla</li> </ul>	RIL 107-2000	tarkistus	3kpl/pih- kansi	ennen eristystyötä	pöytäkirja		X			
Alustan halkeamat	<ul style="list-style-type: none"> <li>ei sementtiliimaa, öljyä, pölyä, rasvaa, hoitoainetta</li> <li>Sementtiliiman ja jälkihoidoaineiden poisto sinkkopuhalluksella</li> </ul>	infra RYL 2006	tarkistus	koko pihakansi	ennen eristystyötä	pöytäkirja		X			
Alustan puhtaus	<ul style="list-style-type: none"> <li>ei sementtiliimaa, öljyä, pölyä, rasvaa, hoitoainetta</li> <li>Sementtiliiman ja jälkihoidoaineiden poisto sinkkopuhalluksella</li> </ul>	RIL 107-2000		koko pihakansi	ennen eristystyötä	pöytäkirja		X			
Eristysolosuhteet	<ul style="list-style-type: none"> <li>ilman lämpö <math>\geq 5^{\circ}\text{C}</math> ja suht.kost. <math>\leq 85\%</math></li> <li>alusta väh. <math>3^{\circ}\text{C}</math> lämpimämpi kuin kastepilelämpötilä</li> </ul>	RIL 107-2000	Vaisala HMI41 mittauslaite	2 kpl/ työpaiva	joka aamu ennen työn alotusta ja päivän aikana	eristysolosuhte pöytäkirja	X				
Kermien limitykset	<ul style="list-style-type: none"> <li>siivusauma 100 mm</li> <li>päätysauma 150 mm</li> <li>pääleikkaisen kermien saumat en kohtiin</li> </ul>	42310.3.2.1. kohdat 11-14	silmämääräinen tarkastus	koko silta	eri kermikerros- ten jälkeen	valokuvat pöytäkirjan liitteeksi	X				
Kermien tartunta	<ul style="list-style-type: none"> <li>vähintään viitokoe infra RYL:n menetelmällä</li> </ul>	infra RYL 2006		3kpl/ pihakansi	pohjakermistä	pöytäkirja	X				

Päivämäärä:

Laatinut:

Hyväksynyt:

