

**VÄYLÄVIRASTON MÄÄRÄYS SÄÄSUOJAUKSEN  
PAKOLLISUUDESTA SILTOJEN VESIERISTYSTYÖSSÄ**

Vaikutus työn tekemiseen ja laatuun



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Visamäki, rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

kevät, 2019

Miikka Hietanen

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri  
Visamäki

---

<b>Tekijä</b>	Miikka Hietanen	<b>Vuosi</b> 2019
<b>Työn nimi</b>	Väyläviraston määräys sääsuojauksen pakollisuudesta siltojen vesieristystyössä – vaikutus työn tekemiseen ja laatuun	
<b>Työn ohjaaja</b>	Jari Mustonen	

---

## TIIVISTELMÄ

Aihe tähän opinnäytetyöhön tuli työn tilaajan KKN-Rakennuksen taholta. Tarkoituksena oli tutkia sääsuojauksen tarvetta siltojen vesieristystyössä. Erityisesti tutkittavana oli, miten Väyläviraston sääsuojausta koskeneen ohjeistuksen tiukentaminen siten, että sääsuojaus on ehdoton myös kesäaikana, on vaikuttanut työn tekemiseen ja laatuun. Pääasiallisena mielenkiinnon kohteena oli nestemäisenä levitettävien vesieristysten tekeminen sillankansiin nimenomaan kesäaikana. Erityisesti Mapei Purtop 400 M, jota KKN-Rakennus käyttää.

Materiaali koostui viidestä asiantuntijahaastattelusta, joilla pyrittiin keräämään käytännön kokemuksia eristystyöstä, sekä kahdesta esimerkkikohteesta. Toinen esimerkkikohteista oli tehty sääsuojan sisällä ja toinen ilman sääsuojaa. Haastatteluista nostettiin eri teemoittain jaettuja näkemyksiä ja esimerkkikohteiden eristystyön vaiheet, olosuhteet ja laadunvarmistukset käytiin läpi.

Lopputulemana saatiin kattava näkemys siitä, miten sääsuojausta koskevan ohjeistuksen tiukentaminen on vaikuttanut vesieristystyön laatuun. Lopputulemana oli, että käytettävällä vesieristysmenetelmällä on vaikutusta työn etenemisnopeuteen ja myös sääsuojauksen tarpeeseen kesäaikana. Käytettäessä nestemäisenä levitettäviä eristeitä, kuten Purtop 400 M, ei usein ole tarvetta sääsuojan rakentamiselle kesäaikana. Sääsuojan käytön tulisi olla selkeästi harkinnanvaraista.

**Avainsanat** sillat, sääsuojaus, vesieristys

**Sivut** 33 sivua, joista liitteitä 4 sivua

Degree Programme in Building and Construction Engineering  
Visamäki

---

<b>Author</b>	Miikka Hietanen	<b>Year</b> 2019
<b>Subject</b>	The regulation by the Finnish Transport Infrastructure Agency on the use of weather protection in waterproofing work on bridge decks and its effects on quality	
<b>Supervisor</b>	Jari Mustonen	

---

ABSTRACT

This Bachelor's thesis was commissioned by KKN-Rakennus Oy. The purpose was to examine the need of weather protection tents in waterproofing work on bridge decks. A special interest was in the effects of the change in the regulation on weather protection by the Finnish Transport Infrastructure Agency in which water protection became mandatory at all times.

The research material consisted of five expert interviews and two example bridge construction sites. The interview subjects were selected so that a comprehensive insight into waterproofing work on bridge decks could be accumulated. One of the example sites was waterproofed inside a water protection tent and the other one without a tent. The research was limited to apply to the use of liquid waterproofing materials, such as Mapei Purtop 400 M, that KKN-Rakennus Oy uses.

The results of the thesis indicated that the addition of water protection tents during summer season had some positive effects on the quality of work. On the other hand, there seemed to be differences in the need for water protection tents when using different waterproofing materials and methods. Liquid waterproofing is much faster to apply and therefore is subject to weather conditions for a shorter period of time. Using Purtop 400 M waterproofing there is at most times no need for waterproofing tents during the summer period. The use of water proofing tents in the summer period 15.5.-31.8. should be discretionary.

**Keywords** bridges, waterproofing, weather protection

**Pages** 33 pages including appendices 4 pages

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	MÄÄRÄYKSET SILTOJEN VESIERISTYSTYÖSTÄ.....	1
2.1	Siltakannen vesieristuksen yleiset laatuvaatimukset.....	1
2.1.1	Sää- ja olosuhdevaatimukset työn aikana.....	1
2.1.2	Eristysalustan vaatimukset.....	2
2.2	Sillan kannen vesieristysmenetelmät.....	3
2.2.1	Betonikannen tiivistys.....	3
2.2.2	Kermieristys.....	4
2.2.3	Kumibitumimastiksi.....	4
2.2.4	Nestemäisenä levitettävä vesieristys.....	4
2.3	Sääsuojaukseen koskevat määräykset.....	5
3	SÄÄSUOJAUKSEN VAIKUTUS.....	6
3.1	Tutkimuksen rajaaminen.....	6
3.2	Asiantuntijahaastattelut.....	6
3.2.1	Haastateltavien valinta.....	6
3.2.2	Kysymykset.....	7
3.3	Esimerkkikohteet.....	7
4	TULOKSET.....	8
4.1	Nestemäisenä levitettävän vesieristeen ominaisuudet.....	8
4.2	Haastattelujen purku.....	9
4.2.1	Historiaa ja syyt ohjeistuksen muuttamiseen.....	9
4.2.2	Ohjeistuksen muuttamisen vaikutukset.....	11
4.2.3	Käytettävän eristysmenetelmän vaikutus sääsuojan tarpeeseen.....	11
4.2.4	Sääsuojan käytön tarpeellisuutta kyseenalaistavia näkökulmia.....	13
4.2.5	Sääsuojan käyttöä puoltavia näkökulmia.....	15
4.2.6	Sääsuojan käyttöön liittyviä ongelmia.....	17
4.3	Esimerkkikohteet.....	18
4.3.1	Eristystyö sääsuojan kanssa.....	18
4.3.2	Eristystyö ilman sääsuojaa.....	20
5	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	22
5.1	Sääsuojausohjeen muuttamisen vaikutus.....	22
5.2	Sääsuojauksen ongelmakohdat.....	24
5.3	Nestemäisenä levitettävän vesieristuksen sääsuojaus kesäaikana.....	26
5.4	Jatkotutkimustarve.....	27
	LÄHTEET.....	28
	HAASTATTELUT.....	28

## Liitteet

- Liite 1 Vedeneristyspöytäkirja: VT25 Tynnyrinharjun eritasoliittymä S2/ Lohja 2018
- Liite 2 Vedeneristyspöytäkirja: Laajalahden risteyssilta 1, Äänekoski 2018

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella sääsuojauksen käytön vaikutusta siltojen vesieristystyöhön kesäaikana. Väylävirasto muutti 2012 InfraRYL ohjeistusta siten, että sääsuojausta tulee käyttää vesieristystyössä aina. Työssä selvitetään esimerkkikohteiden ja asiantuntijahaastattelujen avulla käytännön kokemuksia siitä, miten tuo ohjeen muuttaminen on vaikuttanut työn tekemiseen ja laatuun.

Työn tilaaja on KKN-Rakennus Oy, joka on vuonna 1994 perustettu rakennusyhtiö, jonka kohteista suuri osa on siltatyömaita. KKN-Rakennuksella on 25 vuoden kokemus siltakohteista ja siltojen vesieristystyöstä epoksiivistyksen osalta. Vuodesta 2013 KKN-Rakennus on tehnyt sillankannen vesieristystä nestemäisenä levitettävällä vesieristeellä. Tästä syystä tässä opinnäytetyössä keskitytäänkin pohtimaan erityisesti sääsuojauksen vaikutusta kesäaikana käytettäessä nestemäisenä levitettävää vesieristettä.

## 2 MÄÄRÄYKSET SILTOJEN VESIERISTYSTYÖSTÄ

### 2.1 Sillankannen vesieristykseen yleiset laatuvaatimukset

Sillankannen vesieristys tulee tehdä siten, että valmis eristys on kauttaaltaan vesitiivis ja kestävä vuotamatta vallitsevat olosuhteet, vedenpaineen ja liikenteen rasituksen sekä lämpölaajenemisesta ja kutistumasta aiheutuvat rakenteen muodonmuutokset. Eristykseen tulee kestää tiesuolojen sekä laimeiden happojen ja emästen vaikutuksia. (InfraRYL, 42310.0.1-2)

#### 2.1.1 Sää- ja olosuhdevaatimukset työn aikana

Kannen lämpötilan tulee olla vähintään 3°C ilman kastepistelämpötilan yläpuolella ja suhteellinen ilmankosteus saa olla enintään 85% RH. Kuvassa 1. olosuhteiden mittaukseen käytettäviä mittareita. Kannen lämpötila tulee olla työn aikana materiaalin kovettumiseen asti:

- Epoksiivistyksessä väh. 10°C
- Kermi- ja nestemäisenä levitettävät eristeet väh. 5°C (ellei tuotekohtainen vaatimus ole suurempi)
- Mastiksieristys väh. 2°C (InfraRYL, 42310.0.14-17)



Kuva 1. Olosuhteiden mittauslaitteistoa: pintalämpömittari ja ilman lämpö/kosteusmittari, joka ilmoittaa myös suoraan kastepisteeseen.

### 2.1.2 Eristysalustan vaatimukset

Eristettävästä betonipinnasta poistetaan sementtiliima, jälkihoitoaine ja mahdolliset tartuntaa heikentävät epäpuhtaudet hiekka- tai sinkopuhalluksella. Sementtiliima tulee olla poistettu niin, että paljasta kiviainesta on näkyvissä vähintään 25 % eristettävästä pinnasta. Kuvassa 2 suoritetaan kannen esikäsittelyä sinkopuhalluslaitteistolla. Pölynpoisto on suoritettava huolellisesti ja valmiin eristysalustan on oltava kuiva ja puhdas. Mahdolliset halkeamat imeytetään tai tarvittaessa injektoidaan epoksilla. (InfraRYL 42310.2.1)

Betonipinnan makrokarkeuden tulee olla 0,3 – 1,2 mm mikä varmistetaan lasihelmikokeella. Lisäksi betonin absoluuttinen kosteus mitataan ensin pintakosteusmittarilla ja sen jälkeen 30mm syvyydeltä poranäyttein kuivatus - punnitus menetelmällä. (InfraRYL 42310.2.1)

Eristysalustan tasaisuus tarkistetaan oikolaudalla. InfraRYL 42300 Liite 1 kertoo alustan vaatimukset eri eristysmateriaaleille. Lisäksi eristysalustan tulee täyttää käytettävän tiivistys- ja vedeneristysaineen tuotekohtaiset puhtaus- kosteus-, karheus- ja muut vaatimukset.



Kuva 2. Alustan esikäsitteily sinkopuhalluslaitteistolla

Teräskannen pinta suihkupuhdistetaan ja korroosiosuojataan välittömästi puhdistuksen jälkeen kermieristystä ja mastiksia käytettäessä kumibitumiliuoksella ja nestemäistä eristettä käytettäessä primerillä tai sinkkiepoksi-maalilla. (InfraRYL 42310.2.2)

Puukannen ollessa kyseessä on varmistettava käytetyn lahonsuoja-aineen ja käytettävien eristysmateriaalien yhteensopivuus. Alustassa ei saa olla yli 2 mm korkea hammastusta. Pinta suihkupuhdistetaan kermiä tai nestemäistä eristettä käytettäessä – mastiksille riittää puhdistus paineilmalla. Puukansi tulee olla puhdas ja pintakuiva, sateelta suojattu ja absoluuttinen kosteus saa olla enintään 18 %. (InfraRYL 42310.2.3)

## 2.2 Sillan kannen vesieristysmenetelmät

### 2.2.1 Betonikannen tiivistys

Kannen tiivistys suoritetaan yleensä tiivistysepoksilla. Epoksitiivistys tulee tehdä laskevaan kannen lämpötilaan. Eristys tehdään kahtena kerroksena, joista ensimmäiseen heitetään sirotehiekkä. Mikäli epoksipinta jää sileäksi, levitetään ylimääräinen epoksi ja hiekkakerros pinnan karhentamiseksi. Valmiin epoksipinnan tulee olla vesitiivis ja vesitiiveys mitataan korkea- ja matalajännitemenetelmillä. Vuotokohtat merkitään ja paikataan. (InfraRYL 42310.3)

Epoksitiivistys suojaa sen päälle asennettavaa vesieristettä sillan betonikannen huokosista kulkeutuvaa vesihöyryn painetta vastaan. Epoksin tarttalujuus mitataan vetokokein ja sen tulee olla jokaisesta mittauskohdasta vähintään 1,0 N/mm<sup>2</sup> ja keskimäärin 1,5 N/mm<sup>2</sup>. (InfraRYL 42310.3)

### 2.2.2 Kermieristys

Kaksinkertainen kermieristys on yleisin siltakansissa käytettävä vesieristysmenetelmä. Kermit asennetaan kanteen tuotteesta riippuen joko hitsaamalla tai liimaamalla kuumalla kumibitumilla. Kermieristyksen onnistumisen kannalta olennaista on hyvin tehty tiivistysepoxsin levitys. Epoxsin vuotokohdista kannen lämmitessä epoxsin ja kermin väliin tunkeutuva vesihöyry irrottaa kermin alustastaan synnyttäen kuplan, joka edelleen aiheuttaa aikanaan myös asfaltin rikkoutumisen. Kermin tarttumiseen vaikuttaa olennaisesti myös alustan karheus, minkä vuoksi tiivistysepoxsia levitettäessä on kiinnitettävä huomiota siihen, ettei sileitä kohtia jää valmiiseen pintaan. Kermieristyksen tartuntavetolujuus on sidonnainen kannen lämpötilaan vetokoetta otettaessa. Kumibitumin ominaisuudet muuttuvat olennaisesti lämpötilan eläessä. (InfraRYL 42310.3.2.1)

### 2.2.3 Kumibitumimastiksi

Kumibitumimastiksi on hiekasta, täytejauheesta ja kumibitumisideaineesta koostuva kuumana levitettävä vesieriste. Kerrosvahvuus on keskimäärin 20 mm (vähintään 15mm ja enintään 30mm). Kansi varustetaan paineentasausputkilla ja ennen mastiksin levitystä kanteen levitetään paineentasausverkko. Mastiksi levitetään käsityönä kolaamalla yhtenä kerroksena. (InfraRYL 42310.3.2.2)

### 2.2.4 Nestemäisenä levitettävä vesieristys

Betoninen kansi käsitellään Silko -hyväksytyllä tuotekohtaisella pohjustus- tai tiivistysaineella. Ennen varsinaista ruiskutusta tehdään koe-eristys noin 1m<sup>2</sup> suuruisena muovikelmun päälle. Eristystyössä noudatetaan tuotekohtaisia käyttöohjeita. Nestemäinen eristys ruiskutetaan yleensä kahtena ristikkäisenä kerroksena ja eristys tehdään laskevaan lämpötilaan. Valmis eristyskerros on keskimäärin 2,5 mm paksu ja joka kohdasta vähintään 2,0 mm paksu. Tartuntalujuusvaatimus on keskimäärin suurempi kuin 1,2 N/mm<sup>2</sup> ja joka kohdasta suurempi kuin 1,0 N/mm<sup>2</sup>. Eristyksen tulee olla tasalaatuinen, eikä siinä saa olla huokosia, kuplia, kuoppia tai neulamaisia reikiä. (InfraRYL 42310.3.2.3) Kuvassa 3. esimerkki nestemäisen vesieristeen levittämisestä robotin avulla.



Kuva 3. Nestemäisenä levitettävän vesieristyksen ruiskutusta robotin avulla.

Nestemäisenä levitettävän eristeen tiheys ei saa olla yli 3% alle valmistajan ilmoittaman optimitiheyden. Jokaisen työvuoron alussa tehdään koe-eristys n. 1m<sup>2</sup> suuruisen muovikelmun päälle kerrosvahvuuden ja tiheyden säätöä varten. (InfraRYL 42310.4.2.3)

### 2.3 Sääsuojausta koskevat määräykset

Uusimpien ohjeiden mukaan sillan vesieristystyö on aina tehtävä sääsuojan sisällä. Sääsuoja on pystytettävä siten, että se pysyy paikallaan, ja kestävä vallitsevat olosuhteiden aiheuttamat kuormitukset. Sääsuojan tulee olla vesitiivis kaikissa olosuhteissa koko alueelta ja ulottua reunapalkin ulkopuolella vähintään reunapalkin pystypinnan puoliväliin asti. Esteetön työskentelykorkeus sääsuojaissa tulee olla väh. 2,5 m kannesta mitattuna. Enintään 40 m pitkillä silloilla sääsuojan tulee ulottua sillan päästä päähän. Pidemmillä silloilla voidaan käyttää myös siirrettävää sääsuojaa. Sääsuojan tulee olla tuuletettavissa ja tarvittaessa lämmitettävissä. Kondenssi- ja huuleveden valuminen kannelle tulee estää. Pölyttämistä sääsuojan lähistöllä vältettävä ja nestekaasulämmitteiset bitumipadat on pidettävä sääsuojan ulkopuolella. (InfraRYL 42310.0)

Sääsuojan pystytyksestä on lisäksi olemassa Väyläviraston, ohjeen julkaisuhetkellä vielä Liikenneviraston, julkaisema Sääsuojausten käytön turvallisuusohje, jossa on otettu vielä tarkemmin kantaa mm. sääsuojan sisällä työskentelevien työturvallisuuteen. Esimerkiksi vesieristystyössä haihtuvien kemikaalien takia sääsuojan on hyvä olla tuuletettava ja eristystyön tekijöiden tulee huolehtia riittävien henkilökohtaisten suojainten käytöstä. (Liikennevirasto 2014)

Väyläviraston määräys sääsuojauksen käytöstä muuttui 10.2.2012. Ennen tuota ajankohtaa sääsuojauksen pakollisuus oli sidottu tiettyihin aikarajoihin.

*”Eristystyöt on tehtävä sääsuojan sisällä:*

- *jos kermi, nestemäinen eristysmateriaali tai tiivistysepoksi asennetaan muulloin kuin 15.5. – 31.8. välisenä aikana tai*
- *-jos mastiksieristys tehdään tiivistysepoksin kanssa muulloin kuin 15.5. – 31.8. tai ilman tiivistysepoksia muulloin kuin 15.5. – 30.9.”*

*(InfraRYL 2010/1 42310.0.8.9)*

Uusissa ohjeissa edellä mainitut aikarajat jäivät pois.

*”Eristystyö on tehtävä sääsuojan sisällä. Korjauskohteissa sääsuojan käyttö on kuitenkin harkittava aina tapauskohtaisesti tilaajan kanssa.” (InfraRYL 2010/1 42310.0.8.9, muutokset vahvistettu 10.2.2012)*

Uusimmassa InfraRYL julkaisussa ohje kuuluu yksinkertaisesti:

*Eristystyö on tehtävä sääsuojan sisällä (InfraRYL 2017/1)*

### **3 SÄÄSUOJAUKSEN VAIKUTUS**

#### **3.1 Tutkimuksen rajaaminen**

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on pohtia sääsuojauksen vaikutusta työn tekemiseen ja laatuun erityisesti nestemäisenä levitettävää vesieristystä käytettäessä lämpimänä aikana. Lähtökohtana vanhan ohjeen mukainen aikaraja toukokuun puolivälistä elokuun loppuun. Muut materiaalit huomioidaan vertailun vuoksi pintapuolisesti.

#### **3.2 Asiantuntijahaastattelut**

##### **3.2.1 Haastateltavien valinta**

Tavoitteena oli selvittää käytännön kokemuksia siitä, miten sääsuojan käyttö myös lämpimänä aikana on vaikuttanut vesieristystyön tekemiseen ja laatuun. Suuri osa materiaalista koostuu haastatteluina kerätyistä asiantuntijalausunnoista. Haastateltavat on pyritty valitsemaan siten, että saataisiin mahdollisimman laaja-alainen näkemys ja asiantuntemus rakennushankkeen eri osapuolilta.

Urakoitsijan edustaja:	Tomi Keinänen, yrittäjä, vedeneristysurakoitsija, KKN-Rakennus Oy
Pääurakoitsijan edustaja:	Teemu Palosaari, vastaava mestari, Graniittirakennus Kallio Oy
Tilaaajan edustaja:	Juha Hännikäinen, rakennusvalvoja, Espoon Kaupunki
Aineen toimittajan edustaja:	Sami Vuorikoski, tekninen päällikkö, Mapei Oy
Väylävirasto:	Pekka Siitonen, silta-asiantuntija Jouko Lämsä

### 3.2.2 Kysymykset

Asiantuntijahaastatteluilla pyrittiin hakemaan vastausta seuraaviin aihealueisiin.

- Miksi ohjeistusta sääsuojauksesta muutettiin?
- Mitä positiivisia vaikutuksia sääsuojauksella saavutetaan?
- Mitkä ovat sääsuojauksen mahdolliset ongelmakohdat?
- Onko käytettävällä vesieristeellä vaikutusta sääsuojauksen tarpeeseen?
- Mikä vaikutus siltojen sääsuojauksella on vesieristystyön laatuun?
- Mikä vaikutus siltojen sääsuojauksella on vesieristystyön aikatauluun?
- Koetaanko sääsuojaus vesieristystyön kannalta tarpeelliseksi myös lämpimänä aikana?

### 3.3 Esimerkkikohteet

KKN-Rakennus Oy:llä on 25 vuoden kokemus siltojen vesieristystyöstä ja kattava aineisto sekä sääsuojan kanssa, että ilman tehtyjen siltakohteiden vedeneristystyön vedeneristyspöytäkirjoista, joista käyvät ilmi eristystyön aikaiset olosuhteet ja laadunvarmistuskokeiden tulokset. Olen poiminut näistä esimerkin vuoksi kaksi kohdetta – yhden ilman sääsuojaa ja yhden sääsuojan kanssa kesäaikana tehdyn eristyskohteen.

## 4 TULOKSET

### 4.1 Nestemäisenä levitettävän vesieristeen ominaisuudet

KKN-Rakennus käyttää vesieristystöissään Mapein Purtop 400 M vesieristettä. Purtop 400 M on kaksikomponenttinen, liuottimeton, modifioitu polyyureaharts. Betoninen sillankansi pohjustetaan Mapei Primer M epoksi-pohjusteella, johon heitetään tartunnan parantamiseksi kvartsihiekkakerros. Kuvassa 4 voidaan nähdä valmista eristepintaa ja kanteen levitetty primer. Kuvassa 5 näkyy laadunvarmistukseen liittyvä tartuntavetokoiden otto. Purtop 400 M levitetään kaksoissekoittimella varustetulla korkeapaineruiskulla, jossa on virtaaman ja lämpötilan säätö ja itsepuhdistuva ruiskusuutin. Molempien komponenttien levityslämpötila on välillä +65°C - +85°C ja ruiskutusaine 160-200 bar. (Mapei Oy, 2019)



Kuva 4. Oikeassa laidassa valmista Purtop 400 M pintaa, vasemmalla Mapeprimer M pohjuste, jossa näkyvillä myös hiekkapoksilla tehtyjä korjauksia.

Purtop 400 M käytön etuja:

- Ei sisällä liuottimia eikä VOC-yhdisteitä
- Vesitiivis välittömästi ja kävelykuiva nopeasti;
- Erinomainen vetolujuus (> 12 N/mm<sup>2</sup> ISO 37 mukaisesti);
- Erinomainen repeytymislujuus (> 45 N/mm ISO 34-1 mukaisesti);
- Hyvä staattinen ja dynaaminen halkeaman silloituskyky myös alhaisissa lämpötiloissa;
- Murtovenymä yli 400% (ISO 37);
- Erinomainen alkalien ja laimennettujen happojen kesto;
- Nopea sitoutumisaika ruiskutettaessa: geeliiytyy +23°C lämpötilassa noin 7 sekunnissa;
- Ei tarvitse vahvikeverkkoa;
- Ei kuormita kantavia rakenteita;
- Sitoutumisen jälkeen tuote on täysin valmis. (Mapei Oy, 2019)



Kuva 5. Tartuntavetokokeiden ottaminen valmiista pinnasta

## 4.2 Haastattelujen purku

Haastattelut on purettu tässä poimimalla suoraan tiivistetyistä haastattelusta nousseita näkemyksiä kuuden eri teeman mukaan ryhmiteltynä. Haastateltavien näkemykset esitetään tässä suodattamattomina ja siten kuin he olivat omalta osaltaan asian kokeneet ja ymmärtäneet.

### 4.2.1 Historiaa ja syyt ohjeistuksen muuttamiseen

Ennen siltakohteissa käytettiin suojabetonia eristeen päällä. Kun suojabetonin käytöstä pääsääntöisesti luovuttiin, alettiin siltakansilla käyttämään epoksiitiivistyksiä tai pelkästään kumibitumiliuoksella sivelyä. Alkoi esiintyä eristeen kuplimista, erityisesti kermieristyksissä. Polyuretaanieristeiden kanssa oli tartuntaongelmia. Näihin ongelmiin etsittiin ratkaisua ja yhtenä vaihtoehtona oli palaaminen takaisin suojabetonin käyttöön, mutta toisaalta siitä oli jo lähes kaikissa Euroopan maissa ajat sitten luovuttu. Alettiin selvittää eurooppalaista menettelyä ja varsinkin Saksassa ja saksankielisissä maissa oli ollut hyviä kokemuksia siitä, että betonin pinta tiivistettiin ennen varsinaista eristystuotetta. Suomessa VTT:llä tehtiin monenlaisia kokeita kuplimiseen liittyen – tiivistetyillä ja tiivistämättömillä laatoilla. Ilmeni selviä eroja kuplimisessa. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Kun päädyttiin tiivistyksen käyttämiseen, oli seuraavana ongelmana kosteudenhallinta siltakansilla. Märälle alustalle tiivistyksen tekeminen ei onnistu – tiivistykseen tulee reikiä. Kun alkoi tulla paineita, että eristystä olisi aikataulujen takia hyvä pystyä tekemään muulloinkin kuin keskellä kesää,

päädyttiin siihen, että toukokuun 15. päivästä elokuun loppuun sääsuojaa ei tarvinnut välttämättä käyttää, mutta muina aikoina kyllä. Syynä oli lähinnä kannen kuivuminen ja tietenkin sateet. Esimerkiksi syksyllä saattoi yökaste kastella kannet, vaikka muuten olisi ollut poutaa. Se toimi ihan hyvin siihen asti, kunnes sattui sellainen aika, että keskellä kesää tuli paljon sateita ja ukkoskuuroja. Työmaat alkoivat viivästyä, koska ei saatu eristysolosuhteita kohdilleen. Sitten 2010 vuoden paikkeilla tuli paljon kuplimisongelmia ja päätettiin muuttaa ohje siten, että sääsuoja on aina oltava käytössä. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Alkuvaiheessa ohje sääsuojien käytöstä koski pääsääntöisesti vain uudisrakenteita. Myöhemmin ELY-keskusten ja urakoitsijoiden kautta tuli ajatus, että sääsuojien käyttö koskisi myös korjauskohteita – vaikka siellä tilanteet ovatkin erilaisempia kuin uudiskohteissa. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Alkuun sääsuojaus ohje koski erityisesti kermieristystä, mutta kun siirryttiin epoksitiivistykseen, haluttiin että kaikki eristykset ovat samalla viivalla. Jos ohjeistus olisi koskenut vain kermieristystä, nestemäiset eristeet olisivat saaneet kilpailuedun, koska niillä ei ollut yhtä ehdoton se edellytys. Tiehallinto ja liikennevirasto halusivat, että kaikki eristeet ovat samalla viivalla – sitten tapauskohtaisesti voidaan siltatyömailla ohjeista poiketa, jos niin halutaan, mutta siitä tulee hyvityshinta tilaajalle. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Ongelmanahan on hyvinkin pitkälti kupliminen. Muita asfaltin alla olevia virheitä on vaikea edes havaita – esimerkiksi huonot tartunnat. Vuosina 2010 ja 2011 oli hyvin helteiset kesät ja silloin kuplimista ilmeni runsaasti. Sen jälkeen 2012 sääsuojat tulivat pakolliseksi myös kesäaikaan ja lisäksi lisättiin koulutusta. Tämä on yleinen vaatimus. Työmaakohtaisesti voidaan poiketa, mikäli niin tilaajan kanssa sovitaan, mutta yleiset ohjeet tulee kirjoittaa tiukoiksi. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Aikanaan keskusteltiin Tiepiirin ja ELY-keskusten kanssa siitä, kenelle kustannukset lankeavat, kun keskushallinnosta tulee ohje, että sääsuoja tulee pakolliseksi. Oltiin montaa mieltä siitä, että kuka sen maksaa ja onko siitä niin paljon hyötyä, että kannattaa maksaa. Nykyisin tiettävästi kaikki ELY-keskukset ajattelevat sammalla lailla, kuin keskushallinto, että sääsuoja kannattaa rakentaa. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Kuplimisen takia korjatuissa kohteissa on pääsääntöisesti ollut epoksissa vuotoja. Kipinäharavahan tuli epoksitiivistyksen laadunvalvontaan vasta siinä 2010 paikkeilla ja sitä ennen käytettiin vain eristysvastusmittausta, joka on pistemäinen. (Hännikäinen, haastattelu 16.4.2019)

#### 4.2.2 Ohjeistuksen muuttamisen vaikutukset

Kokemus oli, että vähitellen eristeen kupliminen alkoi vähenemään, kun alettiin tehdä hallituissa oloissa. Urakoitsijat, ainakin osa, olivat sitä mieltä, että sääsuojien käyttö on hyvä asia: ei tarvitse alkaa keskikesällä odottelemaan, että milloin pääsee eristämään. Aikataulujen venyminen väheni ja laatu pääsääntöisesti parani. Koulutuksen lisääminen yhdessä sääsuojien kanssa on vaikuttanut siihen, että asenteet ovat parantuneet. Nyt vedeneristäjät osaavat tehdä ja pääurakoitsijat osaavat olla järkevämpiä, eivätkä vaadi työtä tehtäväksi väärissä olosuhteissa. Yleisesti uskotaan siihen, että on parempi tehdä työ kerralla hyvin. Osoituksena tästä on kesä 2018, joka oli valtavan kuuma, eikä kuplimisia juurikaan tullut kuin vanhoihin siltoihin, joissa oli aiemminkin ollut ongelmia. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Kun ongelmia ilmeni, syyllistettiin epoksi- ja kermiurakoitsijoita, eikä vikaa etsitty muualta. Myöhemmin pari siltaa jouduttiin purkamaan ja Turun saaraalatyömaalla ilmeni ongelmia betonissa. Väylävirastokin aloitti mittavat tutkimukset jo tehtyjen siltojen betonista ja Jarmo Julkun DI lopputyö käsitteli asiaa. Mahtaisiko sieltäkin löytyä osasyy ongelmiiin. (Keinänen, haastattelu 15.3.2019)

Ei laatuun ole välttämättä sinällään tullut parannusta - joissain kohteissa kyllä, riippuen seuraavien viikkojen säätilasta. Toiseen on tullut haittaa. Riippuu mitä vesieristystä tehdään. (Palosaari, haastattelu 11.4.2019)

Kyllä se tilaajan näkökulmasta on sen työn onnistumiseen ehkä hivenen antanut varmuutta, jos kosteusmittaukset on tehty sääsuojan sisällä, eikä kansi enää sen jälkeen pääse kastumaan. Ja siitähän me lähdetään, että sääsuoja tehdään vedenpitäväksi. (Hännikäinen, haastattelu 16.4.2019)

#### 4.2.3 Käytettävän eristysmenetelmän vaikutus sääsuojan tarpeeseen

Nestemäinen ruiskutus on nopeaa, mutta siinäkin tarvitaan tiivistys pohjalle, joka on hitaammin reagoiva. Se vaatii äärettömän tarkan olosuhdetekijän, että onnistuu. Kansi pitää tietenkin olla kuiva, ja olosuhteet pitää pysyä hyvinä koko työn ajan kovettumiseen asti. Tiivistyksen jälkeen tietenkin se nestemäisen ruiskutus on nopea toimenpide, mutta tiivistysaineen pinta ei saa olla kostea. Kovettumisvaiheessakaan nestemäinen vesieriste ei saisi saada kosteutta. Jos aine saa kovettumisvaiheessa kosteutta, sen koostumus muuttuu ja voidaan jopa sanoa, että siitä tulee eri aine. Sääsuojaus on tärkeä siinäkin vaiheessa, vaikka eristäminen nestemäisillä onkin erityyppistä. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Kermieristystä tehtäessä voi liian kuuma keli tehdä eristyksestä mahdotonta, kun rullat kuumenevat ja menevät niin pehmeiksi, ettei niitä pysty

kunnolla edes nostelemaan. Nestemäiset eristeet eivät ole niin herkkiä tälle kuumuudelle, kuin bitumipohjaiset eristeet. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Nestemäisellä on se hyvä puoli, että työvaiheita on vähemmän ja sitä myötä epäonnistumisen vaarojakin vähemmän. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Nestemäisen vesieristeen nopeus puoltaa teltan pois jättämistä. Jos sääsuojaa tehdään 2 viikkoa ja eristystyötä 2 päivää, niin ei ole mitään järkeä. Ja työ voidaan tehdä turvallisesti siten, että levitetään edellisenä iltana primeria sen verran kuin seuraavana päivänä ehditään eristää – ei altisteta epoksipohjustetta sateen vaaralle. Nestemäinen vesieriste (Purtop 400 M) on nopea reagoimaan ja kun kahvasta päästää irti, niin ruiskutettu eriste on valmista pintaa, eikä ole enää olosuhteiden puolesta riskiä. (Keinänen, haastattelu 15.3.2019)

Materiaalin puolesta vaatimuksena on vain, että noudatetaan teknisessä tietolehtisessä asetettuja lämpötila ja ilmankosteusolosuhteita. Se on se oleellisin, mikä on materiaalitöittäjän puolelta rajana. Silko-ohjeiden puolelta tulee sitten omat rajansa myös – esim Silkon puolelta alin eristyslämpötila on +10°C ja valmistajan ilmoittama +5°C. On huolehdittava siitä, että myös yöaikaan pysyvät nämä vaaditut lämpötila ja ilmankosteus. Huomioitavaa on myös se, että lämpötila vaikuttaa kovettumisaikoihin – ilmoitetut lämpötilat +20°C olosuhteissa. Myös varsinainen tuote (Purtop 400 M) reagoi hitaammin viileämmässä lämpötilassa. Viileämmässä lämpötilassa Purtop-tuotteiden alkulujuus ja muutkin ominaisuudet kehittyvät normaalisti johtuen ruiskutuslämpötilasta +65-85°C. Tällöinkin tuote kestää päällä kävelyn lähes välittömästi, sekä sateen noin 2 min ikäisenä. Viileämmässä tulee kuitenkin huomioida, että lopullisten ominaisuuksien kehittyminen hidastuu teknisen tietolehden ilmoittamasta yhdestä vuorokaudesta. Tämä tulee tarvittaessa huomioida pintarakenteita tehtäessä Purtop -pinnoitteen päälle. (Vuorikoski, haastattelu 16.4.2019)

Purtopia käytettäessä pohjalle levitettävä epoksi ei ole tiivistysepoksi, vaan pohjuste. Kyllä siitä suhteellisen tiivis pitää saada, mutta puutteellinen pohjustus ei nosta patteja samalla tavalla kuin kermeihin - tällöin riskinä on kosteuden aiheuttamat kaasupatit ruiskuttaessa. Kermeihin kaasupatit muodostuvat vasta myöhemmin, ei työtä tehdessä niin kuin näillä ruiskutettavilla eristeillä, mikäli alusta on liian kostea. Kuplat ovat työnäikainen ongelma – jälkikäteen ei enää pysty nostamaan patteja. Jos epoksissa on vaikka ns. pinhole (pistemäinen reikä), niin sillä ei ole mitään merkitystä, kun Purtop on kovettunut. (Vuorikoski, haastattelu 16.4.2019)

Nestemäiset vesieristeet ja mastiksi ovat nopeampia tehdä. Voidaan enustaa se keli ja osataan itse ajatella, että pystyy tekemään nopeasti parissa päivässä ilman sadetta. Sitten jos tehdään perinteisellä kermieristyksellä, niin siihen menee huomattavasti pidempi aika ja se on silloin

keliriippuvaisempi. On vaikeampaa ennustaa keliä pidemmälle aikavälille ja sehän taas aiheuttaa sen, että välillä on hyvä, että se sääsuoja siellä on. (Palosaari)

Huopaeristyksessä on se ongelma, että kun se kastuu, niin se kestää aika kauan kuivattaa, kun se vesi imeytyy siihen huovan rakenteeseen. (Palosaari, haastattelu 11.4.2019)

Varmastihan eristysmenetelmillä eroa on. Jos kermillä tehdään, niin aikaahan on tietysti pidempi. Mutta toisaalta tietysti ohjeethan on luotu eristykseen, eikä siinä voi erotella eristysmateriaaleja eri säännöillä. Sehän lähtee siitä väyläviraston ohjeesta, että eristystyö on tehtävä sääsuojan sisällä. Kaupunki noudattaa niitä liikenneviraston ohjeita. (Hännikäinen, haastattelu 16.4.2019)

Nestemäinen vesieristehän on tietysti nopeaa tehdä. On kuitenkin sen verran tuoreita vielä tehdyt kohteet, että ei ole elinkaarta vielä nähty - tuleeko vuotoa tai kuplimisia. Kyllä enemmän positiivinen mielikuva on lähinnä nestemäisistä vesieristeistä. Nopeuttahan se tuo toimintaan – enemmän kuin puolet, jopa kolme kertaa nopeampaa kuin kaksinkertainen kermi. (Hännikäinen, haastattelu 16.4.2019)

#### 4.2.4 Sääsuojan käytön tarpeellisuutta kyseenalaistavia näkökulmia

On ollut tapauksia, että sääsuojaa rakentaessa on mennyt hyvä keli ohi. Mutta se on enemmänkin teoreettinen ongelma ja onnenkauppaa. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Korjaustöissä on välillä sääsuojan rakentaminen jopa mahdotonta. Esimerkiksi, kun pitäisi kuitenkin puoli tietä olla liikenteellä, ja suoja ei saa mahaan. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Teltoa ei ole olosuhdesuoja. Jos on huono keli, ei eristystyötä voi kuitenkaan tehdä, vaikka sääsuoja olisikin. Ilmankosteudet nousevat ja vaikka saateen jälkeen tulisi auringonpaiste, voi olla, että teltoa on vielä päivän kostea, vaikka ulkona olisikin jo kuivaa - kuivuminen hidastuu. (Keinänen, haastattelu 15.3.2019)

Teltan käyttö lisää myös riskiä eristeen mekaanisille vaurioille, koska teltan purku tehdään eristeen päällä. Sääsuojan rungon osia voi pudota eristeen päälle ja muutenkin ylimääräinen liikenne eristeen päällä on huono asia. (Keinänen, haastattelu 15.3.2019)

Sääsuojan sisällä eristeen ruiskuttaminen on työturvallisuuden kannalta haastavampaa, kun höyryt jäävät teltaan pyörimään. (Keinänen, haastattelu 15.3.2019)

Kun sääsuojaa käytetään, mestarit saattavat olettaa, että suojan sisällä pystyy eristämään, vaikka sataa vettä. Tämä ei kuitenkaan ole mahdollista ja siitä joutuu toisinaan väentämään mestarien kanssa. (Keinänen, haastattelu 15.3.2019)

Sääsuojan tarve on täysin olosuhteista kiinni. Keväällä ja syksyllä lämmityskauden aikana sääsuojan tarve on ehdoton olosuhteiden hallitsemisen takia. Kesällä taas nestemäisellä vesieristeellä tehdään kattoja, säiliöiden ja muiden pinnoituksia ilman sääsuojaa – sääsuojaa käytetään niissäkin toki tarvittaessa. (Vuorikoski, haastattelu 16.4.2019)

Purtop 400 M kestää päälle kävelyn lähes välittömästi ja teknisen tietolehden mukaan vesisateen 2 minuutin kuluttua ruiskutuksesta. Pinta muodostaa kalvon alkureaktion jälkeen, eikä vesi enää pääse tunkeutumaan tuotteeseen. Jos alustassa on ollut kosteutta, tai ilmankosteus ollut liian suuri, tuote paljastaa sen välittömästi – nousee kaasupatteja tuotteeseen. Ruiskutus on kuitenkin syytä lopettaa, kun sateen uhka on olemassa ja pohjusteen pinta kannattaa suojata tarvittaessa. Pohjusteen pinta tulee olla kuiva ennen kuin ruiskutusta jatketaan uudelleen. (Vuorikoski, haastattelu 16.4.2019)

Purtopilla pystytään eristämään kesäisin ilman sääsuojaa. Muuten olisi tuotteen käyttäminen mahdotonta vesikatoilla ja säiliöiden osalta – nekin tulisi olla suojattuna ruiskutuksen aikana. Eli siis vastaavalla tuotteella ruiskutetaan esimerkiksi teollisuushallien kattoja ihan taivasalla. (Vuorikoski, haastattelu 16.4.2019)

Yli 500 m<sup>2</sup> kannessa menee viikko vähintään sääsuojan rakentamiseen. Saattaa käydä niin, että parhaat kelit menevät sääsuojan tekemiseen ja sitten tulee vaikkapa 4 viikon sadekausi. Ilman sääsuojaa kansi olisi ehditty eristää parissa päivässä hyvän kelin aikana. (Palosaari)

Vaikka sääsuoja olisikin rakennettu, ei eristystyötä voi kuitenkaan sateella tehdä – ei se sääsuoja sitä pelasta. Sateeton päivä pitää olla kuitenkin eristystä tehtäessä. (Palosaari, haastattelu 11.4.2019)

Kyllä aikataulukin on tärkeä näkökulma. Nykypäivän vilkkailla teillä se helpottaa liikenteelle saamista. Siinä tulee äkkiä säästöä monta viikkoa. Ajattellaan vaikka Kehä I, jos liikenne haitta on kuukauden pienempi eristyksen takia – käytetään nestemäistä ilman sääsuojaa. Sehän aiheuttaa sen, että se on kuukautta aikaisemmin liikenteellä helposti. Ja kun 100 000 autoa vuorokaudessa kulkee, niin vaikuttaa aika monen ihmisen elämään. Sillä lailla näyttöä siitä on. Kyllä se aikataulukin nykypäivänä tilaajaa kiinnostaa – että saisi liikennehaittoja vähemmäksi. (Palosaari, haastattelu 11.4.2019)

Mitä isompi silta, sitä enemmän se sääsuojan pois jättäminen säästää aikaa. Isoon siltaan sen sääsuojan tekeminen kestää, eikä sitä välttämättä

voi edes tehdä yhdessä palassa. Ei ole välttämättä edes saatavilla niin suurta telttaa ja se joudutaan tekemään osissa. Laadullisesti siitä tulee huonompi, kun tulee työsaumoja. (Palosaari, haastattelu 11.4.2019)

Sääsuojahan pitää myös purkaa ja siihen tulee turhaa liikennettä sen vesieristuksen päälle. Sääsuoja puretaan ennen asfaltointia yleensä ja joudutaan työskentelemään vesieristuksen päällä ja siihen voi tulla mekaanisia vaurioita jo siinä vaiheessa. Varsinkin isommissa sääsuojissa on haastavaa. (Palosaari, haastattelu 11.4.2019)

Sääsuojan sisälläkään ei voi sateella tehdä eristystyötä – kuivan kelin se vaatii. (Hännikäinen, haastattelu 16.4.2019)

Korjauskohteissahan on annettu mahdollisuus jättää sääsuojaus tilaajan suostumuksella pois. Pieniä korjauskohteita on tehty myös Espoossa ilman sääsuojaa. (Hännikäinen, haastattelu 16.4.2019)

Suurilla silloilla, kun joudutaan tekemään pätkissä, se hidastaa työtä ja työsaumathan ovat aina joka rakenteessa haasteellinen paikka. (Hännikäinen, haastattelu 16.4.2019)

#### 4.2.5 Sääsuojan käyttöä puoltavia näkökulmia

Kyllä sääsuojaa on hyvä käyttää, vaikka säätiedotus näyttäisikin hyvää keliä, koska se kuitenkin varmistaa sitä, että pystytään tekemään. Se on vedeneristysurakoitsijallekin parempi, kun ei tule turhia käyntejä työmaalle ja siitä on tullut urakoitsijoilta palautettakin. Kyllä se on Suomen olosuhteissa niin, että oli sitten kevät, kesä tai syksy, niin sada saattaa sattua milloin tahansa. Toisaalta kauniillakin kelillä, jos ilmankosteus on suuri voi kosteus alkaa tiivistyä pintoihin, jotka ovat viileämpiä kuin ilma. Sääsuojaa suojaa myös siltä, ettei lämpö nouse liian kovaksi, koska sekin on ongelma. Tuotteilla on myös maksimilevityslämpötila. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Sääsuojat suojaavat myös kovalta tuulelta, joka vaikuttaa nestemäisten eristeiden ruiskuttamiseen. Voi olla, ettei tavara ole tasalaatuista, koska tuuli hajottaa suihkua ja sekoittaa materiaalia. Sääsuoja myös suojaa jonkin verran pölyltä, vaikka kyllä sitä suojan sisäänkin kulkeutu. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

On selkeämpää, että kaikille eristeille on sama vaatimus sääsuojasta kaikkina aikoina, ei tarvitse arpoa, että voidaanko se jättää pois vai ei. Kyllä se laatua parantaa loppujen lopuksi, oli sitten materiaali mikä tahansa, kun käytetään sääsuojaa. Sääsuojan käyttö tasoittaa laatueroja ja tuo varmuutta erityisesti tiivistysvaiheessa. Aiemmin aikataulut menivät syksyä

kohden hyvinkin tiukoille, kun Suomen kesä ei ole kuitenkaan niin kuiva. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Ilman sääsuojaa, kun sattuu ukkospilvi, tai joku muu kuuro siihen pahimpaan aikaan, niin se sotkee koko työmaan ja työt joudutaan keskeyttämään. Ja jatkaminen on hirveän vaikeaa. Limitykset ovat haasteellisia varsinkin, jos sateen takia joudutaan keskeyttämään. Jos eristys on ehtinyt ennen kovettumista imeä kosteutta ja siihen päälle ruiskutetaan eriste, niin ei se ole sama, kuin yhtenäisenä ruiskutettu eristekerros. Siitäkin on tehty tutkimuksia, että kosteuden vaikutuksesta koko aine saattaa muuttaa muotoaan. Sen tähden nestemäisille eristeille on optimitiheysvaatimus. Ilman muuta kannattaa sillankannet tehdä sääsuojassa pääsääntöisesti. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Urakoitsijat eivät malta lopettaa ajoissa, jos näkevät sateen olevan tulossa. Tehdään viimeiseen hetkeen niin paljon kuin vain voi. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Ohjetta tehtäessä on hirveän vaikeaa kirjata muuten kuin, että joko se on, tai sitten ei ole pakollinen. Jos tulee riitatapauksia, juristit lukevat juuri niin kuin on kirjoitettu, eikä niin kuin on ajateltu. Tapauskohtaisesti voidaan aina muuttaa ja urakka-asiakirjoihin kirjata se, niin silloin menetellään oikein. Mutta yleisohjeessa on oltava tarkka sanamuodoista ja selkeät ohjeet. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Aiemmin saatettiin esimerkiksi alkukevästä liian aikaisin alkaa pääurakoitsijan taholta esittämään toivomusta, että tehdään ilman telttaa – samoin syksyisin. Nytemmin on tämä turha väittely jäänyt pois. (Keinänen, haastattelu 15.3.2019)

Teknisessä tietolehdessä esitettyjen olosuhteiden tulee täytyä myös yöaikaan – se on lähtökohta. Milloin edellytetään lämmitystä, tai ilman kosteus on liian kova ja ilmankosteutta pitää pystyä keinotekoisesti laskemaan, on sääsuojaus tarpeellinen. Sääsuojan tarve pitää myös huomioida koko tuotteen kuivumisen ajan. (Vuorikoski, haastattelu 16.4.2019)

Jos vuorokausiennusteet näyttävät esimerkiksi seuraavalle 10 päivälle huonoa keliä, sääsuoja on vain syytä rakentaa. (Palosaari, haastattelu 11.4.2019)

Sääsuojan käyttö antaa varmuutta siihen, että meillä on betonin kosteus tiedossa ja se ei kastu sen jälkeen enää. (Hännikäinen, haastattelu 16.4.2019)

Jää ainakin arpominen pois, että pitääkö sitä sääsuojaa rakentaa. Toki se on ihan olosuhdetekijä. Keväällähän on monesti sellaiset olosuhteet, että se vaikuttaa jopa hölmöltä, että se sääsuoja siellä on. Mutta se on

kuitenkin niin, että rakenteiden ei haluta enää kastuvan sitten, kun se on saatu kuivaksi. (Hännikäinen, haastattelu 16.4.2019)

#### 4.2.6 Sääsuojan käyttöön liittyviä ongelmia

Ongelmana oli, että olosuhdemittauksia ei tehty niin tarkkaan, kuin olisi pitänyt. Jos olosuhdemittauksia ei tehdä, on hirveän vaikea jälkikäteen selvittää syitä, jotka johtivat eristyksen epäonnistumiseen. Pitää muistaa, että sääsuoja yksistään ei ratkaise ongelmaa, vaan pitää olla tarvittaessa puhaltimia, lämmittimiä tai kosteudenpoistajia. Ja olosuhdetekijät tulee mitata ja dokumentoida vaikka suojaa käytetäänkin. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Jos teltat tehdään miten sattuu, voi niistä olla enemmän haittaa, kuin hyötyä. Esimerkiksi, jos tuuletus unohtuu, ei betonista haihtuva vesi pääse poistumaan tai kondenssivesi voi kastella kannen. Sääsuojan tulee olla vedenpitävä, tuuletettava ja reunat tehty oikein, ettei sieltä pääse satamaan jne. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Sääsuojan sisällä, kun hiekkapuhalletaan, jää pölyä ja hiekkaa sääsuojan rakenteisiin, mikä pitää muistaa pölynhallintaa mietittäessä. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019)

Oletetaan, että sääsuojan sisällä olosuhteet pysyvät stabiilina, mutta näin ei ole – sääsuoja ei ole olosuhdesuoja. Lisäksi telttoja ei useinkaan osata tehdä kunnolla. Työmailla näkee välillä itsetehtyjä virityksiä, joissa on pahimmillaan katon kaato väärinpäin, kannen kaadon kannalta ylämäkeen, jolloin hulevedet tulvivat teltanliepeen alta suoraan kannelle. Teltat ovat välillä liian matalia ja liian usein vuotavia. (Keinänen, haastattelu 15.3.2019)

Sääsuojat eivät ole 100% pitäviä. Sääsuoja vain pelastaa siltä periaatteessa, että ei se ihan kastu märäksi se kansi. (Palosaari, haastattelu 11.4.2019)

Työturvallisuusnäkökulmasta teltta on myös haasteellinen, koska höyryt ja käryt jäävät pyörimään teltaan ja ovat terveydelle haitallisia. Olisi parempi tehtäessä, että ilma vaihtuisi, eikä tarvitsisi käryssä olla. (Palosaari, haastattelu 11.4.2019)

Saattaa kondenssivettä tippua sääsuojan katosta. (Hännikäinen, haastattelu 16.4.2019)

Teltaan tulee aina pölyä jonkin verran. Vaatii uusintakäsittelyn pölynpoistolle vielä ennen vesieristyksen alkua. (Hännikäinen, haastattelu 16.4.2019)

### 4.3 Esimerkkikohteet

Esimerkkikohteiden on tarkoitus osoittaa, että molemmilla tavoilla on onnistuneesti suoritettu nestemäisenä levitettävän vesieristyksen ruiskutus. Molemmissa kohteissa käytettiin Mapei Oy:n järjestelmää: Maperprimer M pohjustetta, Purtop 400 M eristettä, PurtopPrimer Nero tartunnan parantamiseksi ja lopuksi Vedagum EBH kumibitumisively. Vedeneristyspöytäkirjat opinnäytetyön liitteenä. (Liite 1, liite2)

#### 4.3.1 Eristystyö sääsuojan kanssa

Kesäkuussa 2018 eristettiin Lohjalla 350 m<sup>2</sup> sillankansi sääsuojan sisällä. Alustan esikäsitteily hiekkapuhaltamalla oli suoritettu ennen sääsuojan rakentamista. Kun kosteusnäytteet näyttivät kannen betonin absoluuttisen kosteuden oleva <5% eristystyö voitiin aloittaa. Kuvassa 6 näkyy sääsuoja ulkopuolelta ja kuvassa 7 sääsuojan sisällä levitetty Mapeprimer M.



Kuva 6. Sääsuoja ulkopuolelta



Kuva 7. Mapeprimer M levitettyä ja kvartsihiekkakerros heitettyä. Kvartsihiekkakerros puhalletaan vielä lehtipuhaltajalla tasaiseksi.

Eristystyö aloitettiin pohjustusepoxin levittämällä 20.6. illalla klo 17 laskevaan lämpöön. Seuraavana päivänä ruiskutettiin Purtop 400 M vesieriste. Työn aikana kanteen nousi noin kämmenen kokoinen kaasupatti, joka korjattiin. Kaasupatti kuitenkin nousi samaan kohtaan uudelleen. Tämän jälkeen kohtaa kuivatettiin erikseen hetki ja ruiskutettiin eriste uudelleen. Tällöin saavutettiin ehjä eristys, joka oli alustassaan kunnolla kiinni. Ennen eristystyön aloittamista oli hieman satanut ja ilmeisesti sääsuoja oli vuotanut siltä kohdalta, vaikka sääsuoja kokonaisuutena oli jopa keskimääräistä parempi eikä silmämääräisesti havaittavia vuotoja ollut ilmennyt. Lisäksi kannen pintakosteus oli ennen eristystyön aloittamista tarkistettu Tramex pintakosteusmittarilla (kuva 8). Tässä kävi hyvin ilmi se, että Purtop 400 M eriste paljastaa viat herkästi jo eristystä tehtäessä ja ne voidaan välittömästi korjata.

Betonin pinnan kosteuden tarkastaminen Tramex Concrete Encounter pintakosteusilmaisimella:						
mittapistearvo	1: 3,6	2: 3,7	3: 4,0	4: 3,8	5: 3,7	6: 3,8

Kuva 8. Ote vedeneristyspöytäkirjasta: pintakosteuden tarkistus pintakosteusmittarilla (KKN-Rakennus oy, 2018a)

Eristeestä otettiin tarvittavat tartuntakokeet ja eristeen vahvuus mitattiin kipinäharavamenetelmällä. Tarvittavat paikkaukset suoritettiin ja pintaan levitettiin PurtopPrimer Nero ja Kumibitumisively. Koko eristystyö kesti hieman yli vuorokauden (kuva 9). Liitteenä koko vedeneristyspöytäkirja, jossa myös laadunvarmistuskokeiden tulokset. (Liite 1.)

Vedeneristyön aikaiset olosuhteet ja materiaalinemikit sekä toteutuneet kerrosvahvuudet:							
Pvm/klo	Alustan lämpötila °C	Ilman lämpötila °C	Ilman kosteus % Rh/kp.	Työvaihe / Aine	Suorite m <sup>2</sup>	Menekki Kg	Kerros- vahvuus kg/m <sup>2</sup>
20.6/17.00-	18	18,2	43/5,3	Pohjustus/	350	180	0,51
20.6/19	17,7	16,0	53/6,5	Mapeprimer M			
21.6/9.00-	16,0	13,6	70/8,2	Vesieristys/	350	1100	3,1
21.6/14.00	15,6	14,8	74/10,2	Purtop 400 M			
21.6/14.30-	15,5	14,6	75/10,2	Primerointi/	350	40	0,11
21.6/15.00				PurtopPrimer Nero			
21.6/16.00-18.00	15,2	13,5	80/10,1	Kumibitumisively/ vedagum	350	350	1,0

Kuva 9. Ote vedeneristyspöytäkirjasta: olosuhteet ym. (KKN-Rakennus Oy, 2018a)

#### 4.3.2 Eristystyö ilman sääsuojaa

Elokuussa 2018 Äänekoskella eristettiin 1000m<sup>2</sup> kansi ilman sääsuojaa. Alustan esikäsitteily: sinkopuhallus, sekä reunojen ja reunapalkkien hiekkapuhallus oli tehty aikaisemmin. Kun kosteusnäytteet näyttivät kannen absoluuttisen kosteuden olevan sallituissa rajoissa <5% eristystyö voitiin aloittaa. Kuvassa 10. näkyy silta ilman sääsuojaa ja kuvassa 11. vedeneristyspöytäkirjaan kirjatut pintakosteusmittaukset.



Kuva 10. Eristystyö ilman sääsuojaa. Putoamissuojat asennettuna reunapalkkiin.

Betonin pinnan kosteuden tarkastaminen Tramex Concrete Encounter pintakosteusilmaisimella:						
mittapiste:arvo	1: 3,6	2: 3,7	3: 4,0	4: 3,8	5: 3,7	6: 3,8

Kuva 11. Ote vedeneristyspöytäkirjasta, pintakosteuden tarkastaminen pintakosteusmittarilla (KKN-Rakennus Oy, 2018b)

8.8.2018 illalla laskevaan lämpöön tehtiin tarvittavat hiekkaepoksikorjaukset ja levitettiin Mapeprimer M, johon heitettiin tartuntahiekkakerros. Seuraavana päivänä ruiskutettiin Purtop 400 M. Ruiskutus saatiin suoritettua klo 20:20 illalla, reilu vuorokausi pohjustustyön aloittamisesta, ja tässä vaiheessa kansi oli suojassa mahdollisen vesisateen tai ilmankosteuden vaikutuksilta. Kuvassa 12 näkyy Purtop 400 M ruiskutusta kyseisellä silta-kannella ilman sääsuojaa.



Kuva 12. Purtop 400 M ruiskutusta

Vuorokauden kuluttua 10.8.2018 eristeestä otettiin tarvittavat vetokoheet ja eristyskerroksen vahvuus mitattiin kipinäharavamenetelmällä. Tarvittavat paikkaukset suoritettiin ja pintaan levitettiin asfaltin tartuntaa parantava PurtopPrimer Nero ja Vedagum EBH kumibitumisively. Koko eristystyö kesti hieman yli 2 vuorokautta.

Kuvassa 13. ote sillan kannen vedeneristyspöytäkirjasta, josta käyvät ilmi eristysten aikaiset olosuhteet. Opinnäytetyön liitteenä koko vedeneristyspöytäkirja, josta käyvät ilmi laadunvarmistuskokeiden tulokset yms. (Liite 2)

Vedeneristystyön aikaiset olosuhteet ja materiaalimenekit sekä toteutuneet kerrosvahvuudet:							
Pvm/klo	Alustan lämpötila °C	Ilman lämpötila °C	Ilman kosteus % Rh/kp.	Työvaihe / Aine	Suorite m2	Menekki Kg	Kerrosvahvuus kg/m2
8.8.2018/19.00-	25	24,8	40/10,4	Epoksipohjustus/ MapePrimer M	1000	504	0,5
8.8.2018/21.30	24	21,4	56/12				
9.8/11.00-	25	25,7	47/13,5	VESIERISTYS/ PURTOP 400 M	1000	3200	3,2
9.8/20.20	26	25	55/15				
10.8./15-17	26	25	55/15	PurtopPrimer Nero	1000	100	0,1
10.8/18-23	26	25	55/15	Kumibitumisively	1000	1000	1

Kuva 13. Ote vedeneristyspöytäkirjasta: olosuhteet ym. (KKN-Rakennus Oy, 2018b)

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 5.1 Sääsuojausohjeen muuttamisen vaikutus

Sääsuojiin käyttö siltojen vedeneristystyössä on aikoinaan aloitettu, jotta työnaikaiset olosuhteet saataisiin hallintaan – erityisesti kosteus ja lämmityskautena lämpö. (Siitonen: Lämsä, haastattelu 15.4.2019) Lämmityskautena sääsuojan käyttö onkin ehdoton edellytys vedeneristystyön tekemiselle. Toisaalta kesäisin olosuhteet ovat Suomessakin välillä niin hyvät, että eristystyö voidaan tehdä sallituissa olosuhderajoissa myös ilman sääsuoja.

Sääsuojausohjeen käyttöä koskevista aikarajoista päätettiin luopua 2012. Siitosen ja Lämsän (haastattelu 15.4.2019) mukaan tämä johtui siitä, että 2010 ja 2011 vuosina oli todella lämpimät kesät ja pitkiä hellejaksoja, jolloin ilmeni paljon kuplimista. Näitä ongelmia reagoitiin tiukentamalla vaatimuksia ja lisäämällä koulutusta. Kuplimisongelmia esiintyy usein juuri pitkien hellejaksojen yhteydessä, kun aurinko pääsee pitkäkestoisesti nostamaan kannen lämpötilaa ja kannesta nouseva höyrynpaine irrottaa eristeen alustasta, jolloin asfaltti nousee patille. Esimerkiksi Hännikäisen (haastattelu 16.4.2019) kokemus oli, että usein kuplimisongelman yhteydessä havaitaan tiivistysaineesta vuotokohta. Tiivistysaineen tehtävä on juuri estää alhaaltapäin tulevan höyrynpaineen pääseminen alustan ja eristeen väliin. Toisaalta Hännikäinen (haastattelu 16.4.2019) mainitsi, että kipinäharavan käyttöönotto laadunvarmistusmenetelmänä, samoihin aikoihin kuin sääsuojausohjeen lisäys, on myös antanut varmuutta tiivistystyön onnistumiseen. siinä läpikäydään koko kansi, eikä vain pistemäisiä kohtia, ja saadaan parempi käsitys tiivistyksen pitävyydestä. Uskoisin, että tälläkin on ollut laadun kannalta positiivinen vaikutus, koska sillä saadaan tiivistysaineen vuotamisesta johtuvia ongelmia vähäisemmäksi. Keinänen (haastattelu 15.3.2019) esitti eristysurakoitsijan näkemyksen siitä, että on mahdollista, että myös käytetyssä betonissa on voinut olla ongelmia, jotka ovat voineet heikentää eristyksen laatua.

Väyläviraston edustajien näkemys oli, että sääsuojiin lisääminen yhdessä koulutuksen kanssa on parantanut vesieristystyön laatua, ja kuplimisongelmat ovat merkittävästi vähentyneet. Tästä osoituksena kesä 2018, joka oli helteinen, mutta kuplimisongelmia ei juuri esiintynyt. Yleisesti asenteet ovat parantuneet. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019) Hännikäinen (haastattelu 16.4.2019) esitti, että tilaajan näkökulmasta sääsuojan käyttö on antanut varmuutta siihen, että kosteusnäytteet pitävät paikkansa ja kannen kosteus on tiedossa. Sääsuojan koettiin estävän ainakin sen, ettei kansi kastu kauttaaltaan ainakaan. Ennen vesieristystyön aloittamista kannen pintakosteus varmistetaan aina pintakosteusmittarilla, vaikka absoluuttinen kosteus olisi ollut näytteiden mukaan sallituissa rajoissa. Varsinkin työn toteutuspuolelta urakoitsijan, pääurakoitsijan ja myöskin valvojan taholta nousi taas näkemystä, että sääsuojaus pelkästään ei ole autuaaksi

tekevä asia sillan vesieristystyön onnistumisessa. Vallitsevat olosuhteet on kuitenkin otettava huomioon työn ajoittamisessa.

Sääsuojan käytön vaikutuksesta työmaan aikatauluun oli eriäviä mielipiteitä. Toisaalta sääsuojauksen koettiin parantaneen varmuutta aikataulujen pitävyydestä ja toisaalta esitettiin näkökulma, että joissain tapauksissa sääsuojan rakentaminen saattaa pidentää aikatauluja tarpeettomasti. Käytettävällä eristysmateriaalilla ja menetelmällä koettiin olevan vaikutusta asiaan. Palosaari (haastattelu 11.4.2019) otti esimerkiksi yli 500m<sup>2</sup> sillan, jossa sääsuojan rakentaminen kestää helposti viikon, ja sitten eristystyö nestemäistä eristettä käyttäen 2 päivää. Sääsuojan rakentamisen aikana on saattanut olla hyvä keli, ja sitten kelit huononevat eikä eristystä pystytä tekemään – sääsuojassakaan ei yleensä voi sateella eristää. Toisaalta tämä koettiin teoreettiseksi ongelmaksi, mutta käytäntö on osoittanut, että näin on silloin tällöin tapahtunut. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019) Palosaari (haastattelu 11.4.2019) myös painotti aikataulunäkemyksen tärkeyttä varsinkin korjauskohteissa, joissa sääsuojan poisjättämisellä saadaan liikennehaittoja merkittävästi lyhemmiksi, kun silta saadaan nopeammin takaisin liikenteelle. Korjauskohteissa sääsuoja herkemmin jätetäänkin pois kuin uudiskohteissa. Sääsuojan rakentaminen korjauskohteissa on myös usein hankalampaa ja jopa mahdotonta, jos ei tilaa ole riittävästi.

Suurissa silloissa sääsuojan rakentaminen koettiin haastavammaksi. InfraRYL ohjeistus on, että yli 40m pitkissä silloissa voidaan käyttää siirrettävää suojaa. (InfraRYL 42310.0.10) Haastatteluista nousi kuitenkin näkemys, että siirrettävän suojan käyttö hidastaa tarpeettomasti työtä, varsinkin nestemäisiä eristeitä käytettäessä, ja aiheuttaa tarpeettomia työsaumoja. Työsaumat saadaan kyllä pitämään, kun ne tehdään asianmukaisesti ja käytetään tarvittaessa materiaalille kuuluvia primereita limityksen osalta. Kuitenkin työsauma on aina mahdollinen riski verraten siihen, että eristys voitaisiin tehdä yhtenäisenä.

Sääsuojauksella todettiin olevan vaikutusta myöskin työturvallisuuteen. Sääsuojan sisällä käytettävien eristeiden höyryt jäävät pyörimään suojan sisään ja pahentavat altistumisriskiä terveydelle haitallisille kaasuille. Ilman suojaa tehtäessä nämä riskit ovat pienemmät, vaikkakin toki olemassa. Henkilökohtaisesta suojauksesta huolehtimiseen on syytä kiinnittää erityistä huomiota.

Esille nousi myös se, että sääsuojan purkutyö tehdään valmiin eristeen päällä, jolloin on mahdollista, että eristeeseen tulee vaurioita. Sääsuojan osia voi esimerkiksi pudota eristeen päälle, mikä voi aiheuttaa mekaanisia vaurioita. Kaikki ylimääräinen liikkuminen eristeen päällä ylipäänsä ennen asfaltointia on aina riski ja sitä tulisi välttää.

Haastatteluissa esiintyi eriäviä mielipiteitä siitä, voiko käytettävä eristysmateriaali vaikuttaa sääsuojauksen tarpeellisuuteen. Varsinkin ohjeistuksen yhtenäisyyden selkeyttä pidettiin tärkeänä. Kaikille eristeille tulee olla

yhtenäinen ohjeistus myös siksi, että eristeet ovat samalla viivalla tarjousvaiheessa. Nykyisen ohjeistuksen mukaan, sääsuojauksesta voidaan ta-pauskohtaisesti luopua ja antaa hyvityshinta tilaajalla. Painotettiin sitä, että yleinen ohje on kuitenkin tehtävä tiukaksi. (Siitonen; Lämsä, haastattelu 15.4.2019). Hännikäinen (haastattelu 16.4.2019) painotti sitä, että tilaaja noudattaa tässä asiassa väyläviraston ohjeistusta. Toisaalta työn toteutuspuolelta ja materiaalityöntekijän edustajalta nousi käsitys siitä, että sääsuojauksen tarpeella on käytännössä merkittävääkin eroa riippuen, mitä eristystä käytetään (Palosaari, Keinänen, Vuorikoski). Jos materiaaleilla kuitenkin on eroa suoritusnopeudessa ja materiaalin ominaisuuksilla ja olosuhdevaatimuksilla, miksi sitä ei voitaisi huomioida myös ohjeistusta tehtäessä. Onhan ohjeistuksessa eroa esimerkiksi lämpötilavaatimuksissa-kin eri aineille (tiivistysaineet, mastiksi, nestemäinen). Jos materiaalityöntekijät kehittävät parempia aineita, joiden avulla työ voidaan tehdä nopeammin ja laadukkaammin, tulisi kehitykselle antaa tilaa.

## 5.2 Sääsuojauksen ongelmakohdat

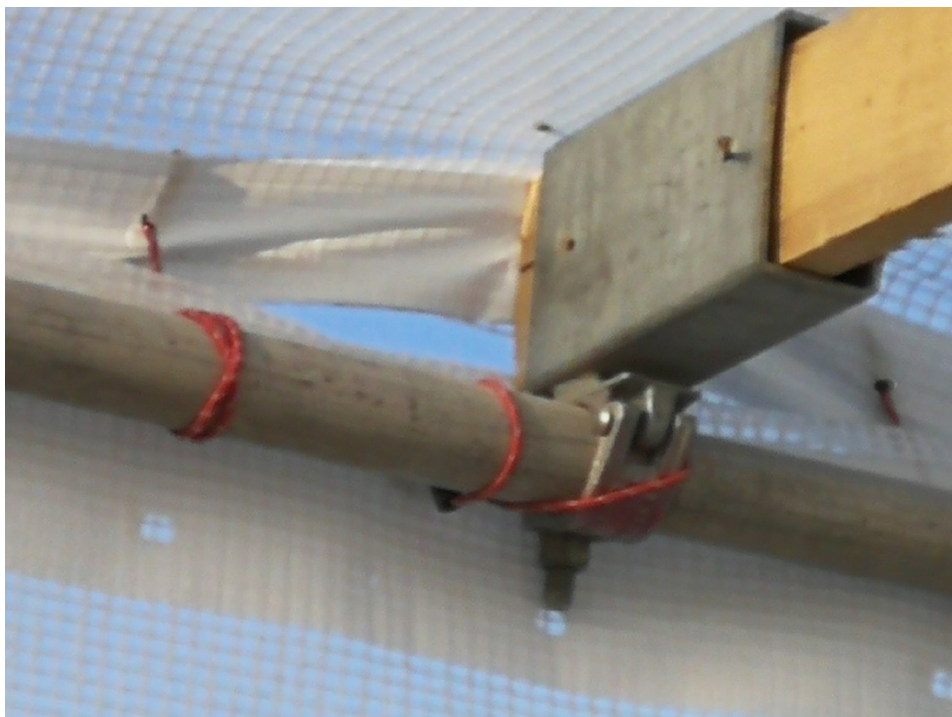
Haastatteluissa Keinänen, Palosaari ja Hännikäinen nostivat esiin näkökulman, että vesieristystyön tekeminen sadekelillä ei ole mahdollista siltikään, vaikka käytettäisiin sääsuojaa. Omakin kokemukseni on, että tämä pitää paikkansa. Sääsuoja on harvoin 100% vedenpitävä, vaikka se olisi ohjeen mukaan huolellisesti tehty. Riittää, kun muutama pisara vettä pääsee eristettävälle kannelle työtä tehtäessä, niin siinä on vuotokohta tai vähintäänkin tartunta heikentynyt. Lisäksi esiin nousi näkökulma, että sääsuoja ei ole olosuhdesuoja. Sääsuojan sisällä helposti ilmankosteus menee yli sallitun rajan, vaikka suoja olisikin vedenpitävä. Vesieristysten tekeminen sadekelillä vaatisi todella 100% pitävän teltan, joka ei päästä pisaraakaan läpi ja lisäksi monesti koneellisen ilmankuivauksen tai lämmityksen – myös ke-sällä.

Sääsuojista oli myös harmittavia kokemuksia siitä, että ne liian usein tehdään miten sattuu. Keinänen otti esimerkiksi eräessä korjauskohteen, jossa silta korjattiin kaista kerrallaan, ja yksilappeisen katon kaato oli sillan keskelle, missä kaato taas oli suoraan eristettävälle alueelle. Eli siis sade-  
vesi valui sillan kannelle suojan liepeen alta. Usein on myös nähnyt sääsuojia, jotka ovat liian matalia tai kannatintolppia on asetettu eristettävälle alueelle, vastoin sääsuojan rakentamista koskevia ohjeita.



Kuva 14. Sääsuojan seinä liian lyhyt ja lisäksi jokaisen kiinnityslenkin kohdalla on pressussa reikä. Reunapalkin ja seinän välistä pääsee vettä kannelle.

Yleisiä virheitä sääsuojiin teossa ovat myös liian lyhyet teltan liepeet (kuva 14) tai huonosti tehdyt liitokset ja limitykset (kuva 15). Pahimmillaan olen törmännyt sääsuojaan, jossa kattopressun limitykset oli tehty kaadon kannalta väärin päin ja sadevesi valui pressujen välistä suoraan kannelle.



Kuva 15. Pressujen liitoskohdassa aukko, kiinnityslenkkien kohdalla reiät pressussa

Esille noussut ongelma oli myös kondenssivesien aiheuttamat ongelmat sääsuojan sisällä. Itsekin olen kerran tullut eristettävään kohteeseen, jossa olosuhteet olivat sään puolesta kohdallaan, mutta teltan sisällä satoi vettä, koska katosta ja teltan rakenteista tippui kondenssivettä kannelle. Tätä

ongelmaa poistaisi ainakin osittain kaksinkertaisen pressun käyttö ja tuuletuksesta huolehtiminen ohjeistuksen mukaisesti.

Voidaankin sanoa, että kun sääsuojia käytetään, riippumatta vuodenajasta tai olosuhteista, niiden toteutuksessa olisi kehittämistä ja esimerkiksi koulutusvaatimuksen lisäämistä sääsuojan pystyttäjille olisi syytä harkita.

### 5.3 Nestemäisenä levitettävän vesieristyksen sääsuojaus kesäaikana

Haastattelujen perusteella nousi näkökulmia, joiden mukaan käytettävällä vesieristysmateriaalilla ja menetelmällä on vaikutusta sääsuojauksen käytön tarpeeseen ja mielekkyyteen kesäaikana. Lähinnä tämä perustui vesieristystyön suoritusajaksi ja käytettävän aineen ominaisuuksiin. Kermieristys esimerkiksi on selkeästi hitaampi asentaa kanteen, kuin kumibitumimastiksi tai nestemäisenä levitettävä eriste. On siis eroa sillä, kuinka kauan eristystyö on alttiina olosuhteiden vaikutukselle ennen kuin kanteen on saatu asennettua täysin vedenpitävä kauttaaltaan peittävä eristyskerros.

Tässä opinnäytetyössä mielenkiinnon kohteena on ollut erityisesti nestemäisenä levitettävä vesieriste, jota työn tilaaja KKN-Rakennus Oy tekee. Nestemäisissä eristeissäkin on jonkin verran eroja ominaisuuksissa, esimerkiksi sitoutumisaika, ja levitystavoissa. Pääsääntöisesti voidaan sanoa, että ne ovat kuitenkin erittäin nopeita kovettumaan ja nopeita levittää. Aineen toimittajan Mapei Oy:n Vuorikosken mukaan Purtop 400 M eristeen ominaisuudet puoltavat sitä, että eristystyötä voidaan tehdä kesäaikana myös ilman sääsuojaa. Lämmityskautena sääsuojauksen tarve on ehdoton. Vastaavaa tuotetta käytetään Suomessa myös esimerkiksi kattojen eristämiseen ja siellä sääsuojausvaatimusta ei ole – sääsuojaa käytetään tarvittaessa. (haastattelu 16.4.2019) Purtopia käytettäessä pohjustuskerrosten määrä jää yhteen, mikä lyhentää merkittävästi kokonaiseristysaikaa. Pohjustusepoksi ole myöskään tässä tapauksessa tiivistysepoksi, vaan nimenomaan pohjuste. Pohjustuksen ei ole tarkoituskaan olla 100% tiivis, niin kuin esimerkiksi kermieristystä käytettäessä. Vuorikosken (haastattelu 16.4.2019) mukaan, kun Purtop on ruiskutuksen jälkeen kovettunut, se ei enää irtoa alustasta höyrynpaineen vaikutuksesta. Purtop myös paljastaa mahdolliset virheet välittömästi ja ne voidaan korjata heti.

Siitonen ja Lämsä (haastattelu 16.4.2019) esittivät huolta siitä, että nestemäisenä levitettävä vesieriste on ruiskutuksen jälkeen vielä jonkin aikaa altis sateella ja ilmankosteuden vaikutuksille. Tämä ilmenee siten, että aina saattaa muuttaa muotoaan ja sen ominaisuudet heikkenevät – tämän vuoksi eristeelle on olemassa optimitiheysvaatimus. Vuorikosken (haastattelu 16.4.2019) mukaan Purtop 400 M geeliiytyy n. 7 sekunnissa ja kestää kosteuden ja veden n. 2 minuutin kuluttua ruiskutuksesta. Aine tulee ruiskusta +65-85 °C, minkä vuoksi alkureaktio on niin nopea. Aine muodostaa kalvon, jonka läpi ei vesi enää pääse. Tämä tarkoittaa sitä, että ainakin

Purtopia käytettäessä 2 minuuttia on se aika, jonka kanteen ruiskutettu eriste on ominaisuuksiensa puolesta olosuhteiden vaikutuksille alttiina. Tämän perusteella en näkisi jälkikäteen tulevan kosteuden vaikutusta ruiskutetulle eristeelle ongelmaksi. Eristystyö voidaan turvallisesti lopettaa, jos sateen uhka on olemassa.

Käytännössä siis, kuten esimerkkikohteet osoittavat, 350 m<sup>2</sup> kansi oli eristettyä 25 tunnin kuluttua, ja 1000m<sup>2</sup> kansi 52 tunnin kuluttua pohjustustyön aloittamisesta. KKN-Rakennuksen kokemus on, että käytännössä voidaan sanoa, että n. 1500 m<sup>2</sup> ala saadaan kahdessa vuorokaudessa eristettyä alusta loppuun. Keinänen (haastattelu 15.3.2019) esittää, että eristys voidaan turvallisesti tehdä suuremmassakin kannessa esimerkiksi siten, että levitetään edellisenä iltana sen verran pohjustetta, mitä saadaan seuraavana päivänä ruiskutettua vesieristystä.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että Purtop 400 M eristettä käytettäessä tarvittava hyvien olosuhteiden aikaikkuna on huomattavasti pienempi, kuin esimerkiksi kaksinkertaisella kermieristyksellä. Säätilan ennustaminen lyhyelle aikavälille on jo melko hyvällä varmuudella mahdollista. Lisäksi työ voidaan turvallisesti keskeyttää, jos olosuhteet muuttuvat äkillisesti. Mahdolliset virheet paljastuvat työtä tehtäessä. Sääsuojan tarvetta ei useimmissa tapauksissa kesäaikana mielestäni ole. Sääsuojan käyttö voisi olla selkeämmin harkinnanvaraista esimerkiksi vanhan aikarajan 15.5.-31.8 välisenä aikana.

#### 5.4 Jatkotutkimustarve

Opinnäytetyötä tehtäessä erityisesti haastattelujen perusteella tuli ilmeiseksi, että sääsuojauksen toteutuksessa on kehitettävää. Näkisin, että näistä ongelmista ja niiden välttämisestä saisi helposti tehtyä oman tutkimuksensa, jolle olisi varmasti tilaustakin.

Esimerkiksi voisi laatia kattavan sääsuojan rakennusohjeen, jossa olisi huomioitu yleisesti tehtyjen virheiden välttämistä ja sääsuojan rakentamista haastaviin kohteisiin, joita esimerkiksi korjauskohteissa usein ilmenee.

## LÄHTEET

KKN-Rakennus Oy. (2018a). Vedeneristyspöytäkirja: VT25 Tynnyrinharjun eritasoliittymä S2/ Lohja

KKN-Rakennus Oy. (2018b). Vedeneristyspöytäkirja: Laajalahden risteys-silta 1 Äänekoski

Liikennevirasto. (2014). Sääsuojiin käytön turvallisuusohje. Haettu 21.4.2019 kohteesta: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/ohje\\_2014\\_saa-suojien\\_kayton\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/ohje_2014_saa-suojien_kayton_web.pdf)

Mapei Oy. (2019). Purtop 400 M – tekninen tietolehti, Haettu 21.4.2019 kohteesta: [https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider60/products-documents/2120-purtop400m-fi.pdf?sfvrsn=ec0bc572\\_0](https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider60/products-documents/2120-purtop400m-fi.pdf?sfvrsn=ec0bc572_0)

Rakennustieto Oy. (2018). InfraRYL 2018/1: 42310 Sillan kannen pintarakenteet. Haettu 11.3.2019 kohteesta: Rakennustiedon verkkopalvelu

## HAASTATTELUT

Hännikäinen, J. (2019). rakennusvalvoja, Espoon kaupunki. Haastattelu 16.4.2019.

Keinänen, T. (2019). yrittäjä: vedeneristysurakoitsija, KKN-Rakennus Oy. Haastattelu 15.3.2019.

Palosaari, T. (2019). vastaava mestari, Graniittirakennus Kallio Oy. Haastattelu 11.4.2019.

Siitonen, P.; Lämsä, J. (2019). Väylävirasto. Haastattelu 15.4.2019.

Vuorikoski, S. (2019). tekninen päällikkö, Mapei Oy. Haastattelu 16.4.2019.



<b>Tartuntavetolujuuskoe</b>							
<b>Menetelmä: VTT 2651-2001</b>							
<b>Vaatus: Vähintään 1,0 N/mm<sup>2</sup>, Keskiarvovaatus 1,2 N/mm<sup>2</sup>. Infrayl 2006 osa 3 42310.3.2.3.10</b>							
<b>Mittalaite: Vetolaite F6D Easy MLC nr. 060115 (kalibroitu 04/2018)</b>							
<b>Mittaustulokset:</b>							
Koe nro.	Paikka	Tartuntavetolujuus N/mm <sup>2</sup>	Murto				
1 a / b	Eteläosa 2m päädyistä, 4m itäisestä rp:sta	2,0/2,0	Veto lopetettu arvoon 2,0 N/mm <sup>2</sup> , ei murtoa				
2 a / b	keskiosa, 6m läntisestä rp:sta	2,0/2,0	"				
3 a / b	Keskiosa, 1m itäisestä rp:sta	2,0/2,0	"				
4 a / b	Pohjoisosa,4m läntisestä rp:sta	2,0/2,0	"				
5 a / b							
6 a / b							
Selvennykset: T= Tartuntapinta L= Liimaus KV= Kerrosten välinen A= Alusta							
<b>Nestemäisenä levitettävän eristeen paksuuden, huokoisuuden ja eheyden tarkastaminen</b>							
<b>Menetelmä:</b> Korkeajännitysmenetelmä (ns.kipinäharavalla)VTT-S-05050-09, päivitys 30.5.2013							
<b>Vaatus:</b> keskimäärin 2,5 mm kuitenkin vähintään 2,0 mm (InfraRYL 2006 osa 3 42310.3.2.3.8)							
<i>Nestemäisenä levitettävän vedeneristeen paksuus säädetty standardin mukaan koeruisutuksella ennen töiden aloitusta avulla.</i>							
<b>Korkeajännitysmenetelmällä havaittiin vuotokohtia:</b> 3 kpl							
Vuotokohdat merkittiin ja paikattiin laadunvarmistuskokeiden yhteydessä 21.6.2018							
<b>Eristyksen paksuuden määrittäminen eristyksestä irroteutuista näytealoista</b>							
<b>Vaatus:</b> Vähintään 1 kpl/alkava 250 m <sup>2</sup> (InfraRYL 2006, osa 3, 42310.5.4.4)							
<b>Menetelmä:</b> Kerrosvahvuusmittaus työntömitalla vetokoekappaleista.							
<b>Mittaustulokset:</b>							
Mittaus/mm:	1: 2,4	2: 2,4	3: 2,4	4: 2,7	5: 2,4	6: 3,1	
	7: 2,6	8: 2,2	9:	10:	11:	12:	
<b>Eristyksen keskimääräinen paksuus totetutuneen kokonaismenekin mukaan: 2,7 mm</b>							
Päivämäärä: 13.8.2018							
Allekirjoitus: Mika Nevalainen							

## VEDENERISTYSPÖYTÄKIRJA: ÄÄNEKOSKI, LAAJALAHDEN RISTEYSSILTA 1

<b>KKN-Rakennus Oy</b>		<b>Vedeneristyspöytäkirja</b>					
Tilaaaja: GRK							
Tilaaajan yhteyshenkilö: Toni Jauho							
Työmaa / silta: S4, Laajalahden risteyssilta1, Äänekoski							
Alustan esikäsittely:							
Hiekkapuhallus:	Sinkous	x	Pölynpoisto:	x	Timanttihionta:	x	
<b>Betonipinnan kosteus:</b> Viralliset tulokset pääurakoitsijan toimesta (vaatimus <5 p-%)							
Betonin pinnan kosteuden tarkastaminen Tramex Concrete Encounter pintakosteusilmaisimella:							
mittapiste:arvo	1: 3,6	2: 3,7	3: 4,0	4: 3,8	5: 3,7	6: 3,8	
<b>Makrokarkeuden toteaminen lasihelmimenetelmällä</b>							
<b>Menetelmä:</b> SFS-EN 13036-1							
<b>Vaatimus:</b> 0,3 - 1,2 mm (InfraRYL 2006, osa 3, 42310.2.1.6)							
<b>Mittaustulokset:</b>							
Mittapiste:arvo	1: 0,45	2: 0,52	3: 0,49	4: 0,63	5: 0,34		
	6: 0,72	7: 0,55	8: 0,38	9: 1,00	10: 0,38		
<b>Vedeneristyön aikaiset olosuhteet ja materiaalimenekit sekä toteutuneet kerrosvahvuudet:</b>							
Pvm/klo	Alustan lämpötila °C	Ilman lämpötila °C	Ilman kosteus % Rh/kp.	Työvaihe / Aine	Suorite m <sup>2</sup>	Menekki Kg	Kerros- vahvuus kg/m <sup>2</sup>
8.8.2018/19.00-	25	24,8	40/10,4	Epoksirohjustus/ MapePrimer M	1000	504	0,5
8.8.2018/21.30	24	21,4	56/12				
9.8/11.00-	25	25,7	47/13,5	VESIERISTYS/ PURTOP 400 M	1000	3200	3,2
9.8/20.20	26	25	55/15				
10.8./15-17	26	25	55/15	PurtopPrimer Nero	1000	100	0,1
10.8/18-23	26	25	55/15	Kumibitumisively	1000	1000	1

<b>Tartuntavetolujuuskoe</b>							
<b>Menetelmä: VTT 2651-2001</b>							
<b>Vaatus: Vähintään 1,0 N/mm<sup>2</sup>, Keskiarvovaatus 1,2 N/mm<sup>2</sup>. Infraryl 2006 osa 3 42310.3.2.3.10</b>							
<b>Mittalaite: Vetolaite F6D Easy MLC nr. 060115 (kalibroitu 04/2018)</b>							
<b>Mittaustulokset:</b>							
Koe nro.	Paikka			Tartuntavetolujuus N/mm <sup>2</sup>		Murto	
1 ja 2 a / b	teläosa, 2m päädyistä ja kummastakin rp:st			2,0/2,0. 2,0/2,0		veto lopetettu arvoon 2,0.ei murtoa	
3 ja 4 a / b	Keskiosa, 4m kummastakin rp:sta			2,0/2,0. 2,0/2,0		"	
5 ja 6 a / b	Keskiosa, 8m kummastakin rp:sta			2,0/2,0. 2,0/2,0		"	
7 ja 8 a / b	Pohjoisosa, 2m päädyistä ja reunapalkeista			2,0/2,0. 2,0/2,0		"	
Selvennykset: T= Tartuntapinta L= Liimaus KV= Kerrosten välinen A= Alusta							
<b>Nestemäisenä levitettävän eristeen paksuuden, huokoisuuden ja eheyden tarkastaminen</b>							
<b>Menetelmänä:</b> Korkeajännitysmenetelmä (ns.kipinäharavalla) VTT-S-05050-09, päivitys 30.5.2013							
<b>Vaatus:</b> keskimäärin 2,5 mm kuitenkin vähintään 2,0 mm (InfraRYL 2006 osa 3 42310.3.2.3.8)							
<i>Nestemäisenä levitettävän vedeneristeen paksuus säädetty standardin mukaan koeruisutuksella ennen töiden aloitusta.</i>							
<b>Korkeajännitemenetelmällä havaittiin vuotokohtia:</b> 11 kpl							
Vuotokohtat merkittiin ja paikattiin laadunvarmistuskokeiden yhteydessä 9.8.2018							
<b>Eristyksen paksuuden määrittäminen eristyksestä irroteutuista näytepaloista</b>							
<b>Vaatus:</b> Vähintään 1 kpl/alkava 250 m <sup>2</sup> (InfraRYL 2006, osa 3, 42310.5.4.4)							
<b>Menetelmä:</b> Kerrosvahvuusmittaus työntömitalla vetokoekappaleista.							
<b>Mittaustulokset:</b>							
Mittaus/mm:	1: 2,3	2: 2,5	3: 2,2	4: 2,8	5: 2,4	6: 3,1	
	7: 2,3	8: 2,1	9: 3,5	10: 2,3	11: 2,2	12: 2,7	
<b>Eristyksen keskimääräinen paksuus totetutuneen kokonaismenekin mukaan: 2,7 mm</b>							
Päivämäärä: 12.8.2018 Allekirjoitus: Mika Nevalainen							