

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

2022

Lari Autio

Käännetyin kattorakenteen työmaatoteutus ja laadunvarmistus



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma, rakennusmestari

2023 | 38 sivua

Lari Autio

Käännetyin kattorakenteen työmaatoteutus ja laadunvarmistus

Opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä käännetyin kattorakenteen toimintaan, työmaatoteutukseen ja laadunvalvontaan.

Opinnäytetyö esittelee rakenteen ensin teoriassa. Mitä rakennekerroksia valmiista rakenteesta löytyy ja mitkä niiden tehtävät ovat. Työssä käydään läpi suunnittelu ohjeita, jotka määrittävät käytettävien materiaalien ominaisuuksia.

Työssä paneudutaan myös rakenteen toteuttamiseen työmaalla. Mitä valmisteluja tehdään ennen työn aloittamista. Mitä tulisi huomioida työn ollessa käynnissä ja miten laatua valvotaan ja mitataan työn aikana, jotta saavutetaan haluttu onnistunut lopputulos.

Asiasanat:

Käännetty kattorakenne, aikataulu, tehtäväsuunnittelu, laadunvarmistus, vedenpaine-koee, vetokoe

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Degree programme in Construction Project Management | Bachelor of
Construction Project Management

2023 | 38 pages

Lari Autio

Site implementation and quality assurance of the inverted roof structure

The purpose of the thesis is to learn about the function of the inverted roof structure, construction site implementation and quality control.

The thesis presents the structure first in theory. What structural layers can be found in the finished structure and what are their functions. The work goes through the design guidelines that determine the properties of the materials used.

The work also focuses on implementing the structure on the site. What preparations are made before starting work. What should be considered while the work is in progress and how the quality is monitored and measured during the work in order to achieve the desired successful end result.

Keywords:

Inverted roof structure, schedule, task planning, quality assurance, water pressure test, pull test.

Sisältö

1 Johdanto	7
2 Käännetty kattorakenne	8
2.1 Käännetyn kattorakenteen perusidea	8
2.2 Kantava rakenne	8
2.3 Käännetyn katon veden pitävä kerros	8
2.4 Käännetyn katon kattokaivot	10
2.5 Käännetyn kattorakenteen eristeet	12
2.6 Eristeen erottaminen pintakerroksesta.	14
2.7 Pintarakenne	14
3 Käännetyn katon virheet, virheiden vaikutukset ja niiden korjaaminen	15
3.1 Tyypillisimmät virheet käännyssä katossa	15
3.1.1 Vedeneristeestä aiheutuvat virheet	15
3.1.2 Lämmöneristeistä johtuvat virheet	16
3.2 Vedeneristysvirheiden aiheuttamat ongelmat	17
3.3 Lämpöeristeiden virheiden aiheuttamat ongelmat	17
3.4 Virheistä johtuvien ongelmien korjaaminen	18
3.5 Virheiden korjauksesta syntyvät kustannukset	19
4 Työmaatoteutus ja laadunvalvonta	21
4.1 Työmaatoteutuksen valmistelu	21
4.2 Tehtäväsuunnitelman tekeminen	21
4.3 Kantavan betonirakenteen laatuvaatimukset ja laadunvarmistaminen	23
4.4 Vedeneristyksen vaatimukset ja laadunvarmistaminen	23
4.4.1 Alustan tarkistus ennen vesieristyksen aloittamista	23
4.4.2 Liikuntasaumamat	24
4.4.3 Asennus ja asennuksen aikaiset olosuhteet	24
4.4.4 Ylösnostot	26
4.4.5 Läpiviennit	28
4.4.6 Vetokoe kermille	28

4.4.7 Vedenpainekoe	29
4.5 Eristeet ja eristeiden asennus	29
4.6 Suodatinkerros	30
4.7 Pintakerros	30
4.8 Dokumentointi	31
4.9 Työn aikainen turvallisuus	32
4.10 Jätehuolto ja siisteys	33
5 Oma osaamistaso ja kehittämistarve	34
5.1 Työmaatoteutuksen valmistelu	34
5.2 Tehtäväsuunnitelma	34
5.3 Betonirakenteen laadunvarmistus	34
5.4 Vedeneristys käännetyssä katossa	35
5.5 Vedeneristeen laatukokeet	35
5.6 Eristekerros	36
5.7 Pintakerros	36
6 Yhteenveto	37
Lähteet	38

Kuvat

Kuva 1 Ylösnosto ja ylösnoston kääntö reunan päälle (Toimivat Katot, 2022)	9
Kuva 2 Pihakannen kaivorakenne (RT 103090, 2019)	11
Kuva 3 Liikennöidyn tason kaivorakenne (RT 103090, 2019)	11
Kuva 4 Alin eritekerros, joka tulee olla pohjastaan uritettu	12
Kuva 5 Virheellisesti sijoitettu vedeneristeen ylösnosto (FISE 2018)	16
Kuva 6 Vedeneristeen sijainti korjattu oikeaan paikkaan. (FISE 2018)	18

Kuva 7 vedeneristys liikuntasauaman kohdalla (RT 103277)	24
Kuva 8 Bitumikermien asentaminen hitsaamalla (BMI Group)	26
Kuva 9 Vedeneristeen ylösnosto seinää vasten. (Nordic Waterproofing Oy, 2021)	27

Taulukot

Taulukko 1. Bitumikermien käyttöluokat.	10
Taulukko 2 Vähimmäisvaatimuksia XPS eristeelle. (Toimivat katot 2022)	13

1 Johdanto

Opinnäytetyössä tutustutaan käännetyin kattorakenteeseen. Mihin käännettyä kattorakennetta käytetään, millaisia riskejä siihen liittyy ja miten kyseisiä riskejä voidaan ennaltaehkäistä ja estää työtä suunnitellessa ja toteuttaessa. Työn toimeksiantajana toimii Lujatalo Oy.

Työn tavoitteena on kartoittaa käännetyin kattorakenteen toteutus ja laadunvalvonta. Työssä käydään ensin läpi rakenteen kerrokset teoriassa, jonka jälkeen rakenteita havainnoidaan työmaan ja laadunhallinnan näkökulmasta. Laadunhallinnan osuudessa käydään läpi tapoja testata laatua ja mistä kunkin rakennekerroksen pohjavaatimukset syntyvät.

Työn tarve on syntynyt, kun on havaittu käännettyjen kattojen lisääntyvän uudiskerrostaloissa, joihin on tullut kiihtyvällä tahdilla kansipihoja ja muita käännetyin katon rakennetyyppejä. Tarvetta kasvattaa se, että kyseessä on riskirakenne, joka aiheuttaa niin laadullisia kuin taloudellisia riskejä epäonnistuessaan. Käännetyssä kattorakenteessa virheiden tekeminen on helppoa, ja virheiden korjaus moneen muuhun rakenteeseen nähden on kallista. Tämän opinnäytetyön on tarkoitus tarjota toimeksiantajan työjohdolle pohjaa käännetyin katon toteutuksen valmisteluun, valvontaan ja laadunvarmistukseen.

2 Käännetty kattorakenne

2.1 Käännetyn kattorakenteen perusidea

Käännetty kattorakenne nimitys tulee rakennekerrosten järjestyksestä.

Tavallisessa katosta poiketen rakennekerrokset suojaavat niiden alle sijoitettua vedenpitävää kerrosta.

Yleisimpiä käyttökohteita käännetylle rakenteelle ovat kansipihat, kattopuutarhat ja liikennöidyt tasot. Käännetyn rakenteen avulla pystytään ottamaan hyöty- ja virkistyskäyttöön kattopinta-alaa, joka muuten jäisi hyödyntämättä. (RT 103277, 2020.)

2.2 Kantava rakenne

Kantava rakenne on betonia ja on usein toteutettu joko paikallavaluna tai elementeistä tehtynä laattarakenteena. Laattarakenteen päälle valetaan usein erillinen raudoitettu pintalaatta, jotta rakenteeseen saadaan kaivot. Suoraan paikallavaluna tehtäessä ei tarvita erillistä pintalaattaa, koska paikallavalu mahdollistaa kaatojen tekemisen suoraan rakenteeseen. Kantavassa rakenteessa luodaan pohja koko vedeneristekerroksen toimivuudelle ja siksi kantava rakenne on toteutettava siten, ettei vesi jää seisomaan vaan ohjautuu kallistettujen muotojen avulla pois. Laatan kaatojen on oltava vähintään 1:80. Mikäli olosuhteet vaativat, on betonirakenne suojattava vesisateilta siksi aikaa, että vedenpitävää kerrosta päästään asentamaan. Näin estetään betonirakenteen alapuoleisten rakenteiden kastuminen. (RT 103277, 2020.)

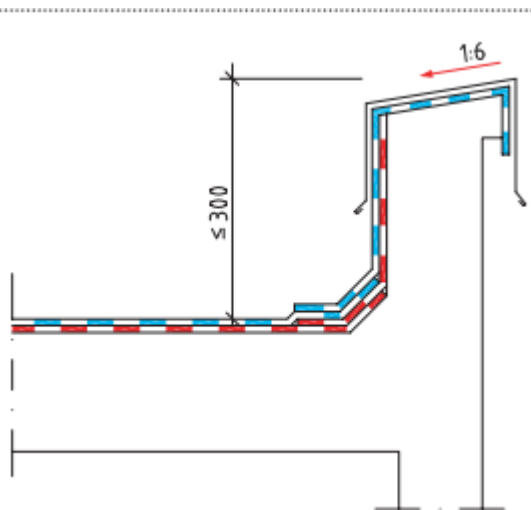
2.3 Käännetyn katon veden pitävä kerros

Käännetyn katon vettä pitävä kerros sijoitetaan suoraan kantavan rakennekerroksen päälle. Vedenpitävyys aikaansaadaan bitumikermillä. Ennen bitumikermin asennusta käydään pohjamateriaaliläpi kumibitumisivelyllä, jonka

tehtävänä on varmistaa bitumikermin parempi ja varmistetumpi tarttuminen pintaan. Ennen bitumituotteiden asentamista kantavan rakenteen pintaan on varmistettava, että pohjamateriaali vastaa suunnitelmia sisältäen tarpeelliset kaadot veden luonnollisen poistumisen varmistamiseksi. Lisäksi on varmistettava pohjana toimivan betonikerroksen pinnan riittävä tasaisuus ja puhtaus, jotta bitumikermi voi saavuttaa maksimaalisen tartunnan.

Vettä pitävä kerros on nostettava myös reunoista ylös, siten että se saa aikaan allasmaiset reunat. Noston korkeus määräytyy reunojen korkeuden ja toteutumistavan mukaan kuitenkin niin, että reunan ylösnosto nousee vähintään 300 mm valmiin pinnan yläpuolelle. Rakenteet, jossa reunan päällinen jäisi avoimeksi, nostetaan eriste myös reunan yli.

Kuvassa 1 on havainnollistettu, miten bitumikermi tulisi asentaa reunanoston osalta. Alimman kerroksen nosto tuodaan siten, että se käännetään ylös reunaa vasten, ylemmät kerrokset jatketaan myös reunarakenteen päälle ja sen yli reunan vedenpitävyyden takaamiseksi.



Kuva 1 Ylösnosto ja ylösnoston käänntö reunan päälle (Toimivat Katot, 2022)

Bitumikermien tyyppi ja asennustapa tulee aina olla merkittynä suunnitelmiin. Käännetty kattorakenne tulee toteuttaa VE80R- käyttöluokan katerakenteella, koska rakenteen myöhempi korjaaminen on vaikeaa. (RIL 107-2012; Toimivat katot 2022.)

Bitumikermit jakautuvat eri käyttöluokkiin niiden ominaisuuksien perusteella. Taulukossa 1 on esitetty bitumikermien käyttöluokat ja millaisilla eri huopien yhdistelmillä pystytään saavuttamaan eri käyttöluokkien vaatimukset.

Taulukko 1 Bitumikermien käyttöluokat.

Bitumikermien käyttöluokat

Katerakenne	VE40 (1:40)	VE80 (1:80)	VE80R (1:80)
TL1			
TL3 + TL2			
TL2 + TL2			
TL2 + TL1			
TL2 + TL2 + TL2			
TL2 + TL2 + TL1			

= suositeltavin
 = soveltuu

2.4 Käännetyn katon kattokaivot

Käännetty rakenne aiheuttaa kaivolle erikoisvaatimuksia, jotta sen toiminta olisi rakenteen kanssa yhteensopiva. Koska vedelle on oltava pääsy kaivoon niin eristetilasta kuin pintamateriaalin päältä, on kaivossa oltava tämän mahdollistava rakenne. Siksi käännetuille kattorakenteille löytyy omia kaivo- ja

sihtirakenteitaan. Kuvan 2 tyyppisessä kaivo + sihtirakenne -ratkaisussa alaosan aukoista pystytään johtamaan eristetilaan päätynyt vesi viemäriin.

Yläosan ritilä voidaan teleskooppirakenteensa avulla nostaa pintakerroksen pintaan asti esimerkiksi säänkestävän betonilaatan pintaan, josta sillä pystytään kallistusten avulla johtamaan vesi pois pintalaatan päältä.



Kuva 2 Pihakannen kaivorakenne (RT 103090, 2019)

Kuvan 3 kaivo on tarkoitettu liikennöitäville tasoille, kaivo on huomattavasti vankempaa teko, jotta se kestäisi ylikulkevan liikenteen aiheuttaman rasituksen. (RT-103090)



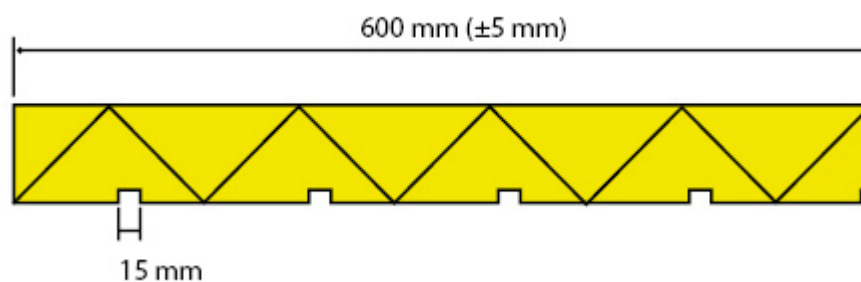
Kuva 3 Liikennöidyn tason kaivorakenne (RT 103090, 2019)

2.5 Käännetyn kattorakenteen eristeet

Käännetyssä rakenteessa lämmöneriste eriste on sijoitettu vettä pitävän kerroksen päälle. Tämän takia eristeen päälle on tultava vielä eristettä suojaava rakennekerros, kuten säänkestävä betonilaatta, tai maa-ainesta, kuten singeli. Pintakerroksen tärkeimpiä tehtäviä on pitää eristeet suojassa mekaaniselta ja olosuhdeperäiseltä rasitukselta.

Eristeenä ei voida käyttää itseensä kosteutta imeviä eristeitä, kuten villaa. Eristemateriaaliksi on valittava tuote, joka on testattu veden imeytymisestä upotuskokeessa ja veden imeytymisestä diffuusiolla. Taulukossa 2 on kerrottu testien standardit sekä niistä saatavat vähimmäistulokset, jotta tuote on varmuudella sopiva käännettyyn kattorakenteeseen.

Alimmaksi asetettava kerros eristettä tulee olla pohjasta uritettua, jotta eristetilaan mahdollisesti päätyvällä vedellä on mahdollisuus kulkea vedenpitävää kerrosta pitkin kaivoihin ja niiden kautta pois rakenteesta (kuva 4.)



Kuva 4 Alin eritekerros, joka tulee olla pohjastaan uritettu

Taulukossa 2 on kuvattu perusvaatimukset muovieristeille, kuten vähimmäispuristuslujuus ja jäätymis-sulamis-kestävyys, joilla on iso vaikutus eristeen ehjänä pysymiseen ja toimivuuteen. Etenkin jäätymissulamisen kestävyys on merkittävä rakenteen pitkäaikaiseen toimivuuteen, sillä eristeen toiminta ei saa muuttua, vaikka sen ympärillä oleva kosteus jäätyisi eristeen pintaan. (Toimivat katot 2022) (RIL 107-2012)

Taulukko 2 Vähimmäisvaatimuksia XPS eristeelle. (Toimivat katot 2022)

Ominaisuus	Testausmenetelmä	Tulos (vähimmäisvaatimus) ja luokka	Yksikkö
Lujuusominaisuudet			
Puristuslujuus	SFS-EN 826:en (2013)	300 , CS(10\Y)300 ¹⁾	kPa
Pitkäaikaiskuormitus	SFS-EN 1606:en (2013)	100 , CC(2/1,5/50)100	kPa
Kosteustekniset ominaisuudet			
Veden imeytyminen upotuskokeessa	SFS-EN ISO 16535:2019:en	< 0,7 , WL(T)0,7	%
Veden imeytyminen diffuusiolla	SFS-EN ISO 16536:2019:en	< 3 , WD(V)3	%
Jäätymis-sulamiskestävyys	SFS-EN 12091:en	< 1 , FTCD1	%

¹⁾ Vesikatoilla, mikäli siellä ei ole poikkeuksellisia kuormituksia, puristuslujuuden arvo voi olla alhaisempi, mutta materiaalin kosteusteknisten arvojen pitää silloinkin täyttyä.

2.6 Eristeen erottaminen pintakerroksesta.

Eristeen tulee olla omassa tilassaan, eikä eristeen joukkoon päästetä pintakerroksen materiaalia, oli se sitten betonia tai maa-ainesta. Useimmin tämä toteutetaan erotuskerroksella, joka yleisimmin on suodatinkangas. Suodatinkankaan vähimmäisvaatimus on käyttöluokka N2 mukainen suodatinkangas. (RT 103277)

2.7 Pintarakenne

Pintarakenne käännettyssä kattorakenteessa määräytyy aina käyttötarkoituksen perusteella. Pintarakenteen tehtävänä on suojella muuta rakennetta olosuhteilta ja mahdolliselta käytön aiheuttamalta rasitukselta. Pintakerroksen painon tulee olla riittävä pitämään eristeet paikoillaan. Yleisin ratkaisu pintarakenteeksi on raudoitettu betonilaatta, joka suojaa alapuoleiset rakenteet mekaaniselta rasitukselta ja vähentää myös sääolosuhteiden vaikutuksia alempiin rakennekerroksiin. (RT- 103277)

Tämän kerroksen päälle tulee vielä käyttöä tukevia rakenteita. Liikennöidyillä tasoilla asfaltti ja kansipihossa istutusaltaita ja terasseja sekä erillisiä koristekiveyksiä. Näistä etenkin mahdollisten puiden ja muiden isompien kasvien kiinnitys ja tukeminen kansipihalle antaa vielä oman haasteensa pintarakenteelle. (RT85-11205)

3 Käännetyin katon virheet, virheiden vaikutukset ja niiden korjaaminen

3.1 Tyypillisimmät virheet käännetyssä katossa

Tyypillisimmin käännetyin katon virheet syntyvät joko valmistusvaiheen asennusvirheenä tai käyttöönoton jälkeisen huollon laiminlyöntinä. Useimmin asennusvirhe tapahtuu joko vedeneristeessä tai lämmöneristeen asennuksessa. Huollon laiminlyönnissä ongelmia aiheuttavat useimmin vedenpoistojärjestelmät, jotka huollon puutteesta eivät joko toimi lainkaan tai toimivat puutteellisesti.

3.1.1 Vedeneristeestä aiheutuvat virheet

Vedeneristeen toimimattomuus johtuu useimmin asennuksen aikaisesta virheestä.

Yleisimmät virheet vesieristyksessä ovat

- vedeneristeen irtoaminen pohjamateriaalista
- vedeneristeen reikiintyminen
- vesieristeen virheellinen sijainti

Vedeneristeen irtoaminen pohjamateriaalista aiheuttaa vedeneristeelle riskin repeytyä rikki alueelta, joka on irronnut pohjamateriaalista. Repeytyessään vedeneristeen alle pääsee kosteus, joka tulee aiheuttamaan ongelmia. Tämän tyyppisen vaurion ongelmat voivat ilmetä nopeasti tai hitaasti ja aiheuttavat usein lieviä pitkäkestoisia ongelmia.

Vedeneristeen reikiintyminen aiheuttaa vastaavaa ongelmaa kuin vedeneristeen irtoaminen pohjarakenteesta. Käytännössä reikiintyminen johtuu joko ulkoisesta rasitteesta asennusvaiheessa tai eristeen huonosta tarttuvuudesta.

Vedeneristeen virheellinen sijainti aiheuttaa sen, ettei vedenpitävä kerros ole suojaamassa kokorakennetta, tai veden on mahdollista kiertää sen ohi ja näin kastella rakenteita. Kuvassa 5 on virheellisesti sijoitettu vesieriste. Eristeen tulisi mennä kaikkien lämmöneristeiden lämpimällä puolella ja siten estää eristetilaan tulevaa vettä kastelemasta runkorakenteita.



Kuva 5 Virheellisesti sijoitettu vedeneristeen ylösnosto (FISE 2018)

3.1.2 Lämmöneristeistä johtuvat virheet

Lämmöneristyskerroksen toimimattomuuden aiheuttaa useimmin vääräasennustapa. Virheen voivat aiheuttaa myös väärät materiaalit.

Yleisimmät virheet lämmöneristyksessä ovat seuraavat:

- pohjimmainen eristekerros on urittamatonta levyä
- väärin eristemateriaalien käyttö
- eristekerrosta ei ole erotettu pintakerroksesta.

Urittamattoman lämmöneristelevyn käyttö suoraan vedeneristeen päällä saa aikaan tilanteen, jossa eristetilasta puuttuu vedelle tarkoitettu luonnollinen kulkutila. Tämä kulkutila on rakenteen kuivumiselle ja kuivana pidolle

välttämätön. Alimman levyn uritus mahdollistaa veden valumisen tehokkaasti vedenpoistojärjestelmään.

Väärien eristemateriaalien käyttö aiheuttaa ongelmia eristeen toimivuudelle. Eristetilaan siirtyvä lämpö on lähtöisin kantavan rakenteen alla olevista tiloista. Jos eristeen veden imeytymisen arvo ei ole riittävä, voi eriste kärsiä ja jäätyä. Vaikka XPS-eristeet kestävät muita eristeitä paremmin sulamista ja jäätymistä, eristeen muut ominaisuudet kärsivät toistuvasta jäätymisestä ja sulamisesta.

Mikäli eristekerroksen erottaminen pintakerroksesta on jäänyt tekemättä, syntyy riski, että pintakerroksesta irtoava hienoaines kerääntyy eristeiden väliin. Tämä estää veden liikkumisen eristetilassa ja siten myös veden siirtymisen normaaleihin vedenpoistojärjestelmiin.

3.2 Vedeneristysvirheiden aiheuttamat ongelmat

Vedeneristysvirheiden seurauksena kastuvat rakenteet, joihin ei oikein toteutettuna kuuluisi päästä vettä. Rakenteiden kastumisesta seuraa seuraavanlaisia ongelmia (FISE 2018):

- lämmöneristävyyden heikkeneminen
- kosteuden myötä syntyvät mikrobivauriot
- kattorakenteen alla sijaitsevien tilojen pintavauriot
- alapuoleisien tilojen irtaimiston kärsimät vahingot
- alapuoleisten tilojen sisäilmaongelmat.

3.3 Lämmöneristeiden virheiden aiheuttamat ongelmat

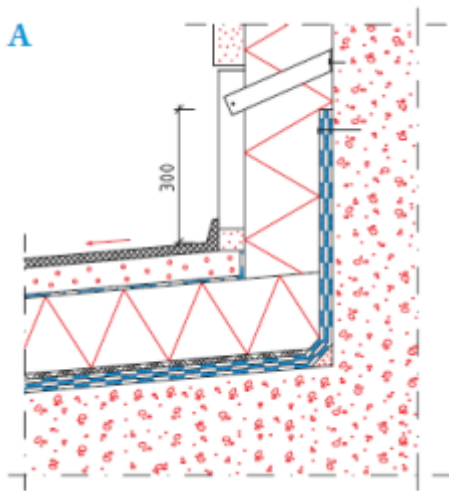
Lämmöneristeen toimimattomuus aiheuttaa koko rakenteelle ongelmia, sillä eristetila pääsee mahdollisesti jäätymään kokonaan. Jäätynyt eristetila altistaa

muut rakennekerrokset vaurioitumiselle. Lisäksi jäänyt eristetila hukkaa mahdollisilta alapuolelle sijoitetuilta tiloilta lämpöä eristeen toimimattomuuden takia.

3.4 Virheistä johtuvien ongelmien korjaaminen

Virheiden korjaaminen aloitetaan selvittämällä virheen ja siitä johtuneiden ongelmien laajuus. Laajuuden selvittäminen voidaan aloittaa näkyvistä vaurioista ja alueesta, jossa vaurioita esiintyy.

Rakenteelliset viat ovat hitaita ja isoja korjattavia sillä esimerkiksi vesieristeen vaurioiden korjaaminen vaatii todella suurta purkamista, jotta vesieristeen pettänyttä osaa päästään vaihtamaan.



Kuva 6 Vedeneristeen sijainti korjattu oikeaan paikkaan. (FISE 2018)

Kuvassa 6 on korjattu aiemman kuvan 5 virheellinen vedeneristeen sijainti. Jotta tällainen korjaus on mahdollinen, on purettava pintarakenteet ja eristeet. Tämän jälkeen päästään korjaamaan itse vesieristeen sijaintia. Korjausten jälkeen on vielä koottava puretut rakenteet.

3.5 Virheiden korjauksesta syntyvät kustannukset

Tässä kappaleessa paneudumme kulujen syntymiseen. Tekstissä ei esitetä rahasummia, koska niihin vaikuttavat rakennekerroksien paksuus ja vallitseva hintataso. Esimerkkinä voidaan käyttää käännettyä kattorakennetta, jossa on kansipiha. Vesieriste on vuotanut eristetilaan tullutta vettä alla oleviin tiloihin. Tällöin kuluja alkaa muodostua korjaamista varten tehtävistä purkutöistä seuraavasti:

- mahdollisten kansipihan varusteiden purkaminen ja varastointi korjausten ajaksi
- korjattavan alueen suojaus sääoloilta
- pintamateriaalin purkaminen korjattavalta alueelta
- erotuskankaan poisto korjattavalta alueelta
- eristeiden poisto korjattavalta alueelta
- vesieristeen poisto alueelta, josta vuotoa tiedetään tapahtuneen
- kantavan rakenteen kosteuksien mittaaminen puretulta alueelta
- mahdollisen purkualueen laajentaminen, mikäli kosteusmittaus sitä edellyttää
- kuivaaminen, mikäli rakenne on pahasti kastunut
- puretuista rakenteista syntyvät jätemaksut.

Kun purkutyöt on saatu suoritettua riittävältä alueelta ja varmistettu riittävän laaja purku, siirrytään rakenteen kokoamiseen. Uudelleen rakentamisen aikana syntyy jälleen materiaali- ja työkuluja seuraavasti:

- vesieristystyöt ja uusi eristemateriaali
- lämmöneristystyöt ja uudet levyt poispurettujen levyjen tilalle
- uusierotuskangas puretun alueen osalta
- pintakerroksen uudelleen tekeminen, kansipihojen tapauksessa usein valettu laatta.

- aluksi purettujen kansipihan varusteiden tuonti varastosta ja takaisin asennus.

Nyt on käyty läpi kustannuksia synnyttävät asiat korjattavan rakenteen osalta. Näiden lisäksi kustannuksia syntyy alapuoleisien tilojen kärsimistä vaurioista. Kuluja syntyy lisäksi seuraavista työvaiheista:

- kosteudesta vaurioita ottaneiden rakenne ja pintakerrosten poistaminen
- mahdolliset kuivauskulut
- uusien rakennekerrosten ja pintamateriaalien hankinta ja asennus.

Tässä osuudessa läpikäytyjen kustannusten määrät eri vaiheille määräytyvät vaurion laajuudesta. Kuitenkin on selvää, että kaikki purku ja uudelleen rakentamisesta syntyvät kulut siirtyvät rakennusliikkeelle, jolla on vastuu asennusvirheistä.

4 Työmaatoteutus ja laadunvalvonta

4.1 Työmaatoteutuksen valmistelu

Työmaatoteutuksen valmistelu aloitetaan käymällä suunnitelmat läpi ja varmistamalla suunnitelmien toteutuskelpoisuus. Suunnitelmissa pitäisi tässä kohtaa olla tarvittavat leikkaukset rakennekerroksista, kaivojen paikat, mahdolliset kaadot kaivoille, tarvittavat detaljikuvat, määritteet mahdollisista lämpöeristeistä ja vedeneristyksen tyypistä, sekä muista suunnitelmien mukaisista materiaaleista.

Kun suunnitelmat on tarkastettu ja ne sisältävät kaikki tarpeelliset tiedot, aloitetaan työedellytysten varmistaminen. Tässä vaiheessa työhön liittyvät urakat ja materiaalihankinnat on pääsääntöisesti tehty. Työn valmistelu alkaa aikataulun luonnilla. Aikataulutuksessa on otettava huomioon, milloin työ päästään aloittamaan ja milloin työn on oltava valmis. Työn suoritusajankohta ilmoitetaan urakoitsijoille heti kun se on mahdollista.

Työstä tehdään ennen töiden aloittamista tehtäväsuunnitelma, jossa käydään tarkemmin läpi urakkaan liittyviä tekijöitä, kuten ohjeistusta ja laadunmittausta ja työohjeita.

4.2 Tehtäväsuunnitelman tekeminen

Tehtäväsuunnitelman ideana on työvaiheen suorittamiseen perehtyminen. Suunnitelmaan kirjataan

- työn sisältö
- aikataulu työn suorittamiselle
- työvaiheen arvioidut kustannukset, sekä valmistumisen jälkeen toteutuneet kustannukset
- laatuvaatimukset ja laatuasiakirjat, joita työssä tulee noudattaa
- työn tekemisen ohje

- materiaalivaatimukset, jotka rakenteelle on määrätty
- ulkonäkövaatimukset näkyviin jääville kerroksille
- työhön liittyvä logistiikka
- työssä käytettävät koneet ja välineet
- työvaiheen työturvallisuuden järjestely
- laadunvarmistamisen toimintatavat.

Tehtäväsuunnitelman tehdään, jotta kaikki laatutekijät olisi käyty läpi ja tekijöiden tiedossa ennen työn aloittamista. Tehtäväsuunnitelmassa on myös hyvä olla kirjattuna urakkarajat, näin jokaiselle työhön osallistuvalla urakoitsijalle on selvää, mistä oma työvaihe alkaa ja mihin oma työ päättyy.

Tehtäväsuunnitelmaa ei ole tarkoitus tehdä jokaisesta työstä, vaan sen tekeminen liittyy korkeaa laatua ja valvontaa vaativiin riskirakenteisiin ja työvaiheisiin.

Yleisimmin tehtäväsuunnitelma tehdään, kun tehtävä sisältää seuraavia riskejä:

1. Tehtävä on aikataulullisesti kriittinen.
2. Taloudellinen riski on merkittävä.
3. Tehtävällä on korkeat laatuvaatimukset.
4. Työvaihe on tuntematon työntekijöille tai työnjohdolle.
5. Kyseinen tehtävä on ennakkotapauksissa osoittautunut virhealttiiksi.

Hyvällä tehtäväsuunnitelmalla pystytään vaikuttamaan yllä mainittujen riskien vaikutuksiin lopputuloksessa. Aikataulua ja taloudellista riskiä pystytään pienentämään hyvin sovitulla urakka- ja materiaalikaupoilla. Laatuvaatimukset saadaan helpoiten täytettyä, kun ne on käyty läpi tehtäväsuunnitelmassa ja ne on otettu huomioon tarjouspyynnössä ja kaupankäynnissä kyseisen tehtävän osalta. Tehtäväsuunnitelma käydään läpi myös työntekijöiden kanssa, jotta heillä on riittävät tiedot työn laadukkaaseen tekemiseen.

4.3 Kantavan betonirakenteen laatuvaatimukset ja laadunvarmistaminen

Kantavassa betonirakenteessa on oltava kallistukset, joita pitkin pintakerroksen läpi tulleet vedet voidaan johtaa vedenpoistojärjestelmään. Kun kantavarakenne on tehty paikallavaluna, voidaan kallistukset tehdä samalla muun laatan kanssa. Jos rakenne on elementtilaatta, laatan päälle on aina tehtävä erillinen kallistusvalu. Kallistuksen on aina käännetyssä kattorakenteessa oltava vähintään 1:80. Tarvittaessa paikallavalettuun laattaan voidaan tehdä lisää kallistuksia, mikäli kantavan rakenteen valussa ei ole saavutettu riittävää kallistusta.

Tehtiin rakenne sitten suoraan paikallavaluna tai laattarakenteen päälle tehtävänä täydennysvaluna, on lopullinen pinta saatava vastaamaan vesieristyksen pohjavaatimuksia. Kuten kaikissa betonirakenteissa, on betonin pinta valun jälkeen suojattava sääolosuhteilta, esimerkiksi suoralta vesisateelta. Lisäksi betonilaatan kuivumisen edistämiseksi betonilaatan pinta on hiottava auki, jotta betonin liima ei estä betonilaatan kuivumista.

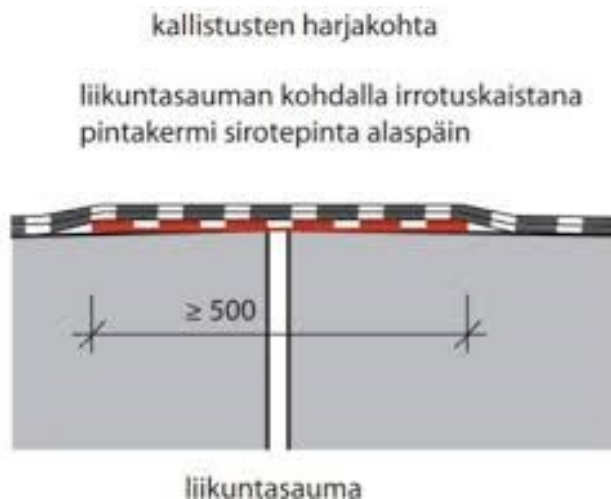
4.4 Vedeneristyksen vaatimukset ja laadunvarmistaminen

4.4.1 Alustan tarkistus ennen vesieristyksen aloittamista

Ennen vedeneristyksen aloittamista on tarkastettava alustan laatu ja varmistettava, että pohjan kaadot ovat oikean suuntaiset ja että ne ovat riittävän jyrkät, vähintään 1:80. Helpoiten kaatojen jyrkkyyden tarkastus sujuu käyttäen apuna tasolaseria. Kaatojen lisäksi ennen vesieristyksen aloittamista on varmistettava, että pohjan tasaisuus on riittävä. Alustassa ei saa olla yli 3 mm suurempia tai jyrkkäreunaisia hammastuksia tai rakoja. Mikäli tätä suurempia hammastuksia havaitaan, on ne tasattava kaltevuuteen 1:5. Betonialustasta tulee hioa pois sementtiliima, joka on noussut laatan pintaan. Tämän jälkeen irtonainen tartuntaa haittaava aine on poistettava alustalta ennen vedeneristystöiden aloittamista. Ennen eristystöiden aloitusta on varmistettava myös, että betonilaatan pintakosteus on alle 90 %. (RT 103277)

4.4.2 Liikuntasaumat

Liikuntasaumat aiheuttavat oman lisänsä vesieristyksen suunnittelulle ja sen totutukselle. Tason lävistäviä liikuntasauvoja tulisi välttää. Jos niitä joudutaan tekemään, on ne tärkeää suunnitella kallistusten harjannekohtaan, jolloin niiden päälle ei pitäisi jäädä eristetilaan päässyttä vettä. Liikuntasauaman päälle ei voida vetää yhtenäistä kermiä, sillä sen liimaaminen betonilaattaan estäisi liikuntasauaman toiminnan, vaan liikuntasauaman toiminta varmistetaan irrottamalla kermi liikuntasauamasta esimerkiksi käyttämällä liikuntasauaman ja varsinaisen kermikerroksen välissä sirotepinta alaspäin olevaa pintakermiä (kuva 7), tai esimerkiksi kuumasinkittyä peltiä. Vedeneristyskerroksen liikuntasauamasta irrottamistapa tulee ilmetä suunnitelmista (RT 103277)



Kuva 7 vedeneristys liikuntasauaman kohdalla (RT 103277)

4.4.3 Asennus ja asennuksen aikaiset olosuhteet

Kun veden eristystöitä varten aloitetaan työalueen puhdistustyöt, jossa pinnalla olevat epäpuhtaudet poistetaan, aloitetaan samalla alueen käytön rajaaminen. Kun työn alueella ovat vesieristystyöt käynnissä, ei alueelle ole asiaa muilla työntekijöillä tai henkilöillä kuin kyseisen työvaiheen suorittajilla ja sitä valvovalla

työnjohdolla. Rajaamalla alueelta ulos kaikki ylimääräinen liikenne ja työskentely varmistetaan, että vesieriste päästään asentamaan ilman häiriötekijöitä. Samalla varmistetaan, että vesieristeisiin kohdistuu mahdollisimman vähän ylimääräistä rasitetta eikä vesieristeen päälle päädy mitään mikä saattaisi eristettä vaurioittaa.

Työt aloitetaan levittämällä kylmäsiveltävä bitumiliuos betonipinnalle, joka toimii alustalle primerina, eli pohjustaa alustan valmiiksi bitumikermiasennusta varten. Kylmäsiveltävän bitumiliuoksen tarkoitus on nostaa ensimmäisen kermin tarttuvuutta betonirakenteeseen. Liuoksen määrän tulee olla 0,3–0,5 kg/m². Pohjustuskerros ei kuitenkaan saa olla liian paksu, sillä liian paksu kerros heikentää tartuntaa. Pohjusteaineen kuivuminen kestää vuorokauden, jonka aikana alustaan ei saa vielä asentaa bitumikermiä.

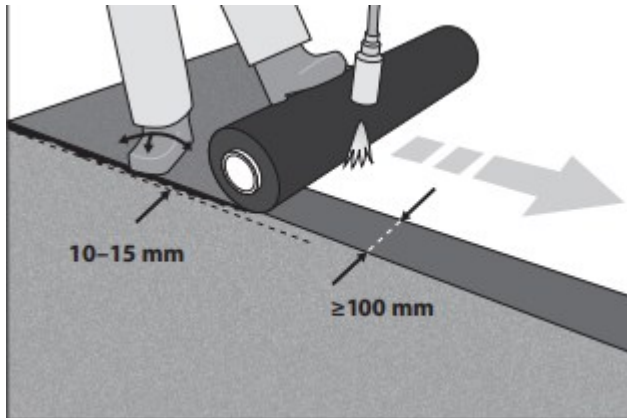
Bitumikermien asennusolosuhteet tulee valita siten, että asennustöitä ei tehdä vesi- tai lumisateessa vaan olosuhde ja työaika katsotaan työhön soveltuvaksi. Sääsuojat antavat mahdollisuuden työskentelyyn, jos ne ovat riittävän kattavat ja estävät suoran vesi- tai lumisateen asennusalueelle.

Bitumikermien asennus suoritetaan, joko hitsaamalla tai liimaamalla. Useimmissa tapauksissa bitumikermi voidaan asentaa hitsaamalla, mutta poikkeustapauksissa voidaan joutua käyttämään kiinnitystapana myös liimausta. Liimauksessa bitumikermi kiinnitetään alustaan kuumalla sulatetulla bitumilla, kun taas hitsatessa kermin on oltava hitsaukseen tarkoitettu ja sen alapinnassa on oltava kauttaaltaan kiinnitysbitumia, joka sulatetaan lämmittämällä kermiä kaasupolttimella. Sulanut bitumi saa kermin tarttumaan pohjamateriaaliin.

Tartunta varmennetaan vetokokeella, jolla varmistetaan kermin riittävä tarttuminen ennen seuraavan kerroksen asentamista. Seuraavat kerrokset hitsataan tai liimataan alla olevaan kerrokseen suoraan.

Normaali asennussuunta on sama kuin on tarkoituksellinen veden virtaussuunta, eli vesieriste tulee asentaa saman suuntaiseksi kallistuksen kanssa. Ensimmäisen kerroksen päälle asennettavien kermien

asennussuunnan tulee olla sama kuin pohjakermillä, mutta seuraavien kerrosten saumat eivät saa olla suoraan kohdakkain edeltävän kerroksen kanssa. Kermit tulee lisäksi asentaa limittäin pituussuuntaisissa saumoissa 100 mm ja päätysaumoissa 150 mm (RT 103277)



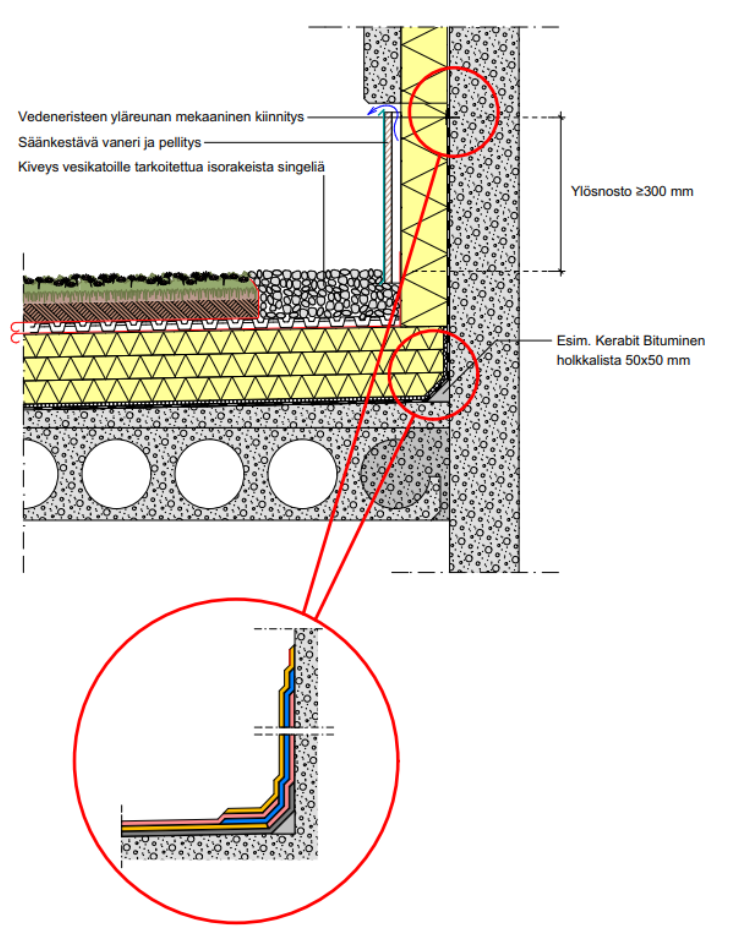
Kuva 8 Bitumikermin asentaminen hitsaamalla (BMI Group)

4.4.4 Ylösnotot

Ylösnostoissa on tärkeää noudattaa olemassa olevia suunnitelmia. Ylösnotot on syytä ulottaa riittävän ylös ja oikeaan rakennekerrokseen asti. Jotta käännetty rakenne voi toimia, on vesieristeen ylösnostojen luotava alueesta allasmainen eli vesi ei missään tapauksessa saa nousta niin ylös, että se pääsisi virtaamaan ylösnoston yli. Esimerkiksi pihakansilla käännetty rakenne törmää usein talon ulkoseinään. Tällaisissa tapauksissa on tärkeää viedä eriste oikeaan paikkaan ylösnostona, jotta ylösnoston taakse ei jää tilaa, josta vesi voisi päätyä rakenteisiin.

Ylösnoston korkeus on aina 30 cm valmiin pinnan korosta ylöspäin, jotta myöskään valmiin pinnan tasolta valuva vesi ei pääse ohittamaan ylös nostettua vesieristettä ja kastelemaan siten rakenteita. Kuten kuvassa 6. on ilmaistu, tulee vedeneristeen jokainen kerros ulottaa alla olevaa kerrosta ylemmäs ylösnostossa ja vedeneristeen yläreuna tulee hitsaamisen lisäksi kiinnittää

myös mekaanisesti. Ylösnoston kantavan rakenteen ja seinäpinnan nurkkaan on laitettava lista, joka poistaa 90°:n kulman ja siten ehkäisee kermille liian jyrkän kulman. Kermiä ei koskaan tule asentaa jyrkkään kulmaan hajoamisriskin takia



Kuva 9 Vedeneristeen ylösnosto seinää vasten. (Nordic Waterproofing Oy, 2021)

4.4.5 Läpiviennit

Läpivientejä tulisi välttää, mikäli se on mahdollista. Pakolliset läpiviennit tulisi sijoittaa pystypinnoille, jos se on mahdollista. Läpivienteihin asennetaan läpivientikappale, jota vasten vesieristeenä toimiva bitumikermi tuodaan läpivientikappaleen laipan päälle. Läpiviennin laipan leveys on oltava vähintään 150 mm ja läpivientikappale tulee nousta vähintään 300 mm valmiin pinnan yläpuolelle. Materiaaliltaan läpivientikappaleen tulee olla ruostumatonta terästä. Ruostumattoman teräksen on oltava seokseltaan tarkoitukseen sopivaa. Laipallisia tähän tarkoitukseen valmistettuja läpivientikappaleita löytyy suoraan kaupasta. (RT 103277)

Mikäli samasta läpivientikohdasta tulee useampia läpivientejä, voidaan läpiviennit koteloida ja nostaa vesieriste kotelointia vasten. Mikäli käytetään kotelointia, on syytä muistaa läpiviennin ja betonipinnan rajassa holkkalista ja se että vesieristeen kerrokset tulee nostaa aina alemmasta ylemmäs ja kiinnittää ylösnosto myös yläreunastaan mekaanisesti (kuva 6.) (RT 103277)

4.4.6 Vetokoe kermille

Alimman kermin tarttuvuutta betonipintaan voidaan testata suorittamalla sille vetokoe. Vetokokeessa kermiin tehdään kaksi n. 100 mm viiltoa, jotka muodostavat tasakylkisen kolmion sivut. Tämän jälkeen kolmion irtonainen kulma nostetaan ylöspäin ja sitä vedetään sormilla ulospäin kohtisuoraan alustaan nähden. Jos kermi irtoaa sormilla vetäen, voidaan todeta kiinnityksen olevan liian heikko lähemmällä tarkastelulla, pitäisi myös näkyä suoraan mikä heikon tartunnan aiheuttaa. Kokeen jälkeen tehdään tarvittavat korjaavat toimenpiteet. Kokeen suorittamisen jälkeen, liimataan kolmiopala takaisin alustaan ja kyseisen kohdan päälle kiinnitetään liimaamalla tai hitsaamalla paikka. Paikan tulee ylittää joka suunnassa vähintään 150 mm testauskohdan ulkopuolelle. Mittauksia suoritetaan kolme jokaista alkavaa 500 m²:ä kohti. (RT 103277)

4.4.7 Vedenpainekoe

Kun vedeneristeen kaikki kerrokset on asennettu ja suorituksen pitäisi olla tiivis voidaan vedenpitävyys testata vedenpainekokeella. Vedenpainekokeessa veden suunnitelmalliset poistumisreitit tukitaan ja alueelle lasketaan 100–300 mm vettä. Veden annetaan olla vedeneristeiden päällä 12–24, jonka aikana tarkkaillaan, kastuvatko ympäröivät rakenteet joistain ja pysyykö veden pinta alkuperäisellä tasolla.

Ennen vedenpainekokeen suorittamista on syytä tarkastaa odotettavissa oleva sääolosuhde. Vedenpainekokeen suorittaminen pakkaskelissä vaatii erillisen sulana pidon järjestämistä, sillä veden jäätyessä kokeen tulos muuttuu epäluotettavaksi. Jäätyessään vesi saattaa aiheuttaa vaurioita vedeneristeeseen. Kokeen päätyttyä lasketaan vesi pois normaalien vedenpoistokanavien kautta ja mahdolliset viat korjataan. Jos vikoja ei ole havaittu voidaan alue suojata siihen asti, että eristystyöt aloitetaan. Vedenpainekoetta suositellaan tehtäväksi aina käännettyihin kattorakenteisiin valmiin rakenteen hankalan korjattavuuden takia. (RT-103277)

4.5 Eristeet ja eristeiden asennus

Kun veden eristeet on asennettu ja tarvittavat laadunvarmistustoimenpiteet on suoritettu, aloitetaan eristekerroksen asennustyöt. Työvaiheen alkaessa tuodaan eristemateriaali työskentelyalueelle kuitenkin siten, että materiaalin määrä ei haittaa asennustyötä. Eristeen alimman kerroksen pitää olla uritettua levyä. Tämän takia uritetut levyt tuodaan paikalle ensimmäisenä. Asennustyötä aloitettaessa on tärkeää vielä varmistaa, että käytetään oikean tyyppin levyä. Käännettyissä katoissa saa käyttää vain XPS-eristeitä, koska niiden suljettu solurakenne ei lähtökohtaisesti ime vettä.

Suunnittelija määrittää aina, jonkin levyn nimikkeen detaljikuvaan, tämä levy täyttää kaikki eristeeltä vaaditut ominaisuudet. Jos työmaa haluaa esimerkiksi

kustannussyistä käyttää kilpailevan valmistajan levyä, on työmaan hyväksyttävä vaihdos suunnittelijalla ennen asennusta. Valmistajan vaihdos ei yleensä ole ongelma, kunhan eri valmistajalta valitaan tuote, joka on ominaisuuksiltaan sama tai parempi kuin alkuperäisessä suunnitelmassa. Eristelevyltä vaadittuja ominaisuuksia ovat: puristuslujuus, pitkäaikaiskuormituksen kesto, U-arvo, vedenimeytyminen upotuksessa ja diffuusiolla sekä jäätymis- ja sulamiskestävyys. Eristeiden asentaminen aloitetaan pohjimmaisiksi tulevasta kerroksesta eli salaojituksen hoitavasta uralevystä. Uralevyn päälle asennetaan loput kerrokset normaalia levyä, kuitenkin siten että levyjen saumat eivät ole suoraan päällekkäin.

4.6 Suodatinkerros

Eristeiden päälle asennetaan suodatinkerros, jonka tarkoitus on estää pintamateriaalista irtoavien aineiden päätyminen lämmöneristeen joukkoon. Tällä varmistetaan, että pintakerroksesta irtoava hienoaines ei pääse vaikuttamaan lämmöneristeiden toimintaan, eikä tukkimaan alimman eristekerroksen uria, joiden tarkoitus on salaojittaa eristetila. Suodatinkerros toteutetaan yleensä suodatinkankaalla. Käännettyssä kattorakenteessa on käytettävä aina vähintään luokan N2 suodatinkangasta. Suodatinkangas tulee asentaa eristeiden päälle huolellisesti, jotta pintamateriaalin läpi tuleva vesi ja sen mukana kulkeva hienoaines ei pääse ohittamaan suodatinkangasta.

4.7 Pintakerros

Pintakerroksen materiaali valikoituu aina käyttötarkoituksen mukaan. Yksinkertaisimmillaan pintamateriaali voi olla singeli, joka on levitetty tasaisena kerroksena koko katon matkalle. Pintamateriaalin ensisijainen tehtävä on eristeiden paikallapitäminen ja eristeiden suojaaminen ulkopuolisilta vaurion aiheuttajilta.

Kun pintakerros halutaan ottaa terassi-, puutarha- tai liikennöintikäyttöön, on eristeen päälle tehtävä betonilaatta, tällöin betonilaatan tehtävä on kantaa ja kestää käyttötarkoituksesta johtuvat lisääntyneet kuormat ja rasitukset. Pintalaatta tehdään aina säänkestävästä betonista. Pintarakenteen suunnitelmassa tulee ilmetä, mikäli pintarakenteen päälle on tulossa suuria kuormia, kuten istutusaltaita katoksia tai kaiteet pihakannen ulkoreunoihin. Työmaan on kyettävä raudoittamaan laatta siten, että mahdolliset kiinnitystarpeet on huomioitu ja tarvittavat laatan sisään valettavat kiinnityspisteet on olemassa ennen pintalaatan valua. Pintalaattaan tulee samat kaadot kuin vesieristeen alla olevaan kantavaa betonirakenteeseen. Kaadot täytyy tehdä siten, että vesi valuu kaivoihin ja kaivot on oltava tuotuna aikaisempien kerrosten läpi ja riittävän ylhäällä suodatinkankaasta, jotta betonilaatta mahtuu riittävän paksuna kaivon ja eristeen väliin.

Käännettyissä rakenteissa käytetään yleensä teleskoopillista kaivoa. Näin kaivot voidaan ennen valua nostaa aivan ääriasentoon ja hakea siitä sopivaan korkoon tasolaserin kanssa. Myös laatan valava työryhmä käyttää tasolaseria oman työnsä mittatyökaluna ja valvoo sen kanssa, että tarvittavat kaadot tulee tehtyä. Työn jäljen on oltava tasalaatuista eikä suuria epätasaisuuksia suosita, sillä ne lisäävät työmäärää pintaan asennettavissa rakenteissa, kuten istutusaltaissa, pihavarusteissa ja reunakaiteissa. (RT 85-1102) (RT103277)

4.8 Dokumentointi

Dokumentointi on rakennusosalalla jokapäiväinen työnjohdon tehtävä. Erityisen tärkeäksi se kuitenkin muodostuu, kun tehdään käännetyn katon tyypistä riskirakennetta, joka epäonnistuessaan on suuri taloudellinen takaisku hankkeelle. Dokumentointi yksittäisen riskirakenteen osalta sisältää seuraavat vaiheet:

1. kohteen yleiset laatusuunnitelmat
2. rakenteen toteutuksesta tehty tehtäväsuunnitelma

3. laadunvarmistuksena tehtyjen laatuksokkeiden pöytäkirjat, joiden tulee sisältää testin tulokset ja kuvia testin suorittamisesta kyseisellä työmaalla
4. kuvia ja selitykset kaikista rakenteen erikerroksista, sisältäen olosuhdetiedot ja mahdolliset ongelmat, joita kerrosta tehdessä kohdattiin.
5. normaalit aina taltioitavat asiakirjat, kuten CE-merkinnät, betonointipöytäkirjat ja tulityöluvat.

Dokumentoinnin ideana on varmistaa, että rakenteen mahdollisesti hajotessa korjauksiin ryhtyvällä olisi mahdollisimman tarkat tiedot siitä, miten rakenne on toteutettu ja mitä menetelmiä rakenteen valmistuksessa on käytetty. Toisaalta myös tekemällä hyvä dokumentointi voidaan sitä käyttää mallisuorituksena onnistuneesta toteutuksesta, mikäli rakenteessa ei havaita ongelmia. Mahdollisista ongelmista ja korjatuista vioista on hyvä olla olemassa dokumentointi, näin ollen jatkossa samanlaisia virheitä on helpompi välttää.

4.9 Työn aikainen turvallisuus

Käännettyä kattorakennetta tehtäessä on oletettava, että ainakin joltain sivulta työaluetta on putoamisvaara, näin ollen on jokaiselle työntekijälle varmistettava putoamissuojaus alueella työskenneltäessä. Lisäksi jokaisella työntekijällä on oltava lakisääteiset suojarusteet, jotka täyttävät myös työmaakohtaiset tiukennukset lainsäädäntöön nähden. Työn aikainen putoamissuojaus toteutetaan kiinteällä putoamisesteellä niin pitkään kuin se on mahdollista.

Kiinteänä putoamisesteenä voidaan käyttää valmista verkkokaidetta tai erillisistä juoksuista koostuvaa kaidetta. Putoamissuojan tulee olla minimissään 1 m:n korkuinen eikä siinä saa olla pystysuoraa vapaata tilaa enempää kuin 0,5 m putoamissuojan alaosaan tulee olla vähintään alimman 10 cm:n osalta kiinteä, jotta se estää tasoa pitkin liukuvan ihmisen tai objektin putoamisen alas.

Kun kiinteää putoamissuojaa ei voida tehdä, on se korvattava henkilökohtaisella putoamissuojalla. Tällöin työntekijän on käytettävä valjaita, jotka estävät putoamisen. Valjaat ovat joko putoamisen estäviä tai putoamisen pysäyttäviä,

Putoamisen estävissä valjaissa liikkumisvara kiinnitysköyden kanssa on rajattu siten, että liikkumisvara loppuu ennen kuin työntekijä pääsee putoamaan.

Putoamisen pysäyttävissä valjasratkaisuissa ideana on, että järjestelmä estää putoamisen maahan tai alemmille rakenteille. Pudonnut työntekijä on kuitenkin pelastettava takaisin kiinteälle työtasolle tai rakenteelle.

Putoamissuojauksen lisäksi jokainen työntekijä noudattaa normaaleja suojarustevaatimuksia: kypärä leukahihnalla, suojalasit, turvakengät ja työhön tarkoitettua vaatetta, joka minimitasoltaan on EN ISO 20471 -standardin mukainen. Lisäksi jos työntekijän suorittamassa työvaiheessa on varusteellisia vaatimuksia, kuten tulitöissä, on niissä käytettävä lain määrittämää asianmukaista varustusta.

4.10 Jätehuolto ja siisteys

Laadukas tekeminen lähtee aina siitä, että työt tehdään siististi ja omasta työstä syntyvät jätteet siivotaan pois ennen seuraavan vaiheen aloittamista. Pitämällä paikat siistinä estetään esimerkiksi eloperäisen aineen jääminen suljettuun tilaan, jossa se ajan kanssa saattaisi alkaa tuottamaan erilaisia vaurioita saadessaan esimerkiksi kosteutta. Siistillä työskentelyalueella ehkäistään laaturvirheitä sekä parannetaan työn turvallisuutta. Koska nykyään kierrätys ja kiertotalous ovat rakentamisen kannalta kasvavia tarpeita, on ne otettava huomioon jätteen käsittelyssä. Parhaiten tämä toteutuu siten, että työmaalla on järjestetty astiat mahdollisimman kattavasti työvaiheista syntyville jättejakeille, jolloin eri jätteet voidaan palauttaa takaisin kiertoon, esimerkiksi eristelevyt takaisin raaka-aineeksi seuraavien levyjen tekoon.

5 Oma osaamistaso ja kehittämistarve

5.1 Työmaatoteutuksen valmistelu

Tähän mennessä kertynyt kokemukseni on kertynyt muista rakennusalan työvaiheista, jotka ovat sisältäneet samoja osia ja valmistelun vaiheita kuin käännetyin kattorakenteen valmistelu. Vaikka osaamista onkin kertynyt perinteisistä työvaiheista, on käännetyin katon tyyppisissä riskirakenteissa paljon huomioon otettavaa. Koenkin, että toteutuksen valmistelussa olisi helppo parantaa ennakoivien työvaiheiden seurannalla ja tarkemmalla aikataulutuksella jo valmisteluvaiheessa, jotta valmistelut olisi varmasti tehty ennen varsinaisen työvaiheen aloittamista.

5.2 Tehtäväsuunnitelma

Tehtäväsuunnitelman tekeminen ei itsessään ole itselleni vieras käsite, mutta jos vertaa sen vaikutusta ja tarpeellisuutta esimerkiksi perinteiseen kevyiden väliseinien työvaiheeseen, on siinä jo niin iso ero, että se selittää, miksi jokaisesta riskirakenteesta olisi hyvä tehdä tehtäväsuunnitelma. Etenkin työtä johtavan henkilön oman pohjatilanteen parantamiseksi. Koska itse en ole tehnyt riskirakenteesta aikaisemmin suunnitelmaa, koen että kaikkien riskien huomioon ottamisessa ennen toteutuksen aloittamista olisi itselläni kehitettävää.

5.3 Betonirakenteen laadunvarmistus

Betonirakenteiden laadunvarmistus oli itselleni tuttua entuudestaan lähinnä sellaisten rakenteiden osalta, jossa pinnan päälle tulee aina kerroksia, kuten tasoitetta, tai muuta pintamateriaalia, joilla voidaan korjata pohja vastaamaan seuraavan kerroksen vaatimuksia. Käännetyssä kattorakenteessa betonirakenteiden laatuvaatimukset tulevat hyvin pitkälti bitumikermi

pohjavaatimuksista, jotka itselleni olivat entuudestaan hyvin vieraita ja joiden kohdalla parannettavaa on vielä jatkossakin.

5.4 Vedeneristys käännettyssä katossa

Vedeneristys ei ideana ole mitenkään uusi tai ihmeellinen, silti kyseisen rakenteen kohdalla se on mahdollista saada epäonnistumaan hyvinkin monella eri tavalla. Käännettyssä kattorakenteessa kaikki lähtee siitä, että pohjat ovat vesieristeen vaatimalla tasolla. Näiden vaatimusten täyttämistä osa oli itselleni hyvin selkeitä, esimerkiksi kosteuksien tarkastaminen ennen pinnoitteen asentamista. Sen sijaan tasaisuusvaatimuksissa ja niiden täyttymisen mittaamisessa olen havainnut tarvetta omien tietojeni ja testaamismenetelmieni kehittämiseksi.

5.5 Vedeneristeen laatukokeet

Vedeneristeen laatukokeista olen päässyt jo aikaisemmin seuraamaan vierestä vedenpainekoetta työmaalla, kuinka testi suoritettiin ja mitä valmisteluita sitä varten oli tehtävä, luin myös kyseisen testin dokumentoinnin. Kehitettävää tuon testaamisen osalta havaitsin itse siinä, että kyseisellä työmaalla testi tehtiin pakkaskelissä, joka pakotti pitämään koko testattavan kattoalueen plusasteiden puolella lämmittimien kanssa. Jos testin tekeminen olisi haluttu tehdä tehokkaammin taloudellisesti ja työmäärällisesti, olisi koko testi pitänyt tehdä 2–3 päivää myöhemmin, kun keli lämpeni plussalle. Kehitettävänä kyseiseen testiin olisi mielestäni nimenomaan olosuhteiden puolella. Itse testi oli onnistunut, mutta sen ajankohtaa vaihtamalla olisi voitu säästää lämmitinvuokrissa, lämmittimien energiassa sekä työvoimassa ja materiaalissa, sillä alue jouduttiin peittämään, jotta lämpö ei karkaisi.

5.6 Eristekerros

Eristekerroksen tärkein osa on käyttää oikean tyyppineristeitä ja käyttää uritettuja levyjä alimpana, tämä ei itsessään ole uusi asia itselleni. Koen että kehitettävää on eri eristevalmistajien tuotteiden vertaamisessa koska usealta eri valmistajalta saa XPS- eristeitä, mutta niiden nimeämiset vaihtelevat eri valmistajien välillä. Olisi tärkeää kehittää omaa kykyäni tarkastella ja vertailla eri valmistajien levyjä, näin olisi mahdollisuus löytää halvemmalla ominaisuuksiltaan samanlainen levy eri valmistajalta. Myös eristeiden saatavuusaikataulun kannalta olisi tärkeää tietää käännetyn katon levyille asettamat vaatimukset ja sitä kautta kyetä hankkimaan niitä eri valmistajilta, vaikka kuvissa olisikin tyypitetty jonkin tietyn yrityksen tuottama levy.

5.7 Pintakerros

Pintakerroksen vaatimukset vaihtelevat paljon lopullisen käyttötarkoituksen mukaan. Perusbetonilaatan vaatimukset ovat hyvin hallussa sekä tieto siitä, että pintakerroksen painon on oltava riittävä estämään eristeiden ylösnousu veden aiheuttamasta nosteesta. Koen, että kehitettävää olisi vielä tavassa, jolla laattaan lisätään tartuntoja tai valun joukkoon tulevia kiinnikkeitä, jotta niiden asennus onnistuisi helpommin ja jotta ne tulisi tehtyä ajoissa, eikä jälkikäteen tarvitsisi lisätä enää kiinnityksiä, jotka ovat unohtuneet suunnitelmista.

6 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli käydä läpi käännetyin kattorakenteen erikerrokset ja niiden toteuttaminen teoriassa ja käytännössä, sekä antaa tietoa laadunvarmistamisesta ja siihen liittyvistä työvaiheista. Opinnäytetyö on suunnattu työnjohdolle kuvaukseksi rakenteen vaatimuksista, ongelmakohtista ja työmaatoteutuksen järjestelystä.

Työssä pyrittiin tuomaan ilmi, miten käännetyin kattorakenteen eri rakennekerrokset ja niihin liittyvät riskit ja vaatimukset vaikuttavat suunnitteluun ja toteutukseen. Opinnäytetyö keskittyy paljon vesieristeen toteutukseen, kuten läpivienteihin ja liikuntasaumoihin. Tyypillisimpiin virheisiin ja niiden ennaltaehkäisyyn. Vesieristeen jälkikäteen havaittavien vaurioiden korjaamisen kustannukset ja haastavuus lisäsi tarvetta keskittyä vesieristeen läpikäymiseen tässä työssä.

Yhteenvetona voidaan todeta käännetyin katon olevan riskirakenne. Kuitenkin hyvin toteutettuna rakenne voi olla pitkäikäinen ja mahdollistaa kattopinta-alan hyötykäyttöön ottamisen. Laadukas tekeminen lähtee aina hyvästä suunnittelusta ja tarkasta valvonnasta, jonka kanssa pyritään virheettömään lopputulokseen. Dokumentoinnin avulla varmistetaan, että toteutus on tehty ohjeen mukaan ja helpotetaan mahdollisia myöhempiä korjauksia ja huoltoja.

Opinnäytetyön tiedot pohjautuvat suurilta osin Rakennustieto Oy:n tietokantaan ja kattoliiton toimivat katot 2022 julkaisuun. Osat kuvista ja tarkentavista työvaihetiedoista pohjautuvat myös vedeneriste- ja lämmöneristevalmistajien omiin soveltuvuuskortteihin.

Lähteet

BMI Group 2021. Bitumikermin asennus loivalle katolle Saatavilla
bmggroup.com/fi/referenssit-ja-artikkelit/bitumikermin-asennus-loivalle-katolle

FINFOAM 2021. Finnfoam-YP03 viherkatto 2021
Saatavilla <https://finnfoam.fi/suunnittelijoille/rakennekuvat/>

FINFOAM 2021. Finnfoam-YP02 käännetty katto, kevyt kuormitus 2021
Saatavilla <https://finnfoam.fi/suunnittelijoille/rakennekuvat/>

FINFOAM 2021. Finnfoam-YP01 käännetty katto, raskas kuormitus 2021
Saatavilla <https://finnfoam.fi/suunnittelijoille/rakennekuvat/>

FISE 2018. RVP-S-RF-63. Vesikaton vedeneristyksen ylösnoston virheellinen sijainti. Viitattu 30.5.2023. fise.fi/virhekortti/vesikaton-vedeneristyksen-ylösnoston-virheellinen-sijainti

Ratu S-1228. 2010. Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RIL 107-2012. Rakennuksen veden- ja kosteuseristyksen ohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto.

RT 103277. 2020. Liikennöidyn tason vedeneristykset. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 103090. 2019 Sadevedenpoisto. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 85-11205. 2016. Viherkatot ja katto- ja kansipuutarhat, rakenteet. Helsinki: Rakennustieto Oy

Toimivat katot 2022. Helsinki: Kattoliitto ry. Saatavilla
https://www.kattoliitto.fi/wp-content/uploads/2022/03/Toimivat_katot_2022.pdf