

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan insinööri

2023

Erno Mäkilä

Ydinvoimalaitoksen yläpohjarakenteen kuntotutkimus

– Saumapeltikatteet



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan insinööri

2023 | 67 sivua

Erno Mäkilä

Ydinvoimalaitoksen yläpohjarakenteen kuntotutkimus

– Saumapeltikatteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa Teollisuuden Voima Oyj:lle kuntotutkimus Olkiluoto 1 ja 2 ydinvoimalaitosten yläpohjarakenteille sellaisilta osilta, joissa vesikatteena on saumattu peltikate. Kuntotutkimukseen sisältyi yläpohjarakenne kokonaisuudessaan. Tämän lisäksi vesikattojen ennakkohuolto-ohjelma päivitettiin.

Työssä tutustuttiin vesikattojen määräyksiin ja ohjeisiin RT-korttien sekä muun alan kirjallisuuden kautta. Työ sisälsi myös kattojen kuntotutkija PRO-koulutuksen. Yläpohjarakenteille tehtiin aistinvaraisiin havaintoihin perustuva kenttätutkimus sekä otettiin haitta-ainenyhteitä alkuperäisestä peltikattomaalista ja vesikourujen pinnoituksessa käytetystä pinnoitteesta. Tutkimuksista laadittiin rakennuskohtaiset raportit toimeksiantajan sisäiseen käyttöön. Tutkimustulosten perusteella määriteltiin korjausvaihtoehdot ja -järjestys.

Vesikattorakenteet ovat ylittäneet rasitusluokan 1 mukaisen 40 vuoden teknisen käyttöiän. Katoille on tarve saada vielä vähintään 25 vuotta käyttöikä, mahdollisesti jopa 40 vuotta, mikäli voimaloiden käyttö lupaa jatketaan vielä vuodesta 2038 eteenpäin. Mikäli katoille tarvitaan 40 vuoden käyttöikä, suositellaan niiden uusimista kokonaisuudessaan. 25 vuoden käyttöikä riittää kevyempi korjaus.

Työn tuloksena saatiin kattavat tiedot yläpohjarakenteiden nykyisestä kunnosta. Ennakkohuoltoihin tehtiin päivitetty ohjeet sekä perehdytys tekijöille huoltojen laadukkaaseen toteuttamiseen.

Asiasanat: kuntotutkimus, vesikatto, saumattupeltikatto, ennakkohuolto

Bachelor's / Master's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Engineer of Civil and Construction Engineering

2023 | 67 pages

Erno Mäkilä

Condition assessment the flat roof structure in a nuclear power plant

- Seamed tin roofing

The aim of the thesis was to carry out a condition survey for Teollisuuden Voima Oyj on the roof structures of the Olkiluoto 1 and 2 nuclear power plants for those parts where the roof is based on seamed tin roofing. The condition survey included the entire roof structure. The preventive maintenance programme for the roofs also was updated.

In the thesis, the regulations and guidelines for roofs were studied utilizing RT cards and other literature of the special field. The work also included PRO training as a roof condition evaluator. A field study of the roof structure was carried out based on sensory observations, and contaminant samples were taken from the original tin roof paint and the coating used to coat the gutters. Site-specific reports of the studies were prepared for internal use by the commissioning company. Based on the results of the study, the repair options and sequence were defined.

The technical lifetime of the roof structures has exceeded the 40-year technical lifetime of stress class 1. There is a need for at least another 25 years of service life for the roofs, possibly up to 40 years if the operating license for the power plants is extended beyond 2038. If the roofs need a 40-year lifetime, it is recommended that they are replaced in their entirety. For a 25-year service life, a lighter repair is sufficient.

The work provided comprehensive information on the current condition of the roof structures. Updated instructions for preventive maintenance and training for operators on how to carry out high-quality maintenance were provided.

Keywords: Condition study, roof covering, seamed tin roof, preventive maintenance

Sisältö

1 Johdanto	7
2 Yläpohjarakenne	11
2.1 Suunnittelu	13
2.2 Vesikatto	14
2.2.1 Katemateriaalit	15
2.3 Alusrakenne	19
2.4 Tuuletus	21
2.5 Höyryn- ja ilmansulku	22
2.6 Lämpöeriste	22
2.7 Kantava rakenne	23
2.8 Erityisvaatimukset	23
2.9 Vesikaton turvallisuus	24
3 Sauma- eli rivipeltikatto	27
3.1 Saumat	28
3.1.1 Pystysauma	28
3.1.2 Hakasauma	29
3.2 Läpiviennit ja yksityiskohdat	30
3.3 Vaurioituminen	31
3.4 Korjausvaihtoehdot	33
4 Kuntotutkimus	34
4.1 Kuntotutkimuksen suorittaminen	34
4.2 Vesikatto	36
4.3 Vedenpoisto	42
4.4 Kattokaltevuus	47
4.5 Aluskate	47
4.6 Alusrakenne	47
4.7 Tuuletus	48
4.8 Lämpöeriste	51

4.9 Kantava rakenne	53
4.10 Vesikaton turvavarusteet	55
4.11 Haitta-aineet	56
4.12 Yhteenveto tutkimuksesta	57
4.13 Korjausehdotukset	58

5 Ennakkohuoltotarkastusten kehittäminen **60**

5.1 Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma	61
------------------------------------	----

5.2 Uusi ennakkohuolto-ohjelma	61
--------------------------------	----

6 Lopuksi **63**

Lähteet **65**

Liitteet

Liite 1. Voimalaitosten vesikattojen korjausjärjestys	67
---	----

Kuvat

Kuva 1. Olkiluodon ydinvoimalat (Teollisuuden Voima n.d).	7
Kuva 2. OL1 ja -2 laitosyksiköiden virtauskaavio (Teollisuuden Voima n.d).	8
Kuva 3. Violetilla alueet, jotka kuuluvat tutkimuksen laajuuteen.	10
Kuva 4. Käännetty kattorakenne (RT 83-11010, 2010).	11
Kuva 5. Yläpohjarakenteen detalji (RT 83-11010, 2010).	12
Kuva 6. Katteiden suositeltavat vähimmäiskaltevuudet (Toimivat katot 2022, 63).	15
Kuva 7. Bitumikermien käyttöluokat (Toimivat katot 2022, 30).	16
Kuva 8. Esimerkki kaltevuuden määrittelystä (RT 85-11253, 2017).	17
Kuva 9. Aluskatteiden käyttöluokat (Toimivat katot 2022, 65).	19
Kuva 10. Vesikaton tuuletuksen ohjeellinen mitoitus (Toimivat katot 2022, 64).	21
Kuva 11. tikkaiden yläpään rakenne (RT 85-11132, 2013).	25

Kuva 12. Erilaisia kiinnikkeitä (RT 85-11158, 2014).	28
Kuva 13. pystysauma (RT 85-11158, 2014).	29
Kuva 14. Saumauskoneella tehdyn saumauksen vaiheet (RT 85-11158, 2014).	29
Kuva 15. Yksin- ja kaksinkertainen hakasauma (RT 85-11158, 2014).	30
Kuva 16. Tyvikartioiden toteutus (RT 85-11158, 2014).	31
Kuva 17. Läpivientien taakse patoutuu vettä ja likaa.	37
Kuva 18. Kate kiinnitetty uudelleen useilla kateruuveilla.	38
Kuva 19. Katepellistä läpi lyödyt naulat.	38
Kuva 20. OL1 D-rakennuksen katolla maalaus on laajasti irronnut.	39
Kuva 21. Saumassa heikkoa työn laatua ja taittamaton pystysauma.	40
Kuva 22. Vaurio hattupellityksessä.	41
Kuva 23. Tiivistämättömiä reikiä pellityksissä.	41
Kuva 24. Sisäpuolinen vesikouru bitumisella pinnoituksella.	42
Kuva 25. Vesikourun pohjassa oleva vedenpoistokaivo.	43
Kuva 26. Bitumisivelyllä tiivistetty kaivon ympäryys.	43
Kuva 27. Kaivon ympäryys käsitelty Elaproof aineella.	44
Kuva 28. Virheellisesti pellitetty kaivon ympäryys.	45
Kuva 29. Vesikourun pohjassa puhki ruostunut sauma.	45
Kuva 30. Vesikourun pää on toteutettu virheellisesti julkisivupeltiä vasten.	46
Kuva 31. Kaivo on kourun pohjaa ylempänä.	46
Kuva 32. Vesikaton puurakennetta.	48
Kuva 33. Viitteellinen kuva tuuletustilaan jäävästä katvealueesta.	49
Kuva 34. Korvausilmapaalu.	50
Kuva 35. Vaurioita puurakenteessa heikon tuuletuksen vuoksi.	50
Kuva 36. Alkuperäinen yläpohjan eristys, ei erillistä höyrynsulkukerrosta.	51
Kuva 37. Sadevesiputken eristys on puutteellinen.	52
Kuva 38. Liittolevy rakenteinen yläpohja.	53
Kuva 39. Kattovuodosta vaurioitunut kotelo.	54
Kuva 40. Maalattun betonin pintaan syntyneitä vesipusseja.	55
Kuva 41. Vesikatolle asennettu vastapainokaide.	55

1 Johdanto

Opinnäytetyöni toimeksiantajana on Teollisuuden Voima Oyj, myöhemmin TVO, on 23.1.1969 perustettu 16 teollisuusyhtiön toimesta. TVO tuottaa sähköä kolmella ydinvoimalalla Eurajoen Olkiluodossa. Sähkö tuotetaan Mankala-periaatteen mukaisesti omistajille omakustannehintaan. Olkiluodossa tuotetaan noin 30 % koko Suomen sähköstä kolmella ydinvoimalalla.

Olkiluoto 1:n rakentaminen on aloitettu vuonna 1974 ja kaupallinen käyttö alkoi vuonna 1979. Voimalassa on kiehutusvesireaktori, jonka nimellisteho on 890 MW.

Olkiluoto 2 on identtinen laitos Olkiluoto 1:n kanssa, sen rakentaminen on aloitettu vuonna 1975, kaupallinen käyttö alkoi vuonna 1982. Olkiluoto 1 ja 2 laitokset toimitti avaimet käteen periaatteella ruotsalainen Asea-Atom.

Olkiluoto 3:n rakentaminen on aloitettu vuonna 2005 ja säännöllinen sähköntuotanto alkoi huhtikuussa 2023. Olkiluoto 3 on painevesilaitos, jonka nimellisteho on 1 600 MW. Laitoksen toimitti avaimet käteen periaatteella ranskalainen Areva Siemens.

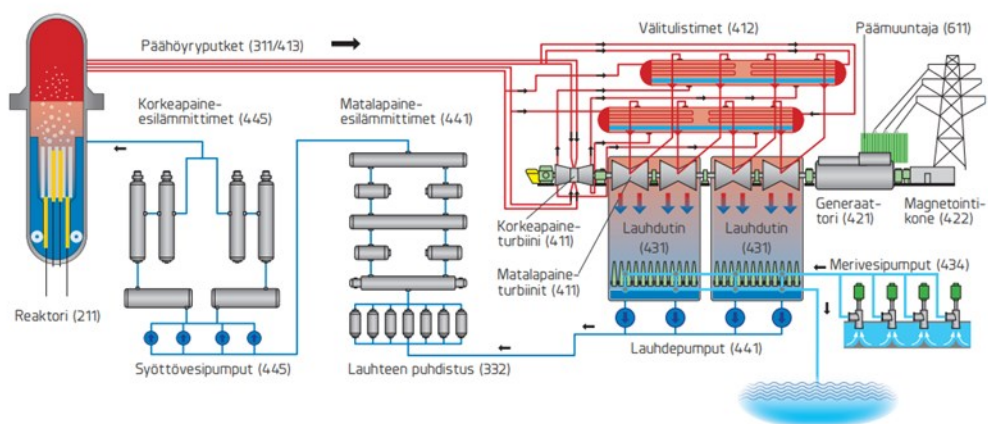
Kuvassa 1 on näkymä Olkiluodon saarelta: keskellä OL 1, oikealla OL 2 ja vasemmalla OL 3. Voimalaitosten lisäksi Olkiluodon saarella sijaitsee käytetyn polttoaineen varasto (KPA), voimalaitosjätteen loppusijoitusluola (VLJ) sekä käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitos (ONKALO®). Lisäksi Olkiluodossa on useita toimintoja tukevia rakennuksia sekä kaikille avoin vierailukeskus.



Kuva 1. Olkiluodon ydinvoimalat (Teollisuuden Voima n.d).

Ydinvoimala on sähköntuotantoon suunniteltu laitos. Maailmalla on käytössä 7 eri reaktorityyppiä. Yleisin reaktorityyppi on painevesireaktori (PWR), joiden osuus on yli 60 % reaktoreista. Toiseksi yleisimpiä on kiehutusvesireaktorit (BWR), joita on noin 20 %. Muita käytössä olevia reaktorityyppejä ovat raskasvesijäähdytteinen (HWR), kaasujäähdytteinen (Magnox), kaasujäähdytteinen grafiittimoderoitu (AGR), grafiittimoderoitu paineputkireaktori (RBMK) ja hyötöreaktori (FBR). (Teollisuuden Voima n.d).

Kiehutusvesireaktorissa tapahtuu fissioreaktio, jossa neutronien törmäyksessä ydin halkeaa ja tuottaa suuren määrän energiaa. Energia saa reaktoriin syötetyn veden höyrystymään. Höyry johdetaan höyrynerottimen ja kuivaimen läpi turbiinilaitokselle. Turbiinilaitoksessa höyry kulkee ensin korkeapaineturbiiniin, josta se ohjautuu välitulistimien kautta neljälle matalapaineturbiinille. Höyry saa turbiinin pyörimään 3 000 rpm/min. Turbiiniakselin toisessa päässä on generaattori, jossa pyörimisenergia muuttuu sähköenergiaksi. Turbiinin läpi johtunut höyry lauhdutetaan takaisin vedeksi, jonka jälkeen vesi puhdistetaan ja palautetaan uudelleen reaktoriin. Höyry lauhdutetaan suuressa merivesijäähdytteisessä lämmönvaihtimessa. Kuvassa 2 on esitetty prosessin pääperiaatteet.



Kuva 2. OL1 ja -2 laitosyksiköiden virtauskaavio (Teollisuuden Voima n.d).

Vesikatot OL1 ja -2 laitoksilla ovat jo yli 40 vuotta vanhoja ja sijainti merenrannalla asettaa rakenteiden rasitusluokaksi 1, mikä luokitellaan vaikeaksi. Rasitusluokan 1 mukainen tekninen käyttöikä rivipeltikatteelle on 40 vuotta. Koska tekninen käyttöikä katteilla on saavutettu, on tunnistettu tarve kuntotutkimukselle sekä aihe opinnäytetyölle.

Teknisen käyttöiän saavuttamisen edellytyksenä on, että rakenne on suunniteltu ja toteutettu rakentamisen ajankohtana voimassa olevien määräysten mukaisesti, toteutus on tehty hyvää rakennustapaa noudattaen sekä asianmukaiset kunnossapito-, hoito- ja huoltotoimenpiteet on suoritettu. (RT 18-10922, 2008.)

Toimeksianto sisältää Olkiluoto 1 ja 2-voimaloiden tuuletustilallisten yläpohjarakenteiden kuntotutkimuksen. Tutkittavat yläpohjarakenteet koostuvat seuraavasti:

- saumapeltikate
- tuuletustila
- puurakenne
- lämmöneriste
- kantava teräsbetoni-laatta.

Saumapeltikatteiden lisäksi laitoksilla on lämmöneristysalustalla olevia bitumikermikattoja, nämä on rajattu tutkimuksen ulkopuolelle, koska turbiinirakennuksien katoille on asennettu uudet pintakermit vuosina 2011 ja 2012. Reaktorirakennuksien vesikatot on saneerattu 2023. EDG- ja VHR-rakennuksien vesikatot ovat alle 20 vuotta vanhoja. Muille bitumikermikatoille korjaussuunnitelmat ovat laadinnassa. Kuvaan 3 on merkitty tutkittavat katot.



Kuva 3. Violetilla alueet, jotka kuuluvat tutkimuksen laajuuteen.

Tutkittava pinta-ala on noin 20 000 m² ja se koostuu 30 eri katosta. Rakenteet ovat kaikki alkuperäisiä. Kolme kattoa on myöhemmin rakennettu, kuvassa 3 tummemmalla. Muut katot ovat ylittäneet suunnitteluperusteisen ja rasisluokan 1 mukaisen rivipeltikatteen 40 vuoden teknisen käyttöiän. Erityistä rasisusta katteille aiheuttaa teollisuus- sekä meri-ilmast.

Pienet katot voimalaitosten länsireunalta ja pohjoispäästä jäivät tutkimuksen ulkopuolelle alapuolisten tilojen käytön rajoittaessa vesikatolla kulkemista.

Opinnäytetyön aiheena on selvittää voimalaitosten peltikattojen, sekä koko yläpohjarakenteen kunto sekä tarvittavat jatko- ja korjaustoimet. Lisäksi työssä päivitetään ennakkohuolto-ohjelma peltikattojen vuosittaiseen kunnossapitoon. Opinnäytetyön lopullinen laajuus arvioidaan työn edetessä. Tarve kattojen tarkemmalle tutkimukselle on ikääntyminen sekä lisääntyneet viat, lisäksi työtä voidaan käyttää korjaussuunnittelun lähtötietona.

2 Yläpohjarakenne

Yläpohjarakenteella tarkoitetaan rakennuksen ylintä osaa, josta näkyvin osa on vesikatto, jota pidetään rakennuksen viidentenä julkisivuna. Yläpohjarakenteita on erilaisia, mutta niiden pääperiaate on sama, paitsi käännettyissä katoissa, joissa lämmöneriste asennetaan vedeneristyksen yläpuolelle, kuten kuvassa 4 on esitetty.

Rakennuskohde	Kantava betonirakenne Polystyreenieriste	RT YP 401
Suunnittelija	Kevyesti liikennöity taso Käännetty rakenne	YP

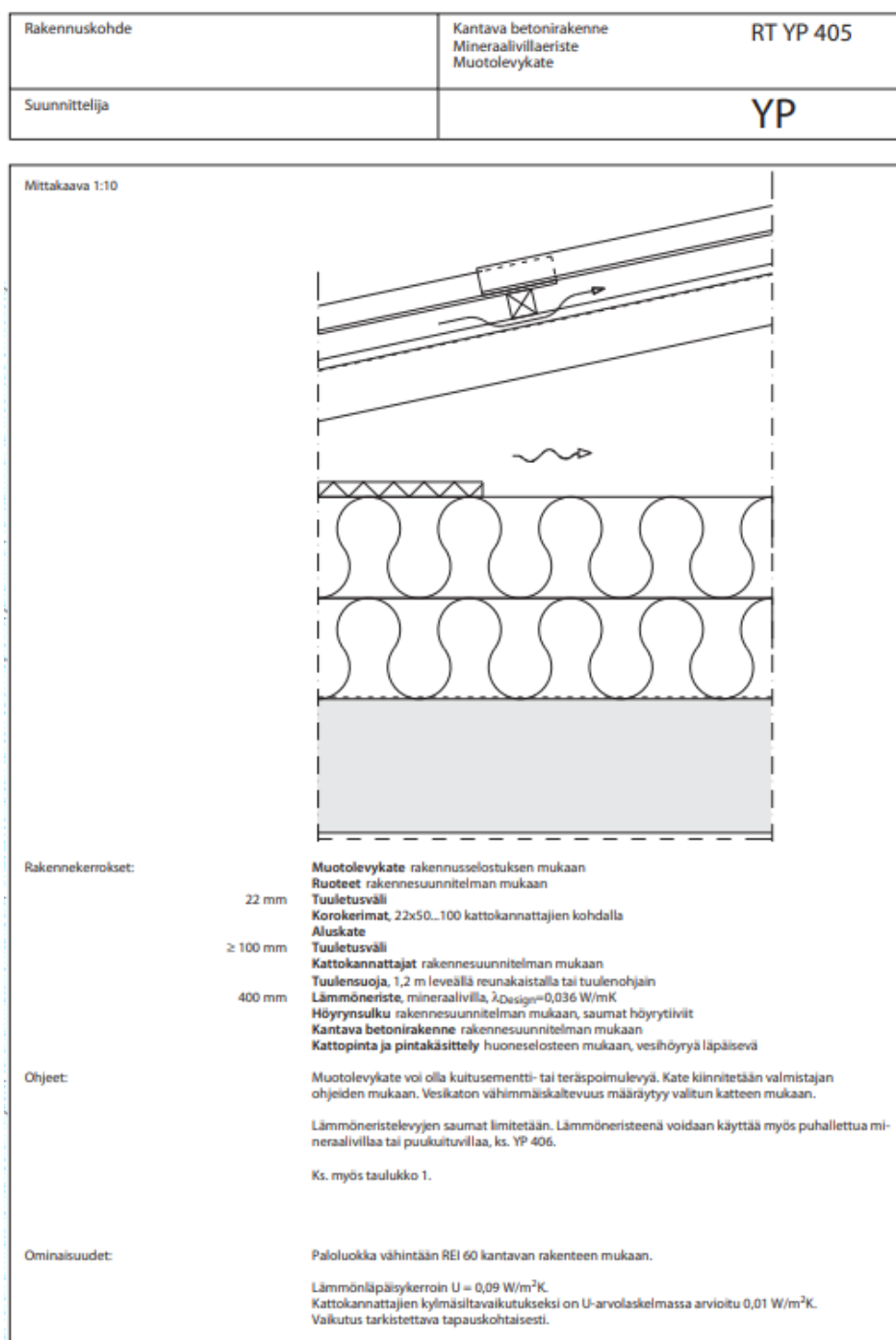
Mittakaava 1:10		
Rakennekerrokset:	<p>≥ 40 mm Ulkotason pinta rakennusselostuksen mukaan, betonilaatoitus tai kiveys</p> <p>80 mm Tasauskerros, maakostea betoni tai asennushiekka</p> <p>400 mm Teräsbetonilaatta rakennesuunnitelman mukaan, pinta by 45, luokka C-4-35</p> <p>400 mm Suodatinkangas</p> <p>400 mm Lämmöneriste, suulakepuristettu polystyreeni, $\lambda_{Design} = 0,037 \text{ W/mK}$, uritus tai vedenpoistokerros</p> <p>≥ 20 mm Vedeneriste, käyttöluokka vähintään VE 80</p> <p>≥ 20 mm Kallistusbetoni, luokka vedeneristeen vaatimusten mukaan, puuhierto, kallistus vähintään 1:80</p> <p>≥ 20 mm Kantava betonirakenne rakennesuunnitelman mukaan</p> <p>≥ 20 mm Kattopinta ja pintakäsittely huoneselosteen mukaan, vesihöyryä läpäisevä</p>	
Ohjeet:	<p>Teräsbetonilaatta ja sen yläpuoliset rakenteet jaetaan saumoilla noin 6m x 6m osiin.</p> <p>Lämmöneristeen yläpuolisten betonirakenteiden tulee olla säänkestävää betonia, rasitusluokka rakennesuunnitelman ja by 50 mukaan.</p> <p>Lämmöneristeen riittävä puristuslujuus on tarkistettava tapauskohtaisesti. Lämmöneristelevyjen saumat limitetään.</p> <p>Kermit kiinnitetään kauttaaltaan kumibitumilla liimaten tai hitsaten.</p> <p>Paikallavalu- ja liittorakenteissa kallistusbetoni korvataan kantavan rakenteen yläpinnan kallistuksella.</p> <p>Ks. myös taulukko 1.</p>	
Ominaisuudet:	<p>Paloluokka vähintään REI 60 kantavan rakenteen mukaan.</p> <p>Lämmönläpäisykerroin $U = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>Laatoitus ja asennushiekka eivät ole mukana U-arvolaskelmassa.</p>	

Kuva 4. Käännetty kattorakenne (RT 83-11010, 2010).

Yläpohjarakenne muodostuu kantavasta rakenteesta, ilman-/höyrynsulusta, lämmöneristekerroksesta, toimivasta tuuletuksesta ja vedeneristyksestä.

Rakenne on suunniteltava ja toteutettava siten, että materiaalit toimivat yhdessä sekä muodostavat kosteusteknisesti toimivan rakenteen. (RIL 107-2012.)

Kuvassa 5 on yläpohjan detaljipiirustus havainnollistamassa rakennetta.



Kuva 5. Yläpohjarakenteen detalji (RT 83-11010, 2010).

Toimivalla yläpohjarakenteella on suuri merkitys toimivaan, terveelliseen ja viihtyisään rakennukseen. Yläpohjalta vaaditaan myös kantavuutta, lämmöneristävyyttä ja tiivyyttä (Siikanen 2016, 267).

2.1 Suunnittelu

Vedeneritysrakenteista laaditaan suunnitelmat, joiden tulee sisältää ainakin työohjeen, rakenteen kosteusteknisen toiminnan periaatteet sekä rakenteen yksityiskohdat. Vesikaton suunnitelmat koostuvat taso- ja leikkauspiirustuksista, detaljipiirustuksista työselostuksineen, selvityksen käytettävistä materiaaleista, kiinnikkeistä ja kiinnitystavoista, vedeneristyksen liittymisestä muihin rakenteisiin ja vedenpoiston selvityksestä. Suunnitelmassa huomioidaan myös rakennuksen käyttöikätaavoite, toimintavarmuus sekä korjaus. (RIL 107-2012.)

Edellisten lisäksi RIL 107-2012 mukaan suunnitelmien tulisi sisältää vähintään seuraavat asiat:

- asennukseen ja käyttöön liittyvät turvallisuusnäkökohdat
- katon korkeudet ja kallistukset
- vedeneristyksen alusta ja sen käsittely
- vedeneristyksen, aluskatteen ja tarvikkeiden laatu
- veden- ja lämmöneristyksen kiinnitys
- vedeneristyksen alustan/yläpohjan tuuletusjärjestelyt
- yksityiskohdat kuten räystäsrakenteet, seinäliittymät, ylösnostot, vedenpoisto, kattopollarit ja läpiviennit
- rakenteelliset liikuntasaumot ja tarvittaessa katteen liikuntasaumot
- katolla sijaitsevat konehuoneet, muut huonetilat ja rakenteet
- katolla sijaitsevat koneet ja laitteet
- kulkuteiden sijainti ja rakenne
- laatuvaatimukset ja laadunvarmistustoimenpiteet
- käytettävät työmenetelmät
- muut vedeneristävyyteen vaikuttavat tekijät.

2.2 Vesikatto

Vesikatot voidaan määritellä usealla eri tavalla. Yleisimpänä määritelmänä käytetään tasa- ja harjakattoa. Jako voidaan tehdä myös vedenpitävyyden mukaan seuraavasti:

- juoksevan veden pitävä katto, joka on vedenpitävä mutta ei välttämättä vesitiivis
- seisovan veden pitävä katto, jonka on oltava vesitiivis.

Yleisimmät kattomuodot ovat harja-, pulpetti-, auma-, mansardi-, kuru- ja laakakatto. Katot voidaan jakaa myös eristettyihin ja eristämättömiin kattoihin (Kuntsi 1998, 7).

Vesikatonrakenteisiin ei saa kulkeutua sisäilmasta haitallisia määriä kosteutta. Rakennuskosteuden sekä olosuhteiden muutoksista johtuvan kosteuden on päästävä tuulettumaan pois rakenteista. Vesikatto on oltava riittävän kalvea ohjaamaan vedet pois, eikä vesi- ja lumisade saa päästä vesikaton alapuolisiin rakenteisiin. (RIL 107-2012.)

Loivilla katoilla käytetään jatkuvia katteita, kuten bitumikermiä, jolloin ei erillistä aluskatetta tarvita. Jyrkillä katoilla voidaan käyttää myös epäjatkuvia katteita, joihin on lisättävä aluskatekerros, jotka yhdessä muodostavat toimivan vedeneristyskerroksen. (RIL 107-2012.)

Vesien kulku katoilla on suunniteltava siten, että vesi ei kulkeudu liikuntasaumojen yli, valumaetäisyydet suunnitellaan siten, että vesi ei jäädy kylmillä osilla. Kallistukset on suunniteltava siten, että kattokaivot ovat katon lämpimillä osilla ja vesien kulkusuunta on kylmältä osalta lämpimään päin. Mikäli vedenpoisto on ulkopuolinen, on katteen lämpötila pysyttävä sellaisena, että sulamista ja uudelleen jäätymistä ei tapahdu. Ulkoseinälinjojen päällä olevia tai sisäpuolisia, vesikattoon upotettuja kattokouruja ei saa käyttää, niiden vuoto ja vaurio riskin vuoksi. Jäätymisriskin pienentämiseksi voidaan kriittisissä paikoissa käyttää itsesäätyvää lämmityskaapelia. (RIL 107-2012.)

2.2.1 Katemateriaalit

Käytettävä katemateriaali riippuu muun muassa ulkonäöstä, kaltevuudesta, katon monimuotoisuudesta, rakenteen tiiveydestä, materiaalin painosta, äänimaailmasta, pinnan karheudesta, läpivientien tiivistämisestä, asennuksen nopeudesta ja helppoudesta, huollon tarpeesta sekä käyttöiästä. Huomioida tulee myös aluskatteen, aluslaudoituksen tai ruoteiden soveltuvuus valitulle katteelle. (Toimivat katot 2022, 63.) Kuvassa 6 on esitetty katteiden suositellut vähimmäiskaltevuudet.

Bitumikatteet	
Kolmiorimakate, perinteinen ilman aluskermiä	1:3
Kolmiorimakate, aluskermillä (AKK)	1:10
Kattolaattakate, aluskermillä (AKK)	1:5
Tiivissaumakate	1:10 – 1:80
Metallikatteet	
Muotolevykate, aluskatteella (AKV)	1:4
Poimulevykate, aluskatteella (AKV)	1:4 – 1:6
Pystysaumakate, aluskatteella (AKV)	1:6
Saumattu teräskate, umpilaudoitus ja aluskermi (AKK)	1:10
Saumattu teräskate, aluskatteella (AKV)	1:7
Saumattu teräskate, ilman aluskatetta	1:3
Tiilikatteet	
Betonikattotiilet, aluskatteella (AKV)	1:4
Betonikattotiilet, umpilaudoitus ja aluskermi (AKK)	1:5
Savikattotiilet, aluskatteella (AKV)	1:3
Savikattotiilet, umpilaudoitus ja aluskermi (AKK)	1:4
Muut katteet	
Aaltolevykatteet, aluskatteella (AKV)	1:4

Kuva 6. Katteiden suositeltavat vähimmäiskaltevuudet (Toimivat katot 2022, 63).

Mikäli valmistajan ilmoittama vaatimus on tiukempi kuin kuvan 6 suositus, noudatetaan sitä (Toimivat katot 2022, 65).

Loivalla katolla katteiden tulee olla jatkuvia ja kokonaisuus vesitiivis. Loivan katon materiaalit rajoittuvat bitumikermeihin, pvc- ja muovikatteisiin.

Käytettäessä yksikermikatetta katon vähimmäiskaltevuus on 1:40, Kattoliitto kuitenkin suosittelee vähintään 1:20 kaltevuutta (Toimivat katot 2022, 29).

Monikermikate on yhtenäinen rakenne, jossa kaksi tai kolme kermiä asennetaan päällekkäin. Kermien saumat asennetaan eri kohtiin mutta ei ristikkäin.

Bitumikermeillä on kolme eri käyttöluokkaa VE40, VE80 ja VE80R. Kuvassa 7 on esitetty suositukset käyttöluokille.

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

X - Suositeltava katerakenne kussakin käyttöluokassa

Käännettyissä rakenteissa suositellaan käytettäväksi aina VE80R-katerakennettä.

Pienillä parvekkeilla voidaan vedeneristys mitoittaa käyttöluokkaan VE80, mikäli rakenne on helposti tarkastettavissa/avattavissa.

Kuva 7. Bitumikermien käyttöluokat (Toimivat katot 2022, 30).

Käyttöluokan numero kertoo sallitun minimikaltevuuden esimerkiksi VE40 luokan minimikaltevuus on 1:40. (Toimivat katot 2022, 29–30.)

Jyrkillä katoilla voidaan käyttää epäjatkovaa katetta, mikä antaa mahdollisuuden käyttää monia eri materiaaleja. Yleisimpiä ovat yksikermikatteen kuten kattolaatta- ja kolmiorimakate sekä metalli- ja tiilikatteet. Harvinaisempia ovat esimerkiksi paanu-, olki-, viher- ja pärekatteet.

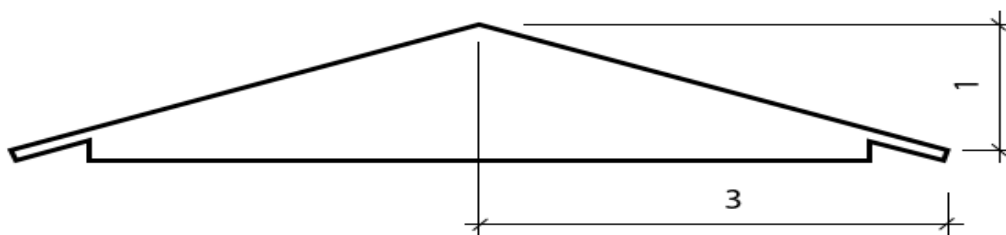
Metallikatteita ovat muotolevy-, poimulevy-, pystysauma- sekä saumattu teräskate. Tässä opinnäytetyössä käsitellään saumattua teräskatetta.

Tiilikatteena käytetään yleisimmin betonikattotiiliä, jotka ovat mittatarkkoja ja saatavina useissa eri väreissä. Harvemmin käytetty kattotiili on savikattotiili, joka voi olla pinnaltaan lasitettu tai lasittamaton.

Kattokaltevuus

Katon kaltevuuden valinnassa huomioidaan ympäröivän maaston muodot, puusto, ympäröivien rakennusten muoto ja kattokaltevuus, kaavamääräykset, katon kantava runko sekä katteen ominaisuudet (RT 85-11253, 2017).

Vesikaton kaltevuuden merkintään käytetään suhdelukua, joka ilmaisee katon lappeen korkeuden suhteen lappeen vaakasuoraan projektiioon. Kuva 8 havainnollistaa suhteen. (RT 85-11253, 2017.)



Kuva 8. Esimerkki kaltevuuden määrittelystä (RT 85-11253, 2017).

Katteelle kuvan 6 mukaan asetettua vähimmäiskaltevuutta tulee välttää, koska poikkeuksellisista olosuhteista tästä saattaa aiheutua vuotoriskiä.

Enimmäiskaltevuus on otettava huomioon, jotta katteeseen ei muodostu irtoamisvaaraa, eikä kaltevuus aiheuta materiaaliin rasitusta, joka aiheuttaa muodon muuttumista tai katteen vaurioitumista. (RT 85-11253, 2017.)

Katteen kiinnitys

Katteet on kiinnitettävä siten, että tuulivoimat tai katteen muodonmuutosvoimat eivät sitä irrota, eikä alustan muodonmuutokset aiheuta sille vaurioita. Katteen tuulikuormaa varten kiinnitys mitoitetaan julkaisun RIL 144 kuormitusohjeet tai RIL 201 suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat mukaan. (RIL 107-2012.)

Palovaatimukset

Käytettävän katteen tulee täyttää Broof (t2) paloluokituksen (RIL 107-2012). Vesikate saa em. luokituksen, kun se täyttää asetuksen maankäyttö- ja rakennuslain 28 §:n esittämät vaatimukset. Rakennuksen kate ei saa olla helposti syttyvä, eikä palo saa päästä helposti leviämään katteessa eikä sen alustassa. Luokkaan Broof (t2) kuulumattomat katteet ovat Froof (t2), joita voidaan käyttää ainoastaan erillisissä tulisijattomissa rakennuksissa tai kun rakennus on riittävän kaukana muista rakennuksista ja naapurin rajasta. (RT 103031, 2019.)

Aluskate

Aluskate on katteen alapuolinen materiaali, joka estää mahdollisesti vesikatteen alle päässeän veden tai lumen pääsyn yläpohjan eristeisiin. Aluskatteelle päässyt vesi ohjautuu aluskatetta pitkin ulkoseinälinjan ulkopuolelle. Aluskate varmistaa varsinaisen vesikatteen vedenpitävyyden. (Rakentajan tietokirjat 2010, 11.)

Aluskatteet jaetaan ryhmiin käyttötavan mukaan, vapaasti asennettavat (AKV), kiinteälle alustalle asennettavat (AKE, AKK1 tai AKK2) sekä suoraan lämpöeristeen päälle asennettava diffuusioavoin aluskate (AKD) (RT 103274. 2020). Kuvassa 9 on suositukset aluskatteiden käyttöluokista.

	Vapaasti	Aluskate kiinteälle alustalle			Lämmöneriste- alustalla
	AKV	AKE	AKK1	AKK2	AKD ¹⁾
Bitumikatteet					
1:2 tai jyrkempi		x	x		
Kaltevuus 1:2–1:3		x	x	x	
Kaltevuus 1:3–1:5		x	x	x	
Monimuotoinen kattorakenne		x			
Peltikatteet					
Konesaumattu metallikate 1:3 tai jyrkempi	x	x	x		x
Konesaumattu metallikate 1:7 tai jyrkempi	x	x	x		
Konesaumattu metallikate 1:7 tai loivempi		x	x		
Lukkosaumakate 1:3 tai jyrkempi	x	x	x		x
Lukkosaumakate 1:3 tai loivempi	x	x	x		
Profilipeltikate 1:3 tai jyrkempi	x	x	x		x
Profilipeltikate 1:3 tai loivempi	x	x	x		
AKE, AKK1 ja AKK2: Kun teräskate asennetaan suoraan aluskatteen päälle, tulee käyttää teräksen maalipintaa vahingoittamatonta aluskatetta.					
Tiilikatteet					
Betonikattotiili 1:3 tai jyrkempi	x	x	x		x
Betonikattotiili 1:4 jyrkempi	x	x	x		
Betonikattotiili 1:5 tai jyrkempi		x	x		
Savikattotiili, lukkiutumaton 1:3 tai jyrkempi		x	x		
Savikattotiili, lukkiutuva 1:3 tai jyrkempi	x	x	x		x

¹⁾ Mikäli AKD-luokan aluskate asennetaan vapaasti, tulee sen täyttää AKV-aluskatteiden vaatimukset.

Huom! Loivissa ja monimuotoisissa vesikatoissa suositellaan AKE-aluskatetta, koska tällöin katon yksityiskohdat voidaan toteuttaa varmemmin.

Kuva 9. Aluskatteiden käyttöluokat (Toimivat katot 2022, 65).

Yleisimpiä aluskatteita on monikerroksiset muovit, kovalevy tai tarkoitukseen erityisesti valmistettua kova pahvi (panssari aluskate). Myös yksinkertaista bitumikermiä voidaan käyttää aluskatteena. (Siikanen 2016, 276.)

2.3 Alusrakenne

Vesikatteen alusrakenne tulee olla kiinteä, taipumaton ja tasainen. Alustan pitää olla myös kuiva, puhdas, lumeton ja jäätön. Katon kallistukset on tehtävä alusrakenteella. Alusrakenne voi olla puu-, betoni- tai lämmöneristealusta. (Kuntsi 1998, 41.)

Puurakenteiset alustat ovat joko lauta- tai rakennuslevyrakenteisia.

Vähimmäiskaltevuutena suositellaan käytettävän 1:40. Alusta tehdään aina alta tuulettuvaksi. Kiinnityksessä käytettävä kuumasinkittyjä nauloja. Lauta-

alustassa käytetään raakaponttilautaa, jonka enimmäisleveys on 95 mm ja paksuus eri tukivälien mukaan seuraavasti (Kuntsi 1998, 41.):

- 600 mm 20 mm
- 900 mm 23 mm
- 1200 mm 30 mm.

Rakennuslevyalustan materiaalin on oltava veden ja vesihöyryn kestäviä.

Levytyksen saumat eivät saa muodostaa ristikuviota, tuen suuntaiset saumat on sijoitettava tuen päällä ja poikittain olevat on oltava pontattuja tai muuten tuettuja.

Käytettävän levyn paksuus määräytyy tukivälien mukaan seuraavasti (Kuntsi 1998, 41.):

- 600 mm 12 mm
- 900 mm 18 mm
- 1200 mm 21 mm.

Betonialustan materiaali voi olla betonia, kevytbetonia tai kevytsorabetonia.

Alustan tasaisuuden on vastattava vähintään puuhierrettyä pintaa. Kevytsoran päälle on tehtävä vähintään 35 mm paksu betonilaatta K15-20 luokan betonista.

Rakenteen rakennuskosteus on oltava hyvin hallittua. (Kuntsi 1998, 42.)

Lämmöneristealustassa voidaan käyttää mineraalivilla-, solupolystyreeni- (EPS, XPS), solupolyuretaani- (PUR) tai solulasieristyslevyjä.

Mineraalivilla-alustan tulee olla kovaa villaa, jonka muodonmuutos ei saa olla suurta. Levyjensaumat eivät saa muodostaa ristikuviota, sekä päällekkäisten kerrosten saumat tulee olla limittäin. (Kuntsi 1998, 42). Ylimmän

lämpöeristekerroksen alapinnassa tai toisen kerroksen yläpinnassa käytetään uritusta, urien suunta pitää olla räystäältä harjalle. Harjalla urat yhdistetään kokooja kanavalla, johon liitetään alipainetuulettimia 6–8 metrin välein. Mikäli lape on erityisen pitkä, voidaan kokoojakanavia ja alipainetuulettimia lisätä 10–15 m:n välein. Kokoojakanavat tehdään myös kattoikkunoiden ja -konehuoneiden viereen. (Kuntsi 1998, 43.)

Solupolystyreenin käyttö rajoittuu lähinnä käännettyyn kattorakenteeseen. Materiaali kestää hyvin kosteutta, ei mätäne eikä toimi sienten ja mikro-organismien kasvualustana. EPS- ja XPS-levyn ja vedeneristeen välissä on käytettävä laakerointikerrosta esimerkiksi kovavillaa. (Kuntsi 1998, 43.)

2.4 Tuuletus

Yläpohjan riittävä tuuletus vähentää yläpohjan kosteusvaurion riskiä huomattavasti. Tuuletusvälin tulisi olla vähintään 100 mm. Kuvassa 10 on esitetty ohjeellinen mitoitus tuuletukseen. Jyrkillä katoilla tuuletus tapahtuu alaräystäillä olevien aukkojen kautta sekä mahdollisimman ylös sijoitettujen poistoilma-aukkojen kautta. Mikäli harjan pituus on yli 15 metriä, on asennettava 110–160 mm alipainetuuletin tai vastaava keskelle harjaa, harjan kasvaessa 15 metrillä lisätään yksi alipainetuuletin. Jos lappen pituus on yli 10 metriä tai tuuletusreitillä on muita esteitä, lisätään myös lappeelle alipainetuuletin tai vastaava toimiva järjestelmä. Kattoon ei saa syntyä tuulettumatonta aluetta. Rakennuksissa, joissa tuuletustila on jaettu palo-osastoihin, pitää alipainetuulettimet olla sijoitettu molemmin puolin palokatkoa (Toimivat katot 2022, 64–65.)

Kattokaltevuus	min. tuuletusväli ¹⁾	ilmanottoaukot promillea/katto-m ²	poistoaukot promillea/katto-m ²
1:10 tai jyrkempi	100 mm	2,0	2,0
1:10–1:20	200 mm	2,5	2,5

¹⁾ Minimituuletusväli ottaen huomioon lämmöneristeen muodonmuutokset ja työtoleranssit. Pienillä katoilla tai katon osilla tuuletusväli voi olla pienempi kuin taulukon arvo, mikäli poisto- ja korvausilma-aukoilla on riittävä korkeusero (vähintään 500 mm) ja ilman virtausmatka tuuletusvälissä on lyhyt (alle 3 m). Tällöinkin tuuletusvälin täytyy olla vähintään 50 mm.

Kuva 10. Vesikaton tuuletuksen ohjeellinen mitoitus (Toimivat katot 2022, 64).

Jyrkän katon tuuletusväli sijaitsee yleisesti lämmöneristeen ja aluskatteen välissä. Joissakin tapauksissa tuuletus tapahtuu lämmöneristeen ja umpilaudoituksen välissä, kuten esimerkiksi bitumi- ja saumatuilla metallikatteilla. (Toimivat katot 2022, 64.)

Tiili- ja muotolevykattoille on järjestettävä tuuletus myös katteen ja aluskatteen väliin. Yleensä tämä on järjestetty aluskatteen ja ruodepuun väliin asennetulla korotusrimalla, jonka paksuus on oltava vähintään 22 mm.

Painovoimainen tuuletus toimii termisen paine-eron avulla. Tuuletuksen on toimittava myös talvella. Yläpohjan lämpövuodot nostavat tuuletusvälin tai -tilan lämpötilaa, jonka seurauksena talvella katolla oleva lumi sulaa ja aiheuttaa jääpanteen kylmällä räystäällä. Tämä aiheuttaa veden patoutumista katolle, mikä nostaa vuotoriskiä vesikatteen saumoista. Räystäälle muodostunut jää aiheuttaa tapaturmariskin rakennuksen lähellä liikkuville. Toimiva ja tehokas tuuletus vähentää edellä kuvattuja riskejä. (Toimivat katot 2022, 65.)

2.5 Höyryn- ja ilmansulku

Höyrynsulun tarkoitus on estää sisäilman kosteuden kulkeutuminen yläpohjarakenteeseen. Lisäksi se toimii ilmasulkuna, joka estää konvektion rakenteen läpi. Höyrynsulun tulee olla mahdollisimman tiivis, koska ilmavuotojen mukana kulkeutuu monikymmenkertainen kosteus verrattuna höyrynsulun läpi diffuusiolla kulkeutuvaan kosteuteen (Kuntsi 1998, 38).

Höyrynsulun asennus on suoritettava huolellisesti, erityistä huomiota on kiinnitettävä läpivientien ja saumojen tiivistykseen. Rakentamisvaiheessa on varottava rikkomasta höyrynsulkua sekä huomioitava ettei kiinnitykset puhkaise höyrynsulkua.

Höyrynsulkumateriaaliksi soveltuvat bitumituotteet sekä 0,20 mm vahvuinen polyeteenikalvo. Metallilevy itsessään on tehokas höyrynsulku, mutta levyjen saumakohdat aiheuttavat epätiiveyttä.

2.6 Lämpöeriste

Yläpohjan lämmöneristeenä on käytetty eri aikakausilla eri materiaaleja. Vanhoissa rakennuksissa on voitu käyttää eristeenä kuivia ja puhtaita

turvepehkuja, höylänpuruja, sahajauhoa, lastuvilloja, tuhkaa, korkkijauhetta, paperijätettä tai koksikuonaa (Keinänen 2001, 29). Nykyään lämmöneristeenä käytetään mineraalivillaa, puukuitu-, solupolyuretaani- ja solupolystyreenieristettä. Lisäksi edellisten lämpöeristemateriaalien yhdistelmiä on käytössä, erityisesti vanhoissa, lisäeristetyissä rakennuksissa.

Vanhat eloperäiset lämpöeristeet ovat hyvin arkoja vesikaton vuodoista aiheutuneille vesivahingoille. Puupohjaiset lämpöeristeet vaurioituvat herkästi kastuessaan ja ovat hyvä alusta mikrobikasvulle.

Yläpohjarakenteessa mineraalivilla on yleisin käytössä oleva lämpöeriste. Mineraalivilla voi olla levyinä tai puhallettuna. Mineraalivilla vaatii yläpohjaan tehokkaamman tuuletuksen kuin puukuitueristeet, jotka pystyvät sitomaan ja luovuttamaan kosteutta (Siikanen 2016, 272).

Puhallettavissa eristeissä tulee käyttää katon reuna-alueella tuulenohjainta, joka yltää noin metrin katon reuna-alueelta sisäänpäin. Tuulenohjaimen asennuksessa on huomioitava aluskatteen ja tuulenohjaimen väliin tarpeeksi avoimeksi jäävä tuuletusväli.

2.7 Kantava rakenne

Yläpohjarakenteen kantava rakenne voi olla ristikko-, palkki-, betonielementti- tai teräsbetonirakenne. Kantavan rakenteen tehtävä on siirtää yläpohjarakenteen ja sille tulevat kuormat, seinille.

2.8 Erityisvaatimukset

Rakennuksen poistoilma sekä muut puhaltimet on suunnattava siten, että ilmavirtaus ei aiheuta haitallista lumen ja jään sulamista sekä uudelleen jäätymistä. Kylmässä tilassa kulkevat ilmanvaihtokanavat ja viemäreiden tuuletusputket tulevat olla lämpöeristettyjä, eikä niissä kulkevaa ilmaa saa ohjata yläpohjan tuuletustilaan. (RIL 107-2012.)

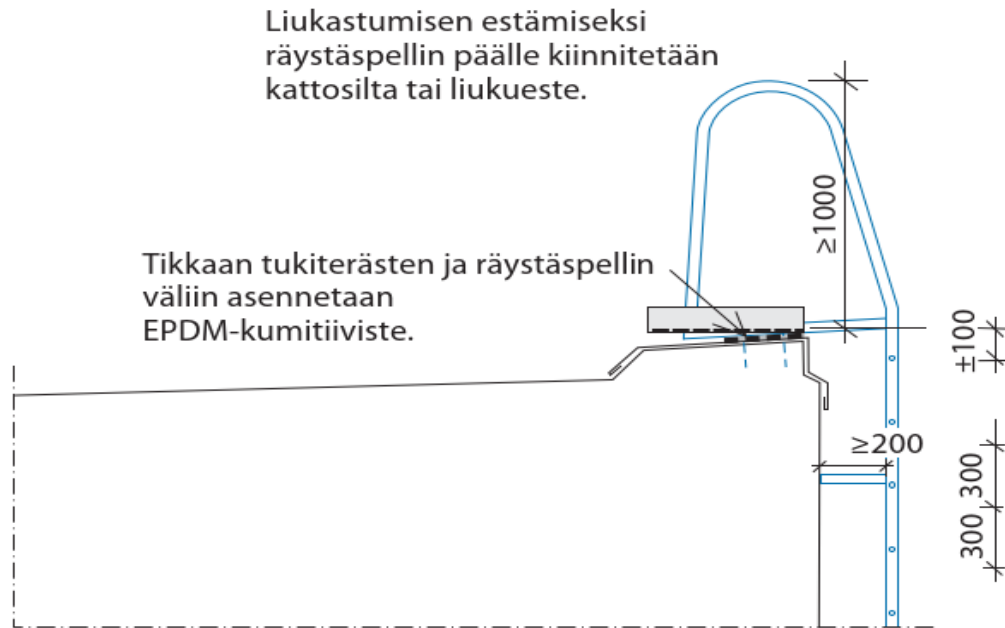
2.9 Vesikaton turvallisuus

Vesikatolla tulee olla turvalliset reitit käytön aikaisille huolto-, tarkastus- ja kunnossapitotoimenpiteille. Näihin toimenpiteisiin voidaan sisällyttää esimerkiksi nuohous, lumenpudotus, puhdistus sekä pienimuotoiset huoltotyöt. (RT 85-11132, 2013.) Loivilla katoilla huoltotiet suojataan esimerkiksi ylimääräisellä kermikerroksella. Jyrkillä katoilla tulee huoltotiet varustaa tarpeellisilla kulkusilloilla ja huoltotasoilla. (RIL 107-2012.) Vesikatoille tulee olla turvallinen kulku, lisäksi yli kaksikerroksisten rakennuksien vesikatolle ja ullakotiloihin on oltava kulku sisä- ja ulkokautta. (RT 85-11132, 2013.)

Katto- ja talotikkaat, -portaot, kulkusillat, nousuturvakiskot, vaakaturvakiskot, lumiesteet ja kattopollarit tulevat olla CE-merkittyjä. Näistä talotikkaille, lumiesteille, vaakaturvakiskoille, loivan katon kulkusilloille ja kattopollareille voidaan CE-merkintä varmentaa myös kansallisella tuotehyväksynnällä tai ETA-menettelyllä saadulla CE-merkillä. (RT 85-11132, 2013.)

Talotikkaiden kiinnitys tulee olla tukeva ja kiinteä, sijoitukseltaan tarkoituksenmukainen. Materiaalina tulee olla teräs tai tarkoitukseen sopiva metalli korroosiolta suojattuna. Eritysestä syystä tikkaat voidaan valmistaa enintään kaksikerroksisiin rakennuksiin lahosuojatusta puusta. Tikkaissa tai niiden osissa ei saa olla teräviä reunoja eikä takertumisvaaraa. (RT 85-11132, 2013.)

Nousukorkeuden ollessa 8 metriä tai enemmän tulee tikkaat olla varustettu turvakiskolla tai selkäkaarella. Näitä suositellaan kuitenkin käytettäväksi matalammissakin tikkaissa. Mikäli tikkaita käytetään korjausrakentamiseen tai kunnossapitoon tulee putoamissuojauksen alkaa kahden metrin korkeudelta valtioneuvoston asetuksen 205/2009 mukaisesti. Nousukorkeuden ollessa 10 metriä tai enemmän, on tikkaissa oltava lepotaso vähintään kuuden metrin välein. Tikkaiden mitoitusvaatimuksia esitetään standardissa SFS-EN ISO 14122-4 + A1. Tikkaiden yläpäässä on oltava kaaret, jotka ovat vähintään metrin nousutason yläpuolella ja jatkuvat katteen pintaan asti kuvan 11 mukaan. (RT 85-11132, 2013.)



Kuva 11. tikkaiden yläpään rakenne (RT 85-11132, 2013).

Tikkaiden alapään suositeltava korkeus lähtötasolta on 1 000–1 200 mm.

Kohteissa, joissa on tarpeen estää asiaton tai lapsien kiipeily tikkaille, tulee alapää varustaa kiipeilyn estävällä rakenteella (RT 85-11132, 2013).

Kattoturvaluotteissa sovelletaan seuraavia standardeja (RT 85-11132, 2013):

- SFS-EN 516, kattojen esivalmistetut lisätarvikkeet, kattokulkutiet sekä kattosillat, askeltasot ja askelmat
- SFS-EN 517:en, prefabricated accessories for roofing, roof safety hooks
- SFS-EN 12951, kattojen esivalmistetut lisätarvikkeet, kiinteät kattolapetikkaat, tuotemäärittelyt ja testausmenetelmät
- SFS-EN 353-1:2014 + A1:2017:en, Personal fall protection equipment. Guided type fall arresters including an anchor line. Part 1: Guided type fall arresters including a rigid anchor line
- SFS-EN 353-2:en, Personal protective equipment against falls from a height. Part 2: Guided type fall arresters including a flexible anchor line
- SFS-EN 795, putoamissuojaimet, kiinnityslaitteet.

Kiinteät kattotikkaat jaetaan standardin SFS-EN 12951 mukaisesti kahteen tyyppiin: TB kattotikkaat ja TA kattoportaot. Näissä on kaksi luokkaa C1 ja C2, jotka määrittävät, voidaanko tikkaita käyttää turvaköyden kiinnityspisteinä. (RT 85-11132, 2013.)

- C1 luokka: ei voida käyttää turvaköyden kiinnityspisteinä
- C2 luokka: voidaan käyttää turvaköyden kiinnityspisteinä.

Lapetikkaat, kattoportaot ja kattosillat on oltava syöpymistä vastaan suojatusta teräksestä tai muusta tarkoitukseen soveltuvasta metallista. Jatkosten on oltava lukittuina toisiinsa (RT 85-11132, 2013).

Loivalla vesikatolla kulkureitit tulee varustaa alustan mukaan, kiinteillä alustoilla ei välttämättä tarvita erillistä kulkusiltaa, jos katteen pinta on karhea. Liukkaalla, rivipeltikatteella ja eristealustalla olevat vesikatot on varustettava kulkusilloilla. Putoamisvaaralliset paikat tulee varustaa putoamissuojaimen kiinnityspisteillä. (RT 85-11132, 2013.)

Kattopinnasta yli 1 200 mm korkeammalla olevan piippu on varustettava piipputikkailla, lisäksi piipun päällä on oltava kaiteet. Mikäli kevythormi ylittää 1 200 mm korkeuden kattopinnasta on se varustettava välinuohousluukulla. (RT 85-11132, 2013.)

Vesikatto on varustettava lumiesteillä, mikäli katon kaltevuus on jyrkempi kuin 1:8 ja alapuolella sijaitsee sisäänkäynti, kulkureitti, oleskelu- tai leikkialue. Lumieste tulee olla sijoitettu lähelle räystästä, kuitenkin mahdollisimman lähelle kantavaa seinälinjaa. (RT 85-11132, 2013).

3 Sauma- eli rivipeltikatto

Saumattulla peltikatteella tarkoitetaan katetta, joka on saumattu kaksinkertaisella, tiivistysaineella käsitellyillä saumoilla (RT 85-11158, 2014). Saumaukset voi olla toteutettu käsin tai koneella saumaamalla. Nykyisin käsin saumausta käytetään vain korjattaessa paikallisesti vanhaa katetta, sekä läpivienneissä ja yksityiskohdissa. Materiaaleina voidaan käyttää seuraavia: (RT 85-11158, 2014).

- sinkittyä teräspeltiä
- sinkittyä ja tehdasmaalipinnoitettua teräspeltiä
- kuparipeltiä
- alumiinipeltiä
- ruostumatonta teräspeltiä
- sinkkipeltiä.

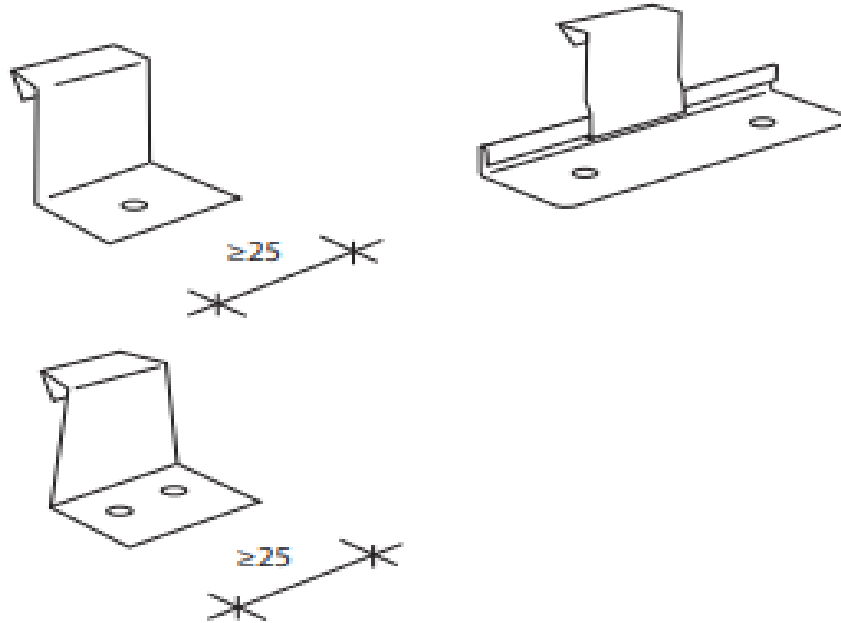
Saumattua peltikatetta käytettäessä kaltevuuden tulee olla vähintään 1:10. Loivilla katoilla on kiinnitettävä erityisesti huomiota veden poistamiseen, aluskatteeseen, läpivientien reuna-alueisiin, saumojen tiivistämiseen, paannejään muodostumiseen sekä työn huolellisuuteen. (RT 85-11158, 2014.)

Saumattun peltikaton yhteydessä käytetään pääsääntöisesti aluskatetta. Aluskatteena voidaan käyttää AKK2- tai AKK1-luokan aluskatetta, jyrkemmällä kuin 1:7 katoilla käytettävä luokka voi olla AKV2 tai AKV1. Kupari-, alumiini- tai ruostumattomasta pellistä tehdyille katoille suositellaan eristyskermin asennusta kauttaaltaan. (RT 85-11158, 2014.)

Alusrakenteessa ei saa käyttää kyllästettyä- tai käytettyä puuta, niiden mahdollisen syövyttävän vaikutuksen vuoksi. Teräspeltikatteen aluslaudoituksessa voidaan käyttää 20–60 mm rakoja jyrkkyyden mukaan. Kupari-, alumiini- ja ruostumattoman teräspeltikatteen alla käytetään umpilaudoitusta (RT 85-11158, 2014).

Katteen kiinnitysluiskat eli klammerit on oltava samaa materiaalia katteen kanssa, kupari- ja alumiinikatteiden kanssa käytetään haponkestävää

ruostumattomasta teräksestä valmistettuja kiinnikkeitä. (RT 85-11158, 2014.)
Kuvassa 12 on esitetty erilaisia kiinnikkeitä.



Kuva 12. Erilaisia kiinnikkeitä (RT 85-11158, 2014).

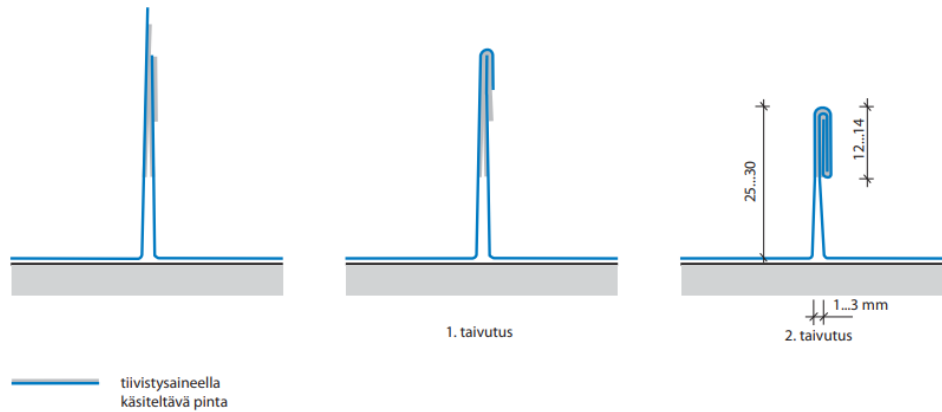
3.1 Saumat

Saumatus peltikaton saumat tulee olla kaksinkertaisia ja tiivistysaineella tiivistettyjä. Käytettyjä saumoja on pysty-, haka-, rima-, liikunta- ja jatkossauma. Ruostumattomassa teräspeltikatteessa voidaan käyttää hitsattuja saumoja, tällöin ei saumukseen käytetä erillistä saumausainetta (RT 85-11158, 2014).

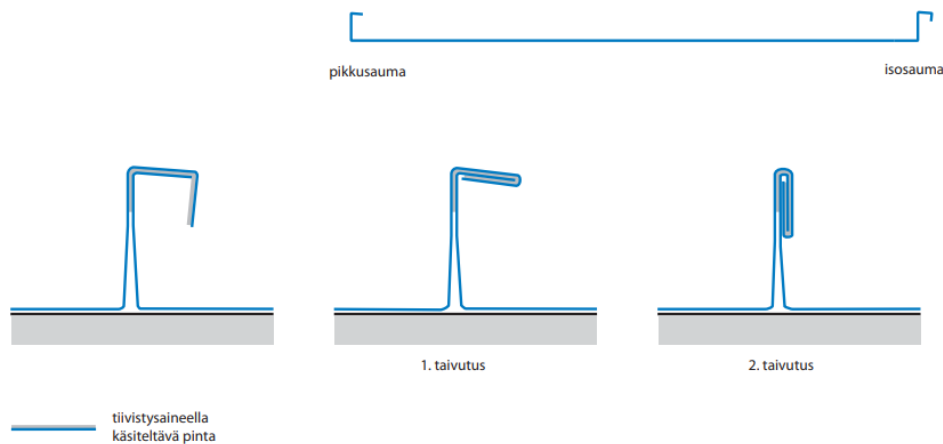
3.1.1 Pystysauma

Peltirivien sekä jireillä ja harjoilla olevien peltien liitoksissa käytetään kaksinkertaista tiivistysaineella käsiteltyä pystysaamaa. Pystysaumauksen yhteydessä klammerit taittuvat saumauksen mukana, kaksinkertaisen pystysauman klammerit eivät saa jäädä näkyviin, koska ne heikentävät vesitiiveyttä. (RT 85-11158, 2014.) Kuvassa 13 on esitetty pystysaumauksen

vaiheet ja tiivistys aineella käsiteltävät pinnat. Kuvassa 14 on esitetty koneella tehdyn saumauksen vaiheet sekä iso- ja pikkusaumat.



Kuva 13. pystysauma (RT 85-11158, 2014).

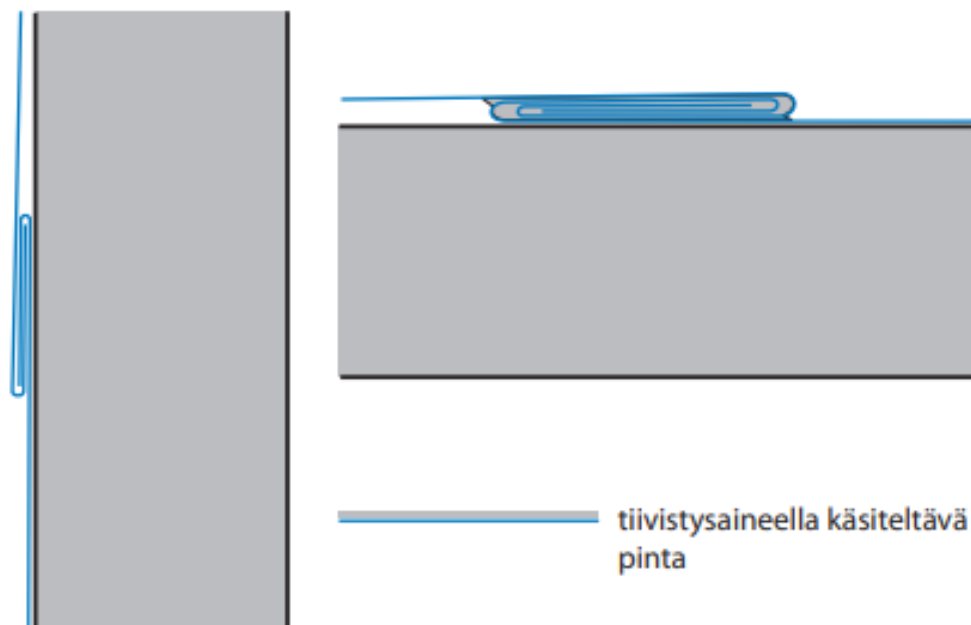


Kuva 14. Saumauskoneella tehdyn saumauksen vaiheet (RT 85-11158, 2014).

3.1.2 Hakasauma

Hakasaumaa käytetään peltirivissä peltien jatkamiseen. Lappeella hakasauma on aina kaksinkertainen ja tiivisteaineella käsitelty. Vierekkäisten peltirivien hakasaumat pitää olla limitetty vähintään 100 mm. Yksinkertaista hakasaumaa

voidaan käyttää pystysuorilla pinnoilla. (RT 85-11158, 2014.) Kuvassa 15 on esitetty yksin- ja kaksinkertaiset hakasaumat.



Kuva 15. Yksin- ja kaksinkertainen hakasauma (RT 85-11158, 2014).

3.2 Läpiviennit ja yksityiskohdat

Yli 400 mm leveissä läpivienneissä käytetään yhteen tai kahteen suuntaan olevaa vastakallistusta, yli 1 000 mm leveissä läpivienneissä käytetään aina kahteen suuntaan kallistettua (RT 85-11158, 2014).

Alaräystäällä pystysaumojen päiden tulee olla taittaen suljettuja. Katteeseen tehdyissä jalkaränneissä rivipeltien päät tulee olla kaadettu pikkusauma ylöspäin. (RT 85-11158, 2014.)

Tyvikartiota käytetään vesikaton lävistävien putkien, pystytukien, antennien tyvien ja vastaavien rakennusosien ympärille, kartion korkeus on oltava vähintään 300 mm (RT 85-11158, 2014). Kuvassa 16 tyvikartion toteutus tehdään keskelle rivipeltiä sekä sauman kohdalle tai jälkiasennuksena tehtynä.



Kuva 16. Tyvikartioiden toteutus (RT 85-11158, 2014).

Kattoluukun kulkuaukon vähimmäiskoko on 600 mm x 600 mm. Luukun kansi ja kehys voi olla valmistettu puusta tai metallista ja varustettu saranoilla tai ketjulla. Alakehyksen pelti nostetaan lappeelta ylös alakehyksien kulmien kohdalta ehjin saumoin. (RT 85-11158, 2014.) Veden esteettömän virtauksen kannalta luukku on hyvä toteuttaa kulmittain lappeeseen nähden, koska vesi patoutuu lappeen suuntaisesti asennetun luukun taakse.

Kattoa huolletaan säännöllisesti kaksi kertaa vuodessa. Katto puhdistetaan ja tarkastetaan, jonka yhteydessä tehdään pienet korjaukset ja paikkamaalaukset. Konesaumakaton huolto on ammattilaisen työtä. (RT 85-11158, 2014.)

3.3 Vaurioituminen

Vesikatetta rasittaa monta tekijää, kuten (Talojen korjausrakentaminen 2005, 71):

- sääolosuhteet
 - o lämpötilan vaihtelu
 - o vesi, jää, lumi
 - o ilman epäpuhtaudet
- mekaaniset rasitukset
 - o lumi, jää
 - o liikkuminen

- huoltotyöt
- biologiset rasitukset
 - mikro-organismit
 - sienet
 - kasvillisuus
- materiaalien yhteensopimattomuus
 - kemiallinen
 - fysikaalinen.

Rasitustekijöiden määrään vaikuttaa kattokaltevuus, alusrakenne, katteen suojaus sekä katteen ja alusrakenteen liikuntasaumamat (talojen korjausrakentaminen 2005, 72).

Meri- ja teollisuusilmastosta aiheutuu sinkitylle teräspinnalle suurempi rasitus kuin muualla, koska rikki- ja klooripitoiset aineet muodostavat sinkin kanssa vesiliukoisia sinkkisulfaatteja ja klorideja, jotka huuhtoutuvat pois katteen pinnalta altistaen sen ruosteelle (Talojen korjausrakentaminen 2005, 73).

Kuparinen katto vanhenee hitaasti, sen pinnalle muodostuvan patinan ansiosta. Valumavedet värjäävät helposti julkisivupintoja, jos veden ohjauksessa on puutteita. Vanhetessaan kupari kovettuu, josta voi aiheutua ongelmia liikuntasauvojen jumittuessa. (Talojen korjausrakentaminen 2005, 73.)

Korroosio

Teräksen korroosio on aineen tuhoutumista ympäristön kanssa tapahtuvien sähkökemiallisten reaktioiden myötä. Rauta on luonnossa oksideina ja suotuisissa olosuhteissa se pyrkii myös palautumaan siihen muotoon.

Tavallinen teräs suojaamattomana ruostuu eli hapettuu, kun se joutuu kosteisiin olosuhteisiin. Ilman lämpötilan ja kosteuden vaihdellessa teräksen pintaan tiivistyy ajoittain vettä. Suojaamattoman teräksen ruostumisnopeus otollisissa olosuhteissa on noin 0,1–0,2 mm vuorokaudessa. Kriittisenä suhteellisena

kosteutena ruostumiseen pidetään 65–75 %. Lämpötilan nousu kiihdyttää ruostumisreaktiota, pakkasessa ja kuivassa ilmassa ruostuminen pysähtyy. (Siikanen 2009, 182.)

Pääsääntöinen suojauskeino teräspinnoille on pinnoitus epäorgaanisilla tai orgaanisilla materiaaleilla. Epäorgaanisia materiaaleja ovat metallit ja emalit. Orgaanisia ovat maalit, bitumituotteet ja muovit. Maalipinnoitteet saattavat vaurioitua kuten naarmuuntua siten, että ruostetta alkaa syntyä maalin ja teräksen rajapinnalle. Maali ei anna teräkselle katodista suojaa, kuten sinkitys. (Siikanen 2009, 182–183.)

3.4 Korjausvaihtoehdot

Ennen vesikaton korjaamisen aloittamista on tehtävä selvitys vuodon syystä, sekä kartoitettava koko yläpohjarakenteen toimivuus ja kunto. Ilman tämän vaiheen huolellista suorittamista, laajoista korjauksista huolimatta, saattaa kattoon jäädä vuotoja sekä piileviä vikoja. (Talojen korjausrakentaminen 2005, 73.)

Rivipeltikatteen korjaamisen vaihtoehdot:

- paikkamaalaus
- pienien reikien ja saumojen paikkaus tiivistämällä
- vaurioituneen pellin vaihto uuteen
- veden poiston parantaminen
- vastakallistusten parantaminen
- peltikaton pinnoitus bitumikermillä
- vanhan vesikatteen purku ja uuden saumapeltikatteen asennus.

4 Kuntotutkimus

Kuntoarviossa selvitetään kiinteistön tai rakenteen nykytila ja tehdään korjaustarpeen arviointi, lisäksi saadaan kunnossapitosuunnitteluun lähtötietoja. Kuntoarvio on rakenteita rikkomaton, astinvaraisiin asiantuntijahavaintoihin perustuva. Tarvittaessa suoritetaan rakenteita rikkomattomia mittauksia. Kuntoarvio on suositeltavaa suorittaa ensimmäisen kerran kymmenen vuotta vanhoille kiinteistöille ja sen jälkeen päivitettäväksi viiden vuoden välein. (RT 103003, 2019.)

4.1 Kuntotutkimuksen suorittaminen

Kuntotutkimus on rakennuksen yksittäisen osan tai järjestelmän tutkimus, jossa selvitetään tutkittavan osan kunto, toimivuus ja korjaustarpeet.

Kuntotutkimuksessa selvitetään tutkittavan kohteen vaurioriskit, näkyvät vauriot ja niiden syyt, laajuudet, vaikutukset sekä arvioidaan vaurion eteneminen.

Kuntotutkimuksen menetelmiä ovat suunnitteluasiakirjojen läpikäynti, silmämääräinen tarkastelu, rakenneavaukset, kuvaukset ja tähystykset, kenttätutkimukset, mittaukset sekä näytteiden otto ja laboratoriotutkimukset. (RT 103003, 2019.)

Yläpohjan kuntotutkimuksessa huomioitavat yläpohjan rasitustekijät ovat

- lämpötilan vaihtelut
- UV-säteily
- alustan liikkeet ja painumat
- vesi, kosteus ja jää
- kemialliset rasitukset
- biologiset rasitukset
- käytönaikaiset erityisvaatimukset.

Vesikaton tutkimukseen voidaan käyttää useita erilaisia menetelmiä, kuten

- vesipainekoe
- veden juoksutus
- värivesi
- näytteiden analysointi tutkimuslaitoksessa
- sähköimpulssi
 - o SLD-laaduntarkastus
 - o ILD-vuodonpaikannus
- savu- ja savusumusimulointi
- värisavu
- lämpökuvaukset
- ilmatiiveyden mittaus.

Kuntotutkimukseen voi sisältyä materiaaleista otettavia näytteitä, kuten asbesti-, pcb-, raskasmetalli-, PAH- ja mikrobinäytteitä. Rakenteiden avauksiin on oltava aina kiinteistön omistajan lupa.

Opinnäytetyössä suoritettiin kuntotutkimus voimalaitosten yläpohjarakenteille, joissa katteena on konesaumattu peltikate. Tutkittavat peltikatot ovat alkuperäisiä ja ovat asennettu vuosina 1976–1979. OL1:stä on laajennettu vuonna 1991 N- ja F-rakennus. F-rakennusta on laajennettu uudelleen vuonna 2007. Laajennuksissa on konesaumattu peltikate, jotka sisältyvät tutkimukseen.

Tarkastuksista on laadittu rakennuskohtaiset raportit, joista selviää kaikki havaitut puutteet ja viat. Raportit on laadittu TVO:n asiakirjapohjalle sisäiseen käyttöön. Rakennuskohtaisten raporttien laadintaan on sovellettu RT 103003 ohjeistusta. Opinnäytetyöhön on nostettu yleisellä tasolla viat ja puutteet. Välittömästi korjausta vaativista vaurioista laaditaan TVO:n TTJ-työtilausjärjestelmään vikailmoitus. Pienistä ja ei kiireellisistä korjauksista laaditaan työtilausjärjestelmään työtilaus. Havainnoista, jotka eivät ole korjattavissa kunnossapitotyönä, tehdään vikailmoitus ja toimenpide-ehdotus.

Tutkimus aloitettiin katselmoimalla yläpohjan alapinnat, näistä tehdyt havainnot merkittiin layoutkuviin. Erityishuomiota kiinnitettiin sadevesiputkien- ja muiden

läpivientien sekä savunpoistohormien ympärille. Layoutkuvien avulla saatiin tutkimukset kohdistettua mahdollisille vuoto kohdille.

Yläpohjan alapinnan katselmoinnin jälkeen tutkittiin työtilausjärjestelmästä löytyvää vikahistoriaa, sekä keskusteltiin kiinteistökunnossapidosta vastanneiden henkilöiden kanssa. Vikailmoitusten määrä on ollut lähivuosina selvästi kasvussa.

Yläpohjarakenteet, jotka eivät ole saavutettavissa tehoajon aikana tutkittiin keväällä vuosihuoltojen aikana. Yläpohjat, jotka ovat aina saavutettavissa tutkittiin kesän ja syksyn aikana. Kaksi katoista on pääosin saavuttamattomissa olosuhteiden vuoksi, näille yläpohjille on tehtävä kuntotutkimus huoltomaalauksen yhteydessä, kun olosuhteet sen sallivat.

Seuraavissa kappaleissa on käsitelty rakenteittain tutkittua kokonaisuutta, jota on vertailtu alun teoriaosuuteen sekä tarvittaessa on hankittu lisätietoa vanhemmista määräyksistä ja vaatimuksista.

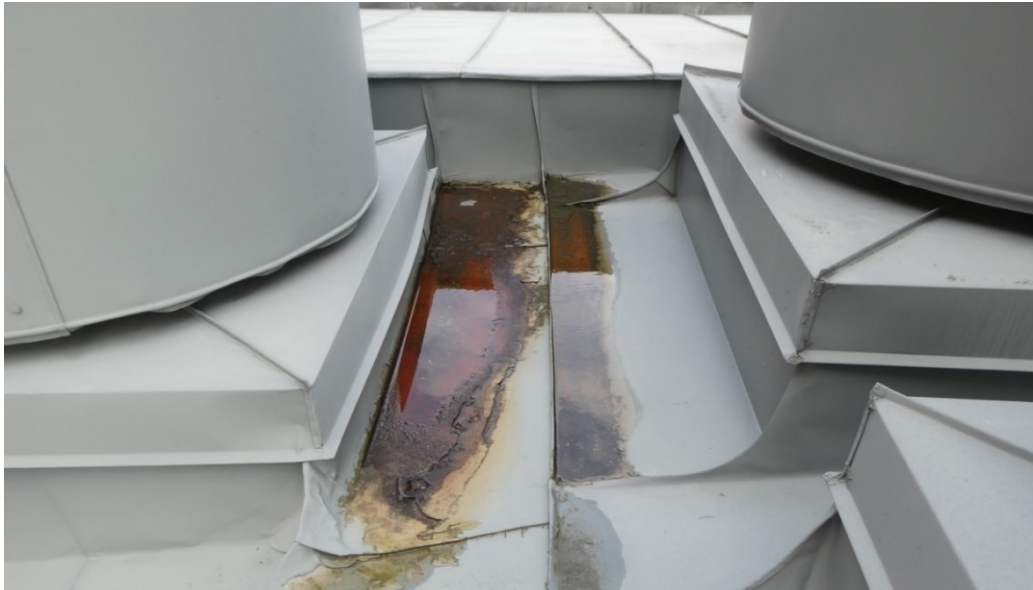
4.2 Vesikatto

Katemateriaalina alkuperäisissä vesikatoissa on käytetty sinkittyä peltiä, joka on maalattu asentamisen jälkeen Teknoksen- Kirjo peltikattomaalilla. Katot on huoltomaalattu OL1 osalta vuonna 2012 ja OL2 osalta 2019 ja 2020, pois lukien OL1 N- ja F-rakennuksien laajennukset, joissa on alkuperäinen maalipinta.

OL1 N- ja F-rakennuksen laajennuksissa on käytetty selvästi laadultaan huonompaa peltiä, joissa kaikki maalivaurioituneet kohdat ovat alkaneet ruostua. OL1 N- rakennuksen laajennuksen pystysaumojen yläpään taitot ovat toteutettu veden valumissuuntaa vastaan, mikä aiheuttaa kohonneen vuotoriskin saumassa.

Pintaruostetta on syntynyt laajasti alkuperäisten katteiden pystysaumoihin sekä jatkossaumoihin. Useassa kohdassa jatkossaumat, jotka liittyvät läpivienti pellityksiin on jäänyt taittamatta alas, näiden taakse on patoutunut vettä ja likaa.

Huollon ja puhdistuksen puutteiden seurauksena näihin on syntynyt syviä ruostevaurioita, kuten kuvassa 17 OL1 HH-rakennuksen katolla.



Kuva 17. Läpivientien taakse patoutuu vettä ja likaa.

Katteessa on laajasti kolhuja, joista osa lävistää katteen, osa rei'istä on avoimia ja vaativat välittömiä toimenpiteitä. Osa rei'istä on paikattu erilaisilla massoilla. Kiteillä ja massoilla tehdyt paikkaukset eivät sovellu kuin väliaikaiseksi korjaukseksi, lopulliset paikkaukset tulee tehdä vaihtamalla uutta peltiä vaurioituneen tilalle.

Katteiden kiinnitykset ovat pääosin kunnossa eikä irtoamista ole havaittavissa. OL1 D-rakennuksen katolla on myrsky irrottanut katetta, kate on kiinnitetty uudelleen usealla kateruuvilla katteen läpi (kuva 18). Tämä kiinnitystapa loivalla peltikatolla kasvattaa merkittävästi vuotoriskiä. Vaurioituneen alueen katteen uusiminen on suositeltavaa.



Kuva 18. Kate kiinnitetty uudelleen useilla kateruuveilla.

Kuvan 19 mukaisesti katteen läpi lyötyjä nauloja on löytynyt kahdelta katolta, nämä ovat suositeltavaa korjata vaihtamalla peltiä paikallisesti, mikäli peltiä ei voida vaihtaa, tehdään korjaus esimerkiksi Elaproof-tuotteilla.



Kuva 19. Katepellistä läpi lyödyt naulat.

OL1 katteet ovat huoltomaalauksen tarpeessa (kuva20), ennen huoltomaalausta on kuitenkin arvioitava uusintakorjauksen tarve, paikallisten

korjausten ja huoltomaalauksen sijaan. Erityisesti ongelmia ja vaurioita on E-, HV- ja X-rakennuksien yläpohjarakenteissa.



Kuva 20. OL1 D-rakennuksen katolla maalaus on laajasti irronnut.

OL2 katteet ovat yleisesti parempikuntoisia ja siellä ongelmat keskittyvät vesikouruihin. Huoltomaalaus on tehty 7 vuotta myöhemmin kuin OL1:llä, eikä uusi huoltomaalaus ole vielä ajankohtainen.

Pysty- ja hakasaumoille ei tehty rakenneavausta tässä tutkimuksessa. Avaukset yhdistetään paikallisiin korjauksiin, jotta peltisaumoihin ei tarvitse tehdä ylimääräisiä taitoksia. Saumoissa havaittiin näkyviin jääneitä klammereita, jotka aiheuttavat epätiiveyttä. Räystäällä pystysaumojen päät ovat jääneet suurimmaksi osaksi taittamatta. Kuvasta 21 nähdään taittamattoman pään epätiiveys ja saumauksen heikko laatu. Saumojen toteutuksen heikosta työn laadusta muodostuu riski yläpohjarakennetta vaurioittavalle vesivuodolle.



Kuva 21. Saumassa heikkoa työn laatua ja taittamaton pystysauma.

Nousupellitykset ovat pääosin hyväkuntoisia ja nostot riittävän korkealle ulotettuja. Yksittäisiä alle 300 mm:n nostoja havaittiin, näissäkin nostot olivat vähintään 250 mm. Nousupelleissä on useita reikiä, jotka ovat jääneet puretuista kaapeleista ja läpivienneistä. Hattupellityksien pinnoitus on alkuperäinen ja laajasti ruostunut. Katoille johtavien ovien ja ikkunoiden vesipellityksissä on tiiveys- ja kallistus puutteita. Tuulen voimasta nousevan veden pääsyn rakenteisiin estävät myrskypellit puuttuvat lähes kokonaan.

OL1 E-rakennuksen hattupellityksessä havaittiin vuotoa aiheuttavia vaurioita (kuva 22). Vaurion perusteella hattupellit ovat joskus irronneet, ja näiden korjauksessa on jäänyt huomioimatta revenneet peltisaumat, jotka ovat aiheuttaneet vesivuodon rakenteisiin. Vesivuodoista on aiheutunut merkittävä Kosteusrasitus yläpohjarakenteeseen (kuva 40).



Kuva 22. Vaurio hattupellityksessä.

Kaapeleiden ja läpivientien purkamisesta jääneet reiät (kuva 23) aiheuttavat merkittävän riskin yläpohjan kosteus- ja vesivaurioille. Näiden reikien tiivistäminen on suositeltavaa.

Työn suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon purettavien kaapeleiden yms. jättämät reiät. Purkutöiden jälkeen nämä tulee välittömästi tiivistää, esimerkiksi ruuvaamalla reikään kateruuvi.



Kuva 23. Tiivistämättömiä reikiä pellityksissä.

4.3 Vedenpoisto

Tutkittujen vesikattojen vedenpoisto on toteutettu sisäpuolisilla vesikouruilla kuvan 24 mukaisesti. Vesikourut ovat toteutettu suorasta pellistä saumaamalla. Kourujen vedenpoisto tapahtuu \varnothing 100 mm:n kattokaivoihin (kuva 25), jotka ovat saumattu kourun pohjapeltiin. Vesikouruissa ei ole erillistä veden ulosheittoputkea kaivon tukkeutumisen aiheuttaman tulvan varalta, OL1 N-rakennuksen myöhemmin rakennetussa osassa tämä on otettu huomioon. Osa vesikouruista on pinnoitettu bitumisivelyllä (kuva 24). Bitumisivelyt ovat laajasti irronneet ja kourut vaativat välittömiä korjauksia. Vesikourut ja kaivot on lämmitettävissä sähköisillä vastuskaapeleilla.

Kattokaivoja ja roskasihtejä on käytössä neljää eri mallia. OL1:llä on pääosin kuvan 25 mukaiset kaivot, myöhemmin rakennetuissa osissa on käytetty kahta erilaista kaivoa. OL 2:lla on käytössä kuvan 27 mukaiset kaivot ja roskasihdit. Osa roskasihtien kiinnityksistä on vaurioitunut ja näiden irtoaminen kovassa tuulessa on mahdollista.



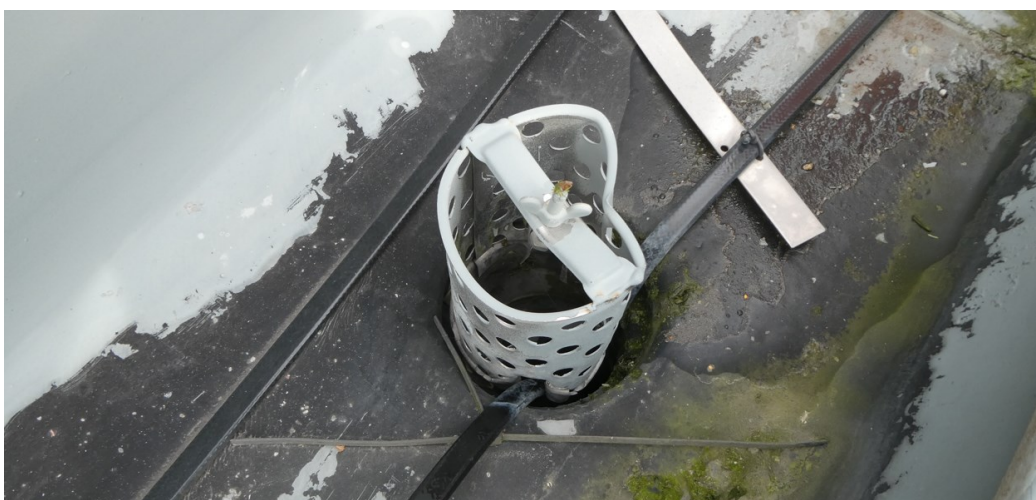
Kuva 24. Sisäpuolinen vesikouru bitumisella pinnoituksella.



Kuva 25. Vesikourun pohjassa oleva vedenpoistokaivo.

Vesikourut ovat aiheuttaneet useita havaintoja kattovuodoista, näitä on vuosien varrella paikattu erilaisilla menetelmillä. Usean kaivon juurelle sekä kourun pohjan saumoihin on syntynyt merkittävää korroosioita, jopa puhki ruostumista.

Lähes kaikki kaivojen juuret on tiivistetty siveltävällä bitumilla (kuva 26), tiivistyksillä ei ole ollut merkittävää apua vuotoihin. OL2 HH-rakennuksen katolla on kaivojen juurien tiivistykseen kokeiltu Elaproof-tuotetta (kuva 27), joka on kokemuksen mukaan ollut bitumisivelyä parempi vaihtoehto.



Kuva 26. Bitumisivelyllä tiivistetty kaivon ympärys.



Kuva 27. Kaivon ympärys käsitelty Elaproof aineella.

OL1 HV-rakennuksen kattokourussa on havaittu erityisen paljon ongelmia. Yhden kaivon ympärys on pellitetty uudelleen. Uusi pelti on asennettu vanhaa peltiä poistamatta ja kiinnitetty kateruuveilla. Kouruun patoutuu vettä, koska pelti on nostanut kaivon reunat kourun pohjaa ylemmäs (kuva 28). Kateruuvien käyttö ei ole suositeltavaa alueille, jossa ne ovat vedenpaineen vaikutuksessa. Ruuvikiinnitys on puhkaissut aluskatteena toimivan bitumikermin. Korjauksen jälkeen vuoto on jatkunut. Kourunpohjapeltien saumat ovat ruostuneet puhki (kuva 29) ja saumoista vuotava vesi pääsee vaurioittamaan vesikatteen alapuolisia rakenteita merkittävästi.



Kuva 28. Virheellisesti pellitetty kaivon ympäryys.



Kuva 29. Vesikourun pohjassa puhki ruostunut sauma.

OL1 E-rakennuksen kattokourun liitos B-rakennuksen seinään on toteutettu väärin. Kuvassa 30 näkyy, että kourun pohjapelti on viety suoraan seinäpeltiä vasten, joten tiivis sauma puuttuu kokonaan. Tästä on aiheutunut yläpohjan alapintaan suurehko vaurio. Lounaiskulmalla (kuva 31) on kaivo kourun pohjaa ylempänä. Kaivon kohdalla ei havaittu selkeää syytä kaivon nousulle, joten kyseessä on asennuksessa tapahtunut virhe.



Kuva 30. Vesikourun pää on toteutettu virheellisesti julkisivupeltiä vasten.



Kuva 31. Kaivo on kourun pohjaa ylempänä.

HV-rakennuksien vedenpoistokouruille on laadittu korjaussuunnitelma, jossa kaivojen kohdille tehdään syvennykset, jotka pinnoitetaan bitumikermillä. Suunnitelma sisältää myös kourujen ylivuotoputket kaivojen tukkeutumisen varalta. Korjaussuunnitelmaan on suositeltavaa lisätä kourujen pinnoitukset vedenpainetta kestäviksi sekä laajuudeltaan käsittämään muidenkin rakennuksien vesikourut. Tämä parantaa vesikattojen toimivuutta merkittävästi.

4.4 Kattokaltevuus

Vesikattojen kaltevuus on pääosin noin 1:10, mikä on Toimivat katot 2022 mukaan saumatun peltikatteen minimi (kuva 6). Suositeltua minimi kaltevuutta tulisi välttää, koska ääriolosuhteissa se aiheuttaa saumojen vuotoriskin. Loiva katto ei aiheuta ongelmaa koko lappeen mittaisissa peltivuodissa, mutta jatkossaumoissa ja läpivientien kohdilla vesi patoutuu saumojen taakse. Tämä tekee katteen puhtaana pitämisestä erittäin tärkeää, jotta saumojen taakse kertynyt lika ei estä patoutuneen veden kuivumista.

4.5 Aluskate

Aluskatteena on kiinteälle alustalle suoraan asennettu bitumikermi. Aluskatteeseen ei ole tehty nostoja läpivientien juurilla, mikä mahdollistaa aluskatteelle päässeeseen veden valumisen tuuletustilaan. OL1 N-rakennuksen aluskatteessa havaittiin rikkoutumista. Aluskatteesta on otettu haitta-ainenäytteet 2020 tehdyssä kuntoarviossa, näyte ei sisältänyt haitta-aineita. Aluskate on kovettunut ja murtuu helposti, mikä on huomioitava tehtäessä paikallisia korjauksia katteeseen.

Aluskatteen päälle päässeelle vedelle ei ole hallittua reittiä veden pois johtamiseen. Kaikki aluskatteelle päässyt vesi kulkeutuu epätiivetyshoikohdistista rakenteisiin aiheuttaen merkittävän vaurioitumisriskin.

4.6 Alusrakenne

Katteen alusrakenne koostuu kantavan betoniholvin päälle tehdystä puurakenteesta. Puurakenteella on tehty katon kallistukset sekä vesikourut. Runkorakenteen yläpaarteina on käytetty 50 x 150 mm sahatavaraa, mitkä on kannatettu 50 x 100 mm pystyrakenteella betoniholvin päältä. Kattokannattimien välit vaihtelevat K 1 200–1 500 mm. Katteen alla on umpilaudoituksena 20 x 95 raakaponttilauta.

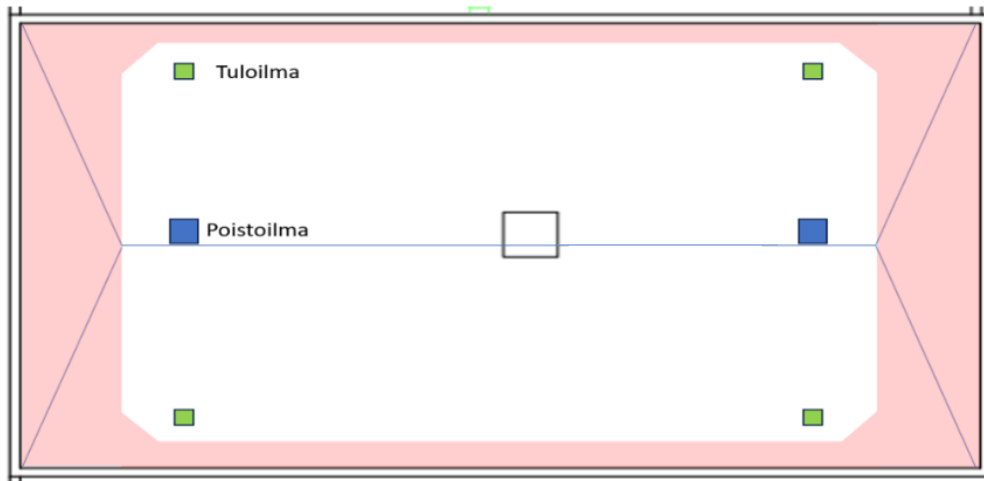


Kuva 32. Vesikaton puurakennetta.

Raakaponttilauta on käytetylle kannatin välille liian ohutta. 1200 mm:n kannatus välille suositeltu laudan paksuus on vähintään 30 mm (Kuntsi 1998, 41). Alustan kestävyyttä tulee tarkastella, jos vesikatolle suunnitellaan sijoitettavan esimerkiksi ulkoyksiköitä tai kulkusiltoja.

4.7 Tuuletus

Tutkittavien rakenteiden tuuletus on toteutettu lappeelle asennetuilla tuuletuspaaluilla. Alaräystäällä on 300 mm x 300 mm suuruiset paalut ja lähellä harjaa on 400 mm x 400 mm kokoiset paalut. Paalujen sijoitukset aiheuttavat tuuletukselle katvealueita tuuletustilojen päätyihin ja räystäälle kuvan 33 mukaisesti



Kuva 33. Viitteellinen kuva tuuletustilaan jäävästä katvealueesta.

Tuuletuspaalujen (kuva 34) toteutus on toimiva poistoilmaa varten, mutta tuuletuksen kannalta tuloilma on tehokkaampaa johtaa räystäältä tuuletustilaan, tämä on toteutettu 50 mm rei'illä sivuilla, joissa ei ole vesikourua. Vesikourujen rakenne estää suurimmalta osin toimivan tuloilman järjestämisen. Puutteista ja katvealueista huolimatta yläpohjan tuuletus on pääosin toimiva. Lievää viitettä tuuletuksen puutteesta on pohjoissuuntaisilla lappeilla sekä alueilla, jotka jäävät toisen rakennuksen varjoon, kuten kuvassa 35 B-rakennuksen varjoon jäävässä osassa D-rakennuksen katolla.



Kuva 34. Korvausilmapaalu.



Kuva 35. Vaurioita puurakenteessa heikon tuuletuksen vuoksi.

Heikosti tuulettuvien alueiden ilmanvaihtoa voidaan parantaa vaihtamalla poistoilman tuuletuspaalut alipainetuulettimiin, joilla saadaan aikaiseksi tehokkaampi ilmanvirtaus tuuletustilaan.

Tuuletustilan kosteusrasitusta lisää puuttuva höyrynsulkukerros, vastaavasti ohut lämmöneristekerros lämmittää tuuletustilaa, mikä alentaa tilan suhteellista ilmakosteutta.

4.8 Lämpöeriste

Lämpöeristeenä kohteessa on vaakaan asennettu 2 x 50 mm mineraalivillalevy. Myöhemmin rakennetuissa osissa OL1 N- ja F-rakennusten eristeenä on noin 200 mm puhallusvillaa, N-rakennuksen katolla puhallusvillan päällä on tuulensuojalevy. Missään tutkituilla alueilla ei havaittu erillistä höyrynsulkukerrosta.



Kuva 36. Alkuperäinen yläpohjan eristys, ei erillistä höyrynsulkukerrosta.

Ohut lämpöeriste ei täytä nykyisiä yläpohjan U-arvo vaatimuksia $0.09 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Tutkittu kohde on rakennettu 70-luvun lopulla, joten vaatimukset ovat olleet

oleellisesti pienempiä. Nykyinen U-arvo vaatimus on kuitenkin otettava huomioon mahdollista saneerausta suunniteltaessa.

Tuuletustiloihin ei ole rakennettu erillisiä kulkureittejä, joten kulkeminen on aiheuttanut eristeen painumista, mikä heikentää entisestään eristävyttä. OL1 X-rakennuksen ylemmän tason tuuletustilassa on muutos- tai kunnossapitotyön jäljiltä jäänyt eristeet asentamatta takaisin noin 5 m² alalta.

Tuuletustilassa olevissa putkissa on eristyspuutteita, kuten esimerkiksi kuvan 37 sadevesiviemärissä. Eristys puutteita on myös lämpimien tilojen vastaisissa seinissä sekä N-rakennuksien jälkiasennetuissa teräsrakenteissa.



Kuva 37. Sadevesiputken eristys on puutteellinen.

Yläpohjarakenteen betoniholvi toimii itsessään tehokkaana vesihöyryn vastuksena. Halkeamat, läpiviennit ja läpivientien jälkivalujen saumat aiheuttavat holviin epätiiveyttä, mikä aiheuttaa konvektiolla kosteuden siirtymistä sisäilmasta tuuletustilaan. Konvektiolla siirtyvän kosteuden määrä voi olla huomattavan suuri. Betoniholvin halkeamien ja läpivientien tiivistäminen on suositeltavaa, yläpohjan ylimääräisen kosteusrasituksen pienentämiseksi.

Tutkittavan alueen alapuolisissa tiloissa ei havaittu kosteuden lähteitä, jotka aiheuttaisivat merkittävää kosteusrasitusta yläpohjan rakenteille. Sen sijaan lämpöä aiheuttavia prosessin osia alapuolella on. Merkittävää lämpöä aiheuttavia prosesseja alapuolisissa tiloissa ovat muuntajat ja lämmönvaihtimet.

4.9 Kantava rakenne

Yläpohjarakenneteen kantavana osana on pääosin 250 mm paksu betoniholvi, D-rakennuksien holvi on valettu liittolevyrakenteena (kuva 38) ja F-rakennuksessa pieni osa on toteutettu betonielementeistä.



Kuva 38. Liittolevy rakenteinen yläpohja.

Yläpohjan betoniholveissa esiintyy halkeilua, jota on etenkin läpivientien jälkivalujen saumoissa. Avoimista halkeamista lämmin ja kostea sisäilma voi kulkeutua yläpohjarakenteisiin ja tiivistyä kylmille pinnoille vedeksi. Erillisen höyrynsulkukerroksen puuttuessa suositellaan halkeamien tiivistämistä.

Paikallisia kosteusvaurioita on löytynyt yleisesti putki- ja sadevesiviemäri- läpivientien ympäriltä ja savunpoistokanavien reunoista. Laajimmat vauriot ovat OL1 E (kuva 40) ja HH-rakennuksien betoniholveissa, joissa maalipinnoitukseen on syntynyt vesipusseja useiden neliöiden alueelle.

Suurin paikallinen vaurio on OL1 HV-rakennuksen sadevesikaivon ympärillä, josta sadevettä on vuotanut holvin ja betonisen väliseinän läpi D-rakennukseen. Kuvassa 39 valetun kotelon kosteusvauriot OL1 HV-rakennuksessa. Samassa rakennuksessa on isohko vaurio putken läpiviennin ympärillä.



Kuva 39. Kattovuodosta vaurioitunut kotelo.

Betoniholvin maalipinnan vesipussit (kuva 40) syntyvät, kun betoni kastuu kattovuotojen tai kondensoitumisen vuoksi ja holvin alapinnassa on vettä läpäisemätön maalikalvo, joka estää veden haihtumisen. Maalikalvon alle saattaa kertyä jopa muutamia litroja vettä ennen kalvon rikkoutumista.



Kuva 40. Maalattun betonin pintaan syntyneitä vesipusseja.

Havaitut vauriot ovat lähinnä kosmeettisia. Pitkään jatkuessaan kosteusrasitus saattaa kuitenkin aiheuttaa betoniterästen ruostumista ja siitä johtuvaa betonin irtoamista raudoitteesta. Tutkitut tilat ovat prosessitiloja, joissa ei vakituisesti työskennellä, näin mahdollisten sisäilman epäpuhtauksien haitat jäävät pieniksi.

4.10 Vesikaton turvavarusteet

Vesikattojen turvallisuutta on parannettu merkittävästi 2022 asennettujen kattoturvatuotteiden myötä. Katoille asennetut turvatuotteet ovat Innotechin valmistamia turvakiskoja sekä vastapainokaiteita.



Kuva 41. Vesikatolle asennettu vastapainokaide.

Puutteita löytyi F-rakennuksien +19.8 tasoilta, joista turvatuotteet puuttuvat kokonaan, eikä näin ollen huoltotoimenpiteitä voida turvallisesti suorittaa. Pienempiä puutteita löytyi useammalta katolta.

Tutkittaville katoille kulkureitit ovat turvalliset. Kulkureitit ovat joko rakennuksen sisäkautta tai ulkopuolelle asennettuja kierreportaita pitkin. N-rakennuksen katolta HV-rakennuksen katolle johtaviin tikkaisiin on suositeltavaa asentaa nousukisko.

N-rakennuksien katoilla on hoitotasot, joista puuttuvat kaiteet sekä portaiden alapäästä turvallinen kulku. Samoilla katoilla on jälkiasennettu jäähdytyspattereita ja -putkia, joiden ohi ei ole turvallista kulkureittiä. OL2:n vesikatolla putkien yli on rakennettu rakennustelineistä kulkureitti.

4.11 Haitta-aineet

Mahdollisesti haitta-ainetta sisältäviksi materiaaleiksi tutkimuksessa havaittiin alkuperäinen peltikattomaali, kourujen pinnoitukseen käytetty bitumisively ja aluskatteena toimiva bitumikermi. Näistä kaksi ensin mainittua lähetettiin laboratorioon tutkittavaksi. Aluskatteen bitumikermistä haitta-ainenäytteet oli otettu jo aikaisemmin ja ne olivat puhtaita.

Peltikattomaalista otettiin raskasmetallianalyysi. Analyysin mukaan maali sisälsi sinkkiä 43000 ± 970 mg/kg, raja-arvon ollessa 1000 mg/kg. Maalia poistettaessa on se kerättävä erikseen ja hävitettävä vaarallisena jätteenä.

Vesikourujen pinnoitteesta otettiin asbesti, PAH, ja raskasmetalli -analyysit. Pinnoite ei sisällä asbestia eikä PAH-yhdisteitä, mutta sinkkiä on vaarallisen jätteen raja-arvon ylittävä määrä 3300 ± 64 mg/kg. Irronnut pinnoite tulee käsitellä vaarallisena jätteenä.

Haitta-ainenäytteet otettiin ohjeen RT 103501 haitalliset aineet rakennuksissa mukaisesti.

4.12 Yhteenveto tutkimuksesta

Tutkimusten perusteella vesikattojen ongelmat kohdistuvat enimmäkseen sisäpuoliseen vedenpoistoon, joissa vaurioita on kaivojen ympäristöillä, sekä peltien saumauksissa. Vesikourujen ongelmat ovat seurausta huonosti hoidetuista puhdistuksista, virheellisistä korjauksista ja rakenteen sisältämän riskin toteutumisesta. Lisäksi vaurioita löytyy läpivientien ympäristöiltä, joissa ongelmat ovat aiheutuneet puutteellisista vastakallistuksista sekä puhdistuksen laiminlyönneistä.

Pintamaalin irtoamisen vuoksi sinkitty peltipinta on alttiina meri- ja teollisuusilmastossa muodostuville sinkkisulfaateille ja klorideille, jotka huuhtoutuvat pois altistaen katteen ruostumiselle. Tästä syystä katteen paikkamaalaus ennakkohuolloissa on erityisen tärkeää.

Yleisesti yläpohjarakenne on huonokuntoisempi OL1:llä, myös vaurioita ja vikailmoituksia on selvästi enemmän, kuin OL2:lla. Vikailmoitusten määrä on ollut kasvava molemmilla laitosyksiköillä.

Turvallisuutta on parannettu merkittävästi, puutteita kuitenkin löytyi putoamissuojauksista sekä kulkureiteistä. Näiden puutteiden korjaukseen on suositeltavaa tehdä toimenpide-ehdotus, jotta vesikaton huoltotoimien suorittaminen saadaan turvallisemmaksi. Pystytikkaiden turvallisuuden parantamisesta on tehty esiselvitys, joten tässä tutkimuksessa ei ollut tarvetta keskittyä niihin.

Opinnäytetyön aikataulussa ei päästy aivan alun perin suunniteltuun laajuuteen, joten kolmen rakennuksen rakenteiden tutkimus jäi myöhempään ajankohtaan. Näiden rakennuksien betoniholvien alapinnat katselmoitiin, lisäksi niiden kunnosta on aikaisempaa tietoa, eikä niiden kunto poikkea muista tutkituista katoista. Liitteessä 1 on määritelty rakenteiden korjausjärjestys ja merkitty tutkimatta jääneet katot.

4.13 Korjausehdotukset

Voimaloiden käyttöluva on voimassa vuoteen 2038 asti ja TVO selvittää käyttöluvan jatkamista vielä siitäkin pidemmälle. Voimalan rakenteet on pidettävä kunnossa vielä useita vuosia sähköntuotannon loppumisen jälkeen, joten vesikatoilla teknistä käyttöikää tulee olla vielä vähintäänkin 25 vuotta. Käyttöluvan jatkuessa mahdollista käyttöikää tulee olla 35–40 vuotta. Suositeltavat korjausvaihtoehdot riippuvat käyttöluvan pituudesta.

25 vuoden käyttöikään on suositeltavaa tehdä vähintään seuraavat korjaukset:

- katteeseen tulleiden reikien ja paikkausten korjaaminen vaihtamalla uutta peltiä
- ylösnostojen reikien tiivistys
- käytöstä poistettujen läpivientien tiivistäminen
- puuttuvien kattoturvatuotteiden asennus
- tuuletuksen parantaminen alueille, joissa on havaittu puutetta
- yläpohjan betoniholvin halkeamien tiivistys
- eriste puutteiden korjaukset
- tuuletuspaalujen korjaus tiiviiksi
- vesikourujen ja -kaivojen uusiminen
- ennakkohuoltojen huolellinen suorittaminen
- huoltomaalaus
- vastakallistusten parantaminen.

Mikäli peltikate todetaan jonkin rakennuksen osalta laajasti vaurioituneeksi, voidaan se korjata lisäämällä peltirivien levyinen kovavillasuikale laakerointi kerrokseksi, jonka päälle asennetaan bitumikermikate. Työ on mahdollista tehdä ilman sääsuojaa. Sääsuojan osuus kattoremontin kustannuksissa on merkittävä.

Käyttöiän jatkuessa 35–40 vuotta on suositeltavaa uusia yläpohjarakenne kokonaisuudessaan betonirakenteesta ylöspäin. Tässä yhteydessä tulee parantaa vesihöyrytiiveyttä asentamalla betoniholvin päälle erillinen

höyrynsulkukerros. Samalla tulee lisätä yläpohjan lämmöneristystä, sekä suunnitella vedeneristys ja -poisto katoilta paremmin toimiviksi.

Liitteessä 1 on määritelty korjaustarpeen järjestys. Korjausjärjestys on sama molemmissa vaihtoehdoissa. Välittömästi korjausta vaativista vioista laaditaan vikailmoitus tai työtilaus. Korjauksista vastaa TVO:n kiinteistökuunnossapito.

5 Ennakkohuoltotarkastusten kehittäminen

Ennakkohuolto on toimenpide, joka tehdään ennen, kun vika tai vaurio ehtii syntyä. Ennakkohuolto voidaan nimetä myös vuosihuolloksi tai kevät- ja syyshuolloksi. Opinnäytetyössä käytetään nimityksenä ennakkohuoltoa, koska se on käytössä toimeksiantajalla. Ennakkohuolto vesikatoille tulee suorittaa vähintään kaksi kertaa vuodessa, keväällä ja syksyllä.

Keväällä lumien sulettua suoritettava ennakkohuolto sisältää vähintään seuraavat toimet:

- kattokaivojen ja/tai kourujen puhdistus ja tarkastus
- katteen puhdistus ja tarkastus
- tarvittaessa paikkamaalaus, bitumikatteille paikkaus ja saumojen liimaus
- nousupeltien saumojen ja pinnoituksen tarkastus
- läpivientien juurien tarkastus
- bitumikatteesta mahdolliset vesipussien ja auenneiden saumojen tarkastus
- kattoturvatuetteiden kiinnitysten kunnon tarkastus
- tuuletustilan tarkastus, jos mahdollista.

Syksyllä lehtien pudottua puusta suoritettava ennakkohuolto sisältää seuraavat toimet:

- kattokaivojen ja/tai kourujen puhdistus ja tarkastus
- irtoroskien kerääminen katolta
- yleissilmäys.

3–5 vuoden välein on suoritettava

- tiivistysmassalla tiivistettyjen saumojen uusiminen
- sammaleen estoaineen levitys tiilikatoille (suositus).

5.1 Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma

Olemassa oleva ennakkohuolto-ohjelma on laadittu TVO:n ENKKU-tietojärjestelmään. Järjestelmään on luotu vuosittain toistuva työ vesikattojen silmämääräisille tarkastuksille ja huolloille. Kattokaivojen ja vesikourujen puhdistukset järjestelmään on määritelty toteutettavan kaksi kertaa vuodessa. Näiden ohjeistukset ovat kuitenkin monelta osalta puutteelliset ja päivityksen tarpeessa.

Ohjeissa ei ole huomioitu 3–5 vuoden välein huollettavia kohteita, kuten pinnasta tiivistysaineella tiivistettyjä saumoja. Lisäksi puutetta on tunnistettu vesikattojen, kattokaivojen ja sadevesikourujen puhdistuksissa, mikä on aiheuttanut useita vaurioita sadevesikouruihin ja läpivientien ympäristöihin. Dokumentointi havaituista vioista ja vaurioista on myös puutteellista.

Ennakkohuolto-ohjelmasta on havaittu seuraavat puutteet:

- tuuletustilojen tarkastus puuttuu
- dokumentoinneissa on puutteita
- tarkastajia ja huoltajia ei ole perehdytetty tehtävään
- tarkastuksen tulokset eivät tule laitevastaavan tietoon
- tarkastuksen tulosten hyväksyntä ei tule laitevastaavalle
- säännöllisesti huollettavia kohteita puuttuu ennakkohuolto-ohjelmasta
- vesikattojen puhdistusta ei suoriteta kokonaisvaltaisesti
- puhdistuksessa käytössä olevat välineet voivat vahingoittaa kattopintaa.

5.2 Uusi ennakkohuolto-ohjelma

Ennakkohuolto-ohjelmaan lisätään havaitut puutteet ja tekijät perehdytetään tehtävään. Uusi ohjeistus laaditaan ENKKU-tietojärjestelmään, jossa laitevastaava hyväksyy toteutuksen ja samalla varmistaa, että määritellyt tehtävät ovat suoritettu ajallaan ja vaaditussa laajuudessaan.

Ennakkohuolto-ohjelman suorittamisella on suuri merkitys vesikaton tekniseen käyttöikään. Huollon huolellisuuden tärkeys korostuu, mikäli yläpohjarakenteita ei saneerata kokonaisvaltaisesti vaan pyritään pitämään ne kunnossa ainoastaan kunnossapitotyönä tehtävillä korjauksilla.

Kenttätutkimuksen aikana on seurattu vesikourun puhdistustyötä, jossa työvälineenä olivat lapio ja saavi. Lapiion käyttö kourujen ja kattopintojen puhdistamisessa saattaa vaurioittaa kattopinnoitetta. Puhdistustyön työvälineiden ohjeistusta tulee tämän osalta päivittää seuraavasti: Puhdistetaan kattopinnot irtoroskasta harjaamalla, harjatut roskat kerätään saaveihin muovisella lapiolla. Lisäksi kattopinnot pestään tarvittaessa matalapaineisella pesurilla. Puhdistusaineena voidaan käyttää mietoä puhdistusainetta, kuten esimerkiksi ruokasoodaa.

Katoille asennetuille putoamisvaljaiden kiinnityspisteille tulee suorittaa vuosittainen tarkastus. Tarkastuksille laaditaan uusi ennakkohuolto-ohjelma ENKKU-tietojärjestelmään, jotta työn suorittamiseen tulee vuosittainen muistutus automaattisesti ja työ tulee suoritettua ajallaan.

6 Lopuksi

Yläpohjarakenteiden kuntotutkimuksesta saatiin kattavat tiedot rakenteiden nykyisestä kunnosta sekä lähtötiedot toimenpide-ehdotuksen laatimiseksi vesikattojen uusintaa varten. Opinnäytetyön aikataulussa tutkimusta ei saatu toteutettua aivan suunnitellussa laajuudessaan, joten se suoritetaan loppuun keväällä 2024.

Kartoituksen tulos osoitti, että katoilla on suoritettava välittömiä korjauksia, sekä suurempia korjauksia 3–5 vuoden aikana. Korjattavaa löytyi paljon ja tulevien korjausten laajuuteen vaikuttaa voimaloiden käyttöluvan pituus. Aikaisemmin laadittu arvio korjausten kiireellisyydestä ja järjestyksestä muuttui jonkin verran, ja tuleville korjauksille tulee laatia korjaussuunnitelmat tämän työn pohjalta. Korjaussuunnittelun vaatiessa lisä tutkimuksia suoritetaan ne tarpeen mukaan.

Työssä luotiin ennakkohuoltojen suorittamiseen uudet ohjeet, jotka viedään talven aikana ENKKU-tietojärjestelmään. Lisäksi ennakkohuoltoon osallistuvat perehdytetään talven aikana laadukkaaseen työn suorittamiseen. Vesikattojen saneerauksien toimenpide-ehdotukset tullaan laatimaan yhteistyössä TVO:n kiinteistökunnossapidon ja rakennustekniikan kanssa.

Työssä tarkasteltiin laajasti vesikattorakenteiden toteutusta teoriassa, jota käsiteltiin kuntotutkimukseen tarvittavien asioiden suhteen. Osana opinnäytetyötäni oli kattojen kuntotutkija Pro-sertifikaatin suorittaminen, joka antoi hyvän pohjan kuntotutkimuksen suorittamiseen. Koulutus koostui kahden päivän teoriaosuudesta, näyttötyöstä ja tentistä. Koulutuksen järjesti TTS Työtehoseura, joka on valtakunnallinen koulutus-, tutkimus- ja kehittämisorganisaatio.

Työtehoseura kouluttaa vuositta noin 7000 henkilöä eri alojen ammattilaisiksi, tämän lisäksi se toteuttaa vuosittain noin 100 työelämän kehittämis- ja tutkimushanketta. (Työtehoseura n.d).

Teoriaosuus oli jaettu kahteen päivään, joista ensimmäinen käsitteli vesikattorakenteen kuntoarvion ja toinen kuntotutkimuksen suorittamista.

Koulutuksen sisältönä oli (Työtehoseura n.d.):

- erilaiset yläpohjarakenteet ja niiden toimintaperiaatteet
- katemateriaalit ja niiden toiminnalliset erot
- katemateriaalin valintaan vaikuttavat tekijät
- vedenpoisto ja hulevesien hallinta
- kattoturvatuotteet
- vesikaton kunnon arviointi
- vesikattojen tarvitsemat huolto- ja saneeraustoimenpiteet
- yläpohjarakenteiden rakennusfysiikka ja kosteudenhallinta
- kattojen ja katemateriaalien kehityshistoriaa
- voimassaoleet määräykset ja ohjeet eri rakentamisaikoina
- tyypillisimpiä toimimattomaksi osoittautuneita ratkaisuja
- käyttökään vaikuttavia tekijöitä
- tutkimusmenetelmät ja analysointi;
 - o aistinvaraiset menetelmät,
 - o ainetta rikkovat menetelmät,
 - o havaintojen analysointi
 - o saatujen tulosten tulkinta
- korjausvaihtoehtoja ja menetelmiä
- korjaussuunnittelussa huomioon otettavia asioita
- kuntotutkimuksen raportointi.

Kouluttaja oli erittäin asiantunteva ja koulutuksessa käytiin läpi havainnollistavia esimerkkejä asioista, joihin pitää kiinnittää huomiota. Koulutukseen sisältyi myös kosteusteknisiä laskelmia.

Lähteet

Keinänen, W. 2001. Rakennusopin tietokirja. Helsinki: Werner Söderström Oy.

Kuntsi, S. 1998. Katot ja vedeneristys. Helsinki: Rakennusalan kustantajat.

Rakentajan tietokirjat 2010. Espoo: Rakentajan tietokustannus Oy.

RIL 107-2012. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RT 103003. 2019. Asuinkiinteistön kuntoarvio kuntoarvioijan ohje. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 103031. 2019. Rakennuksen paloluokan määrittäminen ja keskeiset palotekniset vaatimukset. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 103274. 2020. yläpohjat, perustietoja. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 103501. 2020. haitalliset aineet rakennuksissa mukaisesti. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 18-10922. 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 83-11010. 2010. yläpohjarakenteita. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 85-11132. 2013 Vesikaton turvavarusteet. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 85-11158. 2014. Konesaumattu peltikatto. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 85-11253. 2017. Vesikaton kaltevuudet, katteen valinta. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Siikanen, U. 2009. Rakennusaineoppi. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Siikanen, U. 2016. puurakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy

Talojen korjausrakentaminen 2005. Johdatus perusteisiin. Turku: Turun ammattikorkeakoulu Oy.

Talonrakentajan käsikirja 4. 2010. pientalon vesikatto ja ulkoverhoustyöt.
Helsinki: Rakentajan tietokustannus Oy.

Toimivat katot 2022. Helsinki: Kattoliitto Ry.

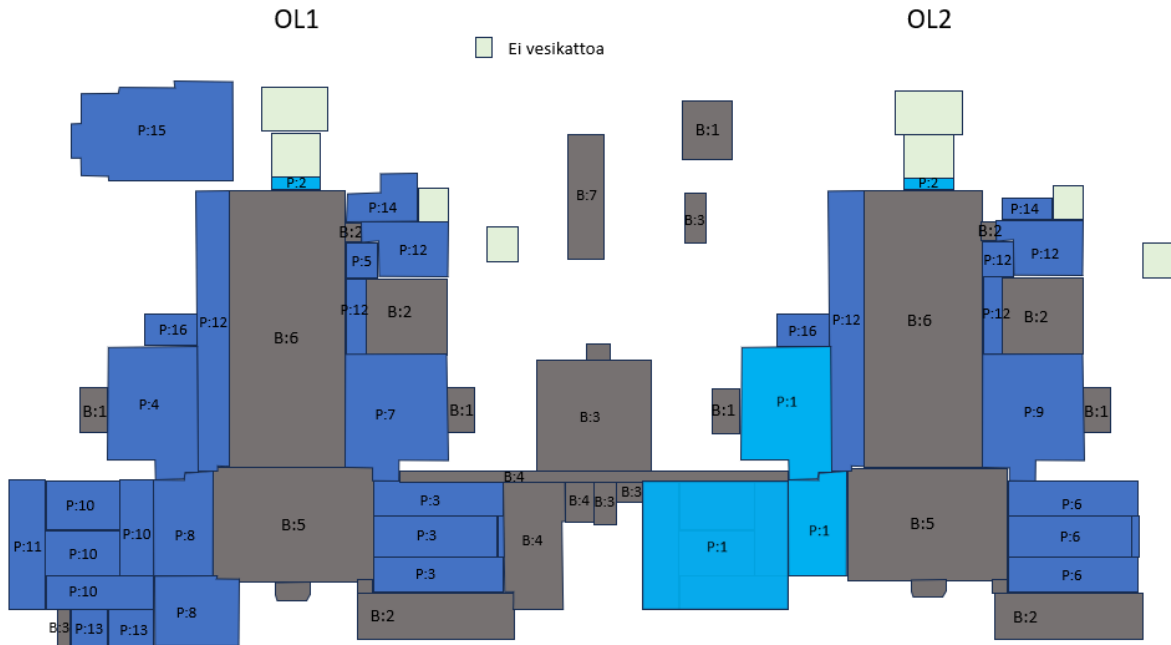
TVO n.d. Reaktorityypit. Viitattu 7.9.2023

<https://www.tv.fi/tuotanto/perustietoaydinvoimasta/reaktorityypit.html>

Työtehoseura 2023. Kattojen kuntotutkija PRO. Viitattu 7.9.2023

https://www.tts.fi/lyhytkoulutukset/rakennusalan_sertifikaatit_ja_patevyydet/sertifikaatit_ja_patevyydet/kattojen_kuntotutkija-pro_henkilosertifikaatti

Voimalaitosten vesikattojen korjausjärjestys



OL1/2 vesikatot								
Korjaus järjestys	Tunnus	alle 10v	alle 20v	alle 30v	yli 40v	Bitumi	Pelti	Lisätiedot
	P:1				x		x	Kuntotukimus suoritetaan keväällä 2024
	P:2				x		x	Pienet osat pohjoispäässä, kuntotukimus suoritetaan RX24
1	P:3				x		x	Vaatii korjaus toimet 1-3 vuoden aikana
1	P:4				x		x	Vaatii korjaus toimet 1-3 vuoden aikana
2	P:5				x		x	Vaatii korjaus toimet 1-3 vuoden aikana
3	P:6				x		x	Vaatii korjaus toimet 3-5 vuoden aikana
4	P:7				x		x	Vaatii korjaus toimet 3-5 vuoden aikana
5	P:8				x		x	Vaatii korjaus toimet 5-10 vuoden aikana
6	P:9				x		x	Vaatii korjaus toimet 5-10 vuoden aikana
7	P:10				x		x	Vaatii korjaus toimet 5-10 vuoden aikana
7	P:11				x		x	Tutkimusta ei voitu suorittaa, huoltomaalaus tarve, korjaus 5-10v
8	P:12				x		x	Vaatii korjaus toimet 5-10 vuoden aikana
	P:13		x				x	Huoltomaalaus ja vesikourujen pinnoitus + ulosheittoputket
	P:14						x	Ei toimenpiteitä
	P:15						x	Vain kunnossapito toimenpiteitä
	P:16							Ei sisältynyt tutkimukseen, suositellaan kuntoarvion tekemistä
	B:1	x				x		
	B:2				x	x		Suunniteltu uusinta 2025-26
	B:3		x			x		Suosittelaa kuntoarvion tekemistä
	B:4			x		x		Suosittelaa kuntoarvion tekemistä
	B:5	x				x		Koko rakenne uusittu 2023
	B:6				x	x		Asennettu 2011 ja 12 uusi pintakermi, suositellaan kuntoarvion tekemistä
	B:7				x	x		Suosittelaa kuntoarvion tekemistä