

Ilona Helkala

ILMASTORISKIEN KOHDISTUMINEN JA VAIKUTUS KIINTEISTÖN ERI RAKENNEOSILLE

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Rakennustekniikan koulutus

2024



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Ilona Helkala
Työn nimi	Ilmastoriskien kohdistuminen ja vaikutus kiinteistön eri rakenneosille
Toimeksiantaja	Granlund Oy
Vuosi	2024
Sivut	42 sivua, liitteitä 3 sivua
Työn ohjaaja(t)	Valteri Perälähti, Viivi Etholén, Ritva Rissanen

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää ilmastonmuutoksen aiheuttamien ilmastoriskien kohdistuminen ja vaikutus kiinteistön eri rakenneosille. Opinnäytetyön avulla toimeksiantaja haluaa selvityksen siitä, millaisiin kiinteistöjen rakenteisiin ja rakenneosiin Suomessa esiintyvät todennäköiset ilmastoriskit kohdistuvat. Opinnäytetyössä selvitetään myös lainsäädännön ohjausvaikutus ilmastoriskeihin. Opinnäytetyö on osa toimeksiantajan raportoinnin ja laadun kehitystä. Opinnäytetyön tuloksien avulla saadaan koostettua toimeksiantajan omaan käyttöön kirjasto, jota voidaan tulevaisuudessa hyödyntää AI-pohjaisen ilmastoriskiraportoinnin kehittämisessä.

Opinnäytetyö on rajattu koskemaan ilmastoriskitarkastelua olemassa oleviin kiinteistöihin rakennusteknisestä näkökulmasta. LVI- ja sisäilmastoon liittyvien asioiden tarkastelu on rajattu opinnäytetyön ulkopuolelle.

Opinnäytetyössä tutkittiin sitä, mikä ilmastoriski on ja miksi ilmastoriskikartoituksia tehdään. Lisäksi selvitettiin, millaisiin rakennuksiin ja rakenneosiin ilmastoriskit Suomessa kohdistuvat ja miten tunnistaa ne rakennuksien ominaisuudet, jotka vaikuttavat ilmastoriskikartoitusten lähtötietoihin. Tutkimuskysymyksiin etsittiin vastauksia kirjallisuustutkimuksen ja työpajamuotoisen haastattelututkimuksen avulla. Työpajassa etsittiin vastauksia siihen, millaisiin rakennuksiin ja rakenneosiin ilmastoriskit Suomessa kohdistuvat ja miten tunnistaa ne rakennuksien ominaisuudet, jotka vaikuttavat ilmastoriskikartoitusten lähtötietoihin. Työpajaan osallistui toimeksiantajan asiantuntijoita, jotka ovat tehneet ilmastoriskikartoituksia. Kirjallisuustutkimuksen avulla selvitettiin sitä, mikä ilmastoriski on ja miksi ilmastoriskikartoituksia tehdään.

Opinnäytetyön tuloksien perusteella rakenneosat, joihin ilmastoriskit kohdistuvat ovat vesikatto, julkisivut, perustukset ja piha-alueet. Todennäköisimmät Suomessa esiintyvät ilmastoriskit ovat lämpötilojen muutokset, lämpökuormitus, lämpötilojen vaihtelut, sateet ja sadeolojen muutokset, tulvat sekä vettyneen rinnemaan valuminen. Tuloksien mukaan kaikkiin rakenneosiin ei kohdistu samat ilmastoriskit, mutta etenkin lämpötilojen muutokset ja sateet ovat yleisimmät kiinteistöjen rakenneosiin kohdistuvat ilmastoriskit Suomessa.

Asiasanat: ilmastonmuutos, ilmastoriski, rakenneosa

Degree title	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Ilona Helkala
Thesis title	Targeting of climate risks and impact on different structural parts of the property
Commissioned by	Granlund Oy
Time	2024
Pages	42 pages, 3 pages of appendices
Supervisor	Valtteri Perälähti, Viivi Etholén, Ritva Rissanen

ABSTRACT

The aim of this thesis was to find out the targeting and impact of climate risks caused by climate change in different structural parts of the property. The thesis provides the commissioner a report on what kind of property structures and structural parts are affected by the probable climate risks occurring in Finland, and an examination of the control effect of legislation on climate risks. The thesis is part of the development of the commissioner's reporting and quality. With the help of the results, the commissioner can compile a library, which can be used in the future in the development of AI-based climate risk reporting.

The thesis is limited to the climate risk assessment of existing buildings from a construction engineering perspective. The review of issues related to HVAC and the indoor climate is excluded.

The thesis investigated what climate risk is and why climate risk surveys are made. In addition, the thesis examined what kind of buildings and structural parts are affected by climate risks in Finland, and how the properties of buildings that affect the initial data of climate risk surveys can be identified. Answers to research questions were sought through literature research and a workshop-based interview survey. The workshop looked for answers to what kind of buildings and structural parts are affected by climate risks in Finland and how to identify the properties of buildings that affect the starting data of climate risk surveys. The workshop was attended by experts from the commissioner who have carried out climate risk surveys. The literature study was used to find out what a climate risk is and why climate risk surveys are conducted.

Based on the results, the structural parts affected by climate risks are the roof, facades, foundations, and yard areas. The most likely climate risks in Finland are changes in temperatures, heat load, variations in temperatures, rain and changes in rain conditions, floods, and run-off from waterlogged slopes. According to the results, not all structural parts are subject to the same climate risks but especially changes in temperatures and rain are the most common climate risks affecting structural parts of the property in Finland.

Keywords: climate change, climate risk, structural part

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUKSET JA NIIHIN SOPEUTUMINEN SUOMESSA.	7
2.1	Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomessa.....	7
2.2	Rakennetun ympäristön ilmastonmuutokseen sopeutuminen Suomessa.....	9
2.3	Ilmastonmuutoksen vaikutukset kiinteistöihin	10
3	ILMASTORISKIT	10
3.1	Ilmatoriskeihin liittyvä lainsäädäntö.....	10
3.1.1	Euroopan vihreän kehityksen ohjelma (European Green Deal).....	11
3.1.2	EU-taksonomia	11
3.1.3	CSRD-direktiivi	12
3.1.4	Pariisin ilmastosopimus	12
3.2	Ilmatoriskeihin liittyvät skenaariot.....	13
3.2.1	Representative Concentration Pathway (RCP) skenaariot	14
3.2.2	SSP-luokat.....	15
3.3	Ilmatoriskien kohdistuminen kiinteistön rakenteisiin.....	15
3.3.1	Lämpötilaan liittyvien ilmatoriskien vaikutukset.....	15
3.3.2	Tuuleen liittyvien ilmatoriskien vaikutukset.....	16
3.3.3	Vesiin liittyvien ilmatoriskien vaikutukset.....	16
3.3.4	Maamassoihin ja maaperään liittyvien ilmatoriskien vaikutukset.....	17
3.3.5	Ilmatoriskien haitat ja hyödyt kiinteistöille.....	18
3.4	Ilmatoriskitarkastelu	19
3.5	Ilmatoriskikartoitukset	21
4	TUTKIMUSOSUUS.....	22
4.1	Tutkimuksen tavoitteet.....	22
4.2	Ilmatoriskikartoitukset ja niiden raportoiminen Granlund Oy	22
4.3	Tutkimuskysymykset.....	23

4.4	Tutkimusmenetelmät	24
4.5	Työpaja Granlund Oy:n asiantuntijoille	24
5	TUTKIMUSTULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	25
5.1	Vesikatto	26
5.1.1	Lämpötilojen vaihteluiden vaikutus vesikattoon	26
5.1.2	Sateiden vaikutukset.....	27
5.1.3	Vesikatemateriaalien vaikutus ilmatoriskitarkastelussa.....	28
5.2	Julkisivut	29
5.2.1	Lämpötilojen vaihteluiden vaikutus julkisivuun.....	29
5.2.2	Sateiden vaikutukset.....	31
5.3	Perustukset.....	33
5.4	Piha-alueet	34
5.5	Excel-taulukko ilmatoriskiraportoinnin kehittämiseen.....	36
5.6	Yhteenveto tutkimustuloksista	38
5.7	Johtopäätökset ja pohdinta.....	39
	LÄHTEET.....	41
	LIITTEET	

Liite 1. Ilmatoriskityöpajan tulokset

1 JOHDANTO

Ilmastonmuutoksella on vaikutusta ja seurauksia luontoon, ihmisiin, talouteen sekä yhteiskuntaan (Valtioneuvoston selonteko (VNS) 15/2022, 4). Ilmasto muuttuu jatkuvasti, ja ilmastossa tapahtuvilla muutoksilla voi olla merkittäviäkin vaikutuksia kiinteistöjen kuntoon, kestävyyyteen ja arvoon. Ilmastonmuutos ja sen hillintätoimet vaikuttavat yhteiskunnassa monella tavalla. Ilmastonmuutoksen aiheuttamat ilmatoriskit ovat yksi tarkastelun kohteeksi nousnut teema nyky-yhteiskunnassa. Ilmastonmuutos vaatii sopeutumistoimenpiteitä, ja varautuminen ilmastonmuutoksen aiheuttamiin ilmatoriskeihin on yksi osa sopeutumistoimenpiteitä. Myös kiristynyt lainsäädäntö sekä EU:n taksonomia velvoittavat kiinteistönomistajia selvittämään ja kartoittamaan kiinteistöomaisuutensa kohdistuvat ilmatoriskit. Ilmatoriskikartoitusten avulla kiinteistönomistaja voi ennakoida tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen myötä muuttuvaan säähän, sään ääri-ilmiöihin ja luontoon liittyviä riskejä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää ilmastonmuutoksen aiheuttamien ilmatoriskien kohdistuminen ja vaikutus kiinteistön eri rakenneosille ja laatia sen perusteella ilmatoriskikartoitukseen liittyvä kirjasto Granlund Oy:lle. Opinnäytetyön avulla toimeksiantaja haluaa selvityksen siitä, millaisiin kiinteistöjen rakenteisiin ja rakenneosiin Suomessa esiintyvät todennäköiset ilmatoriskit kohdistuvat. Opinnäytetyössä selvitetään myös lainsäädännön ohjausvaikutus ilmatoriskeihin. Opinnäytetyö on rajattu koskemaan ilmatoriskitarkastelua olemassa oleviin kiinteistöihin rakennusteknisestä näkökulmasta. LVI- ja sisäilmastoon liittyvien asioiden tarkastelu on rajattu opinnäytetyön ulkopuolelle.

Granlundilla on tehty satoja ilmatoriskikartoituksia viime vuosien aikana. Opinnäytetyön avulla halutaan liike- ja palvelukiinteistöille tehtävien ilmatoriskikartoitusten raportointia varten toimeksiantajan omaan sisäiseen käyttöön yhtenäinen kirjasto, johon on koottu tyypillisimmät rakenneosat, joihin Suomessa esiintyvät ilmatoriskit kohdistuvat.

Opinnäytetyö on osa raportoinnin ja laadun kehitystä Granlundilla. Opinnäytetyön tutkimuksen tuloksia tullaan tulevaisuudessa hyödyntämään AI-pohjaisen ilmastoriskiraportoinnin kehittämisessä Granlundilla.

Opinnäytetyössä pyritään löytämään vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

Mikä ilmastoriski on ja miksi ilmastoriskikartoituksia tehdään?

Millaisiin rakennuksiin ja rakennuksiin ilmastoriskit Suomessa kohdistuvat?

Miten tunnistaa ne rakennuksien ominaisuudet, jotka vaikuttavat ilmastoriskikartoitusten lähtötietoihin?

Tutkimuskysymyksiin etsitään vastauksia kirjallisuustutkimuksen ja työpajamuotoisen haastattelututkimuksen avulla.

2 ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUKSET JA NIIHIN SOPEUTUMINEN SUOMESSA

Ilmasto lämpenee maailmanlaajuisesti ja lämpenemisen vaikutukset näkyvät myös Suomessa. Suomessa keskilämpötila on noussut noin kaksi astetta 1800-luvun lopun jälkeen. (Ilmastonmuutos Suomessa 2020.)

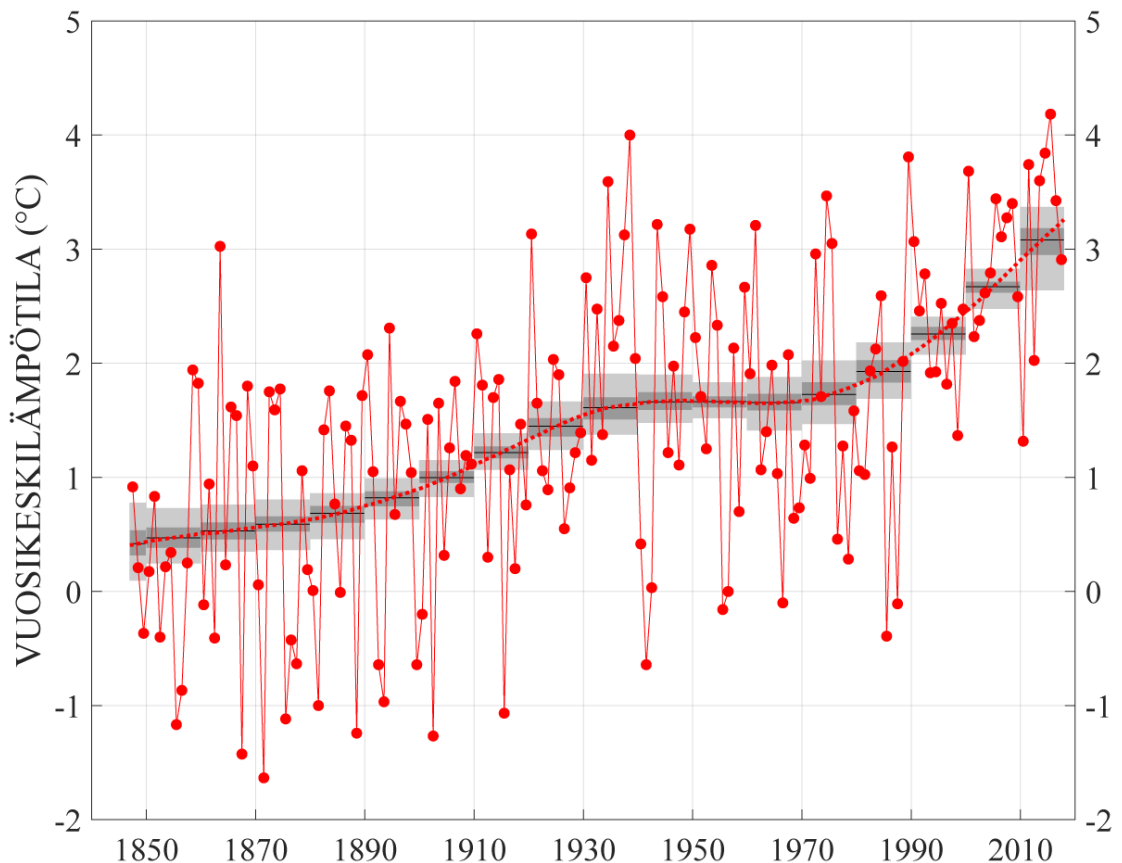
Ilmastonmuutoksella on vaikutusta ja seurauksia niin luontoon, ihmisiin, talouteen kuin yhteiskuntaankin. Ilmaston muuttumista voidaan yrittää rajoittaa hillintätoimilla, mutta muutokset vaativat myös sopeuttamistoimia. Sopeuttamistoimilla tarkoitetaan ilmastonmuutoksen vaikutusten ja sen seurausten ennaltaehkäisyä, vähentämistä sekä niihin varautumista. Näillä toimilla pyritään samalla vahvistamaan yhteiskunnan ilmastokestävyyttä. (Valtioneuvoston selonteko (VNS) 15/2022, 4.)

2.1 Ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomessa

Suomen nykyilmastoa leimaavat suuret vuosien väliset vaihtelut. Lisäksi maantieteellinen sijainti vaikuttaa esimerkiksi eri maakuntien ilmastoon. Laajat vesistöalueet sekä maanpinnan korkeussuhteet voivat aiheuttaa omat riskinsä ilmastonmuutoksen näkökulmasta. (Ilmastonmuutos Suomessa s.a.)

Suomen tulevaa ilmastoa arvioidaan ja ennustetaan ilmastomallien pohjalta. Ilmastomalleihin perustuen ennustetaan, että keskilämpötila jatkaisi edelleen nousuaan myös Suomessa. Myös sateisuus lisääntyisi ja erityisesti rankkasateet voimistuisivat. (Ilmastonmuutos Suomessa s.a.)

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia liittyen ilmaston piirteisiin Suomessa voidaan todeta erilaisilla tutkimuksilla ja mittauksilla. Säähän sekä sääilmiöihin liittyviä tutkittavia asioita ovat lämpötilan lisäksi esimerkiksi sademäärät, tuulisuus, pilvisuus ja lumisuus. Lämpötila on näistä ilmiöistä kuitenkin ainut, josta on saatavilla pitkiä, luotettavia sekä maantieteellisesti kattavia aikasarjoja ilmastonmuutoksen vaikutuksen arvioinnin tueksi. Kuvassa 1 on havainnollistettu vuosikeskilämpötilan nousua Suomessa vuosina 1847–2017. (Ilmastonmuutos Suomessa 2020.)



Kuva 1. Suomen vuosikeskilämpötila 1847–2017 (Ilmastonmuutos Suomessa 2020)

Kuvasta 1 on havaittavissa, että keskilämpötila on noussut noin kaksi astetta 1800-luvun lopusta (Ilmastonmuutos Suomessa 2020).

2.2 Rakennetun ympäristön ilmastonmuutokseen sopeutuminen Suomessa

Valtioneuvoston selonteossa kansallisesta ilmastonmuutokseen sopeutumis-suunnitelmasta vuoteen 2030 (KISS 2030) esitetään kansallinen suunnitelma siitä, miten Suomi aikoo sopeutua muuttuvan ilmaston vaikutuksiin vuosina 2023–2030. Kansallinen sopeutumissuunnitelma on osa ilmastolain mukaista ilmastopoliittikan suunnittelujärjestelmää, ja se toimeenpanee myös Suomen kansainvälisiä ilmastovelvoitteita, kuten Pariisin ilmastosopimusta sekä eurooppalaista ilmastolakia (EU) 2021/11192. (Valtioneuvoston selonteko (VNS) 15/2022, 4.)

Ilmastonmuutokseen sopeutumisen yleisenä tavoitteena rakennetun ympäristön osalta on laajentaa ymmärrystä ilmastonmuutoksen merkityksestä sekä se, miten ilmaston muuttuminen tulee ottaa huomioon rakennettua ympäristöä koskevassa ohjeistuksessa, suunnittelussa sekä päätöksenteossa. Lainsäädännöllinen ohjaus ilmastonmuutokseen sopeutumisessa rakennetun ympäristön osalta perustuu maankäyttö- ja rakennuslakiin. (Ympäristöministeriö 2016, 13.)

Rakennetun ympäristön ilmastonmuutoksen liittyvät sopeutumistarpeet johtuvat enimmäkseen muuttuvista sää- ja ilmasto-olosuhteista. Ympäristöministeriön (2016) selvityksen mukaan sopeutumistarve johtuu muutoksista sademäärissä, tulvissa, keskilämpötiloissa, maaperässä ja pohjavesiolosuhteissa. Myös sään ääri-ilmiöt yleistyvät tulevaisuudessa (Ympäristöministeriö 2016, 12.)

Sopeutumissuunnitelmaan kuuluu skenaarioihin perustuva ilmastonmuutokseen liittyvä riski- ja haavoittuvuustarkastelu, joka ohjaa myös Suomessa kiinteistöille tehtäviä ilmastoriskikartoituksia. Ilmastonmuutokseen liittyvä sopeutumiskyky onkin olennaisessa osassa siihen liittyvien riskien vähentämisessä. (Valtioneuvoston selonteko (VNS) 15/2022, 4;14.)

2.3 Ilmastomuutoksen vaikutukset kiinteistöihin

Ilmastomuutos vaikuttaa myös kiinteistöihin ja se tuokin lisää tarvetta ylläpidolle sekä jatkuvalla ja säännönmukaisella kiinteistöjen toimintakunnon seuraamiselle. Ilmastomuutoksen vaikutuksen alla olevien rakennusosien ja teknisten järjestelmien käyttöikä ja kunnossapitokaudet voivat lyhentyä ilmastomuutoksen vaikutuksesta. Tämä vaatii korjaustarpeiden arvioimista ja toimenpiteiden ajoittamista esimerkiksi kiinteistöjen kunnossapitosuunnitelmiin, kuten pitkän tähtäimen suunnitelmiin PTS:iin. (Peltö 2022.)

3 ILMASTORISKIT

Sitran määritelmän mukaan ilmatoriskillä tarkoitetaan ilmastomuutoksen suorista tai välillisistä vaikutuksista aiheutuvia riskejä yritysten liiketoiminnalle sekä yhteiskunnalle laajemmin (Sitra s.a.).

Hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin IPCC:n (Intergovernmental Panel on Climate Change) määrittelyn mukaan ilmastomuutokseen liittyvä riski muodostuu kolmesta tekijästä, jotka ovat ilmastomuutokseen liittyvä vaaratekijä, altistuminen ja haavoittuvuus. Määritelmään lisätään usein toimijoiden sopeutumiskyky, jolla tarkoitetaan kykyä vähentää haavoittuvuutta ja altistumista sekä kykyä lyhyen aikavälin varautumistoimiin ja pitkän aikavälin sopeutumistoimiin. (Valtioneuvoston selonteko (VNS) 15/2022, 14). Myös lainsäädäntö velvoittaa selvittämään ilmastomuutoksen aiheuttamat ilmatoriskit sekä varautumaan niihin.

3.1 Ilmatoriskeihin liittyvä lainsäädäntö

Euroopan unionin tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2050 mennessä (Green Building Council Finland s.a.). Tavoitteeseen liittyvä lainsäädäntö ohjaa sekä velvoittaa kiinteistönomistajia kartoittamaan kiinteistöjensä ilmatoriskejä ja raportoimaan niistä. Ilmatoriskien arvioinnilla on oleellinen vaikutus EU-taksonomiaan. Taksonomiaan liittyy myös CSRD-direktiivi, joka laajentaa taksonomian velvoitteita. (Ilmatoriskit s.a.) Myös Pariisin ilmastopöytäkirja ja Euroopan vihreän kehityksen ohjelma ohjaavat kohti yhteistä hiilineutraaliustavoitetta.

3.1.1 Euroopan vihreän kehityksen ohjelma (European Green Deal)

Euroopan unionin hiilineutraaliustavoitetta varten on luotu Euroopan vihreän kehityksen ohjelma eli European Green Deal (Green Building Council Finland s.a.). Ohjelman tavoitteena on tehdä Euroopan unionista moderni, resurssitehokas sekä kilpailukykyinen talous, jossa kasvihuonekaasujen nettopäästöjä ei aiheuteta enää vuoteen 2050 mennessä, talouskasvu on erotettu resurssien käytöstä eikä ketään ihmisistä tai mitään aluetta jätetä jälkeen muista (Euroopan komissio s.a.). Osaksi Euroopan vihreän kehityksen ohjelmaa on julkaistu EU:n kestävän rahoituksen luokittelujärjestelmä eli taksonomia (Green Building Council Finland s.a.).

3.1.2 EU-taksonomia

EU-taksonomialla tarkoitetaan Euroopan unionin uutta kestävän rahoituksen luokitusjärjestelmää (Bruce-Hyrkäs 2022). EU-taksonomian avulla määritellään yhteisesti, millaiset toiminnot voidaan katsoa kestäviksi ja luodaan taloudellisesti kestäväälle toiminnalle yhteinen luokittelu ja kriteerit. EU-taksonomia muodostuu asetuksesta ja sen perusteella annetuista delegoiduista asetuksista. (Green Building Council Finland s.a.)

EU-taksonomian tavoitteena on ilmastonmuutoksen hillintä, ilmastonmuutokseen sopeutuminen, vesivarojen ja merten luonnonvarojen kestävä käyttö sekä suojeleminen, kiertotalouteen siirtyminen, ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen sekä vähentäminen, biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemin suojeleminen sekä ennallistaminen (Nykter 2023).

EU-taksonomian kohdalla on hyvä muistaa, ettei se luultavasti tule korvaamaan ympäristösertifikaatteja eikä myöskään kiinteistöille myönnetty ympäristösertifikaatit automaattisesti riitä kattamaan kaikkia kiinteistöön kohdistuvia taksonomian vaatimuksia (Nykter 2023).

Perusteena EU-taksonomian sääntelylle on helpottaa kestäväää sijoittamista (Green Building Council Finland s.a.). Taksonomian avulla luodaan yhteiset pelisäännöt erilaisten sijoituskohteiden kestävyysarviointiin ja asetetaan

velvoitteet raportoida arviointiin liittyvien kriteereiden täyttymisestä (Bruce-Hyrkäs 2022). EU-taksonomia asettaa tällä hetkellä raportointivelvollisuuden finanssialan toimijoille sekä yli 500 hengen pörssiyrityksille (Nykter 2023).

3.1.3 CSRD-direktiivi

CSRD-direktiivi (Corporate Sustainability Reporting Directive) liittyy EU:n kestävyysraportointiin ja osaltaan laajentaa EU-taksonomian velvoitteita (Mikä on ilmatoriskikartoitus? 2023). Yritysten tulee raportoida aiempaa tarkemmin sekä laajemmin liiketoimintansa vastuullisuutta CSRD-direktiivin myötä. Tavoitteena CSRD-direktiivissä ja siihen liittyvässä raportoinnissa on linkittää kestävyysraportointi osaksi yritysten taloudellista raportointia. (CSRD-raportointi s.a.) Yrityksiltä sekä organisaatioilta CSRD:n mukainen raportointi edellyttää ilmastonäkökohtien huomioimista, ilmastonmuutokseen sopeutumisen toimenpidesuunnitelmaa ja -raportointia (Ilmatoriskit s.a.).

CSRD-direktiivi velvoittaa jo vuonna 2025 suurta osaa suomalaisista yrityksistä raportoimaan vastuullisuudestaan sekä ottamaan huomioon EU-taksonomian vaatimukset (Mikä on ilmatoriskikartoitus? 2023). Vuonna 2025 isojen pörssiyritysten on raportoitava CSRD-direktiivin mukaisesti vuoden 2024 luvuista. Raportointivelvoite laajenee vuonna 2025 myös muihin suuriin yrityksiin, joihin Suomessa katsotaan kuuluviksi yritykset, joilla on yli 250 työntekijää, yli 40 miljoonan euron liikevaihto tai yli 20 miljoonan euron tase. Vuodesta 2026 listatut pienet ja keskisuuret yritykset tulevat raportointivelvoitteen piiriin. Vuodesta 2028 sen piiriin tulee myös EU:n ulkopuoliset yritykset, jotka käyvät kauppaa EU:n alueella. (CSRD-raportointi s.a.)

3.1.4 Pariisin ilmastopimus

Kansainvälisellä tasolla ilmastopoliittikkaa ohjaa YK:n ilmastopimuksen alla solmittu vuoden 2020 jälkeistä aikaa koskeva Pariisin ilmastopimus. Sopimus velvoittaa kaikilta siihen sitoutuneilta osapuolilta lisääntyneitä toimia ilmastomuutoksen torjumiseksi sekä siihen sopeutumiseksi. Yksi sopimuksen tavoite on pitää keskilämpötilan nousu alle kahdessa celsiusasteessa pyrkien kohti 1,5 celsiusastetta. (Ympäristöministeriö 2016, 8.)

Pariisin ilmastosopimuksessa on määritetty ilmastonmuutokseen sopeutumiseen liittyvät tavoitteet ja toimenpiteet, jotka ovat sidottu paikallisiin olosuhteisiin. Esimerkiksi Suomessa ilmastonmuutoksen vaikutukset painottuvat alueellisesti eri tavoin. Tästä syystä tavoitteiden ja toimenpiteiden sitominen paikallisesti on tärkeää. Yhtenä lähtökohtana Pariisin ilmastosopimuksen toimitaohjelmassa on IPCC:n vuonna 2014 julkaistu ilmastonmuutoksen riskejä hahmottava tarkastelu. (Ympäristöministeriö 2016, 8.)

3.2 Ilmatoriskeihin liittyvät skenaariot

Ilmatoriskeihin liittyvissä skenaarioissa arvioidaan, mitkä sään ja ilmasto-olosuhteiden ääri-ilmiöt ovat tulevaisuudessa todennäköisiä ja miten ilmastonmuutos vaikuttaa niihin. Ilmatoriskien osalta tehdään sekä herkkyysetä haavoittuvuustarkasteluja liittyen erilaisiin skenaarioihin.

Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) tuottaa ilmastomalleihin perustuvia ilmastoskenaarioita, joiden avulla tutkitaan ilmastonmuutoksen aiheuttamia vaikutuksia. Ilmastoskenaarioiden taustalla vaikuttaa joukko erilaisia päästöskenaarioita. (Valtioneuvoston selonteko (VNS) 15/2022, 17.)

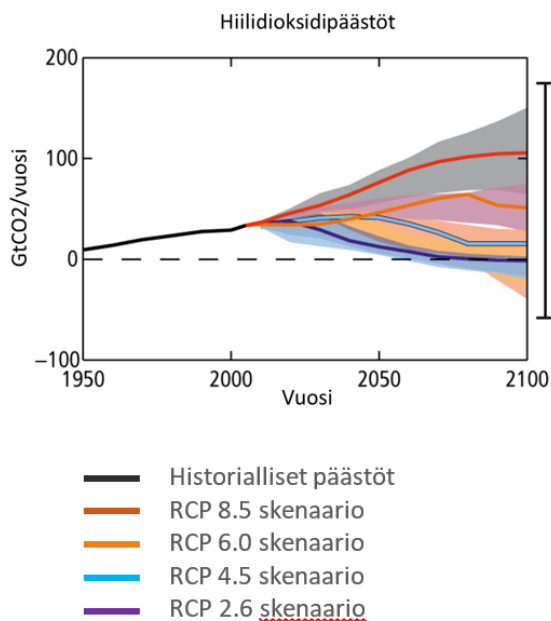
Ilmatoriskien osalta riskejä peilataan IPCC:n skenaarioihin ilmaston puolen- toista tai kahden asteen lämpenemisestä (Mikä on ilmatoriskikartoitus? 2023). IPCC:n (2014) tekemän selvityksen mukaan voimistuva lämpeneminen kasvattaa vakavien ja peruuttamattomien riskien todennäköisyyttä (Ympäristöministeriö 2016, 7).

Ilmatoriskianalyysit pohjautuvat IPCC:n uusimissa raporteissa esitettävään tietoon. Ilmatoriskien arvioinnissa pyritään huomioimaan kaikki skenaariot. Jos riittävää tietoa eri skenaarioiden huomioimiseen Suomen olosuhteissa ei ole saatavilla, hyödynnetään silloin parasta mahdollista saatavilla olevaa pohjatietoa. Mikäli skenaariot eroavat merkittävästi toisistaan, pyritään silloin huomioimaan keskeiset riskit ja vaikutukset pahimman skenaarion mukaisesti. (Pelto 2022.)

IPCC:n tekemien ilmastoskenaarioiden perusteella arvioidaan ja pyritään ennustamaan esimerkiksi sateisuuden, rankkasateiden, helleaaltojen, merenpinnan nousun, tuulisuuden ja rajuilmojen vaikutuksia Suomessa tulevaisuudessa (Valtioneuvoston selonteko (VNS) 15/2022).

3.2.1 Representative Concentration Pathway (RCP) skenaariot

IPCC:n raporttien skenaarioita kutsutaan Representative Concentration Pathway eli RCP-skenaarioiksi. Nämä skenaariot kuvaavat kasvihuonekaasujen eri tasoisia kehityskäyriä sekä niistä johtuvaa ilmaston lämpenemisen tasoa. Kuvassa 2 on nähtävillä eri RCP-skenaarioiden arvioidut ja ennustetut hiilidioksidipäästöt. (Pelto 2022.)



Kuvaaja: CO₂-päästöjen kehitys eri RCP-skenaariossa

*Lähde: IPCC, Climate Change 2014 Synthesis Report
 Fifth Assessment Report (2022) Muokattu*

Kuva 2. CO₂-päästöjen kehitys eri RCP-skenaarioissa (Pelto 2022)

Skenaario RCP 2.6:n mukaan kasvihuonekaasupäästöjä rajoitetaan tiukasti ja CO₂-päästöt kääntyvät laskuun vuoden 2020 jälkeen, jolloin CO₂-pitoisuus on korkeimmillaan vuonna 2050 ja alkaa tämän jälkeen laskea. Vuosisadan lopulla CO₂-päästöt ovat lähellä nollaa. Skenaariot RCP 4.5 ja RCP 6 ovat niin kutsutut keskimääräiset skenaariot, joissa CO₂-päästöt aluksi kasvavat, mutta

kääntyvät sitten laskuun. Skenaariossa RCP 4.5 ilman hiilidioksidipitoisuus ta-
saantuu teollistumista edeltävään aikaan verrattuna noin kaksinkertaiselle ta-
solle. Skenaario RCP 8.5:n mukaan kasvihuonekaasupäästöt kasvavat erittäin
korkeaksi. CO₂-päästöt kasvavat nopeasti, ja ilman CO₂-pitoisuus kohoaa te-
ollistumista edeltävään aikaan verrattuna yli kolminkertaiseksi vuoteen 2100
mennessä jatkaen kasvuaan sen jälkeenkin. (Pelto 2022.)

3.2.2 SSP-luokat

IPCC on julkaissut vuonna 2021 uuden päästöskenaarioviitekehityksen, jossa
on pyritty yhdistämään ajatus siitä, että ilmaston tulevaisuudet sekä sosioeko-
nomiset tulevaisuudet ovat jossain määrissä linkitettyjä. Näistä niin sanotuista
globaaleista sosioekonomisista kehityspoluista käytetään termiä SSP (shared
socioeconomic pathways). SSP-luokkia on neljä. SSP1-2.6 edustaa alhaisim-
pia, SSP2-4.5 keskitasoisia, SSP3-7.0 melko suuria ja SSP5-8.5 erittäin suu-
ria kasvihuonekaasupäästöjä. (Valtioneuvoston selonteko (VNS) 15/2022, 17.)

3.3 Ilmastoriskien kohdistuminen kiinteistön rakenteisiin

Suomen tasolla keskeisiä ilmastonmuutoksen aiheuttamia riskejä ovat ilmas-
ton lämpeneminen, helleaaltojen lisääntyminen, vesistöjen lämpenemiset,
kasvavat lämpökuormat, rankkasateet, maanpinnan vajoaminen sekä liukkau-
den lisääntyminen (Pelto 2022).

Edellä mainitut ilmastoriskit kohdistuvat kiinteistöissä eri rakenneosiin, kuten
vesikattoon, julkisivuihin, perustuksiin sekä piha-alueisiin. Vaihtelevien sääolo-
suhteiden vaikutuksen alla olevat rakenteet kuluvat esimerkiksi nopeammin ja
sääolosuhteiden vaihteluiden vaikutukset näkyvät myös piha-alueilla. (Pelto
2022.) Suomessa ilmastoriskeihin varaudutaankin huolehtimalla esimerkiksi
rakennuksen vaipan säänkestävyydestä, sadevesiviemäreiden kapasiteetista
sekä sisäolosuhteiden hallinnasta säästä riippumatta (Mikä on ilmastoriskikar-
toitus? 2023).

3.3.1 Lämpötilaan liittyvien ilmastoriskien vaikutukset

Lämpötilaan liittyviä tarkasteltavia ilmastoriskejä ovat lämpötilan muutokset,
lämpökuormitus ja lämpötilojen vaihtelut.

Nousevalla lämpötilalla on vaikutusta kiinteistöihin ja etenkin niiden rakennusfysikaalisiin toimintoihin. Rakennuksessa ja sen materiaaleissa tapahtuva lämpöliike- ja laajeneminen voi aiheuttaa rakenteissa esimerkiksi murtumia, halkeamia tai kiinnikkeiden löystymistä. (Rakli 2023.)

Esimerkiksi julkisivuissa lämpölaajenemisen määrän ja sen vaikutuksen merkittävyyteen vaikuttaa julkisivumateriaali. Lämpölaajeneminen voi aiheuttaa julkisivujen rappeutumista ja samalla lisätä kiinteistön kosteuskuormitusta. (Pelto 2022.)

Julkisivujen ja rakenteiden ohella myös betonirakenteet rappeutuvat ja niiden suunniteltu käyttöikä lyhenee lämpötilamuutoksien ja kohoavan lämpötilan seurauksena (Pelto 2022).

Lämpökuormitus lisää myös rakennuksen materiaalien lämmönjohtavuutta sekä vesihöyrynläpäisevyyttä. Nämä puolestaan altistavat rakenteita kosteusteknisille ongelmille ja lämpötilan nousulle rakennuksen sisällä. (Pelto 2022.)

3.3.2 Tuuleen liittyvien ilmatoriskien vaikutukset

Ilmatoriskeissä tuuleen liittyviä olosuhdemuutoksia tarkastellaan pitkällä aikavälillä. Pohjois-Euroopassa tuulen nopeuksien ennustetaankin pysyvän tulevaisuudessa lähellä nykyisiä olosuhteita. Tuuliolojen muutoksilla on vaikutusta esimerkiksi viistosateiden lisääntymisen yhteydessä. Satunnaiset rajummat tuulet voivat aiheuttaa paikallista vahinkoa rakennuksille ja piha-alueille sekä vaaratilanteita ihmisille, joten siksi myös tuulen aiheuttamat riskit tulee huomioida ilmatoriskitarkastelussa. (Pelto 2022.)

3.3.3 Vesiin liittyvien ilmatoriskien vaikutukset

Vesiin liittyviä ilmatoriskejä ovat sadeolojen ja -tyyppien muutokset, kuten vesisade, raekuurot, lumi- tai jäätävä sade. Myös sademäärien vaihtelut tai hydrologinen vaihtelu sekä tulvat (rannikko-, joki-, hulevesi- ja pohjavesitulva) otetaan huomioon kiinteistölle tehtävässä ilmatoriskitarkastelussa. (Pelto 2022.)

Sademäärien kasvu yhdistettynä lämpötilan nousuun ja tuulisuuden muutoksiin lisää viistosateita tulevaisuudessa. Tämä aiheuttaa kohtalaisen riskin kiinteistöille, koska viistosateet voivat aiheuttaa kosteusvaurioita ulkoseinissä, ikkunoissa ja muissa aukoissa. Myös sadeolojen ja -tyyppien muutokset aiheuttavat riskin kiinteistön rakenteille, etenkin julkisivuille, ja ne voivatkin lyhentää julkisivumateriaalien suunniteltua käyttöikää. (Peltto 2022.)

Myös Rakli ry:n asiantuntijariihen yhteenvedossa (2023) todettiin, että ilmastoriskeistä etenkin rankka- ja viistosateet aiheuttavat haasteita ja ongelmia kiinteistöille. Sateista aiheutuu ongelmia niin vesikatoille kuin julkisivuille. Katoille voi muodostua esimerkiksi vesikattotulvia, räystäät voivat vuotaa yli, vesikattoviemäröinnit voivat olla mitoitukseltaan riittämättömiä tai vesikatolla olevat läpiviennit vuotavat. Sateiden aiheuttamat julkisivuvauriot- ja vuodot ovat myös mahdollisia. (Rakli 2023.)

Hännisen (s.a.) mukaan sateen ja tuulisuuden lisääntymisen yhteisvaikutuksena viistosaderasitus julkisivuille kasvaa. Siksi julkisivujen liitoskohdat tulisi suunnitella huolella ja välttää niissä turhia saumoja. (Hänninen s.a.) Sateet lisäävät myös kosteutta, jolloin riskinä voi olla rakenteiden kasvava kosteusrasitus. Riski on olemassa etenkin silloin, jos julkisivurakenne kastuu ja jäätyy vuorotellen. Tästä voi seurata pakkasrapautumista tietyillä julkisivumateriaaleilla. (Rakli 2023.)

Myös tulvat ja maaperän valumat ovat mahdollisia vesiin liittyviä ilmastoriskejä. Suomessa tulvariski vaihtelee alueittain ja tulvat ovat yhteydessä alueen hulevesijärjestelmien kapasiteettiin. Etenkin rankkasateista johtuvat tulvat voivat olla merkittäviä niillä alueilla, joissa hulevesijärjestelmät eivät toimi. Tulvat vaikuttavat myös piha-alueisiin sekä lisäävät kosteusvaurion riskiä rakenteissa. Tulvien aiheuttama ilmastoriskitarkastelu on tarpeen etenkin asfaltoituilla alueilla sijaitsevissa kohteissa. (Peltto 2022.)

3.3.4 Maamassoihin ja maaperään liittyvien ilmastoriskien vaikutukset

Maamassoihin ja maaperään liittyvä ilmastoriski Suomessa on vettyneen rinnenemaan valuminen. Sademäärän lisääntymisellä on vaikutusta myös maaperän kosteuteen ja sen myötä maaperän kestävyYTEEN. Erityisesti talvikaudella

sademäärän myötä maaperässä lisääntyvä kosteus heikentää maaperän sitkeyttä sekä kantavuutta. Sademäärien vähentyessä kesäisin, pohjaveden pinta laskee, jolloin maaperästä haihtuu kosteutta ja maaperä voi kutistua. Näiden ilmiöiden seurauksena riskinä on maaperän vajoaminen etenkin savi-pohjaisilla alueilla. Maaperän epätasaisesta vajoamisesta voi seurata esimerkiksi rakenteiden vahingoittumista, kuten sokkelipalkkien, lattioiden ja tiiliseinien halkeamista, jännityskuormituksen kasvua tai putkivaurioita. Maaperän vajoaminen lisää myös tulvariskiä. Näistä syistä riskiä voidaan pitää merkittävänä. (Pelto 2022.)

3.3.5 Ilmatoriskien haitat ja hyödyt kiinteistöille

Rakli ry:n asiantuntijariihen tulosityhteenvedoon (2023) on koottu ilmatoriskeistä aiheutuvia haittoja ja hyötyjä kiinteistökannalle. Haittoja ovat esimerkiksi viisto- ja rankkasateet ja näiden myötä suhteellisen ilmankosteuden lisääntyminen, maaperämuutokset sekä tulvat mukaan lukien hulevesitulvat. Ilmatoriskien aiheuttamat haitat lisäävät kiinteistöjen korjaus- ja muutostarpeita sekä nostavat esimerkiksi kiinteistön ylläpidon ja käytön kustannuksia. (Rakli 2023.)

Yleisesti ilmastonmuutoksen ja ilmatoriskien aiheuttamat hyödyt kiinteistöille puolestaan ovat esimerkiksi lämmitystarpeen väheneminen, kiinteistöjen tekninen kehittyminen ja sen myötä tason nouseminen sekä viherrakentamisen tärkeyden ymmärtäminen (Rakli 2023).

Kiinteistönomistajien kannalta ilmastonmuutoksen aiheuttamiin ilmatoriskeihin varautuminen riittävän ajoissa kannattaa, sillä riskien minimoimisella on esimerkiksi taloudellisia vaikutuksia. Kustannuksia on helpompi hallita, kun riskit ovat tunnistettu. Kiinteistöjen arvo myös nousee, kun riskeihin ja ilmastonmuutokseen varaudutaan hyvissä ajoin ja tehdään niiden kannalta toimenpiteitä sekä investointeja ilmastonmuutoksen vaikutusten hallitsemiseksi. Toimenpiteitä, kuten PTS-toimenpiteitä pitkällä aikavälillä, olisi hyvä tehdä ennakkoivasti eikä vasta sitten, kun ääriolosuhteet realisoituvat. (Rakli 2023.)

3.4 Ilmatoriskitarkastelu

Ilmatoriskit jaotellaan EU-taksonomia-asetuksen mukaisesti ajallisesti kroonisiin ja akuutteihin fyysisiin riskeihin neljästä näkökulmasta. Riskejä tarkastellaan lämpötilaan, tuuleen, veteen sekä maamassoihin ja maaperään liittyvistä näkökulmista taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1. EU-taksonomia-asetuksessa listatut fyysiset riskit jaettuna neljään pääryhmään (Pelto 2022)

	Lämpötilaan liittyvät	Tuuleen liittyvät	Veteen liittyvät	Maamassoihin ja maaperään liittyvät
Krooniset	Lämpötilan muutokset	Tuuliolojen muutokset	Sadeolojen ja –tyyppien muutokset	Rannikon eroosio
	Lämpökuormitus		Sademäärien tai hydrologinen vaihtelu	Maaperän huonontuminen
	Lämpötilan vaihtelut		Valtamerten happamoituminen	Maaperän eroosio
	Ikiroudan sulaminen		Meriveden intruusio	Vettyneen rinteeseen valuminen
			Merenpinnan kohoaminen	
			Vesistressi	
Akuutit	Lämpöaalto	Hirmumyrsky, hurrikaani, taifuuni	Kuivuus	Lumivyöry
	Kylmyysaalto/halla/pakkanen	Myrsky	Voimakas sade	Maanvyörymä
	Maastopalo	Pyörremyrsky	Tulva	Maansortuma
			Jäätikkömeren purkautuminen	Luonnonuhat

Ilmatoriskien arvioimisessa huomioidaan esimerkiksi kiinteistön rakenteet ja rakennuksen ympäristö sekä talotekniikkajärjestelmät (Mikä on ilmatoriskikartoitus? 2023).

Ilmatoriskien merkittävyys arvioidaan riskiarviointitaulukon (taulukko 2) avulla.

Taulukko 2. Ilmastoriskien merkittävyyden riskiarviointitaulukko (Granlund)

Riskitaso:

Merkittävä tai sietämätön riski



Kohtalainen riski



Vähäinen riski



Merkityksetön riski



Vaaran aiheuttaman riskin todennäköisyys	Seurausten vakavuus				
	1 Ei seurauksia	2 Lieviä / vähäisiä	3 Merkittäviä	4 Suuria	5 Erittäin suuria
5 Hyvin todennäköinen	Vähäinen	Kohtalainen	Merkittävä	Sietämätön	Sietämätön
4 Todennäköinen	Merkityksetön	Vähäinen	Kohtalainen	Merkittävä	Sietämätön
3 Mahdollinen	Merkityksetön	Vähäinen	Kohtalainen	Kohtalainen	Merkittävä
2 Epätodennäköinen	Merkityksetön	Merkityksetön	Vähäinen	Kohtalainen	Merkittävä
1 Hyvin epätodennäköinen	Merkityksetön	Merkityksetön	Merkityksetön	Vähäinen	Kohtalainen

Ilmastoriskit voivat olla taulukon 2 mukaisesti sietämättömiä, merkittäviä, kohtalaisia, vähäisiä tai merkityksettömiä. Sietämättömät ja merkittävät riskit edellyttävät kiinteistönomistajalta aina toimia EU-taksonomian mukaisesti. (Ilmastoriskit s.a.)

Ilmastoriskejä tulee aina tarkastella kokonaisuutena. Ilmastoriskien tarkastelussa riskin merkittävyyden lisäksi ilmastoriskien arvioinnissa tulee huomioida myös riskin toteutumisen todennäköisyys, jotta todennäköisimmät riskitilanteet saisivat riittävän painoarvon eikä tarkastelu ja varautuminen keskittyisi vain vaikutuksiltaan merkittävimpiin, mutta epätodennäköisiin riskeihin. Ilmastoriskejä tarkastellaan aina myös turvallisuuteen liittyvistä näkökulmista. (Rakli 2023.)

Kiinteistölle määritellyillä toimenpiteillä voidaan käytönaikana pienentää merkittävimpiä kiinteistölle kohdistuvia fysikaalisia ilmastoriskejä, joita ovat lämpötilaan, tuuleen, veteen, maamassoihin ja maaperään liittyvät ilmastoriskit. Toimenpiteissä tulee kuitenkin ottaa huomioon, että ne eivät saa heikentää ihmis-

ten, luonnon, kulttuuriperinnön, rakennusten tai muiden toimintojen sopeutumiskykyä tai resilienssiä ilmatoriskejä vastaan. Määriteltyjen toimenpiteiden tulee myös olla paikallisten, alueellisten, kansallisten tai toimialakohtaisten ilmastonmuutosstrategioiden mukaisia. Lisäksi toimenpiteet tulee sitoa osaksi rakennuksen kunnossapidonjohtamista sekä pyrkiä siihen, että niiden toteuttaminen tapahtuu hiilijalanjälki mahdollisimman hyvin huomioiden. (Peltö 2022.)

3.5 Ilmatoriskikartoitukset

Ilmatoriskikartoitusten avulla kartoitetaan kiinteistöihin kohdistuvia ilmastonmuutoksen aiheuttamia ilmatoriskejä. Ilmatoriskikartoituksia tehdään useista eri syistä, mutta etenkin kiristynyt lainsäädäntö on yksi syy kartoittaa kiinteistöomaisuuden ilmatoriskit. Lainsäädäntö ohjaa myös ilmatoriskikartoitusten raportointia vaatimusten mukaisiksi. Kiinteistölle tehtävä ilmatoriskikartoitus on vaatimuksena, jos kiinteistö halutaan raportoida EU-taksonomian mukaisesti. (Mikä on ilmatoriskikartoitus? 2023.) Ilmatoriskien huomioiminen onkin jo tai tulee olemaan useimmille yrityksille pakollista EU-taksonomian ja EU:n kestävyysraportointiin liittyvän CSRD-direktiivin myötä. Ilmatoriskikartoituksilla osana EU-taksonomian mukaista toimintaa on tulevaisuudessa vaikutusta myös esimerkiksi rahoituksen saamiseen. (Ilmatoriskit s.a.)

Ilmatoriskikartoitukset auttavat kiinteistönomistajia ennakoimaan kiinteistöihinsä kohdistuvia muuttuvan sään sekä luonnon aiheuttamia vaikutuksia kiinteistöihin (Mikä on ilmatoriskikartoitus? 2023). Ilmatoriskikartoituksen avulla kiinteistönomistajan on helpompi huomioida vaikutukset kiinteistöjen yllä- ja kunnossapidon suunnittelussa (Ilmatoriskit s.a.).

Ilmatoriskikartoituksiin liittyvän raportoinnin tarkoituksena on koota yhteenveto kiinteistöön kohdistuvista ilmatoriskeistä ja niiden merkittävyydestä. Havaittujen riskien perusteella ilmatoriskiraportissa annetaan sopeutumistoimenpide-ehdotuksia aiheeseen liittyvän merkittävän tai sietämättömän riskin laskemiseksi kohtuulliselle tai vähäiselle tasolle. Annetut sopeutumistoimenpide-ehdotukset ovat aina kohdekohtaisia. Merkittäviksi tai sietämättömiksi tunnistettujen ilmatoriskien osalta tarvittavat sopeutusratkaisut tulee tehdä enintään viiden vuoden aikana ilmatoriskikartoituksen tekemisestä, ja ne tu-

lee aikatauluttaa kohdekohtaisesti. Mikäli kiinteistössä ei ole todettu merkittäviä tai sietämättömiä ilmastoriskejä, voidaan raportilla todeta, ettei kiinteistössä ole kohdekohtaisia toimenpiteitä. (Pelto 2022.)

Mikäli kiinteistössä havaitaan vähintään merkittäviä ilmastoriskejä, sopeutumistoimenpide-ehdotukset voivat liittyä havaitun riskin mukaisesti esimerkiksi rakenneosien, kuten vesikaton tai julkisivuverhosten uusimiseen, sadevesijärjestelmien toimivuuden varmistamiseen tai LVI-laitteistojen säännönmukaiseen huoltamiseen. Sopeutumistoimenpide-ehdotuksissa pyritään huomioidaan hierarkkinen lähestymistapa, jolla tarkoitetaan sitä, että yhteen riskiin voi olla eritasoisia ratkaisuja. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi vesikattojen kohdalla sitä, että ensin ehdotetaan kattokaivojen säännöllistä toimintatarkastusta sekä puhdistusta ja vasta tämän jälkeen vesikaton sadevesiviemäröinnin kapasiteetin parantamista halkaisijaltaan suurempaan viemäriputkeen. (Ilmatoriskit s.a.)

4 TUTKIMUSOSUUS

4.1 Tutkimuksen tavoitteet

Opinnäytetyön tutkimuksen tavoitteena on tehdä toimeksiantajalle selvitys siitä, miten ilmastoriskikartoitukset näkyvät teoriassa ja mitkä ovat tyypillisimmät rakenneosat ja rakenteet, joihin Suomessa esiintyvät ilmatoriskit kohdistuvat ja vaikuttavat. Tutkimus on osa raportoinnin ja laadun kehitystä Granlundilla. Opinnäytetyön tutkimuksen tuloksia tullaan tulevaisuudessa hyödyntämään AI-pohjaisen ilmastoriskiraportoinnin kehittämisessä Granlundilla.

4.2 Ilmatoriskikartoitukset ja niiden raportoiminen Granlund Oy

Ilmatoriskikartoitukset ovat osa Granlundin tarjoamia vastuullisuuspalveluita. Ilmatoriskikartoitusten avulla autetaan kiinteistönomistajia selvittämään heidän omistuksessaan olevaan kiinteistökantaan kohdistuvat ilmatoriskit. Kiinteistöihin kohdistuvien ilmatoriskien kartoittaminen ja niiden hallinta on tärkeää, koska näiden avulla kiinteistö säilyttää arvonsa nyt sekä tulevaisuuden muuttuvassa ilmastossa. (Ilmatoriskikartoitus s.a.)

Granlundilla on tehty satoja ilmatoriskikartoituksia viime vuosien aikana. Granlundin asiantuntijoiden tekemät ilmatoriskikartoitukset kohdistetaan aina ensin tiettyyn maahan esimerkiksi Suomeen, sitten tiettyyn alueeseen ja lopuksi kiinteistöön. Tehtyjen ilmatoriskikartoitusten pohjalta nousee esiin kolme selkeää ilmatoriskia, jotka kohdistuvat suomalaisiin kiinteistöihin. Nämä riskit ovat lämpötilan sahaaminen nollan asteen molemmin puolin, sadevesien hallinta sekä tukalan kuumat kesät. (Ilmatoriskit s.a.)

Granlundin asiantuntijoiden tekemissä ilmatoriskikartoituksissa kohteiden ilmatoriskejä tarkastellaan Euroopan Parlamentin taksoniakriteeristön kategorian 7.7 Rakennusten ostaminen ja omistaminen mukaisesti. Tarkastelujakso on kohteen odotettu elinkaari tai vähintään 30 vuotta. Tämä eroaa perinteisestä kuntoarvion tarkastelujaksosta, jossa tarkasteltava ajanjakso on yleensä 10 vuotta. Ilmatoriskin ja haavoittuvuuden arviointi suhteutetaan toiminnan laajuuteen ja sen odotettuun elinkaareen kahdella tavalla. Jos toiminnan elinkaari on alle 10 vuotta, suoritetaan ilmatoriskien arviointi käyttämällä vähintään ilmastoennusteita pienimmässä asianmukaisessa mittakaavassa. Kaikkien muiden toimintojen arvioinnissa käytetään uusinta teknologiaa hyödyntävää korkeimman mahdollisen erottelutarkkuuden ilmastoennusteita nykyisissä tulevaisuuden skenaarioissa, jotka vastaavat toiminnan odotettua elinkaarta eli vähintään 10–30 vuoden ilmastoennusteita. (Peltö 2022.)

Ilmatoriskikartoituksia voidaan tehdä niin sanottuna desktop-työnä, eli riskiarviointi suoritetaan saatavilla olevien suunnitelmien ja muiden dokumenttien avulla. Tätä menetelmää käytetään useimmiten silloin, jos tarkasteltava kohde on suunnittelussa oleva, juuri valmistumassa, hiljattain peruskorjattu tai alle 10 vuotta vanha kiinteistö. Yli 10 vuotta vanhojen kiinteistöjen kohdalla tehdään aina kohdekäynti, jotta tiedot ovat luotettavalla tasolla. Kohdekäynneillä on aina myös helpompi nähdä kiinteistön todellinen kunto ja todeta oikeat kiinteistöön kohdistuvat ilmatoriskit. (Ilmatoriskit s.a.)

4.3 Tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön avulla etsittiin vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

Mikä ilmatoriski on ja miksi ilmatoriskikartoituksia tehdään?

Millaisiin rakennuksiin ja rakenneosiin ilmatoriskit Suomessa kohdistuvat? Miten tunnistaa ne rakennuksien ominaisuudet, jotka vaikuttavat ilmatoriskikartoitusten lähtötietoihin?

4.4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuustutkimusta sekä työpajana toteutettua haastattelututkimusta Granlund Oy:n rakennustekniikan asiantuntijoille, jotka työskentelevät ilmatoriskikartoitusten parissa.

Kirjallisuustutkimuksen avulla selvitettiin vastausta tutkimuskysymykseen, mikä on ilmatoriski ja miksi ilmatoriskikartoituksia tehdään. Kirjallisuustutkimuksen avulla etsittiin tietoa ilmatoriskeistä, niihin liittyvästä lainsäädännöstä sekä perusteluja sille, miksi ilmatoriskikartoituksia tehdään. Kirjallisuustutkimusta hyödynnettiin myös kysymyksessä, millaisiin rakenneosiin ilmastonmuutoksen vaikutukset ilmatoriskin näkökulmasta kohdistuvat. Kirjallisuustutkimuksessa käytettiin lähteinä muun muassa Granlundin omia WWW-sivuja ja sisäistä aineistoa ilmatoriskikartoituksiin liittyen, Euroopan komission ja Ympäristöministeriön julkaisuja sekä muutamia aiemmin tehtyjä tutkimuksia ilmatoriskeihin liittyen.

Opinnäytetyön toisena tutkimusmenetelmänä käytettiin haastattelututkimusta. Haastattelututkimus toteutettiin työpajana Granlundilla ilmatoriskikartoituksia tekeville rakennustekniikan asiantuntijoille. Työpajan avulla saatiin vastauksia siihen, millaisiin rakennuksiin ja rakenneosiin ilmatoriskit kohdistuvat ja miten tunnistaa ne rakennuksien ominaisuudet, jotka vaikuttavat ilmatoriskien lähtötietoihin.

4.5 Työpaja Granlund Oy:n asiantuntijoille

Työpajan tavoitteena oli selvittää kiinteistöjen yleisimmät rakenneosat ja niiden ominaisuuksien, kuten materiaalien, herkkyys ilmastonmuutoksen aiheuttamille ilmatoriskeille. Työpajassa etsittiin vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

Millaisiin rakennuksiin ja rakenneosiin ilmatoriskit Suomessa kohdistuvat?

Miten tunnistaa ne rakennuksien ominaisuudet, jotka vaikuttavat ilmatoriskikartoitusten lähtötietoihin?

Työpajaan osallistui kuusi Granlundin rakennustekniikan asiantuntijaa, jotka ovat tehneet ilmatoriskikartoituksia erilaisille kiinteistöille. Tutkimus rajattiin koskemaan ilmatoriskitarkastelua olemassa oleviin kiinteistöihin rakennusteknisestä näkökulmasta. LVI- ja sisäilmastoon liittyvien asioiden tarkastelu rajattiin opinnäytetyön ulkopuolelle. Tämän lisäksi tutkimus ja sen tulokset rajattiin koskemaan liike- ja palvelukiinteistöjä, koska näille tehdään tällä hetkellä eniten ilmatoriskikartoituksia Granlundilla.

Työpajassa käytiin läpi rakenneosittain kiinteistöille kohdistuvia Suomessa esiintyviä ja todennäköisiä ilmatoriskejä. Rakenneosat, jotka työpajassa käsiteltiin, olivat vesikatot, julkisivut, perustukset sekä piha-alueet. Tyypillisimmät kiinteistöille kohdistuvat ilmatoriskit Suomessa tällä hetkellä ovat lämpötilan vaihtelut, sateet ja maamassat. Työpajassa tarkasteltiin rakenneosat niihin kohdistuviin lämpötilojen vaihteluihin, sateiden vaikutuksen ja maamassoihin liittyvistä näkökulmista.

5 TUTKIMUSTULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työpajan tuloksena syntyi selvitys siitä, mitkä ilmatoriskit vaikuttavat kiinteistöjen eri rakenneosiin ja miten ne rakenteisiin vaikuttavat. Asiantuntijat käsitelivät työpajassa jokaisen kiinteistön rakenneosan sekä siihen kohdistuvan todennäköisen ilmatoriskin erikseen. Lisäksi työpajassa pohdittiin rakenneosien erilaisten materiaalien vaikutusta niihin kohdistuvissa ilmatoriskeissä. Rakenneosat, jotka työpajassa käsiteltiin, olivat vesikatto, julkisivut, perustukset ja piha-alueet. Myös Peltto (2022) on tutkimuksessaan havainnut, että nämä rakenneosat ovat niitä, joihin ilmatoriskit kiinteistöissä tyypillisimmin kohdistuvat. Työpajan tulokset ja yhteenveto, joihin tutkimustuloksissa viitataan, on esitetty liitteessä 1. Tutkimustuloksiin on koottu työpajasta saatujen tuloksien mukaiset kiinteistön rakenneosat ja käsitelty niihin kohdistuvat ilmatoriskit liitteen 1 mukaisesti. Saatua tutkimustuloksia hyödynnetään tulevaisuudessa Granlundilla ilmatoriskiraportoinnin kehittämisessä.

Työpajassa tarkasteltiin ilmatoriskeitä lämpötilaan liittyvät lämpötilan muutokset, lämpökuormitus ja lämpötilan vaihtelut. Veteen liittyvät riskit asiantuntijoiden mukaan ovat lähinnä sadeolojen muutokset, mutta myös tulviin ja merenpinnan kohoamiseen tuli ottaa perustuksien ja piha-alueiden kohdalla kantaa. Maamassoihin ja maaperään liittyvä riskitarkastelu liittyi enimmäkseen vettyneen rinnemaan valumiseen ja sitä tarkasteltiin perustuksien sekä piha-alueiden kohdalla.

Eri rakenneosien välillä oli vaihtelua siinä, mitkä kaikki Suomessa esiintyvistä ilmatoriskeitä rakenneosaan todennäköisimmin kohdistuu ja millaisia vaikutuksia riskillä rakenteeseen on. Vesikattoon ja julkisivuihin kohdistuu asiantuntijoiden mukaan pääasiassa lämpötilojen muutokset ja sateet. Perustuksiin puolestaan kohdistuu sateet ja maamassat, kun taas piha-alueeseen kaikki kolme havaittua ilmatoriskeitä eli lämpötilojen vaihtelut, sateet sekä maamassat.

5.1 Vesikatto

Työpajassa nousi esiin, että vesikattoihin kohdistuvat ilmatorisakit ovat lämpötilojen vaihtelut ja sateet. Työpajassa mukana olleiden asiantuntijoiden mukaan vesikatoissa myös vesikaton ikä katemateriaalin laskennalliseen tekniikkaan käyttöikänsä peilaten vaikuttaa vesikattoon kohdistuvan riskin todennäköisyyteen. Ilmatorisakitarkastelussa olisikin tästä syystä hyvä pystyä arvioimaan katon todellista kuntoa, koska se voi olla eri kuin katolle arvioitu laskennallinen käyttöikä.

Työpajassa keskusteltiin myös eri kattomuotojen ja kattokaltevuuksien vaikutuksesta ilmatorisakiin. Samalla nousi esiin katon alusrakenteet sekä niiden tuulettavuus ja vesikattorakenteen rakennusfysikaalinen toimivuus. Tutkimustuloksien mukaan vesikatoissa kattomuodolla ja vesikatemateriaalilla on vaikutusta siihen kohdistuvien ilmatorisakien merkittävydessä.

5.1.1 Lämpötilojen vaihteluiden vaikutus vesikattoon

Työpajan tuloksien mukaan lämpötilan vaikutus johtuu lähinnä vesikaton väristä eli siitä, onko vesikate tummapintainen vai vaalea. Tummapintainen vesikatto imee itseensä enemmän esimerkiksi auringonvaloa, jolloin kattopinta

kuumenee huomattavasti ja voi kuluttaa sitä nopeammin vesikatteen käyttökään verrattuna. Myös katemateriaalilla on vaikutusta siihen, miten lämpötila vaikuttaa kattorakenteisiin. Esimerkkinä lämpötilojen vaihteluiden vaikutuksesta vesikatemateriaaliin työpajassa nostettiin se, että bitumipintaisen vesikatton pinta voi pehmetä voimakkaan lämpökuorman seurauksena. Jos tätä pääsee tapahtumaan usein, niin se voi vaikuttaa katemateriaalin kestävyys-teen.

5.1.2 Sateiden vaikutukset

Vesikatoilla on erityisen tärkeää huomioida sateiden vaikutukset rakenteisiin, jotta sadeveden aiheuttamia vuotovahinkoja rakenteisiin ei pääse tapahtumaan. Työpajassa nousikin esille, että vesikatton muodolla, eli onko kyseessä tasa-, harja-, pulpettikatto vai yhdistelmä näistä eri kattomuodoista, on merkitystä siihen, mitä asioita tarkastellaan ilmastoriskikartoituksessa. Katoilla olevat vesikattovarusteet ja niiden toimivuus on myös syytä huomioida tarkasteluissa.

Työpajan tuloksista kävi ilmi, että tasakattojen kallistukset kattokaivoja kohti tulee olla riittävät. Mikäli tasakatoilla ei ole riittäviä kallistuksia, voi sadevedet kerääntyä ja jäädä katoille pitkäksikin aikaa. Katolla olevien kattokaivojen tulisi myös olla puhtaita roskista, jotta sadevedet pääsevät ohjautumaan pois katoilta. Harja- ja pulpettikatoilla eri kattopintojen liittymisen tiiviys toisiinsa ja aluskatteen toimivuus on olennaisia tarkasteltavia asioita. Alusrakenteiden tuulettuvuus on vesikattorakenteissa oleellinen asia rakenteen rakennusfyysikaalisen toimivuuden kannalta.

Vesikattojen sadevesien viemäroinnin kapasiteetti ja kattavuus katon pinta-alaan ja muotoon nähden sekä niihin liittyvien sulatusten toimivuus on yksi asioista, joita ilmastoriskikartoituksessa asiantuntijoiden mukaan tarkastellaan. Ne ovatkin merkittävässä roolissa sateiden ja etenkin viistosateiden aiheuttamissa ilmastoriskeissä, jotta vesikatot pysyvät hyvässä kunnossa eikä niille aiheudu merkittävää riskiä. Asiantuntijoiden mukaan myös vesikattojen vedenoistorakenteiden puhtaus tulee ottaa huomioon. Rakli ry:n asiantuntijariihen yhteenvedossa (2023) on myös tuotu esille viistosateiden aiheuttamat ongelmat ja riskit vesikatoille. Rakli ry:n yhteenvedon (2023) mukaan vesikatoille voi

muodostua sateiden seurauksena esimerkiksi vesikattotulvia, räystäät voivat tulvia yli, vesikattoviemäroinnit voivat olla mitoitukseltaan riittämättömiä tai vesikatolla olevat läpiviennit voivat vuotaa.

5.1.3 Vesikatemateriaalien vaikutus ilmatoriskitarkastelussa

Työpajassa käsiteltiin eri vesikatemateriaalit ja pohdittiin niiden ominaisuuksia sekä kestävyyttä vesikatoille kohdistuvien ilmatoriskien eli lämpötilojen vaihteluiden ja sateiden kannalta.

Työpajan tuloksien mukaan vesikatemateriaaleista bitumi sietää hyvin sadeolosuhteita, kunhan huomioidaan talvella lumen ja jään aiheuttamat vaikutukset katteeseen. Bitumisen vesikaton liitosten tiiviys ja limisaumat tulee toteuttaa oikein, jotta sadevedet pysyvät poissa rakenteista. Bitumikatteen kohdalla korostui myös työpajassa esille tullut huomio kattomuodoista. Toisena huomiona bitumikatteen kohdalla on räystäärakenteiden toimivuus. Molemmat työpajassa esiin nousseet asiat vaikuttavat oleellisesti bitumisen vesikatteen elinkaareen.

Asiantuntijoiden mukaan 1-kerroskatteet ja PVC-katteet puolestaan ovat alttiita mekaaniselle rasitukselle verrattuna esimerkiksi 2-kerroskatteisiin, sillä katossa on vain yksi kerros suojaamassa kattorakenteita sateilta. Tästä syystä, jos katteeseen tulee esimerkiksi reikä, ei sateen tunkeutumista rakenteisiin voi torjua. Kuten bitumikatoissa, myös 1-kerros ja PVC-katoissa limisaumojen toteuttamisella oikein on vaikutusta sateiden aiheuttaman riskin pienentämiseen.

Peltikatteessa asiantuntijoiden mukaan ratkaisevaa on aluskatteen toimivuus, kun tarkastellaan sateiden aiheuttamaa riskiä. Lämpötilan vaihtelut aiheuttavat peltikatteeseen lämpölaajenemista ja supistumista, joka altistaa pellin liitosten aukeilulle. Avonaisista saumoista sadevedet pääsevät helpommin rakenteeseen. Hyvänä huomiona työpajassa nostettiin esille se, että mikäli aluskate on toteutettu oikein, vähentää se rakenteiden kastumisen riskiä näissä tapauksissa.

Työpajassa todettiin, että tiili on vesikatemateriaalina kestävä materiaali, mutta se sammaloituu herkemmin kuin pelti. Myös tiilikatteissa aluskatteen toimivuus ja ullakkotilan tuulettuvuus ovat merkittävässä roolissa, kun tarkastellaan sateiden vaikutusta rakenteille.

Työpajassa käsiteltiin myös viherkattorakenteet. Viherkatoissa vedeneristyskermiin kohdistuva kosteusrasitus on jatkuvampaa kuin tavallisissa bitumikermikatoissa, koska viherrakenne voi imeä itseensä enemmän kosteutta kuin tavallinen bitumikermikatto. Tärkeä huomio viherkatoissa oli se, että viherkate suojaa rakennetta lämpökuormalta, koska siinä ei ole näkyvää tummaa pintaa imemässä auringonsäteilyä rakenteeseen toisin kuin tavallisessa bitumikermikatossa.

Työpajan tuloksien mukaan lasikatoissa lämpötilan vaikutukset ovat voimakkaita. Lasikattoihin voi kohdistua auringonpaisteella ja kuumalla ilmalla voimakasta lämpökuormaa, jolloin sillä voi olla vaikutusta esimerkiksi rakennuksen sisäolosuhteisiin. Puolestaan talvella lasikattojen mahdollisesti aiheuttamat kylmäsiilat rakenteissa altistavat rakenteita lumen jäätymiselle ja sulamiselle. Lämpötilojen vaihtelut vaikuttavat lasikatoissa metallirungon elämisherkyyteen, jolloin kattorakenteissa saumojen tiiviiden merkitys korostuu. Saumojen tulee olla tiiviit, jotta sade- ja sulamisvedet sekä muut ulkopuoliset kosteudet pysyvät pois rakenteista.

5.2 Julkisivut

Julkisivujen osalta työpajassa todettiin, että julkisivuihin kohdistuvat ilmastoriskit ovat lämpötilojen vaihtelut ja sateet. Työpajassa huomioitiin julkisivujen tarkastelussa myös julkisivuja täydentävät julkisivuosat.

5.2.1 Lämpötilojen vaihteluiden vaikutus julkisivuun

Julkisivuissa on huomioitava lämpötilojen vaihtelujen vaikutukset. Työpajan tuloksien mukaan julkisivun materiaali ja väri vaikuttaa siihen, miten voimakas lämpötilojen vaihteluiden vaikutus julkisivulle on. Sillä, onko julkisivu tummapintainen vai vaalea, materiaaliltaan puuta, kiveä tai lasia vai jotain muuta ma-

teriaalia tai näiden materiaalien yhdistelmiä, on vaikutusta ilmatoriskitarkastelussa. Myös Pelto (2022) on tuonut tutkimuksessaan esille julkisivumateriaalin vaikutuksen julkisivujen lämpölaajenemisen määrään ja vaikuttavuuteen.

Työpajassa nostettiin esille etenkin teräsrakenteisten julkisivujen lämpölaajeneminen- ja supistuminen. Rakli ry:n asiantuntijariihen yhteenvedossa (2023) todettiin, että rakennuksessa ja sen materiaaleissa tapahtuva lämpöliike- ja laajeneminen voi aiheuttaa rakenteissa esimerkiksi murtumia, halkeamia tai kiinnikkeiden löystymistä.

Lisäksi työpajassa todettiin, että eri julkisivumateriaaleilla on erilainen herkkyys lämpötilojen vaihteluille ja lämpökuormalle. Julkisivumateriaalilla- ja värillä on siis vaikutusta siihen, miten ja millainen lämpökuorma rakenteelle muodostuu. Myös Pelto (2022) on todennut tutkimuksessaan, että julkisivuissa lämpökuorma voi lyhentää rakenteen suunniteltua käyttöikää.

Asiantuntijoiden mukaan betoni on julkisivuissa kestävä materiaali, mutta lämpötilan vaihtelun yhdistäminen sateeseen voi aiheuttaa muutoksia betonin kestävyteen. Etenkin, jos talvella betoni pääsee kastumaan ja sen jälkeen jäätymään, voi jäätyemis-sulamisreaktio rapauttaa betonirakenteita. Tiili puolestaan kestää lämpötiloja ja sen vaihteluita paremmin kuin betoni, joten tiili on kestävä julkisivumateriaali tästä näkökulmasta. Massiivinen kivijulkisivurakenne käsiteltiin myös työpajassa. Massiivinen kivijulkisivurakenne sitoo lämpöä, jolloin se voi olla kesällä kuuma ja talvella puolestaan kylmä. Tällä ominaisuudella on vaikutusta myös rakennuksen sisätiloihin.

Työpajan tuloksien mukaan puujulkisivuissa pintakäsittelyllä ja pinnan värillä on merkittävä vaikutus siihen, kuinka lämpötila julkisivuun vaikuttaa. Etenkin tummaksi käsitelty puuverhoilu voi haljeta ja sen pinta voi haristua nopeammin ja herkemmin kuin vaaleampi puujulkisivu. Hyvä ominaisuus asiantuntijoiden mukaan puujulkisivuissa on kuitenkin se, että puu ei varastoi lämpöenergiaa samalla tavalla kuin massiiviset seinämateriaalit.

Työpajassa käsiteltiin myös rapatut julkisivut ja julkisivupinnan värin vaikutus. Rapatuilla julkisivuilla julkisivupinnan väri vaikuttaa siihen, miten lämpötilan

vaihtelut vaikuttavat rakenteeseen. Betoni- tai harkkopinnalle asennettu rappaus kestää lämpötilanvaihteluita, mutta julkisivupinnan väri vaikuttaa rappauksen kestävyYTEEN. Tumma rapattu julkisivu imee enemmän lämpöä kuin vaalea. Lämpörappauksissa puolestaan rappauksen ohut kerros yhdistettynä lämpötilanvaihteluihin altistaa rappauksen vaurioitumiselle.

Työpajassa todettiin, että lasijulkisivuissa lämpötilan vaikutukset ovat voimakkaita ja lasijulkisivuihin sekä lasikattoihin liittyvät samat huomiot ilmastonkinäkökulmasta. Lämpötilojen vaihtelut vaikuttavat lasiseinän metallirungon elämisherkkyyteen sekä saumojen tiivyyteen. Nämä korostuvat etenkin silloin, jos lasijulkisivua on rakennuksessa paljon ja rakennus sijaitsee paikassa, johon erilaiset säätilanvaihtelut osuvat herkästi. Asiantuntijoiden mukaan huomion arvoista onkin, että julkisivujen metalliosat yhdistettynä etenkin lasirakenteisiin voivat huonosti toteutettuina aiheuttaa riskejä rakenteisiin. Puutteelliset lämpökatkot metallirakenteissa, kuten ikkunoissa erityisesti 1970- ja 1980-luvuilla oli, aiheuttavat ongelmia rakenteille. Metalliosat ovat alttiita myös rakennusfysikaalisille muutoksille, kuten lämpölaajenemiselle. Työpajassa todettiin myös, että julkisivujen metallipinnat ovat riskialttiita lämpötilavaihteluiden aiheuttaman lämpölaajenemisen takia. Pinnoitteet voivat irrota ja niissä olevat saumat ovat myös herkkiä vaurioitumaan.

Työpajan tuloksien mukaan julkisivuilla julkisivun värillä on huomattava vaikutus lämpötilojen vaihteluiden osalta useassa eri julkisivumateriaalissa. Tumma pinta imee enemmän lämpöä rakenteeseen kuin vaalea pinta, joten julkisivun värivalinnalla voi olla merkitystä siihen, syntyykö julkisivuun vaurioita ja kuinka herkästi.

5.2.2 Sateiden vaikutukset

Työpajan tuloksien mukaan julkisivuissa on lämpötilan vaihteluiden lisäksi huomioitava sateen vaikutukset. Julkisivumateriaalin ja -pinnan alttius sadetta vastaan sekä julkisivussa olevien läpivientien ja liitosten tiiviys on olennainen osa tarkastelua. Hänninen (s.a.) on todennutkin artikkelissaan, että sateen ja tuulisuuden lisääntymisen yhteisvaikutuksena viistosaderasitus julkisivuille kasvaa. Siksi julkisivujen liitoskohdat tulee suunnitella huolella ja välttää niissä turhia saumojia.

Työpajassa todettiin, että eri julkisivumateriaalien herkkyys sateelle vaihtelee ja monessa materiaalissa sateen vaikutus yhdistettynä lämpötilan vaihteluun korostuu. Etenkin jäätymis-sulamisilmiö vaikuttaa monen julkisivumateriaalin kestävyteen. Työpajassa nousi esille, että julkisivussa olevat saumat, esimerkiksi tiilimuurauksen saumat, ovat alttiita sateille. Myös massiivisissa kivijulkisivuissa saumat ovat alttiita sateelle sekä jäätymis-sulamisilmiölle.

Asiantuntijoiden mukaan betonin, tiilen ja rappauksen kohdalla lämpötilan vaihtelun yhdistäminen sateeseen voi aiheuttaa riskin rakenteeseen. Julkisivuun kohdistuva jäätymis-sulamisreaktio voi rapauttaa rakenteita. Pesubetonipinnat ovat alttiimpia pakkasrapautumiselle verrattuna tavalliseen betonipintaan. Rappauksista etenkin lämpörappaus on herkkä erityisesti mekaaniselle vaurioitumiselle, jonka jälkeen sade voi päästä helpommin rappauksen läpi rakenteen sisään.

Työpajan tuloksista kävi ilmi, että puujulkisivuissa eheä pintakäsittely suojaa hyvin puupintaa sateelta. Mielenkiintoisena huomiona esille tuli myös se, että puujulkisivuissa laudoituksen asennussuunta vaikuttaa julkisivun kestävyteen. Pystyлаudoitus on lähtökohtaisesti parempi kuin vaakalаudoitus, koska pystyлаudoituksesta vesi valuu hallitummin eikä pääse niin herkästi rakenteeseen. Lisäksi sillä, kummin päin puun syyt ovat julkisivulаudoituksessa, on oleellinen merkitys puujulkisivun säänkestävyyteen.

Työpajan tuloksien mukaan lasijulkisivut sietävät sadetta hyvin, kunhan liitokset ovat tiiviitä, jottei niiden kautta pääse rakenteisiin kosteutta. Myös julkisivun metallipinnoilla liitosten tulee olla tiiviitä, jotta sadevedet eivät pääse rakenteisiin niiden kautta. Metallipinnoille kohdistuva jatkuva kosteusrasitus voi lyhentää metallisen pinnan elinkaarta.

Asiantuntijat nostivat työpajassa esille myös sateiden vaikutukset julkisivun täydennysosiin. Lisääntyvillä sateilla on vaikutusta esimerkiksi parvekerakenteisiin, jotka voivat joutua sateille alttiiksi. Sateet nopeuttavat parvekerakenteiden, erityisesti laatan kunnon heikkenemistä.

Työpajassa todettiin, että julkisivuja voi parhaiten suojata sateen vaikutuksilta riittäväällä räystäällä eli räystäät olisi hyvä mitoittaa niin, että ne varmasti suojaavat julkisivuja sateelta ja osittain myös auringonsäteilyltä.

Yhteenvedona työpajan tuloksista julkisivuihin liittyen voidaan todeta, että eri julkisivumateriaalien herkkyys sateelle vaihtelee ja monessa materiaalissa sateen vaikutus lämpötilan vaihteluun korostuu. Työpajassa eniten esille nousi rakenteen jäätymis-sulamisilmiö eli jos rakenne pääsee ensin kastumaan ja sen jälkeen jäätymään, niin tämä voi aiheuttaa esimerkiksi pakkausrapautumista rakenteeseen. Samaa on todettu Rakli ry:n asiantuntijariihen yhteenvedossa (2023), jossa on pidetty riskinä sitä, että julkisivurakenne kostuu ja jäätyy vuorotellen. Tästä voi olla seurauksena pakkausrapautumista tietyillä julkisivumateriaaleilla, kuten betonilla.

Julkisivujen kohdalla huomion arvoista on se, että lähes kaikki julkisivumateriaalit kestävät oikein tehtyinä ja asennettuina hyvin ilmastoriskejä, kuten lämpötilojen vaihteluita ja sateita. Julkisivuja suojaa, etenkin sateiden vaikutuksilta, parhaiten riittävät räystäät. Jos rakennuksessa ei ole riittävän pitkiä räystäitä suojaamassa julkisivuja, voi se vaurioittaa julkisivuja herkemmin ja lyhentää julkisivun käyttöikä.

5.3 Perustukset

Perustusten osalta työpajassa todettiin, että perustuksiin kohdistuvista ilmastoriskeistä merkittävimmät ovat sateet ja maamassat. Lämpötilalla on vaikutusta ainoastaan betoniperustuksiin silloin, jos betoniset perustukset pääsevät kastumaan ja jäätymään. Tästä voi seurata pakkasrapautumista, kuten jo betonijulkisivujen kohdalla todettiin. Asiantuntijoiden mukaan tulvariskialueilla perustuksiin kohdistuu isompia riskejä ja myös orsivesiriski tulee huomioida alueellisesti. Samaa on todennut Peltö (2022) omassa tutkimuksessaan, jossa esille oli nostettu, että Suomessa tulvariski vaihtelee alueittain ja tulvat voivat lisätä kosteusvaurion riskiä rakenteissa.

Työpajan tulosten mukaan ilmastoriskitarkastelun lähtötiedoissa huomioitavia asioita perustuksien osalta ovat maalaji ja perustamistapa, maaperän routi-

mis- ja vettymisalttius eli mikä on maalajin alttius sille, että maamassat lähtevät liikkeelle, sadevesien ohjautuvuus tontilta pois, maapinnan kallistukset sekä salaojien toimivuus. Nämä lähtötiedot ovat ilmatoriskitarkastelun osalta merkittäviä, sillä Pellon (2022) tutkimuksen mukaan maamassojen aiheuttamat ilmatoriskit sateisiin tai tulviin yhdistettyinä muodostaa merkittävän riskin esimerkiksi sokkelirakenteille.

Lähtötietoina perustuksiin liittyvissä ilmatoriskitarkasteluissa asiantuntijat käyttävät useimmiten maaperätutkimuksien lausuntoja, perustamistapalausuntoja, geologian tutkimuslaitoksen (GTK:n) ja kuntien maalajikarttoja.

Perustusten materiaali on yleensä betoni tai kevytsoraharkko, eikä perustusten materiaalilla ole asiantuntijoiden mukaan kovin suurta merkitystä ilmatoriskien näkökulmasta. Puupaalujen osalta on asiantuntijoiden mielestä hyvä huomioida ilmaston kuivumisriski, joka voi vaikuttaa puupaalujen säilyvyyteen vedellä kyllästettyinä tulevaisuudessa. Suomessa puupaaluperustuksia voi edelleen esiintyä merenrantakaupunkien, kuten Helsingin tai Turun alueen kiinteistöissä.

Perustusten kohdalla työpajassa todettiin, että toimiviksi toteutettujen perustuksien ilmatoriskit ovat pienemmät kuin huonosti tai väärin toteutetuissa. Asiantuntijoiden mukaan perustusten toimivuutta lisäävät asianmukaiset täytöt oikealla maalajilla rakennuksen alla ja vierustoilla sekä sadevesien ohjaus pois rakennuksien seinustoilta.

5.4 Piha-alueet

Piha-alueiden osalta työpajassa todettiin, että piha-alueisiin kohdistuvia ilmatoriskejä ovat lämpötilojen vaihtelut, sateet ja maamassat. Piha-alueet olivat ainoa rakenneosana, johon tutkimuksen mukaan kaikki kolme tarkastelussa ollut ilmatoriskiä kohdistuu.

Asiantuntijoiden mukaan piha-alueilla ilmatoriskitarkasteluun sisältyy muun muassa kasvillisuuden, maaston muotojen ja sadevesien ohjautuvuuden tarkastelu. Kasvillisuudesta voi olla sekä haittaa että hyötyä kiinteistölle. Esimer-

kiksi tontilla olevat puut voivat varjostaa sopivasti kiinteistön julkisivuja ja vesikattoa, jolloin ne pysyvät paremmassa kunnossa ja myös sisäolosuhteet ovat miellyttävämmät. Haittapuolena kasvillisuudessa on piha-alueiden roskaantuminen ja sen myötä esimerkiksi liukkauden lisääntyminen.

Piha-alueilla huomioitavia asioita työpajan tuloksien mukaan ilmastoriskien kannalta ovat pihan sadevesiviemärointi ja kaivojen puhtaus, sadevesien viivytysjärjestelmät sekä kaavan mukaisuus eli onko piha-alue rakennettu kaupungin tai kunnan kaavavaatimusten mukaisesti. Myös tulvariskin mahdollisuus alueella tulee ottaa huomioon piha-alueita tarkasteltaessa. Pelto (2022) onkin nostanut omassa tutkimuksessaan esille tulvien aiheuttaman ilmastoriskitarkastelun, joka on tarpeen etenkin asfaltoiduilla alueilla sijaitsevissa kohteissa.

Työpajassa käytiin läpi piha-alueen kasvillisuutta ja sen merkitystä ilmastoriskinäkökulmasta. Piha-alueen kasvillisuudella on merkitystä esimerkiksi sadevesien imeytyksessä tontilla. Asiantuntijoiden mukaan on tärkeää huolehtia piha-alueen kasvillisuuden elinvoimaisuudesta, jotta sadevesien imeytyminen on mahdollista. Huomioin arvoista tarkastelussa on myös tonttia ympäröivät alueet sekä sen huomioiminen, kohdistuuko muualta ympäristöstä sadevesien aiheuttamaa rasiutusta tontille. Asiantuntijat kiinnittävätkin piha-alueiden ilmastoriskitarkasteluissa huomiota myös ympäröivän alueen maaston muotoihin. Sillä, onko maasto esimerkiksi tasaista joka puolella tai mäkiä, voi olla vaikutusta siihen, miten vettä tontille ja kiinteistön ympärille valuu tai poistuu.

Työpajan tuloksien mukaan tontilla kasvavilla puilla ja pensailta on vaikutusta esimerkiksi rakennuksen varjostamiseen. Niillä on vaikutusta esimerkiksi siihen, että rakennuksen sisälämpötilat pysyvät siedettävänä, koska aurinko ei pääse suoraan paistamaan sisälle lämmittäen huonetiloja. Puiden varjostaminen suojaa myös rakennuksen ulkopuolisia rakenteita, kuten julkisivua ja vesikattoa.

Tärkeänä huomiona työpajassa tuli esille myös se, että tontilla olevalla kasvillisuudella voi olla myös kielteinen vaikutus, koska kasvillisuus roskaa ja liukastaa pihaa. Puiden juuret voivat esimerkiksi tunkeutua salaojiin ja viemäriin

ja näin ollen aiheuttaa riskejä rakenteille. Asiantuntijoiden mukaan sekä positiiviset että kielteiset vaikutukset tulee ottaa huomioon ilmastoriskitarkastelussa piha-alueiden osalta.

Työpajassa todettiin, että piha-alueiden materiaaleilla, kuten asfaltilla ja muilla kivetyillä alueilla tai kivituhka- ja sorapinnoilla ei ole kovin suurta merkitystä ilmastoriskien kannalta. Asfaltin pinta voi kovilla helteillä pehmentyä, koska tumma pinta kuumenee ja toisaalta olla sateella liukas, jos pintaa kertyy esimerkiksi sammalta tai lehtiä. Kivetyillä piha-alueilla voi esiintyä samoja ongelmia kuin asfaltilla. Kivituhka- ja sorapinnoilleovat kovat sateet voivat muodostaa pintaan railoja ja kuoppia, joista voi puolestaan aiheutua turvallisuusriskejä. Aluevarusteet ja -rakenteet, kuten ulkoportaat ja luiskat, on myös huomioitava tarkastelussa. Niissä pätevät edellä mainitut kohdat.

Työpajassa piha-alueiden yhteydessä käsiteltiin myös pihakansirakenteet. Asiantuntijoiden mukaan nämä voidaan käsitellä joko piha-alueiden yhteydessä tai vesikattoihin liittyvässä tarkastelussa, koska kyseessä on käännetty vesikattorakenne. Merkittävin huomio pihakansirakenteessa oli se, että lisääntyvät sateet lyhentävät rakenteessa olevan vesieristeen elinkaarta. Hyvänä puolena käännettyssä rakenteessa on kuitenkin se, ettei lämpösäteily pääse vaikuttamaan pintoihin. Sadevesien ohjautuvuus pois pihakannelta on myös tärkeää rakenteen kestävyyskannalta. Sadevesiviemäroinnin mitoitus lisääntyviä sateita vastaan on myös yksi tarkasteltavista asioista.

5.5 Excel-tilukko ilmastoriskiraportoinnin kehittämiseen

Työpajan avulla kerätyt tutkimustulokset koottiin erilliseen Excel-tilukkoon, jota toimeksiantaja voi hyödyntää osana AI-pohjaisen ilmastoriskiraportoinnin kehittämistä. Exceliin on koottu rakenneosat ja niiden eri materiaalivaihtoehdot, työpajassa havaitut rakenneosaan kohdistuvat ilmastoriskit, rakenneosaan kohdistuvan ilmastoriskin merkittävyyden vaihtoehdot, sopeutumistoi-
menpide-ehdotusesimerkkejä sekä asioita, joita lähtötiedoissa rakenneosien osalta on hyvä huomioida. Ilmastoriskin merkittävyys on merkitty Exceliin värikoodein, jotka ovat samat kuin ilmastoriskien merkittävyyden riskiarviointitaulukossa. Vihreä on merkityksetön, keltainen vähäinen, oranssi kohtalainen ja

punaisella merkityt riskit ovat merkittäviä tai sietämättömiä. Punaisella merkityihin riskeihin tulee aina antaa sopeutumistoimenpide-ehdotus ilmatoriskiraportilla. Annetut sopeutumistoimenpide-ehdotukset ovat aina kohdekohtaisia, mutta Excel-taulukkoa voidaan hyödyntää raportoinnin sujuvuuden helpottamisessa tyypillisimmissä tapauksissa kiinteistön eri rakenneosiin kohdistuen.

Esimerkiksi rakenneosista vesikattoon voi kohdistua merkittävä ilmatoriski sateista. Sateen aiheuttamaa ilmatoriskiä ja sen merkittävyyttä vesikatolle voidaan alentaa vähäiselle tasolle tarkastamalla vesikatteen kunto säännöllisesti ja uusimalla se ajallaan elinkaaren päättyessä. Lisäksi alusrakenteiden toimivuus tulee varmistaa sekä huolehtia, että vesikatolla olevat läpiviennit ovat tiiviit. Vesikatoilla ilmatoriskin merkittävyyttä pienentää olennaisesti myös sadevesiviemäröinnin toimivuus sekä sen riittävä kapasiteetti ja kattavuus katon pinta-alaan ja muotoon nähden. Erityisesti tasakatoilla on tärkeää huolehtia sadevesijärjestelmien ja kattokaivojen puhtaanapidosta, jottei niihin pääse kertymään roskaa. Edellä mainituilla toimenpiteillä voidaan jo ennakkoivasti huolehtia siitä, ettei vesikattoon kohdistuva ilmatoriski nouse raportoinnissa merkittävälle tai sietämättömälle tasolle. Ne voivat myös olla ilmatoriskiraporteilla annettuja sopeutumistoimenpide-ehdotuksia, mikäli kartoituksessa havaitaan, että vesikattoon kohdistuu merkittävä tai sietämätön ilmatoriski.

Toisena esimerkkinä rakenneosasta, johon voi kohdistua merkittävä tai sietämätön ilmatoriski, on perustukset. Merkittävä tai sietämätön ilmatoriski perustuksille syntyy silloin, jos kiinteistön ympärillä ei esimerkiksi ole salaojia tai ne eivät toimi kunnolla eikä sadevesien ohjaus pois rakennuksen seinustoilta ja tontilta ole riittävä. Riski on myös siksi merkittävä tai sietämätön, koska sillä on vaikutusta kaikissa perustuksiin kohdistuvissa ilmatoriskeissä eli sateisiin, tulviin ja maamassoihin liittyvissä riskeissä. Mikäli ilmatoriskikartoituksessa havaitaan puutteita salaojissa tai sadeveden ohjautuvuudessa, voidaan sopeutumistoimenpiteenä ehdottaa salaoja- ja sadevesijärjestelmien asentamista tai parantamista sekä niiden toimivuuden varmistamista tarkastuksin ja puhdistuksin.

Yleisesti sopeutumistoimenpide-ehdotuksiin liittyen voi todeta, että ne ovat nimensä mukaisesti aina ehdotuksia, mutta EU-taksonomia velvoittaa kiinteistön

omistajaa aikataulutamaan havaittujen riskien korjaamisen. Kiinteistön omistajan vastuulle ja mietittäväksi jää kuitenkin se, miten ehdotetut sopeutumistoinenpiteet hoidetaan.

5.6 Yhteenveto tutkimustuloksista

Työpajassa käsiteltiin rakenneosista vesikatto, julkisivut, perustukset ja piha-alueet. Työpajasta saatuja tutkimustuloksia peilattiin myös kirjallisuustutkimuksen avulla saatuun tietoon.

Työpajan tuloksien mukaan lämpötilaan liittyvät ilmatoriskit eli lämpötilojen muutokset, lämpökuormitus ja lämpötilojen vaihtelut kohdistuvat rakenneosista vesikattoon, julkisivuihin ja piha-alueisiin. Lämpötilaan liittyvillä ilmatoriskeillä voi olla vaikutusta esimerkiksi rakenteiden rakennusfysikaaliseen toimintaan. Lämpötilan vaihtelut yhdistettyinä sateisiin voivat myös aiheuttaa merkittävän riskin rakenteisiin. Etenkin betonirakenteissa pakkasrapautuminen tuli esille moneen kertaan tutkimustuloksissa. Myös rakenteiden lämpölaajeneminen liittyi olennaisesti havaittuihin riskeihin lämpötilaan liittyvässä tarkastelussa.

Sateet ja sadeolojen muutokset aiheuttavat työpajan tuloksien mukaan ilmatoriskin kaikille tarkastelun kohteena oleville rakenneosille eli vesikatoille, julkisivuille, perustuksille ja piha-alueelle. Sateista etenkin viistosateet aiheuttavat merkittävän riskin sekä vesikatolle että julkisivulle. Tulvien aiheuttamat riskit tulee tarkastella alueellisesti perustuksien ja piha-alueiden tarkastelussa, koska tulvariskin todennäköisyys Suomessa vaihtelee maantieteellisen sijainnin mukaan.

Maamassojen aiheuttamat ilmatoriskit kohdistuvat työpajan tuloksien mukaan ainoastaan perustuksiin ja piha-alueisiin. Tutkimustuloksien mukaan oikein tehdyt perustukset ja hyvä sadevesien ohjautuvuus pois tontilta sekä perustuksien vierestä vähentävät niihin maamassoista sekä sateista aiheutuvia ilmatoriskejä.

Ilmatoriskikartoitukseen tarvittavat lähtötiedot vaihtelevat tarkasteltavan rakenneseosan mukaan. Työpajan tulosten mukaan ilmatoriskitarkastelun lähtötiedoissa huomioitavia asioita vesikattojen osalta ovat kattomuoto, vesikatemateriaali, vesikattovarusteet ja vedenpoistojärjestelmät. Julkisivuissa tarkastellaan puolestaan julkisivumateriaali- ja väri sekä julkisivun täydennysosat. Perustuksien osalta tarvittavat lähtötiedot ovat maalaji ja perustamistapa, maaperän routimis- ja vettymisalttius, sadevesien ohjautuvuus pois tontilta, maapinnan kallistukset sekä salaojien toimivuus. Piha-alueilla ilmatoriskitarkastelun lähtötietoihin sisältyy muun muassa kasvillisuuden, maaston muotojen ja sadevesien ohjautuvuuden tarkastelu.

5.7 Johtopäätökset ja pohdinta

Aiheena ilmatoriskit ja niihin vaikuttavat tekijät ovat ajankohtaisia, sillä ilmasto muuttuu jatkuvasti ja muutokset ilmastossa vaikuttavat myös rakennettuun ympäristöön. Siksi ilmatoriskit ja niiden vaikutusten huomioiminen on tärkeää. Kiinteistöihin kohdistuvia ilmatoriskejä tulee aina tarkastella kokonaisuutena. Syynä sille, miksi ilmatoriskeistä ja sen vaikutuksista kiinteistöihin on hyvä olla tietoinen, on esimerkiksi sen, että kiinteistön rakennusosien ja teknisten järjestelmien käyttöikä voi lyhentyä ilmastonmuutoksen vaikutuksesta. Tämä puolestaan lisää jatkuvan sekä säännönmukaisen ylläpidon tarvetta kiinteistöissä. Hyvällä ylläpidolla kiinteistöt säilyttävät arvonsa ilmastonmuutoksen vaikutuksen alla ja kestävät niihin kohdistuvat rasitukset myös tulevaisuudessa.

Opinnäytetyölle asetetut tutkimustavoitteet täytyivät ja opinnäytetyön avulla löydettiin vastaukset esitettyihin tutkimuskysymyksiin. Tutkimustulosten avulla saatiin koostettua ymmärrettävä selvitys ilmatoriskeistä sekä rakenneseosista, joihin ilmatoriskit Suomessa kohdistuvat.

Opinnäytetyön tutkimustuloksia voidaan pitää melko luotettavina, mutta niihin liittyy myös epävarmuustekijöitä. Ilmastonmuutos on jo aiheena sellainen, että siihen liittyvään tarkasteluun voi tulla muutoksia, joten myös opinnäytetyön tutkimustuloksien luotettavuus voi muuttua mahdollisten muutoksien seurauksena. Opinnäytetyöhön on koostettu muun muassa lainsäädännön vaikutuksia, jotka tällä hetkellä vaikuttavat ilmatoriskitarkasteluun, mutta näihin voi

tulla tulevaisuudessa muutoksia tai tarkennuksia. Tästä syystä nyt saatuja tutkimustuloksia on hyvä tarkastella kriittisemmin muutamien vuosien kuluttua. Toisaalta kiinteistön rakenneosat, joihin ilmastonmuutoksen aiheuttamat ilmatoriskit ovat tässä tutkimuksessa katsottu kohdistuvan, pysyvät todennäköisesti samoina myös tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön avulla saatuja tutkimustuloksia pystytään hyödyntämään toimeksiantajan raportoinnin kehittämisessä, mutta aihe vaatii vielä jatkotutkimuksia. Jatkotutkimuksessa tulee selvittää LVI ja sisäilmastoon liittyvät asiat ilmatoriskitarkastelussa, koska nämä ovat myös oleellinen osa ilmatoriskitarkastelua. Lisäksi niihin liittyviä lähtötietoja tarvitaan AI-pohjaisen raportointityökalun kehittämistä varten.

LÄHTEET

Bruce-Hyrkäs, T. 2022. EU-taksonomia ja vihreä siirtymä muuttavat kiinteistö- ja rakennusala. Granlund. Blogi. Julkaistu 22.3.2022. Saatavissa: <https://www.granlund.fi/blogi/eu-taksonomia-ja-vihrea-siirtyma-mullistavat-kiralan/> [viitattu 17.3.2024].

CSRD-raportointi. s.a. Granlund. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.granlund.fi/palvelut/csrd-raportointi/> [viitattu 17.3.2024].

Euroopan komissio. s.a. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fi [viitattu 16.3.2024].

Green Building Council Finland. s.a. EU-taksonomia. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://figbc.fi/opi-lisaa/eu-taksonomia> [viitattu 16.3.2024].

Hänninen, P. s.a. Ilmastonmuutos vaikuttaa rakennuksiin ja rakenteisiin. Rakennustarkastusyhdistys. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennustarkastusyhdistys.fi/ilmastonmuutos-vaikuttaa-rakennuksiin-ja-rakenteisiin/> [viitattu 16.3.2024].

Ilmastonmuutos Suomessa. Suomen ilmasto on lämmennyt. 2020. Ilmasto-opas.fi. Päivitetty 29.10.2020. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/suomen-ilmasto-on-lammennyt> [viitattu 15.3.2024].

Ilmastonmuutos Suomessa. Suomen nykyilmasto. s.a. Ilmasto-opas.fi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ilmasto-opas.fi/suomen-nykyilmasto> [viitattu 15.3.2024].

Ilmastonmuutos Suomessa. Suomen tuleva ilmasto. s.a. Ilmasto-opas.fi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ilmasto-opas.fi/suomen-tuleva-ilmasto> [viitattu 15.3.2024].

Ilmatoriskikartoitus. s.a. Granlund. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.granlund.fi/palvelut/ilmatoriskikartoitus/> [viitattu 15.3.2024].

Laukkarinen, A., Jokela, T., Vinha, J., Pakkala, T., Lahdensivu, J., Lestinen, S., Jokisalo, J., Kosonen, R., Lindfors, A., Ruosteenoja, K. & Jylhä, K. 2022. Vaipparakenteiden rakennusfysikaalisen toimivuuden ja huonetilojen kesäaikaisen jäähdytystehontarpeen mitoitusolosuhteet: RAMI-hankkeen loppuraportti. Tampereen yliopisto. Rakennetun ympäristön tiedekunta. Rakennustekniikka. Tutkimusraportti 3. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-2438-4> [viitattu 14.3.2024].

Mikä on ilmatoriskikartoitus? 2023. Granlund. WWW-dokumentti. Julkaistu 2.10.2023. Saatavissa: <https://www.granlund.fi/uutinen/mika-on-ilmatoriskikartoitus/> [viitattu 15.3.2023].

Nykter, U. 2023. EU-taksonomiaa ei kannata jättää huomiotta. Granlund. Blogi. Julkaistu 13.1.2023. Saatavissa: <https://www.granlund.fi/blogi/eu-taksonomiaa-ei-kannata-jattaa-huomiotta/> [viitattu 17.3.2024].

Pelto, J. 2022. Climate-related risks affecting asset and building industry in Finland: Most significant risks and adaptation measures. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Ympäristötekniikan diplomityö. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2022090257035> [viitattu 26.3.2024].

Rakli ry. Kiinteistönomistajat ja rakennuttajat. 2023. Kiinteistökanta ja infra ilmaston ääriolosuhteissa. Asiantuntijariihen tulosityhteenvedo. Julkaistu 11.1.2023. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://view.taiga.com/rakli/kiinteistokantajainfrailmastonaariolosuhteissa#/page=1> [viitattu 16.3.2024].

Sitra. s.a. Ilmatoriski. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/ilmatoriski/> [viitattu 15.3.2024].

VNS 15/2022 vp. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelmasta vuoteen 2030. Hyvinvointia ja turvallisuutta muuttuvassa ilmastossa. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaisuMetatieto/Documents/VNS_15+2022.pdf [viitattu 15.3.2024].

Ympäristöministeriö. 2016. Ympäristöhallinnon ilmastonmuutokseen sopeutumisen toimintaohjelma 2022. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75594/YMra_25_2016_ilmastonmuutokseen.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 15.3.2024].

ILMASTORISKITYÖPAJAN TULOKSET



Vesikatot

- Lämpötila ja sateet vaikuttavat

Huomioitavaa:

- Lämpötilan vaikutus lähinnä väristä: onko tummapintainen vai vaalea, lisäksi bitumipinta pehmenee voimakkaan lämpökuorman seurauksena
- Sadevesien viemäroinnin kapasiteetti ja kattavuus katon pinta-alaan ja muotoon nähden, sulatusten toimivuus, vedenpoistorakenteiden puhtaus
- Sateen vaikutukset
 - Tasakattojen kallistukset kattokaivoja kohti tulee olla riittävät
 - Harja- ja pulpettikattojen liittymien tiiviys, aluskatteen toimivuus
 - Alusrakenteiden tuulettuvuus
 - Materiaalit ja niiden ikä/elinkaari:
 - Bitumi: sietää hyvin sadeolosuhteita kunhan huomioi talven lumen ja jään vaikutukset, liitosten tiiviys, kattomuoto, räystäsrakenteiden toimivuus, limisaumojen toteutus
 - 1-kerroskate/PVC: altis mekaaniselle rasitukselle ja [reijän](#) ilmaantuessa ei sateen tunkeutumista voi torjua, limisaumojen toteutus
 - Pelti: aluskatteen toimivuus ratkaisevassa osassa, pellin lämpölaajeneminen ja supistuminen altistaa liitosten aukeilulle,
 - Tiili: kestävä materiaali, mutta sammaloituu herkemmin kuin pelti, aluskatteen toimivuus ja ullakotilan tuulettuvuus merkittävässä roolissa
 - Viherkatot: [vesieristekermiin](#) kohdistuva kosteusrasitus on jatkuvampaa kuin ”paljaissa” [kermikatoissa](#), toisaalta viherkate suojaa lämpökuormalta
 - Lasikatot: sama pätee kuin lasiseinissä, voimakas lämpökuorma vaikuttaa sisäolosuhteisiin, kylmäsillat altistavat lumen jääntymistä ja sulamiselle



Julkisivut

- Lämpötila ja sateet vaikuttavat

Huomioitava, **lämpötilan vaikutukset:**

- Materiaali, väri: onko tummapintainen vai vaalea, lasijulkisivu, teräsrakenteiden lämpölaajeneminen ja supistuminen, lämpökuorman muodostuminen
- Massiivirakenne sitoo lämpöä ja vaikuttaa myös sisätiloihin
- Julkisivumateriaalien herkkyys **lämpötilojen vaihteluille ja lämpökuormalle:**
 - Betoni: lämpötilan vaihtelun yhdistäminen sateeseen => jäätymis-sulamisreaktio rapauttaa betonirakenteita
 - Lämpörappaus: rappauksen ohut kerros yhdistettynä lämpötilavaihteluihin altistaa vaurioitumiselle
 - Tiili: kestää lämpötiloja ja vaihteluita paremmin kuin betoni, kestävä materiaali tästä näkökulmasta
 - Metallipinnat ovat alttiina lämpötilavaihteluille lämpölaajenemisen takia, pinnoitteet irtoavat, saumat herkkiä samasta syystä johtuen
 - Puu: pinnan värillä on merkittävä vaikutus siihen kuinka lämpötila vaikuttaa => puuverhoilu halkeaa ja pinta [haristuu](#), hyvä ominaisuus on kuitenkin se että puu ei varastoi lämpöenergiaa samalla tavalla kuin massiiviset seinämateriaalit
 - Rappaus: betoni- tai harkkopohjalle asennettu rappaus on kestävä lämpötilavaihteluille, mutta väri vaikuttaa (tumma imee lämpöä) ja samoin jos altis vedelle
 - Lasijulkisivut: saumojen tiiviys, lämpötilavaikutukset voimakkaat, metallirungon elämisherkkyys
 - Massiiviset kivijulkisivut: saumat alttiita sateelle/jäätyminen ja sulaminen
 - Puutteelliset lämpökatkot metallirakenteissa esim. ikkunoissa erityisesti 1970- ja 1980-luvuilla.



Julkisivut

Huomioitava, **sateen vaikutukset:**

- Materiaalin ja pinnan alttius sadetta vastaan, läpivientien ja liitosten tiiviys ,
- Julkisivumateriaalien herkkyys **sateelle:**
 - Betoni, tiili, rappaus: lämpötilan vaihtelun yhdistäminen sateeseen => jäätymis-sulamisreaktio rapauttaa rakenteita ja saumat ovat myös alttiita
 - Lämpörappaus herkkä erityisesti mekaaniselle vaurioitumiselle, jonka jälkeen sade voi päästä rappauksen läpi rakenteen sisään
 - Metallipinnat: lähinnä liitosten tulee olla tiiviitä ja jatkuva kosteusrasitus voi lyhentää maalipinnan elinkaarta
 - Puu: eheä pintäkäsittely suojaa hyvin puupintaa sateelta, pystylaudoitus on lähtökohtaisesti parempi kuin vaakalaudoitus, koska pystylaudoituksesta vesi valuu hallitummin. Myös julkisivulaudan suunnalla (kummin päin puun syyt) on oleellinen merkitys säänkestävyyteen
 - Lasijulkisivut: sietää sadetta hyvin kunhan liitokset ovat tiiviitä
 - Massiiviset kivijulkisivut: saumat alttiita sateelle/jäätyminen ja sulaminen
 - Pesubetonipinnat ovat alttiimpia pakkasrapautumiselle
- Riittävät räystäät suojaavat sateelta
- Lisääntyvät sateet nopeuttavat parvekerakenteiden, erityisesti laatan kunnon heikkenemistä



Perustukset

- Lämpötilalla ei vaikutusta paitsi jos betoniperustus jossa huomioidaan lämpötilojen vaikutus
- Sateet ja maamassat merkittävimmät

Huomioitava:

- Maalaji ja perustamistapa, routimisalttius, vettymisalttius, sadevesien ohjautuvuus tontilta pois, maanpinnan kallistukset, salaojien toimivuus
- Esim. 70- ja 80-luvuilla rakennetuissa rakennuksissa ei kiinnitetty huomiota perustusten ja alapohjan alapuolisen maalajin laatuun samoin kuin nykyaikana. Asianmukaiset täytöt rakennuksen alla ja vierustoilla, sadevesien ohjaus pois seinustoilta.
- orsivesiriski
- Lähtötietoina: maaperätutkimukset, perustamistapalausunnot, GTK:n ja kuntien maalajikartat
- Kohdekierroksella löytyy yleensä enemmän riskejä kuin [desktoppina](#) tehtynä
- Toimiviksi toteutetuissa perustusrakenteissa ilmatoriskeitkin ovat pienemmät
- Perustusten materiaali on yleensä betoni tai kevytsoraharkko eikä materiaalilla ole kovin suurta merkitystä ilmatorisken näkökulmasta.
- Tulvariskialueilla perustuksiin kohdistuu isompia riskejä.
- Puupaalujen osalta huomioitava ilmaston kuivumisriski ja paalujen säilyminen vedellä kyllästettyinä



Piha-alueet

- Lämpötila, sateet ja maamassat huomioitava

Huomioitavaa:

- Pihan sadevesiviemäröinti ja kaivojen puhtaus, kaavanmukaisuus, sadevesien viivytysjärjestelmät
- Tulvariskin huomioiminen
- Maamassojen routaherkkyys ja lumen läjitysmaat sekä lumen sulamisvesien johtaminen pois/imeytys maahan
- Kasvillisuuden merkitys sadevesien imeytyksessä, elinvoimaisuudesta huolehtiminen jotta imeytyminen mahdollista, puiden ja pensaiden vaikutus rakennuksen varjostamiseen, kasvillisuus roskaa ja liukastaa pihaa, juuret tunkeutuvat salaojiin ja viemäreihin
- Tonttia ympäröivät alueet, kohdistuuko ympäristöstä sadevesien rasitusta tontille
- Materiaalit:
 - Asfaltti: ei iso riski ilmatorisken kannalta, mutta kovilla helteillä pehmenee ja sateilla liukas jos pintaan kertyy sammalta tai lehtiä, tumma pinta kuumenee
 - Kivetyt alueet: samat asiat kuin asfaltissa
 - Kivituhka ja sora: kovat sateet voivat muodostaa pintaan railoja ja kuoppia
 - Huomioitava myös aluevarusteet ja -rakenteet, kuten ulkoportaat, luiskat joissa pätevät edellä mainitut kohdat
- Pihakansirakenteet:
 - Käännetty kansirakenne: lisääntyvät sateet lyhentävät vesieristeen elinkaarta, hyvänä puolena käännettyssä rakenteessa on se että lämpösäteily ei pääse vaikuttamaan pintoihin
 - Sadevesien ohjautuvuus pois kannalta tärkeää, sadevesiviemäröinnin mitoitus lisääntyviä sateita vastaan, huomioitava peruskorjauksen yhteydessä

