

Markus Vehkoja

VIISAS VARAUTUU HYVÄN SÄÄN AIKAAN

Ilmastonmuutoksen vaikutukset pelastustoimintaan

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma
Tammikuu 2020**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Tammikuu 2020	Tekijä Markus Vehkoja
Koulutusohjelma Teknologiaosaamisen johtaminen		
Työn nimi VIISAS VARAUTUU HYVÄN SÄÄN AIKAAN. Ilmastonmuutoksen vaikutukset pelastustoimintaan		
Työn ohjaaja KTT Marko Forsell		Sivumäärä 34
Työelämäohjaaja Pekka Rätty		
<p>Tämän opinnäytetyön tutkimusongelmana oli, minkälaiset vaikutukset ilmastonmuutoksella on pelastustoimintaan ja miten pelastustoimen tulee varautua ilmastonmuutokseen. Nämä tiedot auttavat pelastustoimea ja tutkijaa omassa työssään, kun suunnitellaan varautumista tulevaan. Tällä opinnäytetyöllä ei ole toimeksiantajaa vaan tutkimusongelma kehittyi tutkijan oman mielenkiinnon mukaan.</p> <p>Ilmastonmuutos vaikuttaa säätilaan merkittävästi seuraavan sadan vuoden aikana. Vaikka päästöjä saataisiin leikattua, niin maapallon keskilämpötila jatkaa kohoamistaan. Ilmastonmuutos on kasvihuoneilmaston voimistumisen seurauksena, jolloin kasvihuonekaasut toimivat samalla tavoin kuin lasiseinät kasvihuoneessa; ne päästävät auringonsäteet sisälleen maapalloon, mutta eivät päästä sisältään kaikkea lämpöä pois vaan heijastavat lämmön takaisin, jolloin lämpötila nousee. Ilmastonmuutos vaikuttaa merkittävästi Suomeen ja pelastustoimintaan.</p> <p>Opinnäytetyön tulokset perustuvat kirjallisuuden ja tutkimushaastattelun aineistoon. Opinnäytetyössä suoritettiin kolme teemahaastattelua asiantuntijoille. Teemahaastattelun teemoina olivat pitkät hellejaksot, runsaat sadekuurot ja ukkospuuskat, kevättulvien aikaistuminen, hulevesitulvien ja syystulvien yleistyminen, kesäisten pohjavesien määrän niukkuus, lumituhot, roudan väheneminen ja talvien leutous ja pilvisyys.</p> <p>Pitkien hellejaksojen, runsaiden sadekuurojen sekä ukkospuuskien koettiin aiheuttavan pelastustoimelle eniten harmia monien syiden kautta. Näiden aiheuttamien onnettomuustapahtumien kautta saatetaan seurata useita seurannaistapahtumia, jotka vaikeuttavat yhteiskunnan toimintaa. Opinnäytetyössä selvisi, että on teemoja, joihin pelastustoimi on hyvin varautunut, kuten tulvat. Toisaalta oli myös teemoja, joiden ei uskottu aiheuttavan sellaisia muutoksia, että ne vaikuttaisivat pelastustoimintaan kuten talvien leutous ja pilvisyys. Haasteelliseksi koettiin useat yhtäaikaiset pelastustehtävät, joita voi muodostua ilmastonmuutoksen myötä.</p>		

Asiasanat

Ilmastonmuutos, pelastustoiminta, varautuminen

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date January 2020	Author Markus Vehkoja
Degree programme Technology Competence Management		
Name of thesis A WISE MAN PREPARES BEFORE IT'S TOO LATE. The effects of climate change on rescue service		
Instructor Marko Forsell, Ph.D. (Econ.)		Pages 34
Supervisor Pekka Rätty		
<p>The research problem in this thesis was what kind of effects climate change has on rescue service and how the rescue service should be prepared for climate change. This information helps the rescue service and investigator in their own work as they prepare for the future. There is no mandator for this thesis, but the research problem developed according to the researcher's own interest.</p> <p>Climate change will have a major impact on the weather over the next hundred years. Even if emissions can be cut, the global average temperature will continue to rise. Climate change is the result of the intensification of the greenhouse effect, in which the gases in Earth's atmosphere function in the same way as glasswalls in a greenhouse. They emit the sun's rays into the Earth, but do not release all the heat stored inside and instead reflect the heat back, causing the temperature to rise. Climate change will have a significant impact on Finland and rescue service.</p> <p>The results of the thesis are based on literature and research interview material. Three focused interviews with experts were conducted in the thesis. The themes of the focused interviews were long periods of heat, heavy showers and thunderstorms, early spring floods, urban runoff floods and autumn floods becoming more common, low groundwater levels in summer, snow damages, mild frosts and mild and cloudy winters.</p> <p>Long periods of heavy heat and heavy showers, as well as thunderstorms, were perceived as causing the greatest harm to the rescue service for many reasons. These weathers extreme phenomenons may cause accidents that result in a number of follow-up events that complicate society. The thesis revealed that there are themes for which the rescue service is well prepared, such as floods. There were also themes that were not believed to cause changes that would affect rescue service such as mild and cloudy winters. Several simultaneous rescue tasks, which can occur as a result of climate change, were considered challenging.</p>		
Key words Climate change, rescue service, preparedness		

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 ILMASTONMUUTOS	3
2.1 Kasvihuoneilmiö	5
2.1.1 Hiilidioksidi	6
2.1.2 Metaani	7
2.1.3 Muut kasvihuonekaasut	8
2.2 Ilmastomuutos Suomessa	9
2.3 Pelastustoimi ilmastomuutoksessa	13
3 TUTKIMUSMENETELMÄ JA SEN TOTEUTTAMINEN	17
3.1 Tutkimusongelma ja työn rajaus	17
3.2 Tutkimushaastattelu	18
3.3 Haastattelun toteutus	19
3.4 Aineiston analyysi	21
3.5 Reliabiliteetti ja validiteetti	22
4 TUTKIMUSAINESTON ANALYYSI	23
5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	27
LÄHTEET	32
KUVIOT	
KUVIO 1. Vuoden keskilämpötilan muutos Suomessa vuosina 2000–2085 verrattuna jakson 1981–2010 keskimääräisiin arvoihin	4
KUVIO 2. Vuotuisen sademäärän muuttuminen Suomessa vuosina 2000–2085 verrattuna jakson 1981–2010 keskiarvoon prosentteina.....	5
KUVIO 3. Kasvihuonekaasujen muutos 1970–2010.....	6
KUVIO 4. Hiilidioksidin pitoisuus ilmakehässä.....	7
KUVIO 5. Metaanin pitoisuus ilmakehässä.....	8
TAULUKOT	
TAULUKKO 1. Suuntaa antava kuvaus ilmastosuureiden muutoksista Etelä- ja Pohjois-Suomessa vuosisadan lopulle mentäessä vuodenajoinnain	11
TAULUKKO 2. Ilmastomuutoksen teemojen vaikutus pelastustoimeen ja varautumiseen.....	27

1 JOHDANTO

Ilmastonmuutos on megatrendi, joka on tavoittanut suuren yleisön. Ilmastonmuutos tekee tällä hetkellä muutoksia meidän totuttuun ilmastoon. Ilmastonmuutoksen säävaihtelulla on suuria vaikutuksia yhteiskuntaamme erilaisten onnettomuuksien ja yhteiskunnan häiriöiden kautta. Tämän johdosta yhteiskunnan tulee varautua ilmastonmuutoksen aiheuttamiin muutoksiin.

Ilmastonmuutos vaikuttaa pohjoisella pallonpuoliskolla eniten. Tämä näkyy lämpötilojen kohoamisena erityisesti talvella, lisäksi sademäärien kasvuna ja roudan vähenemisenä. Ylipäätään voi sanoa, että sään ääri-ilmiöt kasvavat, kuten kovien tuulien, myrskyjen ja ukkospuuskien määrä lisääntyy.

Suomessa on 22 aluepelastuslaitosta, jotka vastaavat pelastustehtävistä onnettomuuksissa, jotka aiheuttavat vaaraa ihmisille, omaisuudelle taikka ympäristölle. Tämän johdosta pelastustoimi joutuu tekemisiin kasvavien ja muuttuvien onnettomuustyyppien kautta mitä ilmastonmuutos aiheuttaa. Pahimmassa tapauksessa nämä onnettomuustyyppit aiheuttavat yhteiskunnallisia häiriötilanteita.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, minkälaiseksi ilmasto muuttuu ja miten se vaikuttaa pelastustoimintaan. Lisäksi selvitin, miten pelastustoimen tulee varautua ilmastonmuutokseen. Näihin vastaukset löytyivät kirjallisista lähteistä ja teema-haastattelujen kautta, joita suoritettiin asiantuntijoille, jotka joutuvat tekemisiin ilmastonmuutoksen haasteiden kanssa pelastustoimessa. Tässä opinnäytetyössä ei tutkita kuinka pelastustoimi voisi osallistua ilmastonmuutoksen ehkäisemiseen. Tämän opinnäytetyön kautta syntyi paljon jatkotutkimusaiheita, joita tulisi selvittää ilmastonmuutoksen suhteen.

Tutkimusongelman ratkaisussa käytettiin teemahaastattelua, jonka pohjalta pystyttiin arvioimaan pelastustoimen toimintakykyä ja mihin pelastustoimen tulee varautua. Teemoina olivat pitkät hellejaksot, runsaat sadekuurot ja ukkospuuskat, kevättulvien aikaistuminen, hulevesitulvien ja syystulvien yleistyminen, kesäisten pohjavesien määrän niukkuus, lumituhot, roudan väheneminen ja talvien leutous ja pilvisuus. Suuret ja päällekkäiset onnettomuudet tuovat suurimman haasteen pelastustoimelle. Pelastustoimella tulee olla kykyä varautua muuttuvaan ilmastoon ja sen tuomiin riskeihin. Kirjallisina lähteinä toimi pääsääntöisesti kotimaiset lähteet. Lähdekirjallisuutena oli paljon raportteja ja selvityksiä ilmastonmuutoksesta, joita on ollut tekemässä runsas joukko eri asiantuntijoita.

Opinnäytetyön raportissa käyn aluksi läpi, miten ilmastonmuutos on syntynyt ja mitkä kaasut vaikuttavat ja ovat vaikuttaneet ilmastonmuutokseen. Käyn myös läpi, miten ilmastonmuutos vaikuttaa Suomessa. Esittelen lyhyesti Suomen pelastustoimen ja miten pelastustoimi on joutunut tekemisiin ilmastonmuutoksen vaikutuksien kanssa. Tämän jälkeen tuon esille, kuinka tutkimus eli teemahaastattelu suoritettiin. Teemahaastattelun tulokset ilmenevät tutkimusaineiston analyysi -kappaleessa. Lopuksi teen omia johtopäätöksiä ja esittelen jatkotutkimusongelmia.

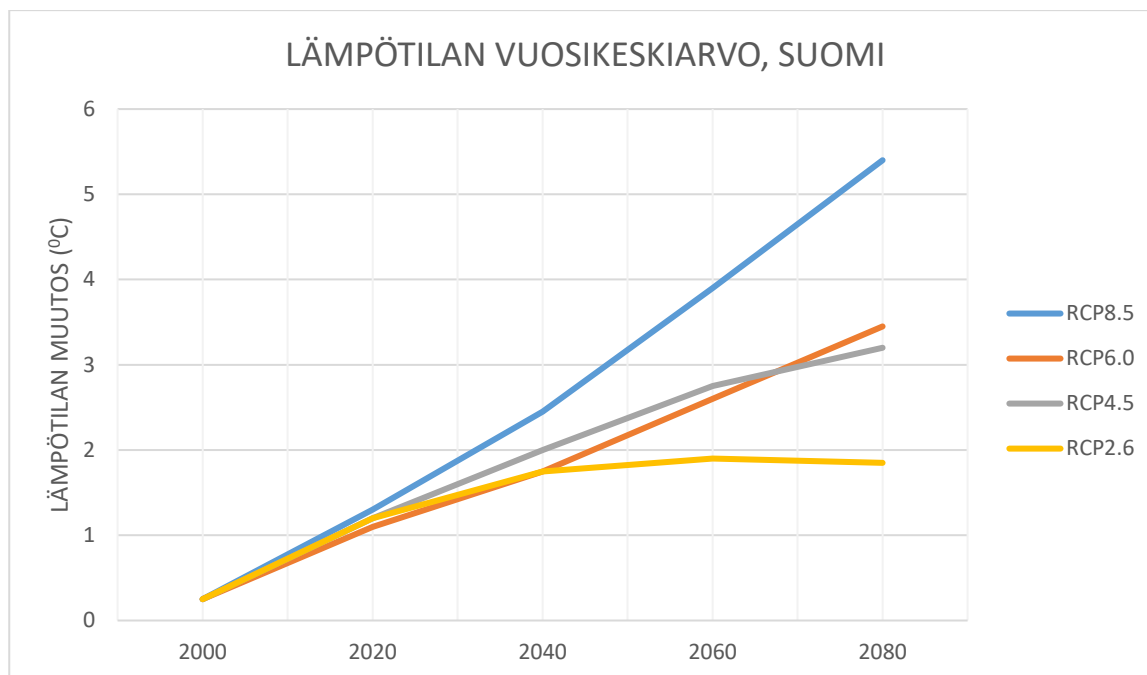
Tutkimusongelmien ratkaisut vastaavat jo tämän päivän pelastustoimen toimintavalmiuden tavoitetta. Tämän opinnäytetyön kautta pystytään paremmin keskittämään osaamista ja hankintoja, jotka tukevat ilmastonmuutoksen vaikutuksia. Pelastustoimen tulee muistaa, että ilmastonmuutos tulee vaikuttamaan pelastustoimintaan ja pelastustoimen tulee osata varautua siihen.

Opinnäytetyön prosessin aikana ilmastonmuutoksesta on tullut megatrendi, jokaista ihmistä koskeva ilmiö, jonka ehkäisemiseen etsitään yksittäisiä ratkaisuja. Ilmastonmuutoksen vastainen toiminta vaatii suuria ratkaisuja, jolloin nykyisillä päättäjillä on suuri vastuu tulevasta maailmasta missä elämme. Tahdon omistaa opinnäytetyön lapselleni, joka syntyi opinnäytetyön prosessin aikana. Lapseni tulee elämään sellaisessa maailmassa, jossa tämän päivän ratkaisut tulevat näkymään. Tämänhetkisen arvion mukaan päästöjen kasvu vaikuttaa lämpötilojen nousuun lapseni elinaikana 2,8–6,6 astetta. 6,6 asteen lämpötilan kohoamisella on jo tuhoisat vaikutukset maapallolle. (Ilmasto-opas.fi)

2 ILMASTONMUUTOS

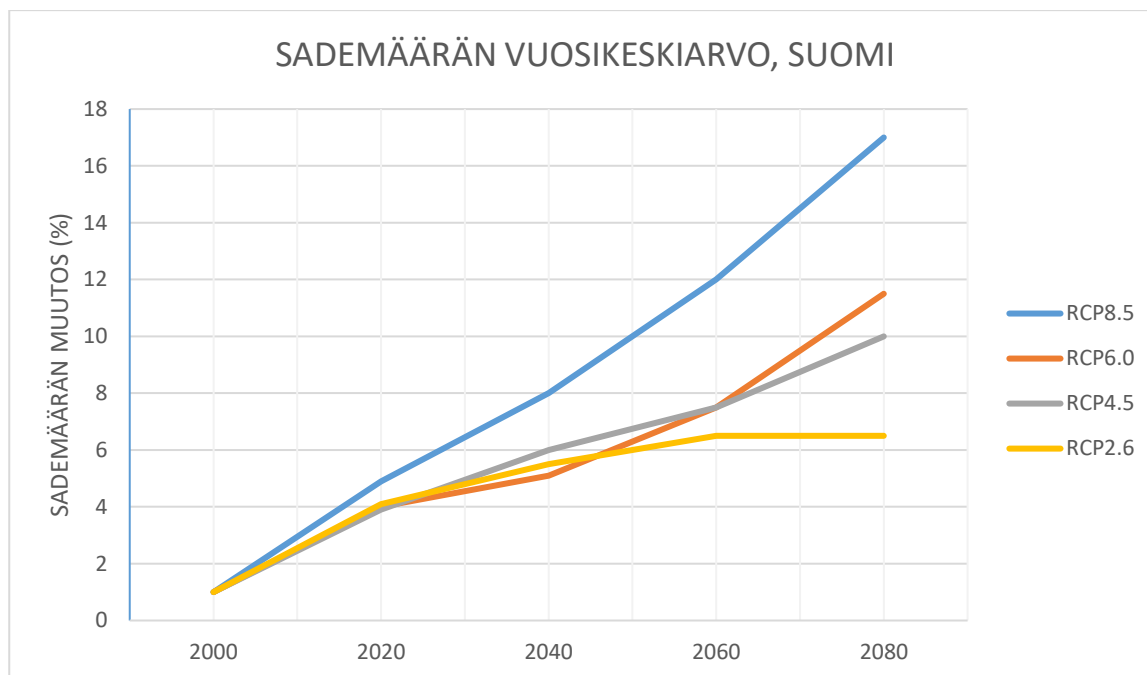
Ilmastonmuutos on aikakautemme vakavin ympäristöuhka, jonka vaikutukset ovat jo näkyvissä. Näitä ilmiöitä ovat ilmaston lämpeneminen, jäätiköiden sulaminen kiihtyvällä vauhdilla ja meren pinnan nouseminen. Ennusteiden mukaan kuivuus lisääntyy kuivilla alueilla ja sään ääri-ilmiöt voimistuvat kaikkialla maailmassa. Tällöin on odotettavissa yhä voimakkaampia hirmumyrskyjä, rankkasateita, tulvia ja helleaaltoja. Ilmastonmuutos vaikuttaa turvallisuuteen, esimerkiksi ilmastopakolaisten määrä kasvaa, kun viljelysmaita tuhoutuu tai kuivuus estää viljelyn. Puute puhtaasta vedestä kasvaa. Ilmastonmuutos johtuu hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen pitoisuuksien kasvusta. Ellei ilmakehän lämpötilan nousua saada pysäytettyä alle kahteen asteeseen, seuraukset ovat vakavat. Käytännössä ilmastonmuutoksen täydellinen pysäyttäminen on nykytiedon valossa mahdotonta. Monet kasvihuonekaasut säilyvät ilmakehässä satoja vuosia, jolloin ne lämmittävät ilmastoa, vaikka uusien päästöjen tuottaminen lopetettaisiin välittömästi. Ilmastonmuutosta voidaan hidastaa niin paljon, etteivät ympäristölle ja ihmisille aiheutuvat vahingot ole ylitsepääsemättömiä. Tämä edellyttää, että ilmastonmuutoksen vastaisiin toimiin tartutaan välittömästi. Ilmastonmuutoksen tuomiin muutoksiin voidaan myös yrittää sopeutua. (CO₂-raportti.)

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia Suomen osalta tarkasteltuna vuoden keskilämpötila nousee eri kasvihuonekaasuskenaarioiden mukaan vuoden 2030 vaiheille suunnilleen yhtä nopeasti. Kuviossa 1 ja 2 käyrät esittävät 28 maailmanlaajuisen ilmastonmuutosmallin tulosten keskiarvoa neljälle eri RCP-kasvihuonekaasuskenaariolle. RCP8.5 tarkoittaa hyvin suuria päästöjä, RCP6.0 melko suuria päästöjä, RCP4.5 melko pieniä päästöjä ja RCP2.6 hyvin pieniä päästöjä. (Ruosteenoja 2013, 3.)



KUVIO 1. Vuoden keskilämpötilan muutos Suomessa vuosina 2000–2085 verrattuna jakson 1981–2010 keskimääräisiin arvoihin (mukaillen Ruosteenoja 2013, 4)

Eri kasvihuoneskenaarioita tarkastellessa tulee huomata, että RCP8.5:n vuoden 2050 lämpötilan muutokset tullaan saavuttamaan RCP4.5 eli melko pienilläkin päästöillä vuonna 2080. Päästöjen vähentämisellä saadaan hidastettua lämpötilan kohoamista, mutta vääjäämättä lämpötila kohoaa. Ainoastaan hyvin pienillä päästöillä saadaan lämpötilan kohoaminen estettyä. (KUVIO 1.) Tämän vuoksi on mielestäni tärkeää, että alamme miettiä, kuinka sopeudumme ilmastonmuutoksen tuomiin muutoksiin. Julkinen keskustelu keskittyy tällä hetkellä siihen, kuinka voimme hillitä taikka estää ilmastonmuutosta. Tämä keskustelu on toki tärkeää, mutta ilmastonmuutos tapahtuu vääjäämättä, jolloin tuleviin haasteisiin on pakko myös keskittyä.



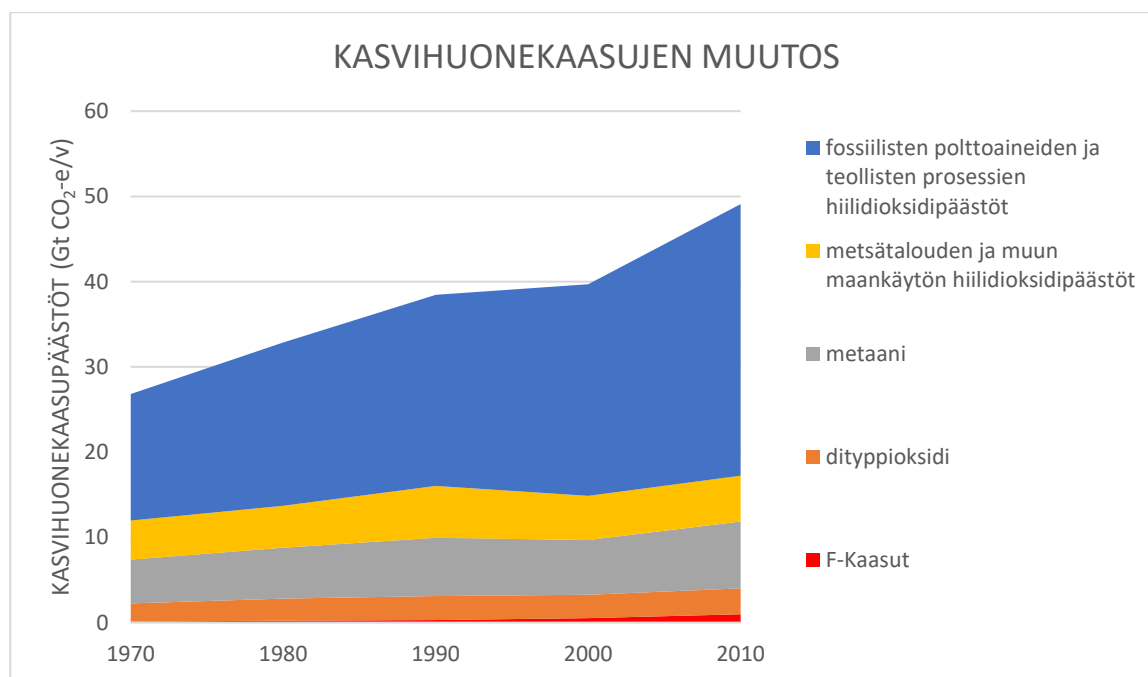
KUVIO 2. Vuotuisen sademäärän muuttuminen Suomessa vuosina 2000–2085 verrattuna jakson 1981–2010 keskiarvoon prosentteina (mukaillen Ruosteenoja 2013, 3)

Suomen sademäärien osalta on nähtävissä yhtä lohduton näky kuin lämpötilojen osalta. Vuoden 2050 sademäärän vuosikeskiarvon muutos tulee toteutumaan viimeistään vuonna 2080. Ainoastaan radikaaleilla päästöjen vähennyksillä voidaan pitää sademäärän muutokset pieninä. (KUVIO 2.) Ilmastonmuutoksen keskustelu on yleisellä tasolla jäänyt siihen, että lämpötilat kohoavat ja sään ääri-ilmiöt kasvavat. Tärkeää on myös huomata, että esimerkiksi sademäärät tulevat kasvamaan.

2.1 Kasvihuoneilmiö

Ilmastonmuutos on kasvihuoneilmiön voimistumisen seuraus. Kasvihuoneilmiössä kasvihuonekaasut toimivat samalla tavoin kuin lasiseinät kasvihuoneessa; ne päästävät auringonsäteet sisälleen maapalloon, mutta eivät päästä sisältään kaikkea lämpöä pois vaan heijastavat lämmön takaisin, jolloin lämpötila nousee. Luonnollisen kasvihuoneilmiön vuoksi maanpallon keskimääräinen lämpötila on +15 astetta, ilman kasvihuoneilmiötä se olisi -18 astetta. Ihmiskunta tuottaa koko ajan lisää kasvihuonekaasuja, jolloin lasikatto maan päällä kasvaa ja maanpallon keskilämpötila kohoaa. Tärkeimpiä kasvihuonekaasuja ovat luonnossakin esiintyvät vesihöyry (H₂O), hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄), dityppioksidi (N₂O) ja otsoni. Ihmisen valmistamista synteettisistä kemikaaleista monet ovat voimakkaita kasvihuonekaasuja, niistä tärkeimmät ovat kloorifluoratut hiilivedyt (CFC:t ja HCFC:t), fluoriyhdisteet

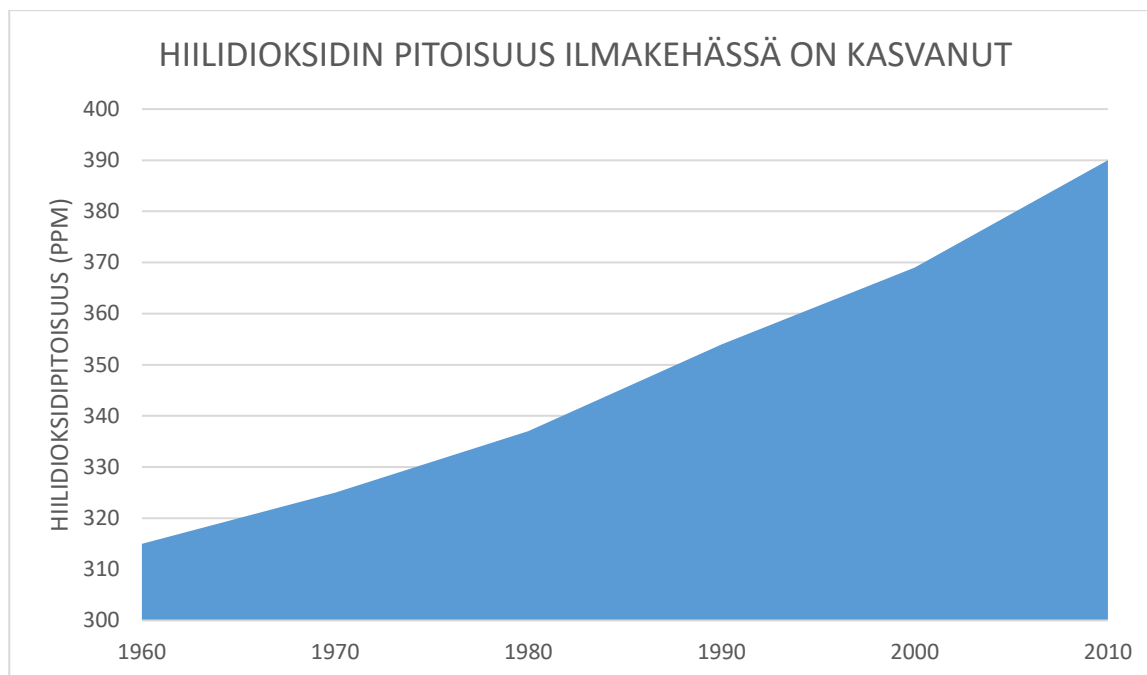
(HFC:t, PFC:t ja SF₆) sekä bromiyhdisteet (halonit, esimerkiksi CF₃Br). Kasvihuonekaasujen lisääntymistä kuvaa kuvio 3. Hiilidioksidi (CO₂) on merkittävin kasvihuonekaasu ja tämän määrä suhteessa muihin on kasvanut. Hiilidioksidin, metaanin ja dityppioksidin sekä muiden kasvihuonekaasujen määrät ovat kasvaneet viimeisten neljänkymmenen vuoden aikana. (Ilmasto.org.)



KUVIO 3. Kasvihuonekaasujen muutos 1970–2010 (mukailen Adler, Baum, Brunner, Edenhofer, Eickemeier, Farahani, Kadner, Kriemann, Minx, Pichs-Madruga, Savolainen, Schlömer, Seyboth, Sokona, von Stechow & Zwickel, 7)

2.1.1 Hiilidioksidi

Hiilidioksidi on merkittävin ihmisen tuottama kasvihuonekaasu, jota syntyy kaikessa palamisessa, esimerkiksi auton moottorissa, fossiilista polttoainetta käyttävissä voimaloissa ja maastopaloissa. Kuvio 4 huomaa kuinka hiilidioksidi jätetuotteena on kasvanut merkittävimmäksi kasvihuonekaasuksi. Vuonna 2011 hiilidioksidipitoisuus oli 390,5ppm, jossa on lisäystä vuoden 1750 tasoon verrattuna 40%. Suomessa metsät ovat merkittävimpiä hiilinieluja, jotka sitovat hiilidioksidia. Tällä hetkellä ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on yli 400ppm. (Ilmasto.org.)

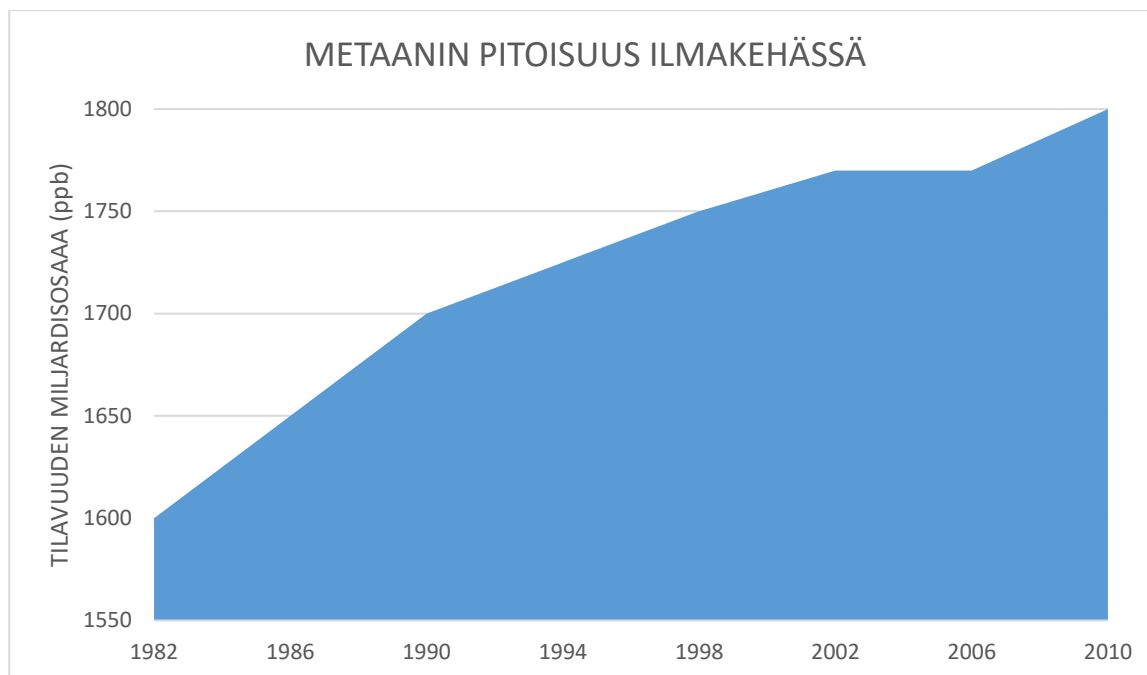


KUVIO 4. Hiilidioksidin pitoisuus ilmakehässä. Pitoisuus on ilmaistu tilavuuden miljoonasosina (ppm) (mukaiillen Ilmasto-opas.fi)

Tilastokeskuksen mukaan Suomen vuoden 2017 kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt olivat 56 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttonnia (milj. t CO₂-ekv.). Suomen metsien puuston ja maaperän on arvioitu sitovan hiiltä yhteensä 27 miljoonaa tonnia eli lähes puolet Suomen kasvihuonepäästöistä. (Maa- ja metsätalousministeriö, dia 6.)

2.1.2 Metaani

Metaani on toiseksi merkittävin ihmisen tuottama kasvihuonekaasu. Metaania syntyy, kun eloperäistä ainesta hajoaa hapettomissa oloissa, kuten kaatopaikoilla, riisipelloilla, märehitijöiden kuten lehmien suolistossa sekä luonnossa kosteikoilla, soilla ja vesistöjen pohjakerroksissa. Metaania muodostuu puuta poltettaessa, varsinkin jos puu on märkää ja sitä poltetaan kituliaalla liekillä. Myös hiilikaivoksista ja vuotavista maakaasuputkista vapautuu metaania. Noin 2/3 metaanin päästöistä on ihmiskunnan tuottamaa ja loput 1/3 luonnollista perua, joskin arviot vaihtelevat melkoisesti tutkimuksesta toiseen. Kasvihuonekaasuista metaanin osuus on 16%. Metaani on voimakas, mutta lyhytikäinen kasvihuonekaasu. Kuvioista 5 huomaa kuinka metaanin pitoisuus ilmakehässä on kasvanut. (Ilmatieteen laitos.)



KUVIO 5. Metaanin pitoisuus ilmakehässä. Pitoisuus on ilmaistu tilavuuden miljardisosina (ppb) (muokailen Ilmasto-opas.fi)

2.1.3 Muut kasvihuonekaasut

Muita merkittäviä kasvihuonekaasuja ovat dityppioksidi, halogenoidut hiilivedyt ja rikkiheksafluoridi. Näitä kaasuja kutsutaan yhteisellä nimellä F-kaasuiksi. (Tilastokeskus.) Dityppioksidia eli typpioksiduulia tai lääketeollisuudesta tutummalla nimellä ilokaasua (N_2O) muodostuu maaperässä nitraattien, muun muassa typpilannoitteiden, hajotessa. Erityisesti maatalouden harjoittaminen tuottaa runsaan 1/3 kaikista dityppioksidin päästöistä. Loput 2/3 dityppioksidista on peräisin luonnosta, lähinnä maaperän ja merien mikrobitoiminnan seurauksena. (Ilmasto.org.)

Halogenoidut hiilivedyt muistuttavat molekyyliarakenteeltaan kevyitä hiilivetyjä, mutta osa tai kaikki vetyatomeista on korvattu kloorilla ja/tai fluorilla. Nämä hiilivedyt myös hajottavat otsonikerrosta. Näitä yhdisteitä ei esiinny luonnostaan ilmakehässä vaan kaikki pitoisuudet ovat ihmisen aiheuttamia. (Ilmasto.org.)

Rikkiheksafluoridi on kaikkein voimakkain kasvihuonekaasu, jonka yhdisteitä ei oikeastaan esiinny ollenkaan luonnostaan ilmakehässä vaan lähes kaikki pitoisuudet ovat ihmisten aiheuttamia. On odotettavissa, että suurimmat päästöt tulevat pohjoiselta pallonpuoliskolta. On arvioitu, että pohjoisen pal-

lonpuoliskon osuus ilmakehän rikkiheksafluoridipitoisuudesta maailmanlaajuisesti on 94 prosenttia. Rikkiheksafluoridia käytetään alumiini-, sähkö- ja elektroniikkateollisuudessa. (Jokimäki.)

Otsoni on merkittävä kasvihuonekaasu, jota syntyy ilmakehässä. Suurimmat otsonipitoisuudet löytyvät 15–30 km:n korkeudesta, jota kutsutaan otsonikerrokseksi. Auringon polttavat ultraviolettisäteet imeytyvät kokonaan otsonikerrokseen, jolloin biosfääri säästyy. Vuonna 1985 löydettiin Etelämantereen päältä otsoniaukko, joka aiheutti huolta. Otsoniaukon synnyttäjiksi paljastui CFC-kaasut eli freoni ja bromiyhdisteet. Vuonna 1988 kaikki maat pääsivät sopimukseen näiden kaasujen käytön lopettamisesta. (Ilmatieteen laitos.)

2.2 Ilmastonmuutos Suomessa

Ilmastonmuutoksen vaikutuksiin vaikuttaa se, kuinka korkeaksi lämpötila maapallolla nousee kulu-neella vuosisadalla. Luonnollisesti lämpötilan kohoamisen määrä vaikuttaa ilmastonmuutoksen vaikutuksiin myös Suomessa. Seuraavissa kappaleissa tuon esille ilmastonmuutoksen vaikutuksia Suomessa. Näiden voimakkuuksien suuruuteen vaikuttaa saadaanko lämpötilan kohoamista hillittyä. Lisäksi tulee muistaa, että ilmasto vaihtelee vuosittain, eli ilmastoon kuuluu normaali kausivaihtelu. Pitkäaikainen trendi kuitenkin on, että lämpötila maanpallolla kohoaa.

Kaikkien arvioiden mukaan Suomen lämpötila tulee nousemaan enemmän kuin maapallolla keskimäärin (Ruosteenoja, 4). Tämänhetkisten arvioiden mukaan Suomen merialueilla lämpeneminen on suurinta Perämeren ja Selkämeren alueella, missä lämpötila voi nousta 4–6 astetta. Merillä ankarien jäätälvien todennäköisyys vuosina 2031–2040 on noin 5–10% ja vuosina 2041–2050 todennäköisyys on enää muutama prosentti. (Gregow, Haapala, Jylhä, Laaksonen, Luomaranta & Ruosteenoja, 7 & 15.) Ilmaston lämpeneminen ja sademäärien kasvu vaikuttavat eniten talvikauteen. Ennusteiden vaihtuvuus Suomen talvilämpötilojen kohoamisesta vaihtelee 5 asteesta lähes 8 asteeseen. Sademäärät kasvavat eniten talvella, jolloin myös pilvisuus lisääntyy. Lumen määrä ei kasva Etelä-Suomessa vaan sade tulee vetenä. Pohjoisemmassa voi lumipeite paksuuntua, mutta se ei lisää lumisen ajanjakson pituutta. Roudan muodostumisen todennäköisyys tulee pienemmään ja routajakson pituus tulee lyhentymään talvisin Ilmatieteen laitoksen tutkimuksen mukaan. Roudan syvyydessä tapahtuu myös muutoksia. Jos Etelä-Suomeen muodostuu routaa voi sen syvyys kasvaa, koska eristeenä maakerroksen välillä toimivan lumen määrä on vähäinen. Pohjois-Suomessa puolestaan voi käydä päinvastoin, eli roudan syvyys

vähenee, koska lumi eristää ja estää roudan muodostumista. Todennäköistä kuitenkin on, että ikirouta vähenee. (Saukkonen, 161–164.)

Hyydepadon muodostuminen todennäköisesti lisääntyy. Talvivirtaamat tulevat kasvamaan ja jääpeite syntyy myöhemmin, mikä edesauttaa hyydepadon syntyä. Jääpatojen esiintyminen pysyy samana tai jopa lisääntyy. Ratkaiseva tekijä tässä on talven aikana muodostuva jäänlujuus. Jäiden lähdön on arvioitu aikaistuvan. Eri simulaatioiden mukaan Pohjois-Suomessa jäiden lähtö aikaistuisi noin kuukaudella. (Uusikivi, dia 16.)

Kevät tulee Suomeen aikaisemmin, joka tarkoittaa kasvukauden pidentymistä kasveille. Tämä mahdollistaa uusien viljelykasvien kasvattamisen. (Saukkonen, 165.) Yleisesti on myös tiedossa, että kasvukauden pidentyminen ja lämpötilojen nousu lisää kasvituholaisten määrää. Tätä ilmiötä on jo nyt havaittu Suomen metsissä.

Kesäaikaan lämpötilan muutos on nähtävästi pienintä. Todennäköistä kuitenkin on, että lämpötilat kohoavat 2–5 astetta. Maksimilämpötilat nousevat, hellejaksot yleistyvät ja pidentyvät. Sademäärät lisääntyvät, mutta toisaalta sadepäivien määrä ei merkittävästi lisäännä. Tästä syystä tulevaisuudessa sadekuurot ovatkin entistä rajumpia. Entistä yleisemmiksi ilmiöiksi muodostuvat rajuilmat, trombit ja voimakkaat ukkospuuskat. Joidenkin skenaarioiden mukaan pilvisyys vähenee kesäisin, jolloin aurinkoisten päivien määrä lisääntyy. (Saukkonen, 165.)

Kasvukauden pidentyminen näkyy myös syksyn puolella. Vuosisadan loppuun mennessä Lapin kasvukauden oletetaan olevan samanlainen kuin Etelä-Suomessa on nyt. Keski-Suomen kasvukausi muuttuu vastamaan Tanskan nykyistä kasvukautta ja Etelä-Suomen kasvukausi muuttuu Belgian kasvukauden kaltaiseksi. (Saukkonen, 165.)

TAULUKKO 1. Suuntaa antava kuvaus ilmastosuureiden muutoksista Etelä- ja Pohjois-Suomessa vuosisadan lopulle mentäessä vuodenajoittain (mukaillen Jylhä, Ruosteenoja, Räisänen, Venäläinen, Tuomenvirta, Ruokolainen, Saku, Seitola 2009, 63)

Muuttuja	Alue	Joulu-helmikuu	Maalis-toukokuu	Kesä-elokuu	Syys-marraskuu	Vuosi	Huomautukset
Keskilämpötila	Pohjois-Suomi	++	++	+	++	++	Lämpötilan nousu pienintä kesällä
	Etelä-Suomi	++	++	+	++	++	
Keskimääräinen sademäärä	Pohjois-Suomi	++	+	+	+	+	
	Etelä-Suomi	+	+	/	+	+	
Termisen vuodenaajan pituus	Pohjois-Suomi	-	/	+	/		Termiset vuodenaajat on määritelmä vuodenaajoista lämpötilojen mukaan
	Etelä-Suomi	-	+	+	+		
Vuorokauden ylin lämpötila	Pohjois-Suomi	++	++	+	++	++	Lämpötilan nousu pienintä kesällä
	Etelä-Suomi	++	++	+	++	++	
Vuorokauden alin lämpötila	Pohjois-Suomi	++	++	+	++	++	Lämpötilan nousu pienintä kesällä
	Etelä-Suomi	++	++	+	++	++	
Pakkaspäivien lukumäärä	Pohjois-Suomi	-	-	-	-	-	
	Etelä-Suomi	-	--	-	--	--	
Nollapistepäivien lukumäärä	Pohjois-Suomi	+	-	-	-	/	Aluksi talven nollapistepäivät lisääntyvät etelässä
	Etelä-Suomi	/	-	-	-	-	
Lumen vesiarvo	Pohjois-Suomi	-	--		--	-	Vähentäminen alkaa etelästä, samoin kevästä ja syksystä
	Etelä-Suomi	--	--		--	--	
Lumipeitepäivien lukumäärä	Pohjois-Suomi	-	--		--	-	Vähentäminen alkaa etelästä, samoin kevästä ja syksystä
	Etelä-Suomi	--	--		--	--	
Sadepäivien määrä	Pohjois-Suomi	+	+	()	+	+	
	Etelä-Suomi	+	()	-	()	+	

(jatkuu)

(TAULUKKO 1. jatkuu)

Rankkasateiden voimakkuus	Pohjois-Suomi	+	+	+	+	+	
	Etelä-Suomi	+	+	+	+	+	
Sateettomien kausien pituus	Pohjois-Suomi	/	-	()	-	-	
	Etelä-Suomi	-	()	()	()	()	
Pilvisyys	Pohjois-Suomi	++	/	(-)	/	+	
	Etelä-Suomi	++	/	(-)	/	+	
Roudan määrä	Pohjois-Suomi	-	-		--	-	Laskelmat tehty lumetomille alueille
	Etelä-Suomi	--	--			--	

++	Lisääntyy/kasvaa merkittävästi	+	Lisääntyy/kasvaa	-	Vähenee	--	Vähenee merkittävästi	()	Muutos epävarmaa	/	Säilyy ennallaan	Tyhjä	Ei osata sanoa, merkityksetön
----	--------------------------------	---	------------------	---	---------	----	-----------------------	----	------------------	---	------------------	-------	-------------------------------

Ilmastonmuutoksen vaikutukset vuosisadan loppupuolelle tultaessa on koottu taulukkoon 1:en. Vuosisadan alkupuolella muutokset ovat samansuuntaiset, mutta lievemmat. Ainoastaan talven nollapistepäivät yleistyvät etelässä, mutta vuosisadan loppupuolella nollapistepäivät pysyvät suunnilleen samoissa talven osalta. Taulukosta huomaa lämpötilan nousun, joka koskettaa koko Suomea. Sateet lisääntyvät jouluhelmikuun osalta, muiden kuukausien osalta muutos on epävarmempaa. Rankkasateiden voimakkuus kasvaa ja pakkaspäivien lukumäärä vähenee. Roudan ja lumipeitepäivien määrä sekä lumen vesiarvo vähenevät. Pilvisyys kasvaa talven osalta. (Jylhä ym. 2009, 63.)

BACC II -raportissa (Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin) tuodaan esille Itämeren tilanne ilmastonmuutoksen yhteydessä. Mikäli nykyinen kehitys jatkuu kasvihuonekaasujen osalta tulevien sadan vuoden aikana, niin Pohjanlahden vesi voi lämmetä jopa neljä astetta. Näin ollen jääpeitteen osuus vähenee. Talven sademäärät tulevat lisääntymään, jolloin talvitulvat ovat todennäköisiä. Eteläisessä Suomessa kevättulvat vähenevät, koska lumipeite ohenee. Pohjanmaan alue on kuuluisa jokiansa tulvista. Pohjois-Pohjanmaan maakunnan alueellisessa riskiarviossa (2018, 14) tulvat on nostettu yhdeksi merkittävimmäksi riskiksi maakunnan alueella. Ilmastonmuutoksen ennakoitaan kasvattavan tulvariskiä. Pohjois-Pohjanmaan vesistöissä ovat yleisiä jääpatotulvat ja hyydöstä aiheutuvat niin sanotut suppotulvat. Pato-onnettomuudesta tai muusta vesirakenteiden häiriöstä voi myös syntyä tulva. Ilmastonmuutos vaikuttaa Itämeren pinnankorkeuteen, mutta maltillisemmin kuin verrattuna

maailman muiden merien pinnankorkeuteen. Lisäksi länsirannikon maankohoaminen kompensoi merenpinnan nousua. (Suomen Ympäristökeskus tiedote 18.5.2015.) Merenkulun oletetaan hankaloituvan (ahtojäät ja sohjovyöt) ja huonot keli-olosuhteet lisääntyvät, kun ilmastonmuutos etenee. Navigoinnille haasteita aiheuttavat erityisesti korkea aallokko, myrskytuulet, rankkasateet, lumipyryt ja meriveden pinnan nopeat muutokset (Tuomenvirta, Haavisto, Hildén, Lanki, Luhtala, Meriläinen, Mäkinen, Parjanne, Peltonen-Sainio, Pilli-Sihvola, Pöyry, Sorvali & Veijalainen 2018, 48).

Ilmastonmuutoksen vaikutuksissa on paljon epävarmuustekijöitä. Luontaisesti eri vuosien säissä on vaihtelua. Talvesta saattaa muodostua runsasluminen ja kylmä, jolloin vähätellään ilmastonmuutoksen vaikutuksia, mutta seuraavana talvena saatetaan ottaa kuvia vihreästä nurmikosta. Tämä on ihan normaalia säiden vaihtelua, mutta pitkän jakson trendissä ilmasto lämpenee. Tulevaisuuden skenaarioihin vaikuttaa miten hiilidioksidipäästöjä saadaan rajattua. Myös tulevaisuuden varalle luotuihin ilmastomalleihin liittyy erilaisia epävarmuustekijöitä.

2.3 Pelastustoimi ilmastonmuutoksessa

Suomi on jaettu 22:en alueelliseen pelastuslaitokseen. Kunnat vastaavat pelastustoiminnasta alueellisesti. Pelastustoimen tehtävät tulevat pelastuslaista (Pelastuslaki 29.4.2011/379, 27§), jossa mainitaan seuraavaa:

Pelastuslaitoksen tulee huolehtia alueellaan:

- 1) pelastustoimelle kuuluvasta ohjauksesta, valistuksesta ja neuvonnasta, jonka tavoitteena on tulipalojen ja muiden onnettomuuksien ehkäiseminen ja varautuminen onnettomuuksien torjuntaan sekä asianmukainen toiminta onnettomuus- ja vaaratilanteissa ja onnettomuuksien seurausten rajoittamisessa;
- 2) pelastustoimen valvontatehtävistä;
- 3) väestön varoittamisesta vaara- ja onnettomuustilanteessa sekä siihen tarvittavasta hälytysjärjestelmästä;
- 4) pelastustoimintaan kuuluvista tehtävistä.

Edellä 2 momentissa säädetyn lisäksi pelastuslaitos:

- 1) voi suorittaa ensihoitopalveluun kuuluvia tehtäviä, jos ensihoitopalvelun järjestämisestä yhteistoiminnassa alueen pelastustoimen ja sairaanhoitopiirin kuntayhtymän kesken on sovittu terveydenhuoltolain (1326/2010) 39 §:n 2 momentin perusteella;
- 2) tukee pelastustoimen alueeseen kuuluvan kunnan valmiussuunnittelua, jos siitä on kunnan kanssa sovittu;
- 3) huolehtii öljyntorjunnasta ja muistakin muussa laissa alueen pelastustoimelle säädettyistä tehtävistä.

Pelastustoimi huolehtii käytännössä kaikista onnettomuuksista, kuten tulipaloista, räjähdyksistä, liikenneonnettomuuksista, sortumista, vaarallisten aineiden onnettomuuksista, öljyvahingoista ja ihmisten sekä eläinten pelastamisista esimerkiksi korkealta tai vedestä. Merellä tapahtuvista onnettomuuksista vastaa merivartiosto. Merelläkin pelastustoimi toimii kiinteässä yhteistyössä merivartioston kanssa. Tässä yhteydessä on hyvä huomata, että pelastustoimi on yläkäsite, joka kattaa kaiken toiminnan pelastustoimessa, kuten valvonnan, onnettomuuksien ehkäisyn ja pelastustoiminnan. Pelastustoiminta tarkoittaa kiireellisiä ja kiireettömiä tehtäviä, joiden tarkoituksena on pelastaa ja suojata ihmisiä, omaisuutta ja ympäristöä.

Sisäministeriö on päivittänyt vuonna 2016 valtakunnallisen strategian pelastustoimelle vuodelle 2025. Strategia on vision mukainen eli *turvallinen ja kriisinkestävä Suomi*. Kansalliset tavoitteet vuodelle 2025 ovat (Sisäministeriön julkaisu 18/2016, 12):

- 1) pelastustoimella on jatkuvaan analyysiin perustuva kokonaiskuva yhteiskunnan riskeistä
- 2) pelastustoimella on valmius vastata riskeihin omalla toimialallaan
- 3) pelastustoimi on siviilivalmiuden vahva yhteen sovittaja ja luotettu yhteistyökumppani
- 4) palvelut on järjestetty laadukkaasti, kustannustehokkaasti ja yhdenmukaisesti
- 5) jokainen on tietoinen ja kantaa vastuunsa omasta ja yhteisönsä turvallisuudesta ja ympäröivästä turvallisuudesta
- 6) pelastustoimi kehittää aktiivisesti toimintatapojaan
- 7) henkilöstö voi hyvin

Miksi pelastuslaitoksen pitää varautua ilmastonmuutokseen? Tämä perustuu yhteiskunnan turvallisuusstrategiaan vuodelta 2017, joka on Valtioneuvoston periaatepäätös, jolla yhtenäistetään varautumisen kansallisia periaatteita ja joka ohjaa hallinnonalojen varautumista. Tämän asiakirjan pohjalta luodaan toimintamalli, jonka pohjalta Suomessa eri hallinnonalat varautuvat erilaisiin häiriötilanteisiin. Yhteiskunnan turvallisuusstrategia 2017 hyödyntää varautumisen riskianalyyseissa Kansallista riskiarviota vuodelta 2015 ja Yhteiskunnan turvallisuusstrategian (YTS) 2010:n uhkamalleja. YTS 2010:ssa tuodaan esille yhtenä uhkamallina suuronnettomuudet, luonnon ääri-ilmiöt ja ympäristöuhkat (Yhteiskunnan turvallisuusstrategia 2017, 1 ja 26.). Nyt on havaittavissa selviä merkkejä ja analyyseja, että ilmastonmuutos tulee tekemään muutoksia, jotka vaikuttavat pelastustoimeen. Pelastustoimen tulee lakien kautta ja yhteiskunnan toimivuuden varmistamiseksi omalta osaltaan varautua ilmastonmuutokseen.

Kansallinen riskiarvio 2018 on Suomen kansallinen riskiarvio, joka tehdään kolmen vuoden välein. Riskiarviossa kartoitetaan ihmisiä, ympäristöä, omaisuutta sekä kriittisiä järjestelmiä ja palveluja uh-

kaavat riskit, joihin viranomaisten on toiminnassaan varauduttava. Kansallisen riskiarvion taustalla on Euroopan unionin pelastuspalvelumekanismi, joka velvoittaa kaikkia jäsenmaita arvioimaan säännöllisesti riskit, jotka voivat aiheuttaa tarpeen pyytää pelastustoimen apua muilta mailta. Kansallisessa riskiarviossa 2018 on otettu huomioon, miten sää- ja ilmatoriskit vaikuttavat yhteiskuntaan ja talouteen. Kansallisessa riskiarviossa on otettu huomioon tulvat, rajuilmat ja metsäpalot, jotka ovat usein paikallisia, mutta useampi samanaikainen tai laajamittainen tilanne voi johtaa valtakunnalliseen häiriöön. Näillä on merkittäviä vaikutuksia metsätuhoihin ja sähkökatkoihin. Metsätuhoilla on suuri kansallinen merkitys. Ilmastonmuutoksen myötä on vaarana, että maastopalojen riski kasvaa. Metsäpalovaroituspäivien lukumäärän ennakoitaan kasvavan vuosisadan loppuun mennessä 5–10 päivällä nykyisestä. Myös lumien kertyminen eli tykkylumi aiheuttaa ongelmia sähköverkon toimintaan. Maataloudelle ongelmia aiheuttaa kuivuus, rankkasateet ja tulvat. Lisäksi uusien kasvitautien, tuholaistautien ja rikakasvien ennakoitaan leviävän ympäri Suomea ilmastonmuutoksen myötä. Maatalouden omavaraisuus on jatkossakin tärkeää Suomelle. Ilmastonmuutoksella on heijastevaikutuksia, jotka voivat kohdistua huoltovarmuuteen, eri teollisuuden sektoreihin ja lisätä laajamittaisen maahanmuuton todennäköisyyttä. Ilmastonmuutoksen maailmanlaajuisten kokonaistaloudellisten vaikutusten arvioidaan pitkällä aikavälillä olevan negatiivisia. Bruttokansantuotteen arvioidaan vähenevän suurimmillaan 10 prosenttia. Arvioihin liittyy kuitenkin paljon epävarmuuksia, ja vaikutukset riippuvat ajanjaksosta ja lämpötilan nousuarvioista. (Aarnio, Aitta, Giordani, Kaijamo, Kemppainen, Kielenniva, Kohvakka, Korhonen, Nedenström, Nyström, Pohjolainen, Pousi, Punkka, Rapeli, Rossi, Ukkonen, Vainio, Wecksten, Weuro & Ylimartimo 2018, 3 & 18–21.)

Pelastustoimi on turvaamassa monia kriittisiä arjen palveluita, joihin ilmastonmuutos vaikuttaa. Pelastustoimi on herännyt ilmastonmuutokseen yksittäisillä hankkeilla ja opinnäytetöillä. Tästä on esimerkiksi Kestävä pelastustoimi –hanke, jonka tärkeimpänä tavoitteena on ympäristönäkökulmien huomiointi pelastustoiminnassa, asemapalvelussa, ajoneuvokalustossa ja tehokkaammassa jälkivahinkojen torjunnassa (Palopäälystöliitto). Yhteiskunnalliseen keskusteluun pelastustoimi ei kuitenkaan ole osallistunut ilmastonmuutoksen osalta aktiivisesti. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia pelastustoimeen ei mielestäni ole syvällisesti tutkittu, vaikka pelastustoimi joutuu lakisääteisinä tehtävinään hoitamaan ilmastonmuutoksen aiheuttamia onnettomuustehtäviä.

Säiden ääri-ilmiöillä on merkittäviä kustannuksia yhteiskunnalle. Esimerkiksi koko Suomessa vuosien 2002–2003 pitkäaikaisen kuivuuden on arvioitu aiheuttaneen noin 100 miljoonan euron taloudelliset vahingot normaaleihin vesioloihin verrattuna. Porissa vuonna 2007 tapahtunut hulevesitulva aiheutti arviolta 20 miljoonan euron menetykset. Helsingissä talven 2010–2011 lumentulon kustannuksien ar-

vioitiin olevan 14 miljoonaa euroa. Tapanin ja Hannun päivän myrskyistä joulukuussa 2012 vakuutusyhtiöt maksoivat 102 miljoonaa euroa korvauksia, sähköyhtiöiden kulut olivat noin 48 miljoonaa euroa ja metsää vahingoittui lähes 3,5 miljoonaa kuutiometriä. (Valtioneuvoston periaatepäätös 20.11.2014, 14.) Lisäksi Kainuun tykkylumikriisi vuonna 2018 aiheutti 8–10 miljoonan euron kustannukset sähköyhtiö Loisteen toimitusjohtajan Heikki Juntusen mukaan (Pirttikoski). Myrskyvahingot ja maastopalot aiheuttavat metsävahinkojen yhteydessä hiilinielujen tuhoutumisen, joka taas entisestään pahentaa ilmastonmuutosta.

Varautuminen vaatii aikaa, mutta myös rahaa. Global Commission of Adaptation julkaisi syyskuussa 2019 arvion (3), jonka mukaan maailmanlaajuisesti ilmastonmuutokseen varautumiseen tulisi investoida seuraavan vuosikymmenen aikana 1 800 000 000 000 USD. Tällä voitaisiin saavuttaa 7 100 000 000 000 USD hyöty. Luvut ovat niin järkyttäviä, ettei niiden arvoa voi ymmärtää. Tämän perusteella voi kuitenkin sanoa, että ilmastonmuutokseen sijoitettu euro saadaan nelinkertaisena takaisin. Viisas varautuu hyvän sään aikaan!

3 TUTKIMUSMENETELMÄ JA SEN TOTEUTTAMINEN

Ilmastonmuutoksen vaikutuksien selvittäminen pelastustoimintaan perustui kirjalliseen aineistoon ja teemahaastatteluihin, joita suoritin kolmelle henkilölle. Teemahaastattelut toteutettiin syys–lokakuun aikana 2019.

Omalle opinnäytetyölle ei ollut varsinaista tilaajaa vaan ongelma valikoitui tutkijan oman mielenkiinnon mukaan. Ilmastonmuutos on globaali ilmiö, joka ei minulle ole missään vaiheessa aiheuttanut suuria tunteita. Lähinnä olen tiedostanut, että ilmasto muuttuu ja tälle on seurauksia. Pelastustoiminnassa olen ollut mukana parikymmentä vuotta, tehden eri tehtäviä. Nykyisin toimin valmiuspäällikkönä ja tämän johdosta minun tulee tiedostaa, kuinka olemme varautuneet ilmastonmuutoksen aiheuttamiin haasteisiin. Olen pystynyt tekemään tämän opinnäytetyön tutkimuksen ilman suuria tunteita ilmastonmuutosta kohtaan ja tilajaa työlleni ei ole, joten olen voinut tuoda tutkimuksen tulokset ja johtopäätökset vapaasti esille.

3.1 Tutkimusongelma ja työn rajaus

Opinnäytetyö on tieteellinen työ, jossa on aina tutkimusongelma. Ilman tutkimusongelmaa ei voi tehdä tutkimusta. Tässä opinnäytetyössä ongelma on laadullinen, eli tulee ymmärtää mistä on kysymys. Ilmiön ymmärtämisestä tulee ymmärtää tekijät, joista ilmiö muodostuu. (Kananen, 45.)

Tässä tutkimuksessa selvitin teemahaastattelulla kahta asiaa. Ensimmäiseksi selvitin, minkälaiset vaikutukset ilmastonmuutoksella on pelastustoimintaan ja mihin pelastustoimen tulee varautua ilmastonmuutoksen suhteen. Lisäksi selvitin mikä on pelastustoimen nykyinen varautumisen taso ilmastonmuutoksen haasteisiin. Tutkimusongelman olin jakanut eri teemoihin, jotka tulee ilmastonmuutoksen vaikutuksista. Nämä teemat olivat pitkät hellejaksot, runsaat sadekuurot ja ukkospuuskat, kevättulvien aikaistuminen, hulevesitulvien ja syystulvien yleistyminen, kesäisten pohjavesien määrän niukkuus, lumituhot, roudan väheneminen ja talvien leutous ja pilvisuus.

3.2 Tutkimushaastattelu

Opinnäytetyö on laadullinen tutkimus, jossa aineistonkeruumenetelmänä käytettiin teemahaastattelua. Laadullinen tutkimus pyrkii ymmärtämään ilmiötä. Jorma Kananen kertookin kirjassaan Opinnäytetyön kirjoittajan opas, että mitä vähemmän ilmiöstä tiedetään, sitä todennäköisemmin kysymykseen tulee ainoastaan laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus (2015, 70). Tutkijana koin saman ongelman, ilmastonmuutoksen ymmärtäminen ja sen vaikutukset pelastustoimintaan on haasteellista ymmärtää. Mielestäni tätä asiaa ei ole aikaisemmin tutkittu pelastustoimessa. En ole ollut mukana missään palaverissa, työryhmässä tai työpajassa, jossa olisi käsitelty ilmastonmuutoksen vaikutuksia pelastustoimeen.

Tutkimushaastattelut on jaettu strukturoituihin ja strukturoimattomiin haastatteluihin. Näiden väliin kuuluu puolistrukturoidut ja puolistrukturoimattomat haastattelut. Strukturoidut haastattelut ovat äärimmäisissä tapauksissa lomakehaastatteluja valmiine kysymyksineen ja vastausvaihtoehtoineen, jotka esitetään haastateltaville samassa järjestyksessä. Näin pystytään vaikuttamaan, ettei haastateltava pääse vaikuttamaan vastauksiin omilla mielipiteillään. Puolistrukturoiduista haastatelluista tunnetuimpia ovat teemahaastattelu, jossa käydään läpi samat teemat eli aihepiirit, mutta kysymysten muoto ja järjestys voi vaihdella. Strukturoimattomassa haastattelussa taas haastattelu muotoutuu haastateltavan ehdoilla. Tämä muistuttaa vapaata keskustelua, jossa molemmat osapuolet voivat vapaasti nostaa eri aiheita esille ja keskustelu etenee vapaasti. (Ruusuvuori ja Tiittula, 11–12.)

Haastatteluja voidaan jakaa myös toisenlaisesti, esimerkiksi onko haastattelu toteutettu yksilöhaastatteluna, parihaastatteluna vai ryhmähaastatteluna. Pääsääntöisesti haastattelu toteutetaan yksilöhaastatteluna. Parihaastattelua käytetään kasvatustieteellisissä tutkimuksissa lasten ja nuorten osalta. On todettu, että haastattelut ovat luontevampia ja vapautuneempia, kun useampi henkilö on paikalla. Ryhmähaastattelu on tehokas menetelmä, koska samalla saadaan tietoa usealta henkilöltä samaan aikaan. Ryhmä voi auttaa, jos kysymyksessä on muistinvaraisia asioita tai ryhmä voi korjata väärin ymmärrettyjä asioita. Toisaalta ryhmä voi estää ryhmän kannalta kielteisten asioiden esiin tuomisen. Myös dominoiva henkilö voi vaikuttaa liikaa ryhmän dynamiikkaan. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara, 199–200.) Oman kokemuksen mukaan ryhmähaastattelussa on se hyvä puoli, että haastateltavat saavat uusia näkökulmia ja he oppivat myös toisiltaan, kun asioita pohditaan yhdessä. Yksilöhaastattelussa tiedon saa vain haastattelija.

Kanasen mukaan tutkimuksen suuntautuessa tulevaisuuteen ainut laadullinen tutkimusmenetelmä on haastattelu. Haastattelua käytetään silloin, kun ilmiöön liittyviä yksityiskohtia ei voida esittää. Keskus-

telemalla eri teemoilla saadaan syvällistä tietoa aiheesta. (2015, 143–144.) Teemahaastattelussa on makukysymys pitääkö kaikille haastateltaville esittää kaikki suunnitellut kysymykset ja pitääkö kysymykset esittää tietyssä ja samassa järjestyksessä. (Tuomi ja Sarajärvi, 77).

Haastattelu pidetään hyvin joustavana tutkimusmenetelmänä, joka sopii moniin eri tarkoituksiin. Haastattelun etuna pidetään sen joustavuutta. Haastattelijalla on mahdollisuus käydä keskustelua haastateltavan kanssa, selventää ilmaisujen sanamuotoja, oikaista väärinkäsityksiä ja tarvittaessa voi toistaa kysymyksen. Tällaiseen tiedonsaantiin ei ole mahdollisuutta Internetissä toteutetulla kyselyllä. Kun haastattelussa halutaan saada mahdollisimman paljon tietoa asiasta, on perusteltua antaa teemat etukäteen haastateltaville. Näin ihmiset myös lupautuvat helpommin haastatteluun. (Tuomi ja Sarajärvi, 75.)

Haastattelun heikkoutena pidetään haastattelijan suurta roolia, tähän tehtävään pitää kouluttautua. Haastattelijalla tulee olla kokemusta ja taitoa, jotta aineiston keruuta voidaan säädellä joustavasti tilanteen edellyttämällä tavalla. Haastattelu on aikaa vievää: tulee etsiä haastateltava ja sopia haastatteluai-ka sekä toteuttaa itse haastattelu. Tämän jälkeen on vuorossa aineiston purku. Haastatteluun sisältyy monia virhelähteitä, jotka johtuvat haastattelijasta ja haastateltavasta. Haastateltava voi esimerkiksi antaa sosiaalisesti suotavia vastauksia. Vapaamuotoisen haastattelun analysointi, tulkinta ja raportointi on usein ongelmallista, koska valmiita malleja ei ole. Lisäksi haastattelu voi aiheuttaa kustannuksia matkakulujen kautta. (Hirsjärvi ja Hurme, 35.)

Tässä opinnäytetyössä käytettiin teemahaastattelua. Teemahaastattelussa haastattelu kohdennetaan eri teemoihin ja haastattelu etenee tiettyjen keskeisten teemojen varassa. Tutkittava ilmiö ja sen peruskäsitteet hahmottuvat perehdyttäessä tutkimustietoon ja teoriaan. Haastattelurunkoa rakennettaessa laaditaan teemoja, jotka edustavat pääkäsitteen spesifikoituja alakäsitteitä tai -luokkia. Ne siis ovat yksityiskohtaisempia kuin tutkimusongelma. Haastattelussa teemoja tarkennetaan kysymyksillä. Teemahaastattelussa otetaan huomioon haastateltavien tulkinnat asioista ja heidän asioille antamansa merkitykset ovat keskeisiä. (Hirsjärvi ja Hurme, 48–66.)

3.3 Haastattelun toteutus

Ennen haastattelua jaoin tutkimusongelman eri teemoihin. Teemat, jotka vaikuttavat pelastustoimintaan, muodostuivat säätieteilijä Lea Saukkosen kirjasta Suomalainen sää - Ilmastonmuutos ja ääri-

ilmiöt. Sinällään teemat ovat sellaisia, jotka jo nyt vaikuttavat pelastustoimintaan, mutta ääri-ilmiöt tulevat kasvamaan. Tähän kategoriaan voidaan laskea pitkät hellejaksot, runsaat sadekuurot ja ukkospuuskat, kesäisten pohjavesien määrän niukkuus ja lumituhot. Tulvat ovat pelastustoimelle joka kevään varautumisen kohde. Jatkossa kevättulvat tulevat aikaistumaan, lisäksi hulevesitulvat ja syystulvat yleistyvät. Roudan väheneminen, talvien lauhtuminen ja pilvistyminen ovat sellaisia asioita joita pelastustoimi ei ole vielä joutunut kohtamaan. Myöhemmin huomasin, että teemat noudattelivat hyvin pitkälti Ilmatieteen laitoksen varoituksia. Ilmatieteen laitoksen varoituksia ovat tuulivaroitus, raju ukkonilma, sadevaroitusta, jalankulkusää, liikennesää, metsäpalovaroitus, helle- ja pakkasvaroitusta, UV-indeksi, meriveden korkeus varoitusta, aallokkovaroitus, jäätämismäärävaroitusta, ulkoilman otsoni ja lumi-työryennuste. Myös ilmanlaatua seurataan. Lähes kaikki varoitukset voitaisiin sijoittaa johonkin teemaan.

Teemojen pohjalta valmistin kysymykset, jotka toimivat haastattelun runkona. Jokaisen teeman osalta oli kolme kohtaa, joihin yritin löytää vastaukset. Nämä kysymykset olivat: mikä vaikutus teemalla on pelastustoimeen, mihin tulee pelastustoimen varautua ja mikä on pelastustoimen nykyinen varautumisen taso. Sinällään suorita kysymyksiä en ollut valmistellut. Tavoite haastattelussa oli, että etukäteen mietittyjen kysymysten lisäksi pyrin pureutumaan ongelmaan syvemmin. Jos keskustelussa ilmeni jotain mielenkiintoista, niin tartuin siihen ja tein jatkokysymyksiä aiheesta. Haastateltaviksi valitsin henkilöitä pelastustoimesta, joilla on pitkä kokemus pelastustoiminnasta ja varautumisesta. Riskienhallinnan osaamisen katsoin eduksi. Haastateltavat olivat yli 30-vuotiaita, mutta alle 60-vuotiaita. Kaikki haastateltavat olivat päällystöviranomaisia ja miehiä. Yhtä henkilöä lukuun ottamatta sain kaikki haluamani henkilöt haastatteluun. Haastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluina ja eri paikkakuntien paloasemien neuvottelutiloissa. Häiriötekijät pyrittiin minimoimaan, eli neuvottelutilat olivat varattuina ja puhelimet äännettömillä, ellei oltu lähtövalmiudessa. Teemat olin jakanut haastateltaville etukäteen.

Haastattelussa annoin keskustelun edetä haastateltavan ehdoilla. Haastattelun alussa kävin läpi tutkimuksen tavoitteen ja kerroin teemoista joista haastattelen. Lisäksi mainitsin, ettei opinnäytetyössä tai muiden haastattelujen yhteydessä ilmene ketä olen haastatellut. Nauhoitin haastattelun kahdella matkapuhelimella eri ohjelmia käyttäen. Nauhoituksen alussa kysyin haastateltavalta lupaa haastatteluun, joten näin sain varmenteen luvasta tutkimushaastatteluun osallistumisesta. Ensimmäisessä haastattelussa huomasin, että haastateltavalla oli enemmän kerrottavaa ensimmäisistä teemoista kuin viimeisistä teemoista. Tämän johdosta vaihtelin teemojen järjestystä eri haastateltavien kanssa, jolloin kaikkia teemoja tuli yhdenmukaisesti käsiteltyä. Keskustelu usein laajeni teemojen ulkopuolelle, mutta kuitenkin ilmastonmuutoksen vaikutuksissa aina pysyttiin. Usein keskustelujen laajeneminen nivoi yhteen eri

teemoja. En lähtenyt korjaamaan haastateltavien mielipiteitä, vaikka omasin jo haastatteluvaiheessa vankan teoreettisen tiedon ilmastonmuutoksen vaikutuksista. Toki välillä teki mieli todeta, että tieteellisesti tutkittuna asia ei ole noin. Teemahaastattelussa on haastavaa olla haastattelijana ja olla vaikuttamatta haastateltavien vastauksiin. Ryhmähaastatteluissa on helpompi olla vaikuttamatta keskusteluun haastattelijana. Parhaimmillaan ryhmähaastattelussa keskustelu soljuu eteenpäin ilman haastattelijaa.

Ongelman ratkaisuun tarvittavien menetelmien hallinta aiheutti paljon opiskeltavaa. En ollut ennen tehnyt tutkimushaastattelua, jolloin tunsin suurta epävarmuutta sen suorittamisesta. Osittain epävarmuutta aiheutti myös tuttujen haasteleminen. Nolaanko itseni, jos tutkimushaastattelu ei mene suunnitellusti? Nämä ovat varmasti sellaisia haasteita, joita moni kokee, kun tekee tutkimushaastattelua. Nykyään on helppo tehdä kyselyä Internetin kautta, jolloin ei tarvitse olla tekemisissä ihmisten kanssa. Toki näissä kyselyissä on haasteena saada ihmisiä vastaamaan, kun kyselytutkimuksiin osallistumispyyntöjä tulee paljon. Koin loppujen lopuksi teemahaastattelun mielekkääksi, josta sai paljon tietoa. Voisin käyttää tulevaisuudessakin tutkimusmenetelmänä teemahaastattelua, esimerkiksi työelämässä.

3.4 Aineiston analyysi

Vaikka haastateltavien määrä oli vähäinen, silti aineiston määrä oli runsas. Kun siihen lisätään omat havainnot ja aineistot mitä olin saanut eri lähteistä, kuten kirjallisuudesta ja seminaareista, niin aineiston määrä oli kattava. Tämän aineiston laaja-alainen hyödyntäminen oli tärkeää. Tärkeää oli myös tunnistaa, mikä tieto ei kuulu tämän tutkimusongelman ratkaisemiseen.

Tein nauhoitetuista haastatteluista suoraan päätelmät. Hirsijärven ja Hurmeen (138) mukaan tämä on mahdollista silloin, kun haastateltavien määrä on ollut vain muutama ja kun haastattelut eivät kestä pitkään. Haastattelujen jälkeen aloin mahdollisimman pian analysoida aineistoa. Tätä toimintatapaa suositteli Hirsijärvi ja Hurme (2001, 135), tällöin aineisto on vielä tuore ja se inspiroi tutkijaa. Lisäksi jos huomataan vielä haastattelun jälkeen, että joku asia on jäänyt epäselväksi, niin voidaan tarvittaessa vielä selvittää asiaa haastateltavalta. Jotkut tutkijat suosittelevat, että aineisto tulee koodata aineiston purun yhteydessä, mutta myös kirjallisuuden mukaan on sallittua edetä aineiston purusta suoraan analyysiin luottaen tutkijan intuitioon. Tutkijana lähdin suoraan analysoimaan aineistoa. Aineiston sisältö oli hyvin hallussa, jolloin pystyin näin jatkamaan tutkimusta. Jälkeenpäin voin todeta, että tämä oli oikea ratkaisu. Tarkentavia kysymyksiä haastateltaville en jälkikäteen joutunut tekemään.

3.5 Reliabiliteetti ja validiteetti

Kaikissa tutkimuksissa tulee arvioida laaditun tutkimuksen laatua eli pitää tehdä luotettavuustarkastelu siitä, onko kaikki tutkimuksen vaiheet tehty oikein. Tieteellisen tutkimuksen yleiset luotettavuusmittarit ovat reliabiliteetti ja validiteetti. Reliabiliteetti tarkoittaa tulosten pysyvyyttä eli jos tutkimus uusitaan, niin saadaan samat tutkimustulokset ja uusintamittaus vahvistaa tuloksen. Haastattelututkimuksessa reliabiliteettia voi heikentää ihmismielen muuttuminen mihin muun muassa vaikuttaa aika ja paikka. Ihmiselle on ominaista ajassa tapahtuva muutos (Hirsijärvi & Hurme, 186). Validiteetissa selvitetään, onko tutkittu oikeita asioita, liittyvätkö ne tutkimuksen suunnitteluun eli tutkimusasetelmaan ja onko analyysi tehty oikein. Opinnäytetyön dokumentointi tulee tehdä niin tarkasti, että tekstistä voidaan päätellä johtopäätösten oikeellisuus. Tekstistä tulee pystyä päättämään se mitä, miten ja miksi on tehty. (Kananen, 122, 174–176.)

Teemahaasteltavat valitsin huolellisesti. Haastateltaviksi valikoituivat henkilöt, joilla on ymmärrystä pelastustoimesta ja varautumisesta ilmastonmuutoksen osalta. Teemahaastatteluun valmistauduin huolellisesti. Haastatteluissa oli tallennin käytössä, tein haastatteluissa muistiinpanoja, lisäksi jatkoin opinnäytetyön kirjoittamista heti haastattelujen jälkeen, jolloin haastattelujen laatu pysyi hyvänä. Tein kolme haastattelua. Jokaisen haastattelun jälkeen analysoin haastattelun ja kehitin sitä paremmaksi ennen seuraavaa haastattelua. Koin kolmen haastateltavan määrän riittäväksi, koska vastauksien ja keskustelujen sisällöt alkoivat toistua hyvin yhtenevinä. Haastateltavien määrän lisääminen ei olisi tuonut merkittävästi lisää hyötyä tutkimukseen. Henkilöiden haastattelemisen, joilla ei ole pelastustoimen kokemusta olisi ollut haasteellista. Alan ulkopuolisten haastateltavien vastaukset eivät olisi auttaneet tutkimusongelman ratkaisemisessa.

Ilmastonmuutokseen liittyy useita tekijöitä, joiden toteutuminen vaikuttaa tuleviin sääilmiöihin. Ilmastonmuutokseen vaikuttaa kasvihuonekaasujen ja hiukkasten päästöt ja näiden määrään vaikuttaa ihmiskunnan tulevat toimet. Ilmastojärjestelmän mallintamiseen liittyy epävarmuuksia, kuten miten kasvihuonekaasujen ja hiukkasten pitoisuudet riippuvat päästöjen kehityksestä ja miten ilmasto reagoi ilmakehän koostumuksen muutoksiin. Täytyy myös muistaa, että ilmasto vaihtelee luonnostaankin, muun muassa merten ja ilmakehän kiertoliikkeeseen liittyy satunnaista ilmastonvaihtelua ja myös auringon aktiivisuus ja tulivuoritoiminta aiheuttavat muutoksia ilmastoon. (Ilmatieteen laitos, Helsingin yliopisto & Suomen ympäristökeskus, 5.)

4 TUTKIMUSAINEISTON ANALYYSI

Tässä kappaleessa käyn läpi haastatteluissa saatua aineistoa. Haastattelu toteutettiin teemoittain. Teemoina olivat pitkät hellejaksot, runsaat sadekuurot ja ukkospuuskat, kevättulvien aikaistuminen, hulevesitulvien ja syystulvien yleistymisen, kesäisten pohjavesien määrän niukkuus, lumituhot, roudan väheneminen ja talvien leutous ja pilvisuus. Haastattelujen yhteydessä huomasin, että tietyt vastaukset sopivat kaikkiin teemoihin. Esimerkiksi viestintään, ennaltaehkäisyyn ja viranomaisyhteistyöhön pelastustoimen tulee panostaa kaikkien teemojen osalta. Viranomaisyhteistyössä korostui puolustusvoimien ja kuntien rooli. Useat teemat aiheuttavat haasteita tiestölle ja rakennuksille, jotka voivat välillisesti tuoda haasteita pelastustoimelle. Tiestölle haasteita aiheuttaa runsaat vesisateet, tulvat, nollakelit ja routa. Rakennuksille haasteita tuo suuret lumimäärät, tulvat ja lämpötilan vaihtelu nollan asteen molemmin puolin. Yksi haastateltava toi erittäin tärkeän asian esille; heikommille ihmisille, kuten vanhuksille, kehitysvammaisille ja sairaille ihmisille, ilmastonmuutoksen vaikutukset tulevat vaikuttamaan vielä pahemmin kuin terveille ihmisille. Tämä on erittäin tärkeä huomata esimerkiksi varautumisessa. Yhteiskunnalla on erittäin iso rooli pitää huolta myös heikommista ihmisistä. Yksi haastateltava teki tärkeän havainnon: riskit eivät ilmastonmuutoksessa muutu vaan ne kasvavat, esimerkiksi maastopalojen sammutusta ja tulvavahinkojen torjuntaa pelastustoimi on tehnyt läpi historian, mutta nyt näiden onnettomuuksien seuraukset tulevat kasvamaan. Yksi haastateltava piti tärkeänä, että pelastuslaitoksilla olisi yksi yhteinen kalustorekisteri, josta nähtäisiin helposti mitä kalustoa on naapuripelastuslaitoksella käytettävissä. Esimerkiksi tykkylumen aiheuttamassa sähkökatkostilanteessa nähtäisiin missä sijaitsevat lähimmät siirrettävät varavoimakoneet eikä tarvitsisi erikseen lähteä sähköpostitse kyselemään tätä eri pelastuslaitoksilta.

Pitkillä hellejaksoilla on suuri vaikutus maastojen kuivuuteen. Kun metsäpaloindeksit ovat korkealla tulee pelastustoimen panostaa viestintään eri viestintäkanavien kautta. Tällöin tulee kertoa asiakkaille, että pelastustoimella on haastava tilanne kuivuuden vuoksi. Metsäpalojen tähystyslennoilla on suuri merkitys metsäpalojen torjunnassa, jolloin palot havaitaan aikaisessa vaiheessa. Lentoseurojen tähystystoiminta on tärkeä. Metsäpalojen tähystyslentojen puuttumisen vaikutukset ovat huomattavissa maastopalojen suhteen, esimerkiksi Ruotsissa kesinä 2014 ja 2018 oli suureksi kasvaneita maastopaloja. Kaikki haastateltavat toivat esiin Ruotsin maastopalot ja vertasivat voiko sama tapahtua Suomessa. Tätä haastateltavat pitivät mahdollisena. Pelastustoimen miehistön osalta kesäinen kuumuus aika on haasteellista jo senkin vuoksi, että osa miehistöstä on lomalla kesäaikaan. Lisäksi miehistön jaksaminen helleaikaan tuo haasteita, jolloin fyysiseen ja henkiseen huoltoon tulee panostaa entistä enemmän.

Henkilöstön riittävyys korostuu niillä alueilla missä on paljon metsää, yleensä niillä alueilla on myös vähän henkilöstöä saatavilla. Toisaalta missä metsää on vähemmän, siellä taas on runsaammin henkilöstöä käytettävissä. Useat suuret päällekkäiset maastopalot tuovat haasteita pelastustoimelle. Tämä näkyy myös pelastuslaitosten letkuhuollossa, kun useat maastopalot kuluttavat letkua. Tämä tulee huomioida letkuvarastojen määrässä ja letkuhuollon toimivuudessa. Pohjavesien osalta tulee muistaa, että osaamme edelleen käyttää hyödyksi luonnonvesilähteitä, eikä aina käytettävä vuoroajoa erillisestä vesipisteestä. Vuoroajo sitoo säiliöautoja ja kuljettajia, mutta luonnonlähde sitoo pumpun ja yhden miehen. Näin voidaan saada vettä läheltä onnettomuuspaikkaa.

Maastopalojen leviämisen yhteydessä tulee myös muita vakavia vaikutuksia yhteiskunnalle. Esimerkiksi Jokilaaksojen pelastuslaitoksen läpi kulkee suuret voimalinjat. Näiden palaminen vaikuttaa infrastruktuuriin Etelä-Suomea myöten. Maastopaloista voi aiheutua paikallisia ja laajoja sähkökatkoksia, joiden korjaamiseen päästään vasta sammutustöiden edetessä. Sähkönjakelun ongelmat voivat aiheuttaa merkittävää haittaa ihmisten ja eläinten hyvinvoinnille, esimerkiksi pitkien helteiden aikaan kuolleisuus selvästi kasvaa. Haastatteluissa yksi haastateltava toi esiin Pohjois-Pohjanmaan maakunnan alueellisen riskiarvion 2018, jossa todetaan, että maastopalot voivat aiheuttaa pahimmillaan väestön evakuointia eli pelastustoimi suorittaa suojaväistöä. Suojaväistö tarkoittaa kiireellistä evakuointia, joka tapahtuu pelastusviranomaisen määräyksestä tulipalon tai muun onnettomuuden tai niiden välittömän uhkan vuoksi. Maastopalot voivat aiheuttaa myös pitkäaikaista tilapäismajoitus- ja huoltotarvetta, jos tulipalot tuhoavat asuinrakennuksia. Tällöin kunnan rooli korostuu, koska kunnan tulee huolehtia kuntalaisistaan. Laajoissa maastopaloissa voi tuhoutua muun muassa maatalouden tuotantorakennuksia ja muita työpaikkatiloja, jolloin voidaan menettää elinkeino ja työpaikkoja. Maastopaloista voi olla hetimitään merkittävää haittaa erityisesti tieliikenteelle runsaiden savujen myötä.

Hellejaksojen aikana ihmiset hakeutuvat vilvoittelemaan eli uimisen ja veneilyn suosio kasvaa. Tällöin myös riski vesiliikenneonnettomuuksiin ja hukkumisiin kasvaa. Helteiden myötä kuivuus voi aiheuttaa muitakin vakavia ongelmia kuin pelkän sammutusveden saannin suhteen. Vuoden 2019 kesä oli jo erittäin kuiva pohjavesien osalta, tästä kärsi karjatalous. Ilmastonmuutoksen myötä onnettomuudet tulevat olemaan enemmän liitoksissa toisiinsa eli yhdestä onnettomuudesta tulee paljon seurannaisvaikutuksia.

Runsaat sadekuurot ja ukkospuuskat eivät ilmaannu yllättäen, vaan niiden muodostumista tulee seurata ja arvioida. Tarvittaessa tulee panostaa viestintään, jolloin myös muilla tahoilla parannetaan varautumisen tasoa. Viestinnässä tulee kiinnittää huomiota irtaimistoon, joka myrskyn yhteydessä voi lähteä

lentoon, tai muuten aiheuttaa vaaraa, esimerkiksi veneiden kiinnitykseen tulee kiinnittää huomiota. Viranomaisyhteistyöllä pystytään vastamaan sadekuurojen ja ukkospuuskien haasteisiin. Runsaiden sadekuurojen ja ukkospuuskien yhteydessä korostuu tehtävien priorisointi. Ukkospuuskilla on suuri vaikutus kuivalla jaksolla maastopalojen määrään. Talvisaikaan haasteita tuo roudan puuttuminen, jolloin talvimyrsky kaataa puita helposti. Haastattelussa todettiin, että ilmastonmuutos saattaa olla hyväksi metsäteollisuudelle. Suomessa metsä kasvaa entistä paremmin myös pohjoisessa, mutta samalla metsävahinkojen riski ja vahinkomäärä kasvavat. Sade- ja ukkospuuskien aikaan liikenne teillä ja rautateillä sekä laivaliikenne hankaloituu. Yhteiskunnan infra joutuu koetukselle sähkönjakelun ja talousveden osalta. Tieliikenteessä onnettomuusriski kasvaa. Yleisötapahtumien turvallisuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota myrskyjen osalta. Tällaisesta tapahtumasta saatiin varoittava esimerkki kymmenen vuoden takaa, jolloin Porissa järjestetyn Sonisphere-festivaalin yhteydessä iski syöksyvirtaus, jolloin 40 ihmistä loukkaantui ja yksi kuoli. Täytyy muistaa, että myrskyt kuitenkin aiheuttavat Suomessa vain harvoin ihmishenkien menetyksiä vaan nimenomaan pitkät hellejaksot aiheuttavat eniten ihmisten ennenaikaisia kuolemia.

Tulvien aikaistumista ei nähdä ongelmana. Ilmastonmuutoksen myötä säätila ja lämpötila voivat muuttua edestakaisin vaihteleviksi, mikä vaikeuttaa ennustettavuutta. Tulviin on kuitenkin hyvin varauduttu. Historia osoittaa, että pelastustoimi on hyvin varautunut tulviin yhdessä muiden viranomaisten kanssa, tästä syystä tulviin varautuminen on hyvällä tasolla. Lisäksi vesitulviin on luotu hyvät ennustekartat, jotka auttavat pelastustoimintaa suunnitelmien laadinnassa ja suojavaestön toteuttamisen osalta. Tulviin varautumisessa haasteita voi tuoda lainsäädännön muutokset, esimerkiksi ollaanko kaikki tehtävät antamassa pelastustoimelle tulvatorjunnan osalta. Myös eri asiantuntijoiden eläköityminen tuo haasteita hiljaisen tiedon osalta. Nähtävästi tulvat tulevat lisääntymään Etelä-Suomessa, mutta esimerkiksi Pohjanmaan joissa tulvien todennäköisyys pienenee kevättulvien osalta. Hyyde- ja talvitulvien osalta riski saattaa kasvaa. Eräs haastateltava muistutti, että tulvat voivat aiheuttaa vaaraa padoille. Padon murtuessa tapahtumaketju voi olla nopea, jolloin ihmishenkiä on vaarassa. Tämä oli mielestäni hyvä huomio, onneksi patojen kuntoa tarkkaillaan jatkuvasti. Toinen haastateltava muistutti, että tulva-alueen alle saattaa jäädä teitä, joka haittaa liikennettä ja samalla pelastustoiminta voi viivästyä, kun joudutaan käyttämään kiertoteitä. Myös muuta perusinfraa voi jäädä tulva-alueen alle, kuten pumpaamoja ja sähkökeskuksia. Tehtävätyyppi, joka saattaa kasvaa on eläinten pelastustehtävät, esimerkiksi vesien tulvinta navettoihin. Tässä yhteydessä haastattelijana olen eri mieltä. Lihakarjan ja lehmien osalta en jaksaa uskoa, että ne olisivat hukkumassa ihan jo senkin takia, että niiden hengitystiet ovat korkealla, eli metrunkään vedennousu navetassa ei aiheuta vaaraa. Siipikarjan osalta tilanne voi olla eri. Yksi huolenaihe on kuinka rakennukset kestävät tulvan ja lisääntyvän kosteuden.

Paloasemien suunnittelun osalta emme ole vielä ottaneet huomioon ilmaston lämpenemistä. Tällä hetkellä suositaan suuria ikkunoita, jotka kesällä lämmittävät paloasemien tiloja turhaan ja talvella energia karkaa ikkunoiden kautta ulos. Paloasemarakennusten osalta lämpötilan kohoaminen vaikuttaa henkilökunnan jaksamiseen, lääkkeiden säilyvyyteen ja tilaturvallisuuteen. Tällä hetkellä on havaittavissa, että paloasemien ja ajoneuvojen ovet ovat auki kesäkuumalla ilman kiertämisen varmistamiseksi. Tilaturvallisuuden kannalta tämä on huono ratkaisu. Paloaseman pitää pystyä viilentämään tilat koneellisesti. Lääkkeiden säilyttäminen huoneenlämmössä on haasteellista toteuttaa pitkien kesähelteiden takia, jolloin hallien lämpötilat nousevat yli 25 asteen. Yksi haastateltava oli eri mieltä lääkkeiden säilyvyydestä. Hänellä oli tutkittua tietoa, että lääkkeiden lämpötila ensihoitolaukuissa ei helposti nouse yli 25 asteen, koska laukku suojaa lämpötilan kohoamiselta ja ajoneuvot viilentyvät ajon aikana.

Lumisiin talviin olemme varautuneet. Haastateltavat eivät jaksaa uskoa, että niin runsaita lumia tulee, joka haastaisi todella pelastustoimea. Rakennusten kestävyydelle tämä tuo haasteita ja pelastustoimelle mahdollisesti tehtäviä rakennussortumien kautta. Rakennussortumiin ja muihin luonnon onnettomuuksiin varautumisena nähtiin hyvänä Finn Rescue Team ja Pohjois-Suomen Arctic Rescue Team. Erikoiskoulutettu ja hyvällä kalustolla varustettu joukko nähdään tärkeänä toimintayksikkönä poikkeuksellisissa tilanteissa. Yhteiskunnalla on suuri rooli varautumisessa lumisiin talviin, jotta ei tule häiriötilanteita energian saannin tai viestiliikenteen suhteen. Kainuun tykkylumitilanne vuodelta 2018 on hyvä esimerkki runsaiden lumien aiheuttamista ongelmista. Vastaavia tilanteita voi tapahtua tulevaisuudessa, kun ilmastonmuutoksen edetessä lämpötilan kohoaminen vähentää routaa ja puiden kaatumiset sähkölinjoille yleistyvät. Jäätävien sateiden myötä puuston ja rakenteiden lumikertymien arvioidaan kasvavan osassa Suomea, jolloin sähköverkko joutuu koetukselle.

Talvet ovat leudompia tulevaisuudessa joka koettiin hyväksi asiaksi. Tällöin ei tarvitse suorittaa pelastustoimintaa yli 30 asteen pakkasilla jonka johdosta pelastushenkilöstö jaksaa toimia paremmin. Lisäksi öljyntorjunnan suorittaminen jäistä vähenee, eikä tarvitse miettiä suorituskykyä tämän tyyppisille tehtäville. Tiet ovat enemmän peililiukkaat, eikä enää liikuta pakkasajokelissä. Vesistöjen jääpeite heikkenee, joka aiheuttaa enemmän ihmisten pelastustehtäviä heikoista jäistä. On myös tunnistettu, että eläinten lajimäärä lisääntyy, mutta samalla myös eläintaudit. Talvien pimentyminen, kun ei ole lunta heijastamassa valoa ja sateiset ilmat aiheuttavat haasteita turvallisuudelle ja vaikuttavat mielialaan laskevasti. Murheellista tässä on se, että näköpiirissä ei ole valoisempia talvia vaan uuteen tilanteeseen tulisi vain sopeutua.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää, minkälaiset vaikutukset ilmastonmuutoksella on pelastustoimintaan ja mihin tulee varautua. Tutkimuksessa suoritettiin teemahaastattelut kolmelle asiantuntijalle, minkä perusteella uskottavuus tutkimuksen tuloksille ja johtopäätöksille on hyvä. Tämän tutkimuksen tulokset antavat hyvää tietoa ilmastonmuutoksen vaikutuksien arvioinnissa pelastustoimelle. Samalla on syntynyt jatkotutkimusaiheita ja myös pohdittavaa mitä haasteita ilmastonmuutos aiheuttaa välillisesti pelastustoimelle. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia pelastustoimelle tutkin kirjallisuuden, seminaarien ja tutkimushaastattelujen kautta. Näiden lähteiden tuloksia olen tuonut tähän johtopäätökset ja pohdinta -kappaleeseen.

Uusi pelastusylijohtaja Kimmo Kohvakka toi esiin ilmastonmuutoksen uutena riskinä pelastustoimelle pelastustoimen ajankohtaispäivillä Tampereella marraskuussa 2018 (Sisäministeri tiedote 22.11.2018). Lämpötilan kohoamisen ja pitkien hellejaksojen myötä riski laajoihin metsäpaloihin kasvaa. Myrskyvahinkojen määrä yleistyy ja rankkasateet voivat aiheuttaa tulvia. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia pelastustoimeen on koottu taulukko 2:en. Kaikkien teemojen osalta varautumisessa korostui ennaltaehkäisy, viestintä ja viranomaisyhteistyö. Myös erikoiskoulutettu pelastusjoukkue koettiin tärkeäksi.

TAULUKKO 2. Ilmastonmuutoksen teemojen vaikutus pelastustoimeen ja varautumiseen.

Ilmastonmuutos	Vaikutus pelastustoimeen	Mihin tulee varautua
Pitkät hellejaksot	Maastopalariski kasvaa, useita tehtäviä yhtä aikaa, ihmisten toimintakyky heikkenee, hukkumisonnettomuudet kasvavat. Paloasemien kuumuus, lääkkeiden säilyvyys huoneenlämpötilassa.	Oltava kyky varautua useisiin samanaikaisiin tehtäviin, jotka vaativat resursseja. Nopea vaste maastopaloihin ja vesipelastustehtäviin. Lentotähystystoiminta on tärkeä maastopalojen havaitsemisessa. Letkuhuollon riittävyys. Maastopalot voivat aiheuttaa häiriötilanteita sähkön saatavuuden suhteen, paloasemien jäädytykseen panostettava jo paloasemien rakentamisvaiheessa.

(jatkuu)

(TAULUKKO 2. jatkuu)

Runsaat sadekuurot, ukkospuuskat	Myrskyvahinkoja, useita tehtäviä päällekkäin, ongelmia raide-, meri- ja tieliikenteessä, yleisötahtumien turvallisuus, sähkönjakeluhäiriöt, viestiliikennehäiriöt.	Oltava kyky priorisoida pelastustehtävät, ennaltaehkäistä riskejä yleisötahtumien suhteen ja kiinnittää huomioita irtaimistoon, joka voi lentää ihmisten päälle. Varautumalla eri järjestelmillä sähkönjakelu- ja viestiliikennehäiriöihin.
Kevättulvien aikaistuminen, hulevesitulvien ja syystulvien yleistyminen	Jatkuvaa seurantaa tulvien osalta.	Yhteistyö korostuu Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen, puolustusvoimien, kuntien ja muiden tahojen kanssa. Patojen kunnan tarkkailu.
Kesäisten pohjavesien määrän niukkuus	Sammutusveden saanti.	Sammutusvesisuunnitelma ja koulutus vesihuoltoon. Vesilaitoksien toimivuus tärkeää.
Lumituhot	Sähkönjakeluhäiriöt, viestiliikennehäiriöt.	Varautumalla eri järjestelmillä sähkönjakelu- ja viestiliikennehäiriöihin.
Roudan väheneminen	Myrskytuulien vaikutus puustolle kasvaa, kun juuret eivät ole roudassa kiinni. Tiestön kunto heikkenee.	Pelastustehtävien priorisointi ja työturvallisuus.
Talvien leutos	Liukastumiset ja tieliikenneonnettomuudet kasvavat, lauhojen ja sateisten talvien aikana maaperä on usein märkä ja sen kantavuus on huono. Öljyntorjunta meren jäistä vähenee. Ihmisten pelastustehtävät heikoista jäistä kasvavat.	Hälytysajoneuvojen maastokelpoisuuteen kiinnitettävä huomiota. Hälytysajoneuvon kuljettajan koulutuksessa huomioitava teiden kantavuus. Nopean vasteen tärkeys korostuu ihmisen pelastustehtävissä.
Talvien pilvisyys	Valon määrällä yhteys mielenterveyteen, riski ihmisten itsemurhiin kasvaa.	Ajoneuvojen ja muun kaluston valaisimet nykyaikaiseksi. Työturvallisuus.

Näillä tutkituilla teemoilla on seurannaisvaikutuksia, jotka myös vaikuttavat pelastustoimeen. Sään ääri-ilmiöiden lisäksi ilmastonmuutos aiheuttaa haasteita tieverkon kunnossapitoon. Talvikauden kesto lyhenee, mutta mahdollisuus runsaisiin lumisademääriin kasvaa. Jäätävä sade eli sade jossa vesi on alijäähtynyttä, on Suomen ilmastossa tällä hetkellä harvinainen tapahtuma. Jäätävien sateiden todennäköisyys lisääntyy ilmastonmuutoksen johdosta jonkun verran. (Pilli-Sihvola, Haavisto, Leijala, Luchtala, Mäkelä, Ruuhela & Votsis 2018, 8.) Jäätävien sateiden lisääntymisestä on Tiehallinnon selvityksen 8/2009 mukaan myös hieman eriävä mielipide. Tiehallinnon selvitys toteaa, että jäätävät sateet vähenevät Etelä-Suomessa ja lisääntyvät Pohjois-Suomessa. Onnettomuusriski kasvaa vaativien talvikelien harvinaistuessa ja siten muuttuessa yllätyksellisiksi. Onnettomuusriski lumisilla ja jäisillä keleil-

lä on 4,1-kertainen paljaaseen tienpintaan verrattuna. (Tiehallinnon selvityksiä 8/2009, 20 & 26.) Tien kunnossapito vaikuttaa myös onnettomuuskohteen saavuttamiseen raskailla pelastusajoneuvoilla.

Ilmastonmuutoksen välillisiä vaikutuksia pelastustoimelle voivat olla muuttoliike ja turistien lisääntyminen. Ilmastonmuutoksen myötä pohjoismaat saattavat houkutella muuttoliikettä etelän kuumista maista. Elinkeinon harjoittaminen ja eläminen voivat muuttua haasteelliseksi ilmaston lämpenemisen johdosta etelän maissa. Myös turismin harjoittaminen vaikeutuu liian helteisissä paikoissa. Tällöin kiinnostus Suomea kohtaan niin matkailu- kuin asuinmaana kasvaa. Tarkempia vaikutuksia pelastustoimelle on vaikea arvioida, mutta todennäköistä on, että uudet tarttuvat taudit lisääntyvät ihmisten liikkuvuuden myötä sekä uusien kasvien ja eläinten ilmaantuessa Suomeen.

Lähdin tutkimaan ilmastonmuutosta melko tietämättömänä mistä on kyse. Oma asenteeni ilmastonmuutoksen osalta oli, että ilmastonmuutoksen ehkäisemiseksi täytyy löytää isoja ratkaisuja ja tulee keskittää voimavarat sinne mistä päästöt syntyvät eli teollisuuteen ja liikenteeseen. Opinnäytetyön myötä oma tietämykseni on kasvanut ja edelleen ajattelen, että suuret linjat pitää saada kuntoon ilmastonmuutoksen ehkäisyn suhteen. Viimeisen vuoden sisällä on kuitenkin herätty ilmastonmuutoksen riskeihin ja ihmiset ovat alkaneet miettiä omia valintoja, mikä sinällään on hyvä asia. Itse olen opinnäytetyön myötä ymmärtänyt, että ilmastonmuutos on todellista ja maailma muuttuu ilmastonmuutoksen myötä.

Opinnäytetyön yhteydessä luin paljon materiaalia ilmastonmuutokseen liittyen. Osassa sai olla tarkkana sisällöstä, osassa oli aika kiihkoista tekstiä ja asiaa oli tuotu esiin vain yhdestä näkökulmasta. Toki oli myös paljon tieteellistä aineistoa, johon saattoi paremmin luottaa. Viimeisen vuoden aikana on myös ollut havaittavissa, että ilmastonmuutos on ollut trendikäs aihe eri seminaareissa. Olen ollut opinnäytetyön myötä kuulemassa monia hyvän asiasisällön omaavia seminaareja, esimerkiksi Kuntamarkkinoilla 2019 ja Barents Rescue 19 –harjoituksessa Kiirunassa.

Pelastustoimessa olen toiminut parikymmentä vuotta eri rooleissa. Uskallan väittää, että pelastustoimen tehtäväkenttä ja pelastustoimen yhteiskunnallinen asema ovat minulla hyvin tiedossa. Tunnen pelastustoimen normaaliajan suorituskyvyn hyvin. Poikkeusolojen suorituskykyä ei ole onneksi jouduttu testaamaan. Tarkemmin ajateltuna ei ole edes määritelty mikä pitää olla pelastustoimen suorituskyky poikkeusoloissa. Hiljalleen on tuotu esiin, että pelastustoimen pitäisi osallistua yhteiskunnalliseen keskusteluun ilmastonmuutoksen osalta. Omasta mielestäni tässä asiassa ollaan oltu melko passiivisia. Suomi on ollut vuoden 2019 loppupuoliskon EU:n puheenjohtajanaan, missä pelastustoimi on

korostanut kansainvälistä yhteistyötä vakavien onnettomuuksien ratkaisemisessa ja ilmastonmuutoksen vaikutuksiin varautumisessa. Olen itsekin ollut aktiivisesti mukana kansainvälisessä pelastustoiminnassa. Itse uskon kuitenkin enemmän viranomaisyhteistyöhön, jota ei saa unohtaa vaan sen kehittämistä on jatkettava ja huomioitava lainsäädännössä. EU:n kautta tulevan kansainvälisen avun varaan ei saa laskea kansallista suorituskykyä pelastustoimen osalta. Pohjois-Pohjanmaan maakunnan alueellisessa riskiarviossa on huomioitu ilmastonmuutos. Varmasti tulevaisuudessa alkaa riskiarvioinneissa näkyä enemmän analyysia ilmastonmuutoksesta, joka sitten heijastuu palvelutasopäätöksiin ja muihin dokumentteihin pelastustoimessa.

Mielestäni ilmastonmuutosta pelastustoimen osalta ei ole vielä paljon tutkittu. Vaikka yksi hanke on Palopäällystöliiton osalta tehty, missä selvitettiin kuinka pelastustoimi voi ehkäistä ilmastonmuutosta, niin aihetta voisi vielä tutkia laajemmin. Varsinkin kun teknologia kehittyy vauhdilla, mikä mahdollistaa uusia toimintatapoja myös pelastustoimen osalta. Tämä Palopäällystöliiton hanke on tehty vuosina 2013 ja 2014. Luulen, että tänä päivänä hankkeen tulokset tulevat paremmin käytäntöön. Lisäksi pelastustoimen yhteiskunnallista asemaa on hyvä tutkia, kuinka pelastustoimi osallistuu yhteiskunnalliseen keskusteluun. Tässä opinnäytetyössä esiintyneitä tutkimusteemoja voi lähteä syventämään ja ottaa eri viranomaiset tarkasteluun mukaan. Lisäksi teemoista ja onnettomuuksista syntyvää ketjuttamista on hyvä selvittää. Esimerkiksi maastopalon yhteydessä palaa voimalinja, joka aiheuttaa häiriön sähkönjälussa, jonka johdosta sairaalan lämpötila kohoaa, eikä siellä voida enää toimia. Tämän jälkeen pelastustoimi suorittaa suojavaistoa ja potilaat evakuoidaan muualle, jonka jälkeen tulee huomioida evakuoitujen huolto eli hankitaan lämpimät tilat, pesumahdollisuudet, ruokahuolto, lääkkeet ja niin edelleen.

Aineiston saanti opinnäytetyötä tehdessä ei ollut haaste ilmastonmuutoksen osalta. Haasteena oli tulkita lähteen tuottaman tiedon oikeellisuutta. Ilmastonmuutos aiheuttaa monenlaisia tunteita, jolloin lähteiden tulkintaan tulee osata kohdistaa riittävästi kritiikkiä. Pelastustoimen rooliin ilmastonmuutoksen suhteen oli vähän lähteitä saatavilla. Haastateltavien saanti ei ollut ongelma henkilökohtaisten suhteiden ansiosta. Pelastustoimen päällystön työntekijöillä on yleensä sama koulutus, eli työntekijät ovat käyneet päällystötutkinnon Kuopion pelastusopistolla. Taustalla voi olla pelastaja- ja alipäällystötutkinto. Minun haastateltavat olivat kaikki käyneet päällystötutkinnon Pelastusopistolla. Vastauksissa oli hyvin vähän eroavaisuuksia. Koulutus ja työ ohjaavat pelastustoimen viranhaltijoita ja tämä saattaa olla syynä siihen, että vastaukset teemahaastattelujen yhteydessä olivat yhtenevät.

Minulla ei ollut alun perin vahvaa tuntemusta aihealueen osalta. Lähinnä tiedostin, että ilmasto muuttuu lämpimämmäksi ja sään ääri-ilmiöt yleistyvät. Nyt tunnen tarkemmin ilmastonmuutoksen aiheut-

tamat muutokset jopa eri vuodenaikojen suhteen. Pelastustoimen varautumisen taso vastasi olettamustani: olemme varautuneet mutta emme riittävästi, etenkin äärimmäisiin tilanteisiin tai moniin päällekkäisiin tehtäviin.

Tämä oli toinen opinnäytetyö, jonka olen eläessäni tehnyt. Ensimmäisellä kerralla, kun tein opinnäytetyötä, keskityin tuloksiin. Silloin en kiinnittänyt huomiota rakenteeseen, joka vaikutti arvosanaan. Tällä kertaa panostin opinnäytetyön rakenteeseen ja läpinäkyvyyteen eli kaikelle toiminnalleni opinnäytetyön laadinnassa oli teoreettinen pohja. Tätä opinnäytetyötä oli siinä mielessä helppo tehdä, kun edellisestä opinnäytetyöstä oli viisi vuotta aikaa, jolloin edellisen virheet olivat vielä tuoreessa muistissa. Myös opinnäytetyön rakenne ja tekoprosessi olivat ennestään jo melko tuttuja asioita.

Opinnäytetyön aiheeseen olin tyytyväinen. Oma mielenkiinto ja motivaatio aihetta kohtaan olivat korkeat. Yleissivistys kasvoi ajankohtaisen aiheen osalta. Ilmastonmuutoksen tutkiminen tuki työtehtäviäni suorittamista Jokilaaksojen pelastuslaitoksella. Nyt tiedostan mihin suuntaan pelastustoimen omavarautumista tulee jatkossa kehittää. Tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen rooli korostuu. Luulen, että tämän opinnäytetyön tuloksia voi hyödyntää tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön myötä pystyn paremmin näkemään eläväksi, minkälaiseksi maailma muuttuu ilmastonmuutoksen myötä ja mitä se aiheuttaa pelastustoimelle. Tällainen kaukokatseisuus on hyväksi, kun mietin pelastustoimen varautumista tulevaisuuteen. Kaukoviisaudesta on Konsta Pylkkänen maininnut seuraavaa Veikko Huovisen kirjassa Havukka-Ahon ajattelija: *”Se on sitä, että asiat harkitaan etukäteen ja kuvitellaan tapaus sikseenkin elävästi, että kun se kerran tapahtuu, ovat reitit selvät. Tätä lajia on harvalle suotu. Jolla sitä on, niin pitääköön hyvänään. Mutta tässä lajissa on kaksi pahaa vikaa; asia jää huvikseen tapahtumatta tai se sattuu eri tavalla. Joka arvaa ottaa nämäkin huomioon, sille on maailmanranta kevyt kiertää.”*

LÄHTEET

- Aarnio, J., Aitta, M., Giordani, T., Kajamo, M., Kemppainen, S., Kielenniva, J., Kohvakka, K., Korhonen, J., Nedenström, H., Nyström, M., Pohjolainen, J., Pousi, J., Punkka, A., Rapeli, M., Rossi, T., Ukkonen, R., Vainio, T., Wecksten, S., Weuro, J. & Ylimartimo, J. 2018. Kansallinen riskiarvio 2018. Sisäministeriön julkaisuja 2019:5. Sisäministeriö.
- Adler, A., Baum, I., Brunner, S., Edenhofer, O., Eickemeier, P., Farahani, E., Kadner, S., Kriemann, B., Minx J.C., Pichs-Madruga, R., Savolainen, Schlömer, S., J., Seyboth, K., Sokona, Y., von Stechow, C. ja Zwickel T. 2014. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge ja New York: Cambridge University Press.
- CO2-raportti. Ilmastonmuutos. Saatavissa: <http://www.co2-raportti.fi/?page=ilmastonmuutos>. Viitattu 30.9.2019.
- Global Commission of Adaptation. 2019. Adapt now: a global call for leadership on climate resilience.
- Grekow, H., Haapala, J., Jylhä, K., Laaksonen, A., Luomaranta, A. ja Ruosteenoja, K. 2010. Itämeren jääpeitteen muutoksen 2050 mennessä. Helsinki. Ilmatieteen laitos.
- Hirsjärvi, S. ja Hurme, H. 2001. Tutkimushaastattelu. Helsinki. Yliopistopaino.
- Hirsmäki, S., Remes, P. ja Sajavaara P. 2004. Tutki ja kirjoita. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.
- Ilmasto-opas.fi. IPCC:n 5. arviointiraportin osaraportin 1 infografiikat kuvaavat ilmastonmuutoksen luonnontieteellistä taustaa. Saatavissa: <http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/videot-ja-visualisoinnit/-/artikkeli/178e8529-faff-4f28-a2eb-f9c322eefe54/ipcc5-infografiikat-osa-1-luonnontieteellinen-tausta.html>. Viitattu 23.2.2019.
- Ilmatieteen laitos. Metaani. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/dec264e2-6350-418c-a1bc-3ef7c80676aa/metaani.html>. Viitattu 24.2.2019.
- Ilmatieteen laitos. Otsoni. <https://ilmatieteenlaitos.fi/otsoni>. Viitattu 28.2.2019.
- Ilmatieteen laitos, Helsingin yliopisto ja Suomen ympäristökeskus. ACCLIM II – Ilmastonmuutosarviot ja asiantuntijapalvelu sopeutumistutkimuksia varten.
- Ilmasto.org. Hiilidioksi. Saatavissa: <http://ilmasto.org/ilmastonmuutos/kasvihuoneilmio-ja-ilmastonmuutos/kasvihuonekaasut/hiilidioksidi>. Viitattu 23.2.2019.
- Ilmasto.org. Kasvihuoneilmiö ja ilmastonmuutos. Saatavissa: <http://ilmasto.org/ilmastonmuutos/kasvihuoneilmio-ja-ilmastonmuutos>. Viitattu 23.2.2019.
- Ilmasto.org. Kasvihuonekaasut. Saatavissa: <http://ilmasto.org/ilmastonmuutos/kasvihuoneilmio-ja-ilmastonmuutos/kasvihuonekaasut>. Viitattu 23.2.2019.

Ilmasto.org. Muut kaasut. Saatavissa: http://ilmasto.org/ilmastonmuutos/kasvihuoneilmio-ja-ilmastonmuutos/kasvihuonekaasut/muut-kaasut#Halogenoidut_hiilivedyt. Viitattu 25.2.2019.

Jokimäki, A. Lämmityspotentiaaliltaan voimakkain kasvihuonekaasu on lisääntynyt rajusti. Saatavissa: <https://ilmastotieto.wordpress.com/2010/11/05/lammityspotentiaaliltaan-voimakkain-kasvihuonekaasu-on-lisaantynyt-rajusti/>. Viitattu 25.2.2019.

Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Ruokolainen, L., Saku, S. ja Seitola, T. 2009. Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. ACCLIM-hankkeen raportti 2009. Helsinki. Ilmatieteen laitos.

Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Maa- ja metsätalousministeriö. 2019. Metsien rooli ilmastomuutoksen hillinnässä. Saatavissa: <https://mmm.fi/documents/1410837/12877048/Metsien+rooli+ilmastonmuutoksen+hillinnassa.pdf/b8b48104-a90c-ed4d-647d-8982f8f507d5/Metsien+rooli+ilmastonmuutoksen+hillinnassa.pdf>. Viitattu 27.10.2019.

Palopäällystöliitto. Kestävä pelastustoimi –hanke. Saatavissa: https://www.sppl.fi/asiantuntijatoiminta/hankkeet/kestava_pelastustoimi. Viitattu 2.7.2019.

Pilli-Sihvola, K., Haavisto, R., Leijala U., Luhtala, S., Mäkelä, A., Ruuhela, R. ja Votsis, A. 2018. Sään ja ilmastomuutoksen aiheuttamat riskit Helsingissä. Helsingin kaupunki / kaupunkiympäristön toimiala.

Pirttikoski, R., 2018. Kainuun tykkylumikriisistä jopa 10 miljoonan euron lasku sähkøyhtiölle. Kaleva.

Pelastuslaki 29.4.2011/379. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110379>. Viitattu 21.02.2018.

Pohjois-Pohjanmaan maakunnan alueellinen riskiarvio 2018. Euroopan unionin pelastuspalvelumekanismiin ja Suomen kansallisen riskiarvion laatimiseen liittyvä Pohjois-Pohjanmaan alueellinen riskiarvio.

Ruosteenoja, K. 2013. Maailmanlaajuisiin ilmastomalleihin perustuvia lämpötila- ja sademääräskenaarioita. Sektoritutkimusohjelman ilmastoskenaariot (SETUKLIM) 1. osahanke. Ilmatieteen laitos. Saatavissa: http://ilmatieteenlaitos.fi/c/document_library/get_file?uuid=c4c5bf12-655e-467a-9ee0-f06d8145aaa6&groupId=30106. Viitattu 3.3.2019.

Ruusuvuori, J. ja Tiittula, L. 2014 Haastattelu – tutkimus, tilanteet ja vuorovaikutus. Tampere. Osuus-kunta vastapaino.

Saukkonen, L. 2008. Suomalainen sää - Ilmastomuutos ja ääri-ilmiöt. Helsinki, Jyväskylä. Lea Saukkonen ja Minerva Kustannus Oy.

Sisäministeriön julkaisu 18/2016. 2016. Turvallinen ja kriisinkestävä Suomi – pelastustoimen strategia vuoteen 2025. Sisäministeriö.

Sisäministeri tiedote 22.11.2018. Pelastustoimea kehitettävä kokonaisvaltaisesti. Saatavissa: https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/1410869/pelastustoimea-kehittava-kokonaisvaltaisesti. Viitattu 6.3.2019.

Suomen Ympäristökeskus tiedote 18.5.2015. Ilmaston lämpeneminen muuttaa merkittävästi Itämeren ominaispiirteitä. Saatavissa: [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Ilmaston_lampeneminen_muuttaa_merkittava\(33448\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Ilmaston_lampeneminen_muuttaa_merkittava(33448)). Viitattu 5.3.2019.

Tiehallinnon selvityksiä 8/2009. 2009. Ilmastonmuutoksen vaikutus tiestön hoitoon ja ylläpitoon. Helsinki. Tiehallinto.

Tilastokeskus. Kasvihuonekaasut. Saatavissa: <https://www.stat.fi/meta/kas/kasvihuonekaa.html>. Viitattu 25.2.2019.

Tuomenvirta, H., Haavisto, R., Hildén, M., Lanki, T., Luhtala, S., Meriläinen, P., Mäkinen, K., Parjanne, A., Peltonen-Sainio, P., Pilli-Sihvola, K., Pöyry, J., Sorvali, J., Veijalainen, N. 2018. Sää- ja ilmastoriskit Suomessa - Kansallinen arvio. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 43/2018. Valtioneuvoston kanslia.

Tuomi, J. ja Sarajärvi, A. 2002. Laadullinen tutkimus ja sisältöanalyysi. Helsinki. Kustannusyhtiö Tammi.

Uusikivi, J., 2019. Ilmastonmuutoksen tuomat haasteet Pohjois-Suomessa. Suomen ympäristökeskus SYKE.

Valtioneuvoston periaatepäätös 20.11.2014. 2014. Kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelma 2022. Maa- ja metsätalousministeriö.

Valtioneuvoston periaatepäätös / 2.11.2017. 2017. Yhteiskunnan turvallisuusstrategia. Turvallisuuskomitea.