

Sanna-Maria Salminen

LUONNONKATASTROFIEN KESKELLÄ

Luonnonkatastrofitapahtumien kehitys ja niiden vaikutus
jälleenvakuutusyhtiön korvauskustannuksiin

TIIVISTELMÄ

Sanna-Maria Salminen: Luonnonkatastrofitapahtumien kehitys ja niiden vaikutus jälleenvakuutusyhtiön korvauskustannuksiin
Pro gradu -tutkielma
Tampereen yliopisto
Kauppatieteiden tutkinto-ohjelma, Vakuutustiede
Huhtikuu 2020

Katastrofit ovat aina herättäneet erityistä kiinnostusta maailmalla. Ilmastonmuutos on vain lisännyt tätä kiinnostusta, etenkin luonnonkatastrofeja kohtaan. Tästä huolimatta ymmärrys, miten luonnonkatastrofit vaikuttavat jälleenvakuutusosalalla, on ollut suhteellisen heikkoa.

Tutkimus oli luonteeltaan kvantitatiivinen ja siinä pyrittiin etsimään vastauksia kahteen tutkimusongelmaan. Tutkimuksen tarkoitus oli selittää, miten luonnonkatastrofitapahtumien määrät ovat kehittäneet. Aineistona hyödynnettiin NatCatSERVICE-tietokannan tilastoidut lukumäärät luonnonkatastrofitapahtumista. Kehitystä arvioitiin korrelaatio- ja regressioanalyysin avulla ja kuvailevia tilastoja tutkimalla.

Luonnonkatastrofien kehityksen analysoinnin jälkeen tämän tutkimuksen toinen tarkoitus oli auttaa ymmärtämään, miten tämä kehitys on vaikuttanut globaalisti toimivan jälleenvakuutusyhtiön korvauskustannusten vaihteluun. Tutkimusaineistoon on kerätty sen selvittämiseksi myös jälleenvakuutusyhtiön vuosittaiset korvauskustannukset. Vaikutusta analysoitiin jälleen korrelaatio- ja regressioanalyysin avulla ja tuloksia vertailtiin globaalien vakuutettujen tappioiden kanssa tehtyyn vastaavaan analyysiin.

Tutkimustulosten perusteella luonnonkatastrofien lukumäärällinen kehitys on ollut nousevaa niin katastrofi-luokittain kuin eri maanosissa. Toisaalta katastrofaalisten luonnonkatastrofien kehitys on ollut maltillisempaa, eikä merkittävää nousua tässä muuttujassa näkynyt. Kuitenkin tutkimustulosten mukaan tämä luonnonkatastrofien lukumäärien kasvu ei ole vaikuttanut merkittävästi jälleenvakuuttajan korvauskustannusten kehitykseen. Yhteyttä korvauskustannusten kehityksellä ja katastrofien lukumäärän kasvua ei myöskään voinut selittää maantieteellisin eroin. Tulosten perusteella on syytä olettaa, että jälleenvakuutusosalalla pitkään toimiva yhtiö on pystynyt välttymään merkittävilta katastrofivahingoilta erilaisin riskienhallinnallisin keinoin.

Avainsanat: Luonnonkatastrofit, jälleenvakuutus, jälleenvakuutustoiminta, luonnonkatastrofien kehitys, luonnonkatastrofien vaikutus, ilmastonmuutos

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	3
1.1 Aihealueen esittely ja merkitys.....	3
1.2 Tutkielman tavoitteet, tutkimusongelmat ja rajaukset.....	4
1.3 Tutkimusmenetelmä ja –aineisto	6
1.4 Keskeiset käsitteet, kirjallisuus ja edeltävät tutkimukset.....	7
1.5 Teoreettinen viitekehys ja tutkielman rakenne	10
2 LUONNONKATASTROFIT JA ILMASTONMUUTOS	11
2.1 Riskin ja luonnonkatastrofin määritelmä.....	12
2.2 Luonnonkatastrofien erityispiirteitä.....	14
2.2.1 <i>Vahinkotapahtumien lisääntyminen</i>	14
2.2.2 <i>Katastrofietietokantojen ongelmat</i>	17
2.3 Merkittävien luonnonkatastrofien vaikutukset vakuutusyhtiöille.....	20
2.4 Ilmastomuutoksen vaikutukset vakuutuslalle	23
3 LUONNONKATASTROFIRISKIN JÄLLEENVAKUUTTAMINEN.....	28
3.1 Luonnonkatastrofiriskin vakuutuskelpoisuus	29
3.2 Jälleenvakuutuksen erityispiirteet.....	31
3.2.1 <i>Jälleenvakuutusmarkkinat</i>	31
3.2.2 <i>Jälleenvakuutuksen periaatteet</i>	32
3.2.3 <i>Jälleenvakuutus sopimukset</i>	34
3.3 Jälleenvakuuttamisen riskienhallinta	38
3.4 Riskin siirtäminen.....	40
4 NATCATSERVICE-TIETOKANTA	43
4.1 Tietokannan esittely.....	43
4.2 Luonnonkatastrofien luokittelu.....	44
4.2.1 <i>Geofysikaalinen katastrofi</i>	45
4.2.2 <i>Hydrologinen katastrofi</i>	47
4.2.3 <i>Meteorologinen katastrofi</i>	48
4.2.4 <i>Ilmastollinen katastrofi</i>	49
4.3 Vahinkokustannusten muodostaminen	49
5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA KESKEISET TULOKSET.....	51
5.1 Tutkimusaineiston kerääminen.....	52
5.2 Aineiston käsittely ja analysointi.....	53
5.2.1 <i>Korrelaatioanalyysi</i>	55
5.2.2 <i>Regressioanalyysi</i>	57
5.3 Tutkimusaineiston kuvaaminen.....	58
5.3.1 <i>Luonnonkatastrofit katastrofiluokittain</i>	59
5.3.2 <i>Luonnonkatastrofit maanosittain</i>	61
5.3.3 <i>Cat-luokka 4 asteiset luonnonkatastrofit</i>	63
5.3.4 <i>Vakuutetut tappiot ja korvauskustannukset</i>	65
5.4 Tutkimuksen keskeiset tulokset.....	67
5.4.1 <i>Luonnonkatastrofien kehitys</i>	68
5.4.2 <i>Luonnonkatastrofien kehitys vakuutettuihin tappioihin</i>	69
6 JOHTOPÄÄTELMÄT	71
6.1 Vastaukset tutkimusongelmiin	72
6.2 Johtopäätökset	74
6.3 Tutkielman arviointi	77

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO.....	81
LÄHDELUETTELO	82
LIITTEET 1.....	90

1 JOHDANTO

1.1 Aihealueen esittely ja merkitys

Vuonna 2004 Yhdysvaltojen toiseksi suurin kiinteistövakuutusien tarjoaja Allstate menetti 2 miljardia dollaria Floridassa tapahtuneiden myrskyjen vuoksi. Yhtiö vähensi tämän jälkeen alueella vakuutus sopimuksiensa määrää. Tilanne paheni silti seuraavana vuonna ja Allstate menetti vielä 4,7 miljardia dollaria. Myrskyjen seurauksena yhtiö purki yli 200 000 voimassaolutta vakuutus sopimusta Floridassa vuosina 2005–2006, ja nosti hintoja muualla maassa luonnonkatastrofien vuoksi. (Sturm & Oh 2010, 157–158) Samoihin aikoihin Floridan neljänneksi suurin vakuutusyhtiö Poe Financial ajautui konkurssiin (Born & Viscusi 2006, 2).

Luonnonkatastrofit ovat kautta aikojen herättäneet erityistä kiinnostusta aina Pompein kaatumisesta Fukushima reaktorionnettomuuteen. Kuitenkin viime vuosikymmenien aikana katastrofien välitön vaikutus on kohdistunut yhä useampiin ihmisiin. Lisäksi nykyaikaisten joukkotiedotusvälineiden jakamat uutiskertomukset ja kuvat tavoittavat yhteiskunnat ympäri maailman antaen ihmisille mahdollisuuden seurata ihmisten kärsimystä näistä tapahtumista lähes reaaliajassa. (Werner 2016, 248) The World Economic Forum totesi vuoden 2018 alussa äärimmäisten sääilmiöiden ja luonnonkatastrofien olevan merkittävimpiä maailmanlaajuisia riskejä seuraavan vuosikymmenen aikana (Martin 2018).

Historia on osoittanut, että sääolosuhteista johtuneet vahingot voivat viedä vakuutusyhtiöitä konkurssin partaalle, nostaa vakuutuksen hintoja ja vähentää vakuutus suojan saatavuutta näiden katastrofien varalta. Lisäksi epävarmuus sääolosuhteista johtuvien tappioiden tiheydestä, intensiteetistä ja alueellisesta jakautumisesta lisää vakuutus sektorin haavoittuvuutta ja vaikeuttaa sopeutustoimia. (Vellinga ym. 2001, 419)

Sen lisäksi, miten katastrofit nykyään havaitaan, on mahdollista, että tällaisten katastrofien todelliset syyt ovat ajan myötä muuttuneet. Globaali ilmastonmuutos johtuu pääosin päästöistä, joihin maailman eri alueet myötävaikuttavat vaihtelevassa määrin. (Werner 2016, 248) Ilmastonmuutoksen vaikutuksia voidaan nähdä kaikilla maapallon alueilla. Äärimmäiset sääilmiöt ja

sateet yleistyvät tietyillä alueilla, kun taas kuivuus ja rajut helleaallot esiintyvät toisaalla. (Euroopan Komissio 2018)

Ilmastonmuutos on kuitenkin antanut vakuutusyhtiöille myös uusia liiketoimintamahdollisuuksia, kuten erilaisten vahingontorjunta toimenpiteiden ja/tai palveluiden esittely sekä tarjoaminen (Lecomte & Mills 2006, 15). Esimerkiksi vuonna 2018 Kalifornian maastopalojen aikana American International Group Inc. ja Chubb Ltd. lähettivät asiantuntijaryhmiä ja entisiä palomiehiä ruiskuttamaan paloa hidastavia aineita koteihin. (Chiglinsky & Ballentine 2018) Wildfire Defense Systems on yksi Yhdysvaltojen suurimmista yksityisistä sammutuspalveluista ja se yhdistää paloturvallisuusneuvonnan liittovaltion sertifioimiin hälytyspalveluihin. (Wildfire Defense System 2020a) Globaalisti tunnettu vakuutusyhtiö Chubb on tehnyt sopimuksen WDS:n kanssa. Sopimukseen kuuluu, että WDS suorittaa asiakkaan pyynnöstä ilmaisen riskiarvioinnin tulipalon varalta ja suosittelee keinoja vähentää paloriskiä. Nettisivujen mukaan yhtiö auttaa myös Chubb vakuutusyhtiön asiakkaita mahdollisen palon lähestyessä ja palon aikana. (Wildfire Defense System 2020b)

On huomioitava, että globaaleja kriisejä ja katastrofeja tarkastelevien taloustieteilijöiden painopiste on keskittynyt enemmän ihmisten aiheuttamiin katastrofeihin. Etenkin finanssikriisi vahvisti tätä näkemystä katastrofeista. Aiheen monitahoinen tieto on pitkälti säilynyt vakuutusalan yritysten asiantuntijoiden, yritysjulkaisujen ja erikoislehdistöjen asiantuntijoilla. Kaikki nämä lähteet tarjoavat todisteita siitä, että jälleenvakuutuksella on ollut tärkeä rooli luonnonkatastrofien hallinnassa. Siitä huolimatta se, mitä jälleenvakuuttajat tosiasiallisesti tekevät, on yleensä jäänyt mysteeriksi. Lisätietoa on tullut saataville vasta viime vuosikymmeninä. (Werner 2016, 248–249) Kansainvälisessä kirjallisuudessa on havaittavissa puutetta, miten nimenomaan luonnonkatastrofitapahtumien kasvu on vaikuttanut jälleenvakuutusyhtiöihin. Kuten tässäkin johdannossa, kansainvälisten julkaisuiden esimerkit pohjautuvat luonnonkatastrofien vaikutuksista ensivakuuttajien toimintaan ja ilmastonmuutoksen taloudellisiin vaikutuksiin.

1.2 Tutkielman tavoitteet, tutkimusongelmat ja rajaukset

Tutkimuksen tavoitteena on selittää, miten luonnonkatastrofien lukumäärät ovat kehittyneet viime vuosikymmenien aikana. Selittävässä tutkimuksessa tutkijan on tarkoitus antaa selvityksensä avulla tutkitusta asiasta perusteltua lisätietoa tai esittää asian taustalla vaikuttavia syitä.

(Vilkkä 2007, 19) Tutkielman tavoitteena onkin selventää, miten katastrofitapahtumien lukumäärät ovat kehittyneet katastrofiluokittain ja maanosittain sekä katastrofaalisten luonnonkatastrofien ja vakuutettujen tappioiden osalta. Lisäksi tässä tutkimuksessa pyritään selittämään ja ymmärtämään, miten luonnonkatastrofien lukumäärällinen kehitys on vaikuttanut jälleenvakuuttajan korvauskustannusten vaihteluun. Tutkittavan aiheen moniulotteisuuden vuoksi tutkielmassa tavoitellaan myös aiheen ymmärtämistä akateemisen kirjallisuuden avulla.

Tutkimusongelmat on muotoiltu siten, että ne palvelevat mahdollisimman hyvin tutkielman tavoitetta. Tutkimusongelmiksi on muotoiltu seuraavat kysymykset:

1. Miten luonnonkatastrofitapahtumien lukumäärät ovat kehittyneet?
2. Miten luonnonkatastrofien lukumäärien kehitys on vaikuttanut suuren jälleenvakuuttajan korvauskustannuksiin?

Tutkielma on rajattu koskemaan Saksassa toimivaa ja globaalisti tunnettua Munich Re jälleenvakuutusyhtiötä. Perustelen rajausta sillä, että näin suurella jälleenvakuutusyhtiöllä löytyy tietotaitoa ja tarkempaa kokonaiskuvaa luonnonkatastrofien tuomiin riskeihin. Lisäksi globaalisti toimivan jälleenvakuutusyhtiön toimintaan vaikuttanevat erilaiset luonnonkatastrofityypit. Luonnollisesti Munich Re:n tunnusluvut ja taloudelliset tiedot ovat julkisesti saatavilla yhtiön nettisivuilta. Lisäksi yhtiö on erikseen vielä määritellyt luonnonkatastrofeista aiheutuneet vuosittaiset kustannukset, mikä puolestaan on olennaista tietoa tutkielman empiiriseen osuuteen. Munich Re on ollut yksi suurimmista toimijoista jälleenvakuutusmarkkinoilla, sijoittuen vuonna 2018 toiseksi suurimmaksi Swiss Re jälleenvakuutusyhtiön jälkeen (S&P Global 2019, 58). Vielä vuosi aiemmin yhtiö oli markkinoiden suurin, samoin kuin vuonna 2016 (S&P Global 2018, 70).

Tutkielman ensimmäiseen tutkimusongelmaan vastataan NatCatSERVICE-tietokannasta kerätyn aineiston perusteella. Tämän osalta tutkielman mittaushistoria on vuodet 1980–2018. Toiseen tutkimusongelmaan vastaaminen edellyttää mittaushistorian muuttamista. Tältä osin tutkielma rajautuu ajallisesti Munich Re:n korvauskustannusten mukaisesti. Mittaushistoriana ovat vuodet 1999–2018, sillä tältä ajalta tiedot olivat yhtiön nettisivuilta mahdollista kerätä. Tutkielman toiseen tutkimusongelmaan vastaamiseksi on kuitenkin tarkoitus etsiä yhteyksiä luonnonkatastrofitapahtumien ja Munich Re:n korvauskustannusten välillä, jolloin analyysin

ajallinen rajaaminen on tässä osuudessa tarpeen. Ajallinen rajaaminen on myös perusteltua ilmastomuutoksen kiihtymisellä. Viimeisimpien vuosikymmenien aikana luonnonkatastrofit ovat lisääntyneet ja tutkielman tarkoitus on selvittää, miten tämä on näkynyt jälleenvakuutusyhtiön korvauskustannusten kehityksessä.

1.3 Tutkimusmenetelmä ja –aineisto

Tutkimusaineisto huomioon ottaen tämä tutkielma toteutettiin kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen menetelmin. Kvantitatiivinen tutkimus etsii syysuhteita ja yleistysten avulla pyrkii ennustamaan, selittämään ja ymmärtämään (Hirsijärvi & Hurme 2011, 25). Kvantitatiiviselle tutkimukselle on yleistä suuri ja edustava otos sekä tulosten havainnollistaminen erilaisin taulukoin ja kuvioin. Tutkimuksen tarkoituksena on usein selvittää eri asioiden välistä riippuvuutta. Lisäksi tilastollisen päättelyn avulla aineistosta saatuja tuloksia pyritään yleistämään. (Heikkilä 2008, 16)

Kvantitatiivista tutkimus eroaa kvalitatiivisesta tutkimuksesta siinä, että ilmiötä pyritään kuvaamaan numeerisen tiedon pohjalta. Kun taas kvalitatiivisessa tutkimuksessa ilmiötä pyritään ymmärtämään niin sanotun pehmeän tiedon pohjalta. (Heikkilä 2008, 17) Kvantitatiivinen tutkimusote näin ollen toteutti parhaiten tutkimuksen tavoitteet, sillä tutkittavaa ilmiötä pyritään selittämään ja ymmärtämään numeerisen aineiston pohjalta. Huolellisesti toteutetun kvantitatiivisen tutkimuksen avulla voidaan samalla varmistaa tutkielman yleistettävyyttä, objektiivisuus ja luotettavuus.

Kasvava kiinnostus luonnonkatastrofeihin on saanut suuret globaalit jälleenvakuuttajat, kuten Swiss Re:n ja Munich Re:n, tarjoamaan näkemyksiään heidän toiminnastaan osana yhä ammatillisempaa yritysviestintää (Werner 2016, 249). Tämän tutkimuksen empiirisen osuuden aineisto koostuukin sekundäärisestä aineistosta, joita ovat jälleenvakuuttaja Munich Re:n vuosikertomukset, joista analyysiin on koottu vuosittaiset luonnonkatastrofeista aiheutuneet korvauskustannukset. Lisäksi NatCatSERVICE-tietokannasta on koottu vuosittaiset luonnonkatastrofitapahtumat katastrofiluokittain, maanosittain sekä katastrofaaliset luonnonkatastrofitapahtumat. Empiirisessä osuudessa hyödynnettiin myös tietokannasta saatuja vuosittaisia globaaleja vakuutettuja tappioita.

Tutkimusongelmiin pyrittiin vastaamaan edellisten muuttujien avulla. Vastauksia haettiin laskeamalla muuttujista erilaisia tunnuslukuja. Tutkimuksessa kaikki muuttujat ovat suhdeasteikollisia muuttujia, joista on mielekästä laskea myös lukujen suhteita. Koska toisessa tutkimusongelmassa pyritään ymmärtämään luonnonkatastrofien määrän kehityksen vaikutusta Munich Re:n korvauskustannuksiin, tarkastellaan tältä osin muuttujien välisiä riippuvuuksia korrelaatio- ja regressioanalyysin avulla.

1.4 Keskeiset käsitteet, kirjallisuus ja edeltävät tutkimukset

Tässä kappaleessa esitellään tämän tutkielman keskeisimmät käsitteet. Käsitteiden määrittelyn tarkoituksena on lisätä tutkielman ymmärrettävyyttä ja luettavuutta. Tämän tutkielman keskeiset käsitteet ovat luonnonkatastrofi, jälleenvakuuttaja, ensivakuuttaja, ART, taloudelliset- ja vakuutetut tappiot sekä suorat tappiot. Nämä käsitteet esiintyvät koko tutkielmassa useasti ja kauttaaltaan, jonka johdosta nämä on syytä esitellä. Loput käytettävät käsitteet määritellään tekstin ohessa. Seuraavaksi esitellään edellä mainitut käsitteet ja niiden selitykset.

Luonnonkatastrofi voidaan määritellä monin eri tavoin. Termi luonnonkatastrofi tarkoittaa luonnonvoimien aiheuttamaa tapahtumaa (Sigma 2018, 50). Taloudellisesta näkökulmasta se nähdään luonnon aiheuttamana tapahtumana, joka aiheuttaa häiriöitä talousjärjestelmän toiminnalle ja sillä on huomattava kielteinen vaikutus omaisuuteen, tuotantotekijöihin, tuotantoon, työllisyyteen tai kulutukseen (Hallegatte 2014, 9). Thornen (1984, 164) määritelmä mukailee tätä, mutta hän täsmentää, että luonnonkatastrofi aiheuttaa vahinkoa niin omaisuudelle kuin ihmishengillekin.

Kirjallisuudessa esiintyy usein termit luonnon aiheuttamat katastrofit ja ihmisten aiheuttamat katastrofit. Ihmisten aiheuttamia katastrofeja ovat erilaiset suuret tulipalot, räjähdykset, ilmailu- ja avaruuskatastrofit sekä erilaiset kulkuneuvo-onnettomuudet maalla ja merillä (Sigma 2018, 50). Tässä tutkimuksessa keskitytään kuitenkin ainoastaan luonnon aiheuttamiin katastrofeihin, joihin lukeutuvat muun muassa tulvat, myrskyt, kuivuus, lämpöaallot, metsäpalot ja tsunamit.

Cedentti on toinen nimitys *ensivakuuttajalle*. Ensivakuuttaja vakuuttaa yksityisten henkilöiden, yrityksiensä ja muiden organisaatioiden vakuutuskelpoisia riskejä. Ensivakuuttajaa voidaan kutsua vakuutusten vähittäiskaupaksi. (Järvinen & Ellola 2007, 8)

Jälleenvakuuttaja on yritys, joka tarjoaa taloudellista suojaa vakuutusyhtiöille. Jälleenvakuuttajat käsittelevät niitä riskejä, jotka ovat liian suuria ensivakuuttajille käsiteltäväksi yksinään. Jälleenvakuuttaja hyväksyy tämän riskin maksua vastaan. (Investopedia 2020) Jos ensivakuuttajaa voidaan kutsua vakuutusten vähittäiskaupaksi voisi jälleenvakuuttajaa kutsua vakuutusten tukkukaupaksi (Järvinen & Ellola 2007, 8).

ART -termi on lyhenne englannin kielen sanoista *alternative risk transfer* suomennettuna vaihtoehtoinen riskinsiirto. Termiä käytetään silloin, kun vakuutuksenantajat siirtävät erilaisia vakuutusriskejä pääomamarkkinoille käyttäen tiettyjä rahoitusvälineitä. Vakuutuksenantajat voivat siirtää myös muitakin riskejä kuin puhtaita taloudellisia riskejä. Erilaisia ART-instrumentteja ovat vakuutusriskin arvopaperistaminen, vakuutusjohdannaiset ja ehdollinen pääoma. (Önder 2013)

Taloudellisilla tappioilla tarkoitetaan kaikista suurista tapahtumista johtuvia taloudellisia tappioita, toisin sanoen rakennusten, infrastruktuurien ja muun omaisuuden vaurioita (Sigma 2018, 50). Munich Re määrittelee nämä koskemaan kaikkia fyysisiä ja/tai aineellisia menetyksiä ilmaistuna rahallisin arvioin (NatCatSERVICE 2018a, 4).

Vakuutetuiksi tappioiksi luetaan kaikki maksetut vakuutetut kustannukset vakuutusalaan kuuluvien liiketoiminta-alueiden kautta (NatCatSERVICE 2018a, 4). Munich Re määrittelee vakuutustappioiksi luonnontapahtumien aiheuttamien suorien vahinkojen vakuutusmaksut lukuun ottamatta vastuutappioita. Samoilla linjoilla on myös Swiss Re ilmoittaen, etteivät vastuuvakuutusta aiheutuneet tappiot lukeudu mukaan vakuutetuiksi tappioiksi samoin kuin henkivakuutuksesta aiheutuneet tappiot. (Sigma 2018, 50)

Suorat tappiot ovat fyysisen ilmiön välittömiä seurauksia, kuten voimakkaan tuulen, tulvan tai maanjäristyksen seuraus. Tyypillisiä esimerkkejä ovat tulvan aiheuttamat tuhot autoille ja teille, kattojen tuhoutuminen voimakkaan tuulen seurauksena sekä romahtaneista rakennuksista aiheutuneet loukkautumiset ja kuolemat. (Hallegatte 2014, 11)

Luonnonkatastrofit ovat kiinnostaneet kautta ajan ja näistä löytyy paljon kirjallisuutta. Muun muassa Alexander David on kirjoittanut kirjan luonnonkatastrofeista vuonna 2001, joka on kattava yleiskatsaus luonnonkatastrofien fyysisiin, teknologisiin ja sosiaalisiin osiin. Koska tässä

tutkimuksessa selitetään luonnonkatastrofien vaikutuksia jälleenvakuutustoimintaan, hyödynnettiin teoriaosuudessa myös Stéphane Hallegatten vuonna 2014 kirjoitettua kirjaa luonnonkatastrofeista. Kirja on kirjoitettu taloudellisesta näkökulmasta, joka oli luonnollisesti tähän tutkielmaan hyödyllinen.

Ilmastonmuutos on tällä hetkellä hyvin ajankohtainen aihe, sillä hallitustenvälinen ilmastopaneeli IPCC julkaisi lokakuussa 2018 Global Warming of 1,5 °C –erikoisraportin, joka on herättänyt keskustelua ilmastonmuutoksesta kansainvälisesti. IPCC valmistelee ilmastonmuutosraportteja tutkijaryhmissä ilmastopoliittisen päätöksenteon tueksi. IPCC ei kuitenkaan anna ilmastopoliittisia vaihtoehtoja, vaan analysoi ja kokoaa yhteen olemassa olevaa tieteellistä tietoa. IPCC raportit ovat yleisiä lähteitä muiden tutkijoiden tutkimuksissa liittyen luonnonkatastrofeihin ja ilmastonmuutoksen vaikutukseen ja näin ollen perusteltu lähde myös tässäkin tutkielmassa.

Ilmastonmuutoksen vaikutusta vakuutusosalalla on tutkinut paljon yhdysvaltalainen Evan Mills. Mills on julkaissut useita tutkimuksia aiheeseen liittyen, joita on myös tässäkin tutkielmassa hyödynnetty. Muun muassa vuonna 2005 Mills julkaisi tutkimuksen Insurance in a Climate of Change, jossa selitettiin ilmastonmuutoksen vaikutuksia vakuutusten hinnoitteluun ja saatavuuteen. Vuonna 2003 Mills julkaisi tutkimuksen, jossa tutkittiin ilmastonmuutoksen vaikutuksia vakuutus- ja rakennusosalalla. Tutkimuksessa esiteltiin esimerkiksi ilmastonmuutoksen tuomia mahdollisuuksia vakuutusosalalle.

Kunreuther ja Michel-Kerjan (2007) ovat myös tutkineet ilmastonmuutoksen vaikutusta vakuutusosalalla ja suurten mittakaavan katastrofien vakuutuskelpoisuutta. Heidän tutkimuksensa keskittyy erityisesti ilmastonmuutoksesta aiheutuvaan epävarmuuteen ja vakuutuskelpoisuuteen. Lisäksi tutkimuksessa keskitytään siihen, millaisia haasteita vakuutussektori kohtaa ilmastonmuutoksen myötä ja miten se vaikuttaa heidän riskienhallintansa strategioihin.

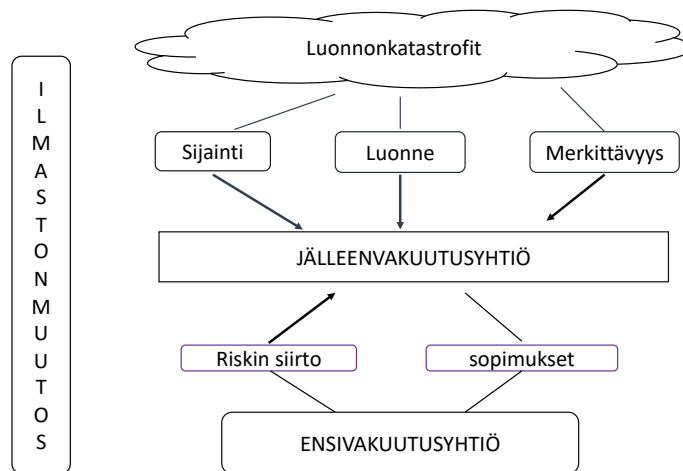
Edellä esitellyt tutkimukset ovat keskittyneet enemmän ilmastonmuutoksen vaikutuksiin vakuutusosalalla yleisesti. Tutkimuksia oli paljon rajallisemmin löydettävissä juuri luonnonkatastrofien vaikutuksista jälleenvakuutusosalalle. Welf Werner on yksi näistä tutkijoista, joka on tutkinut luonnonkatastrofien yhteyttä jälleenvakuutusmarkkinoilla sekä jälleenvakuuttajien roolia luonnonkatastrofien vakuuttajana ja pystyvätkö jälleenvakuuttajat säilyttämään roolinsa suur-

ten tappioiden aiheuttamien katastrofien asiantuntijoina. Wernerin tutkimuksen keskeisinä lähteinä ovat jälleenvakuuttaja Swiss Re:n vuosittaiset Sigma julkaisut luonnon- ja ihmisten aiheuttamista katastrofeista. Sigman julkaisuja hyödynnettiin myös tässä tutkielmassa Wernerin tutkimuksen ohella.

1.5 Teoreettinen viitekehys ja tutkielman rakenne

Uusitalon (2001, 41–43) mukaan teoria tarkoittaa aikaisempaa tieteellistä keskustelua kohdeilmiöstä. Teorian käsitettä voidaan käyttää myös viittamaan tutkimuksen teoreettista viitekehystä, jonka tarkoituksena on esittää tarkasteltavan kohdeilmiön. Viitekehysten tavoitteena on määrittellä tutkimuksen oma näkökulma, sillä jokaista tutkimusta on mahdollista tarkastella erilaisin näkökulmin. (Uusitalo 2001, 41–43)

Seuraavalla sivulla on esitelty tutkielman teoreettinen viitekehys kuviossa 1. Kuvion tarkoituksena on havainnollistaa, miten teoriassa esitellyt aiheet linkittyvät toisiinsa. Kuvion keskellä ”jälleenvakuutusyhtiö” kuvaa tutkielman aihetta ja sen keskeistä näkökulmaa. Kuviossa on tarkennettu luonnonkatastrofien erityispiirteitä, joiden vaikutuksia jälleenvakuutuksen korvauskustannuksiin tutkitaan. Teoriaosuudessa esitellään myös ilmastonmuutoksen vaikuttavat tekijät sekä jälleenvakuutustoimintaa. Tämän vuoksi kuviossa on nähtävissä taustalla myös laatikot ilmastonmuutokselle ja ensivakuutusyhtiölle.



Kuvio 1 Teoreettinen viitekehys

Tämä pro gradu tutkielma koostuu kuudesta pääluvusta. Johdannossa esitellään tutkielman aihe, tutkielman tavoite ja tutkimusongelmat sekä rajaukset. Lisäksi johdannossa tutustutaan aikaisempiin tutkimuksiin aiheesta, esitellään tutkielman kannalta keskeisimmät käsitteet ja tutkimusmenetelmät. Johdantoluvun jälkeen avataan aiheeseen liittyvää teoriaa, joista ensimmäiseksi keskityttiin luonnonkatastrofien piirteisiin ja vaikutuksiin sekä ilmastonmuutokseen. Toisessa teorialuvussa tutustutaan jälleenvakuuttamiseen ja sen riskeihin ja riskienhallintaan.

Teorialukujen jälkeen tullaan empiriassa esittelemään kerätty aineisto ja siihen pohjautuvat tilastolliset tutkimukset sekä niiden analysointi. Päätelmät -luvussa esitetään vastaukset tutkimusongelmiin, arvioidaan tutkielmaa ja esitetään jatkotutkimusehdotuksia.

2 LUONNONKATASTROFIT JA ILMASTONMUUTOS

Tämän luvun tarkoituksena on luoda kuva luonnonkatastrofien ja ilmastonmuutoksen merkityksestä vakuutuslalla. Tätä ennen on syytä määritellä riskin ja luonnonkatastrofin käsitteet, jonka jälkeen tarkastellaan luonnonkatastrofien erityispiirteitä. Tutkimuksen kannalta on olen-

naista esitellä merkittävien luonnonkatastrofien aiheuttamia vaikutuksia vakuutusyhtiöiden toimintaan. Luvun lopuksi tarkastellaan vielä, millaisena uhkana vakuutusala näkee ilmastonmuutoksen ja millaisia uusia liiketoimintamahdollisuuksia siitä voisi seurata.

2.1 Riskin ja luonnonkatastrofin määritelmä

Puhuttaessa luonnonkatastrofeista on syytä esitellä myös riskin käsite. Riskistä löytyy terminä monenlaisia määritelmiä niin liike-elämästä kuin ihmisten normaalista arkielämästä. Yleisellä tasolla sanaa riski käytetään kuvaamaan sitä vaaraa ja epätietoisuutta, joka liittyy onnettomuuden mahdollisuuteen (Kuusela & Ollikainen 2005, 16). Itse termi riski muodostuu latinankielisestä sanasta *risicare*, jolla tarkoitetaan karia tai karikon kiertämistä (Järvinen & Ellola 2007, 19)

Vaughan (1997, 8) on määritellyt riskin olosuhteeksi, jossa tapahtuman lopputulos poikkeaa toivotusta tai odotetusta lopputuloksesta sekä siihen liittyvästä tappion mahdollisuudesta ja uhka menettämisestä. Epävarmuus on myös yksi riskiin läheisesti liitetty ominaisuus. Riski voidaan nähdä ei-toivottuna tapahtumana, joka ei ole mahdoton eikä varma. (Koskinen 2018, 11) Kuuselan ja Ollikaisen (2005, 16–17) mukaan vakuutusmielessä riskissä on kyse tapahtumista, jotka voivat kohdata ihmisten tai yritysten joukkoa sekä niitä arvoja ja pääomia, joita tuo joukko omistaa. Toteutuessaan riski voi olla lähes minkä tahansa arvon menetys, esimerkiksi rahallinen, terveydellinen, yhteyskunnallinen tai ympäristöllinen arvo. (Kuusela & Ollikainen 2005, 16–17)

Riskin määrittelyssä on tarkasteltava epätoivotun seurauksen todennäköisyyttä ja haitallisuutta. Riski realisoituu yleensä henkilön altistuttua vaaralle, joka voi olla vapaaehtoista tai pakonomaista. Esimerkiksi tupakoimalla ihminen altistuu vaaralle vapaaehtoisesti. Kun taas luonnonkatastrofeissa vaaralle altistuminen on henkilölle pakonomaista. Henkilön riskikokemukseen vaikuttavat riskin hallittavuus ja rajoitettavuus sekä henkilön arviointikyky, henkilökohtaiset ominaisuudet ja vapaaehtoisuus. Riskit ovat kuitenkin tilannesidonnaisia ja riskiarviot muuttuvat sekä ajan että paikan myötä. (Kuusela & Ollikainen 2005, 17–18, 29)

Todennäköisyyslaskenta ja siihen liittyvät mallit ovat riskien arvioinnin lähtökohtia. Todennäköisyyslaskenta perustuu oletukselle, jossa vahingot ja epävarmuus ovat mittauksille tai mallinnuksille mahdollisia. Tämä tuo mahdolliseksi sitovien sopimuksien edellyttävän luotettavuuden ja tarkkuuden riskiarvioinneissa. (Koskinen 2018, 12; Redja & McNamara 2014, 40–42)

Riskejä voidaan luokitella monin eri tavoin. Yksi luokittelutapa on jako dynaamisiin ja staattisiin riskeihin. Dynaamiset riskit muuttuvat olosuhteiden ja suhdanteiden mukaan. Yksi esimerkki dynaamisista riskeistä on liikeriski, koska niistä voi seurata sekä voittoa että tappiota. Riskinoton määrää säätämällä on mahdollista vaikuttaa dynaamisiin riskeihin. Näiden ennakointi on kuitenkin vaikeampaa kuin staattisten riskien. (Kuusela & Ollikainen 2005, 33)

Staattisista riskeistä ei voi seurata voittoa, vaan ainoastaan menetyksiä. Staattiset riskit ovat yksilön tai yrityksen tahdosta riippumattomia, eivätkä näin ollen hyödytä ketään. Näiden riskien toteutumisen todennäköisyyden arviointi on kuitenkin dynaamisiin riskeihin verrattuna helpompaa, ja riskit on mahdollista siirtää maksua vastaan vakuutusyhtiöiden kannettavaksi. Staattisia riskejä kutsutaankin puhtaiksi riskeiksi, jotka ovat vakuutuskelpoisia. Näitä riskejä ovat muun muassa vastuu- ja riippuvuusriskit sekä omaisuus- ja henkilöriskit. (Kuusela & Ollikainen 2005, 34)

Kuten riskille, myös luonnonkatastrofille löytyy useita erilaisia määritelmiä. Taloudellisesta näkökulmasta luonnonkatastrofi voidaan määritellä luonnontapahtumaksi, joka aiheuttaa häiriöitä talousjärjestelmän toiminnalle, ja jolla on huomattava kielteinen vaikutus omaisuuteen, tuotantotekijöihin, tuotantoon, työllisyyteen tai kulutukseen (Hallegatte 2014, 9). Nigel J. Thorne (1984, 164) määrittelee luonnonkatastrofin äkilliseksi, vakavaksi ja odottamattomaksi luonnon aiheuttamaksi onnettomuudeksi, joka aiheuttaa vahinkoa omaisuudelle ja/tai ihmishengen menetyksiä. Turnerin (1976, 755–756) määritelmän mukaan luonnonkatastrofi on tapahtuma, joka on keskittynyt tiettyyn aikaan ja paikkaan aiheuttaen ei-toivottua tuhoa yhteiskunnalle. Turnerin määritelmän täsmentääkin, että tällainen katastrofi aiheuttaa tuhoa niistä varotoimista huolimatta, joita oli pidetty yleisesti hyväksyttävänä. (Turner 1976, 755–756)

David Alexander (2001, 4) on koonnut yhteen neljä erilaista määritelmää luonnonkatastrofille: 1. Luonnossa esiintyvä tai ihmisen aiheuttama geologinen tila tai ilmiö, joka aiheuttaa riskin tai on mahdollinen vaara elämälle tai omaisuudelle (American Geological Institute 1984).

2. Tapa, jolla ihmiset ja luonto ovat vuorovaikutuksessa ihmisten mukautuessa jatkuvasti luonnon tilaan ja sen tapahtumiin (White 1973).
3. Ne fyysisen ympäristön elementit, jotka ovat ihmiselle haitallisia, ja jotka ovat hänelle ulkopuolisten voimien aiheuttamia (Burton & Kates 1964).
4. Tapahtuman todennäköisyys tietyn ajan kuluessa ja tietyllä alueella, joka aiheuttaa mahdollisesti vahinkoa. (UNDRO 1982).

Näistä määritelmistä on selvää, että luonnonkatastrofilla on tekemistä fyysisen tapahtuman kanssa, joka vaikuttaa ihmisiin ja heidän ympäristöönsä. Ellei tätä yhteyttä ilmene, ei vaaraa tai katastrofia tapahdu. Vaara liittyy oleellisesti ihmisväestöön, joka joutuu vaaraan geofysikaalisten tapahtumien vuoksi. (Alexander 2001, 4) Myös Blaikien, Cannonin, Davisin & Wisnerin (2003, 49) mukaan katastrofin määritelmässä on huomioitava niin sosiaalinen haavoittuvuus kuin luonnonkatastrofin aiheuttama fyysinen uhka. Katastrofit ovat seurausta näiden molempien vuorovaikutuksesta. Heidän mukaansa vaarallista tapahtumaa ei voida luokitella katastrofiksi, mikäli se ei aiheuta vahinkoa. Vaara viittaa tässä merkityksessä luonnon aiheuttamiin tapahtumiin, jonka vaikutukset näkyvät eri alueilla yksittäisenä tapahtumana tai yhdistelmänä useita tapahtumia. Katastrofilla tarkoitetaan joko ihmisille ja/tai yhteiskunnalle sattuvaa vahinkoa, joka häiritsee heidän elinkeinojärjestelmäänsä siten, että elpyminen on epätodennäköistä ilman ulkopuolista apua.

Yksinkertainen tapa katastrofin mallintamiselle on määritellä sille numeraaliset vähimmäisvaatimukset, jolloin määritelmään sisältyy edellä mainittu vaara. (Alexander 2001, 4) Seuraavassa kappaleessa esitellään tarkemmin katastrofin mallintaminen ja niiden erot sekä sen tuomat ongelmat. Ennen tätä tutustutaan lyhyesti vahinkotapahtumien kehitykseen.

2.2 Luonnonkatastrofien erityispiirteitä

2.2.1 Vahinkotapahtumien lisääntyminen

Maailmanlaajuisesti katastrofiriski on kasvanut useimpien katastrofiluokkien osalta, mutta taloudellisten vahinkojen osalta riski on kasvanut nopeammin kuin henkilövahinkojen osalta (United Nations 2009, 5). Viime vuosikymmenen aikana onkin nähty valtava kasvu luonnonkatastrofeista aiheutuneiden taloudellisten vahinkojen osalta. Vuodesta 1987 lähtien yli 360

säätapauhtumaa Yhdysvalloissa on tuottanut yli 5 miljoonan tappiot, kuten vuosien 1988–1989 kuivuus, jossa tappiot nousivat 39 miljardiin dollariin. Säästä johtuvien vakuutettujen katastrofitappioiden kustannukset ovat kasvaneet tasaisesti 1950-luvun alun 25 miljoonasta dollarista vuodessa yli 5 miljardiin dollariin vuodessa 1990-luvulla. (Changnon ym. 2000, 437) Vuonna 2019 vakuutetut katastrofitappiot nousivat 71 miljardiin dollariin, mikä oli kuitenkin huomattavasti vähemmän verraten vuoden 2017 ennätystappioita, eli 157 miljardia dollaria. (Aon Benfield 2019, 7)

Viimeisintä vuosikymmentä 2010–2019 on kutsuttu kalleimmaksi vuosikymmeneksi, kun tarkastellaan luonnonkatastrofeista aiheutuneita kokonaiskustannuksia nimellis- ja inflaatiokorjatuin luvuin. Suorien taloudellisten tappioiden kokonaismäärä tällä vuosikymmenellä oli 2,98 biljoonaa dollaria, mikä oli 1,1 biljoonaa dollaria enemmän kuin edellisen vuosikymmenen aikana. Alueellisesti Aasian ja Tyynenmeren osuus tästä oli 44 prosenttia ja Yhdysvallat olivat toisena merkittävien hurrikaanivahinkojen vuoksi. Ennätyksellinen vuosikymmen taloudellisten kokonaistappioiden osalta tarkoittaa myös ennätyksellisiä vakuutettuja tappioita. Yksityiset ja julkiset vakuutuslaitokset maksoivat vuosikymmenen aikana 845 miljardin dollarin edestä vahingonkorvauksia. Erotus on suuri kokonaistappioiden ja vakuutettujen tappioiden välillä ja vuosikymmen nosti jälleen esille kuilun näiden vahinkojen välille. Aasia oli kaikista haavoituvuin tämän suhteen, sillä vain 12 prosenttia taloudellisista kokonaistappioista olivat vakuutettu. Myös Latinalaisessa Amerikassa ja Afrikassa on edelleen merkittävä vaje vakuutussuojassa. Tämä tarkoittaaakin, että useimmissa suurissa katastrofitilanteissa suurin osuus vahingoista on vakuuttamattomia. (Aon Benfield 2019, 12)

Hallitusten välinen ilmastonmuutospaneeli IPCC on vahvistanut, että ihmisen aiheuttama maapallon lämpeneminen saavutti suunnilleen 1 asteen rajan vuonna 2017. Maapallon lämpötilaa verrataan tässä tutkimuksessa esiteolliseen aikaan 1850–1900. Ilmastonlämpenemisen on jo todettu aiheuttaneen useita muutoksia ilmastojärjestelmässä. (IPCC 2018a, 6) Esimerkiksi neljännen luokan trooppisten syklonien esiintymistiheys on lisääntynyt lämpiminä vuosina. YK:n kertomuksen mukaan 1 asteen meren lämpötilan nousu kasvattaisi 31 prosentilla neljännen ja viidennen luokan myrskyjen esiintymistä. (UN-ISDR 2009, 53) Arvio on yhdenmukainen IPCC neljännen arviointikertomuksen kanssa (IPCC 2007, 795), jonka mukaan trooppiset syklonit, hurrikaanit ja taifuunit todennäköisesti kiihtyvät merenpinnan lämpötilan noustessa. Voimakaiden trooppisten syklonien seurauksena ovat kasvaneet myös taloudelliset kustannukset.

Trooppisten syklonien aiheuttamat taloudelliset kustannukset ovat olleet suurimmat 2000-luvulla. Myös vaikeista sääolosuhteista aiheutuneet kustannukset ovat jatkaneet tasaista kasvua 2000-luvulla. (Aon Benfield 2019, 8) Esimerkiksi vuonna 2017 noin 93 prosenttia kaikista luonnonkatastrofivahingoista olivat sääolosuhteisiin liittyviä katastrofeja. Meteorologisten tapahtumien keskimääräinen pitkän aikavälin keskiarvo on ollut noin 41 prosenttia kaikista luonnonkatastrofitapahtumista. Vuonna 2017 meteorologisia tapahtumia oli kokonaisuudessaan 81 prosenttia kaikista vahingoista, joka on merkittävä poikkeama keskiarvosta. Huomionarvoista on, että tulvien ja ilmastollisten tapahtumien osuus tappioista oli vain 8 prosenttia ja geofysikaalisten tapahtumien 3 prosenttia. (Löw 2018)

Tätä taustaa vasten ei ole yllättävää, että Munich Re on havainnut suurten sääkatastrofien todellisten kustannusten jatkuvan nousun vuodesta 1950 (Dlugolecki 2008, 76; UNEP FI 2006). Vakuutettuja vahinkoja koskevat tilastotiedot ovat yksi parhaimmista pitkän aikavälin tietokannoista, koskien sääolosuhteista aiheutuneita vahinkoja. Näitä ei kuitenkaan voida ottaa huomioon sellaisenaan, vaan niihin on tehtävä useita muokkauksia vastatakseen esimerkiksi inflaation, kiinteistön arvon, maan arvon ja varallisuuden tuomiin muutoksiin. Changnonin (2000, 438) mukaan, kun 1990-luvun luonnonkatastrofin kustannukset on mukautettu vastaamaan edellä mainittuja muutoksia, olivat kustannukset vain 12 miljoonaa korkeammat verrattuna tappioiden keskiarvoon viimeisen 40 vuoden aikana. Tulos paljastaa, ettei luonnonkatastrofien voimakkuus ole muuttunut merkittävästi. (Changnon ym. 2000, 438–440)

Äärimmäisten sääilmiöiden aiheuttamien tappioiden kehityssuuntauksien syyksi voidaan katsoa olevan yhteiskunnalliset tekijät, kun luonnonkatastrofeista saatuja tietoja, etenkin hirmumyrskyjen osalta, verrataan dollarin todelliseen kehitykseen sekä sijainteihin, joissa tappiot ovat eniten kasvaneet. 1940-luvun lopulta lähtien koottujen historiallisten vahinkotietojen mukautukset ovat osoittaneet, että kasvavien taloudellisten tappioiden taustalla on yhteiskunnalliset muutokset, jotka johtavat jatkuvasti kasvavaan herkkyyteen äärimmäisille sääolosuhteille. Kun tarkastellaan suurimpien vahinkojen maantieteellisiä sijainteja, on havaittavissa, että väestönkasvu ja väestörakenteen muutokset ovat tärkeitä tekijöitä kasvavien vahinkokustannusten taustalla. (Changnon ym. 2000; 437, 440)

Vuonna 1950 kaupungeissa asui noin 2,5 miljardia ihmistä, eli noin 30 prosenttia maailman väestöstä. (Kunreuther & Michel-Kerjan 2007, 11) Yhdistyneiden kansakuntien mukaan 55 prosenttia väestöstä asui kaupunkialueilla vuonna 2018. Ennusteiden mukaan vuoteen 2050

mennessä luku tulee nousemaan 68 prosenttiin. Kasvusta lähes 90 prosenttia tapahtuu Aasiassa ja Afrikassa. (United Nations 2018) Suora seuraus tälle on luonnollisesti suurkaupunkien lisääntyminen. Vuonna 1950 New York oli ainoa megakaupunki ja vuonna 1990 tällaisia kaupunkeja oli 12 (Kunreuther & Michel-Kerjan 2007, 11). Vuonna 2018 maailmassa oli 33 megakaupunkia ja YK:n ennusteiden mukaan vuoteen 2030 mennessä näitä ennustetaan olevan 43 (United Nations 2018). Voidaankin todeta, että väestönkasvulla ja väestörakenteen muutoksilla on osuutensa äärimmäisistä sääolosuhteista johtuvien kustannusten kasvussa, eikä tämä kasvu johdu yksinomaan sääolosuhteiden voimakkuuden kasvusta. (Changnon ym. 2000, 441)

2.2.2 Katastrofitietokantojen ongelmat

Luonnonkatastrofivahinkoja tilastoivat laitokset määrittävät luonnonkatastrofin erilaisin kriteerein (Wirtz, Kron, Löw & Steuer 2014, 137). Yhdysvalloissa Insurance Information Institute määrittää katastrofiksi sellaisen tapahtuman, joka aiheuttaa vähintään 25 miljoonan dollarin korvattavat vahingot (Skipper & Kwon 2007, 110–111). Swiss Re jälleenvakuutusyhtiö määrittää vakuutustapahtuman katastrofiksi, mikäli se ylittää yhden seuraavista kolmesta tasoista; vakuutetut vahingot, taloudelliset vahingot ja henkilövahingot. Vakuutetut vahingot on jaettu kolmeen alakategoriaan: merivakuutus vahinko, lentovakuutus vahinko tai muu vahinko. Swiss Re:n kriteerit katastrofille on nähtävissä taulukossa 1. (Sigma 2018, 2)

Vakuutetut vahingot	
Merivakuutus vahinko	20.3 milj. \$
Lentovakuutus vahinko	40.7 milj \$
Muu vahinko	50.5 milj \$
<i>tai taloudelliset vahingot</i>	101 milj \$
<i>tai henkilövahingot</i>	
kuollut tai kadonnut	20
haavoittunut	50
koditon	2000

Taulukko 1 Jälleenvakuutusyhtiö Swiss Re:n katastrofien luokittelu (mukailten Sigma 2018, 2)

Katastrofien epidemiologian tutkimuskeskus CRED määrittelee katastrofin tilanteeksi tai tapahtumaksi, joka ylittää paikallisen kapasiteetin. Tämä edellyttää ulkoisen avun pyytämistä

kansalliselta tai kansainväliseltä tasolta. Katastrofi on odottamaton ja usein äkillinen tapahtuma, joka aiheuttaa suurta vahinkoa, tuhoa ja inhimillistä kärsimystä. Jotta katastrofi voidaan syöttää tietokantaan, on sen täytettävä vähintään yksi seuraavista kriteereistä: 10 tai useamman on ilmoitettu kuolleen, 100 tai useampi henkilö loukkaantunut, hätätilan julistaminen ja kansainvälisen avun pyytäminen. (Below ym. 2009, 17) Hätätilojen tietokanta EM-DAT on kansainvälinen ja avoimesti saatavilla oleva tietokanta, joka erottaa katastrofit kahteen luokkaan: luonnonkatastrofit ja teknologiakatastrofit. Luonnonkatastrofit on jaettu viiteen alaryhmään: geofysikaaliset, meteorologiset, hydrologiset, ilmastolliset ja biologiset. (EM-DAT 2019)

Munich Re jälleenvakuutusyhtiön NatCatSERVICE-tietokanta luokittelee vahinkotapahtuman katastrofiksi heti, kun siitä on aiheutunut ihmiselle haittaa. Taulukosta 2 on nähtävissä yhtiön luokittelevan tapahtumat asteikolla 0 = marginaali ja 4 = katastrofaalinen. Tilastollisia analyysia varten yhtiö sallii vain Cat-luokan 1–4 asteiset vahingot. Katastrofien luokittelussa on huomioituna katastrofialueen maan tuloluokka Maailman Pankin tietojen mukaan. (NatCatSERVICE 2018a, 13) Taulukosta 2 käy ilmi, että alhaisen tuloluokan maissa katastrofi luokiteltaisiin isommaksi kuin korkeamman tuloluokan maassa. Esimerkiksi, jos luonnonkatastrofi aiheuttaa vahinkoja 10 miljoonan dollarin edestä, luokiteltaisiin se alhaisen tuloluokan maassa suureksi (cat-luokka 3) katastrofiksi. Vastaavasti luonnonkatastrofi, joka aiheuttaisi saman 10 miljoonan dollarin vahingot korkean tuloluokan maassa, tilastoitaisiin katastrofi pieneksi (cat-luokka 1) vahingoksi.

Taloudellisten tappioiden normalisointi					
milj. \$					
	marginaalinen	pieni	keskisuuri	suuri	katastrofaalinen
Cat-luokka	0	1	2	3	4
Tuloluokka korkea	0	3	30	300	3000 <
Tuloluokka ylempi keskiosa	0	1	10	100	1000 <
Tuloluokka alempi keskiosa	0	0.3	3	30	300 <
Tuloluokka matala	0	0.1	1	10	100 <
Kuolemat	0	1	10	100	1000 <

Taulukko 2 Jälleenvakuutusyhtiö Munich Re katastrofien luokittelu (mukailten NatCatSERVICE 2018a, 13)

Nykyisiä ja historiallisia vahinkotietoja luonnonkatastrofeista voidaan hyödyntää useisiin erilaisiin analyysihin ja muihin tarkoituksiin. Vahinkotietoja pyytävät lukuisat tieteelliset laitokset, tutkijat, valtion virastot, YK:n ja EU:n järjestöt sekä vakuutus- ja rahoitusalat. Rahoitus- ja vakuutussektorit käyttävät vahinkotietoja riskianalyyysien tekemiseen ja riskinsiirtotuotteiden

kehittämiseen. Lisäksi tilastotiedot mahdollistavat maailmanlaajuisten tai alueellisten suuntausten tunnistamisen luonnonkatastrofien osalta ja näitä tietoja voidaan hyödyntää tappioiden ehkäisemiseen. Ihannetapauksessa jokaisella maalla olisi oma kansallinen tietokanta luonnonkatastrofeista. Tällä hetkellä kattavia tietokantoja on kuitenkin vain muutamissa maissa ja niitä käytetään usein valtion valvonnassa, tosin yksityisten tai valtiosta riippumattomien laitosten aloitteesta. Esimerkiksi vuoden 2004 tsunamin jälkeen alueen valtiot totesivat, ettei luotettavia ja järjestelmällisesti kerättyjä historiallisia vahinkotietoja ollut saatavilla. Tämän seurauksena kansallisia luonnonkatastrofitapahtumia kerääviä tietokantoja alettiin kehittää alueella. (Wirtz ym. 2014; 136, 139)

Kansallisten ja alueellisten tietokantojen saatavuus herättää seuraavan kysymyksen: Missä määrin tietokantojen tietoja voidaan koota tai analysoida suhteessa toisiinsa? Ensinnäkin kansallisten vahinkotapahtumien tietokannat ovat eri pituisia, kuten esimerkiksi Floridan alueen tapahtumat on tilastoitu aina vuoteen 2001, kun taas Indonesian ja Sri Lankan kansalliset tietokannat ovat tilastoitu vuosiin 2008 ja 2007 asti. Toinen ongelma on, että samoja luonnonkatastrofivaaroja kutsutaan eri nimityksin. Esimerkiksi Floridassa vaarat on luokiteltu: myrsky, voimakas tuuli, hurrikaani ja tornado. Kun taas Sri Lankassa nämä on nimetty: gale, myrsky, voimakas tuuli, tornado ja sykloni. (Wirtz ym. 2014, 139)

Yksi suurimmista haasteista katastrofien luokittelussa on voittaa niiden rajoitteet koskien katastrofistandardeja ja määritelmiä, jotka johtavat vaihtelevaan luotettavuuteen sekä huonoon yhteensopivuuteen muiden tietokantojen kesken (Below ym. 2009, 1). Edellä esitellyn pohdinnan seurauksena CRED ja Munich Re tekivät yhteistyötä, jonka tavoitteena oli toteuttaa yhteinen katastrofiluokittelu ja terminologia vaarallisille tapahtumille tietokantoja varten vuonna 2007. Tätä yhteistä luokitusta kehitti useat asiantuntijat ja työryhmät CRED:stä, Munich Re:stä, Swiss Re:stä sekä Aasian katastrofien vähentämiskeskuksesta (ADRC) kuin myös YK:n kehitysohjelmasta (UNDP). Tuloksena on kansainvälisesti tunnustettu katastrofiluokan luokittelu ja vaarallisten tapahtumien terminologi, joka on tärkeä askel kansainvälisten standardien kehittämiseen. Luokittelu erottaa kaksi yleistä katastrofiluokkaa: luonnonkatastrofit ja tekniset katastrofit. Luonnonkatastrofiluokka on jaettu kuuteen katastrofiryhmään: biologiset, geofysikaaliset, ilmastolliset, hydrologiset, meteorologiset ja avaruudelliset, joista kukin on jaettu vielä alaryhmiin. (Wirtz ym. 2014, 140 ja Below ym. 2001, 4) Esimerkiksi NatCatSERVICE hyödyntää kyseistä luokittelua muutoin, mutta biologiset luonnonkatastrofit ja maapallon ulkopuoliset katastrofit eivät ole tässä mukana. (NatCatSERVICE 2018a, 5)

Viime vuosien myötä on tullut paljon helpommaksi koota luonnonkatastrofeista tietoja lähinnä internetin vuoksi. Samalla on tullut entistä tärkeämmäksi vahvistaa, että lähteet ovat vankat ja luotettavat. Ensiluokkaisista lähteistä huolimatta analyysimenetelmä voi kuitenkin sisältää runsaan määrän ongelmia. Tyypillisimpiä haasteita ovat: virheellinen raportointi, virheellisten muutokertoimien käyttö ja onnettomuuksien kaksinkertainen laskeminen. Tällaisia tietoja kopioidaan ja levitetään usein. Siksi tietokantaoperaattoreiden on testattava saatujen lukujen laatu. Esimerkiksi NatCatSERVICE tarkistaa mainittujen lähteiden laadun ja lukumäärän sekä vahinkojen luotettavuuden ja tapahtuman kuvauksen. Laadunvalvontaa varten on kehitetty erilainen arviointijärjestelmä. Mikäli tieto ei saavuta tarvittavaa laatutasoa, ei sitä käytetä analyyseissa. (Wirtz ym. 2014, 150)

On äärimmäisen tärkeää, että taustalla olevat tiedot ovat yhdenmukaiset ja parasta mahdollista laatua. Vahinkotietoja keräävien laitoksien on sen vuoksi analysoitava katastrofitapahtumat huolellisesti ja ammattimaisesti sekä huolehdittava niiden rekisteröinti tietokantoihin määriteltujen kriteerien mukaisesti. Vain jos nämä kriteerit täyttyvät, tietokantoja hyödyntävät käyttäjät voivat luottaa tietoihin. Wirtz ym. (2014) mukaan seuraavaksi katastrofitietokantojen yhteensopivuuden parantamiseksi tulisi kiinnittää huomiota vahinkoluokkien tarkempaan määrittelyyn, kuten taloudelliset, epäsuorat ja välilliset tappiot. (Wirtz ym. 2014; 136, 156)

2.3 Merkittävien luonnonkatastrofien vaikutukset vakuutusyhtiöille

Tieteelliset havainnot ovat ennustaneet, että ihmisten aiheuttaman ilmastonmuutoksen ja ilmaston lämpenemisen merkittävimmistä seurauksista on äärimmäisten sääilmiöiden esiintyminen (Linnenluecke & Griffiths 2010, 477). Sääolosuhteet ovat vaikuttaneet niin suuriin kuin pieniinkin vakuutuksenantajiin. Tämä tulee lisääntymään edelleen tulevaisuudessa, mikäli näiden tapahtumien esiintymistiheys tai voimakkuus kasvaa. (Mills 2003, 3; Vellinga ym. 2001) Esimerkiksi Munich Re asiantuntijan Peter Höppen (2014) mukaan yhtiön tappioluvut heijastavan ilmastonmuutoksen kasvattamia riskejä. Tappioluvuista on nähtävissä sähään liittyvien katastrofien lisääntyneen viimeisten vuosikymmenien aikana. Munich Re:n tappioluvut ovat nousseet noin kolminkertaiseksi vuodesta 1980 lähtien. (Höppe 2014) Tässä kappaleessa tutustutaankin tarkemmin, miten vakuutusyhtiöt toimivat suurien vahinkovuosien, kuten vuosien 2004 ja 2005, jälkeen.

Atlantin vuoden 2005 hurrikaanikausi on ollut yksi historian merkittävimmistä katastrofivuosisista taloudellisten vahinkojen osalta, ylittäen vuoden 2001 syyskuun 11 päivän terrori-iskun aiheuttamat taloudelliset kokonaiskustannukset. Vuoden 2005 kokonaiskustannukset nousivat 80 miljardiin dollariin, joista 70 miljardia kohdistui pelkästään Yhdysvaltoihin. (Sturm & Oh 2010, 157; Felsted 2005) Kustannusten osalta ainoastaan vuosi 2017 on ylittänyt vuoden 2005 kustannukset säävahinkojen osalta (Aon Benfield 2017).

Vuonna 2005 hurrikaani Katrina yksin maksoi vakuutusosalalle 45 miljardia dollaria. Heti seuraavana päivänä katastrofin jälkeen jälleenvakuuttajat Munich Re ja Hannover Re julkisesti varoittivat sijoittajia merkittävistä tappioista. Vakuutus noudattaa suhdannevaihtelua, jossa ensi- ja jälleenvakuuttajat korottavat vakuutusmaksuja suurien korvausvaatimusten jälkeen pääoman lisäämiseksi. (Sturm & Oh 2010, 157) Yllättäen Born & Vicusin (2006, 20) mukaan vakuutusmaksukorotuksista huolimatta vakuutusmaksutulo on laskenut suurien vahinkovuosien jälkeen. Lisäksi katastrofit johtivat usein vakuutusyhtiöiden lukumäärän vähentymiseen tietyillä alueilla.

Etenkin jälleenvakuutusmaksut nousivat merkittävästi vuonna 2005. Korotukset olivat erityisen merkittäviä niillä jälleenvakuuttajilla, joilla oli suuri läsnäolo Yhdysvaltojen markkinoilla, kuten Lloyd's of London, Munich Re ja Swiss Re. Persianlahden alueella toimivien ensivakuuttajien jälleenvakuutusmaksut nousivat vuonna 2006 kaikkiaan 50 prosentista 300 prosenttiin. Muualla Yhdysvalloissa, kuten myös Englannissa ja Aasiassa, korotukset olivat noin 10 prosentin luokkaa. Tämän seurauksena vain harva pieni ensivakuuttaja pysyi alueen markkinoilla. Suurimmat jälleenvakuuttajat, kuten Munich Re ja Swiss Re, jatkoivat vakuutusten tarjontaa alueella suurista korvauskustannuksista huolimatta. (Sturm & Oh 2010, 157)

Vakuutusmaksujen korottaminen suuren vahinkovuoden jälkeen on luultavasti yksinkertaisin ja ilmeisin vastaus ensivakuuttajille, kun jälleenvakuuttajat ovat nostaneet omia hintojaan. Hintojen korottamista varten ensivakuuttajien on kuitenkin ensin haettava tällaisia korotuksia sääntelyviranomaisten kautta jokaisessa osavaltiossa, jossa korotuksia halutaan tehdä. Jälleenvakuuttajilla ei ole samoja hallituksen asettamia ehtoja, koska ne ovat kansainvälisiä toimijoita, joilla ei ole asetettuja maantieteellisiä ja taloudellisia keskuksia. (Sturm & Oh 2010, 157)

Yksi esimerkki katastrofivuosien 2004–2005 vaikutuksista vakuutusyhtiöille on Yhdysvalloissa toimiva Allstate, joka oli toiseksi suurin kiinteistövuokuttaja. Katastrofivuosien jälkeen yhtiö oli yksi innokkaimmista vetäytyjistä Persianlahden vakuutusmarkkinoilta. Allstate menetti vuonna 2004 yhteensä 2 miljardia dollaria Floridan myrskyjen seurauksena. Lisäksi yhtiö menetti vielä 4,7 miljardia dollaria vuonna 2005, vaikka se oli vähentänyt uusien vakuutusso-
pimuksien määrää huomattavasti Floridassa. Allstate meni tämän jälkeen vielä pidemmälle ja purki lopulta yli 200 000 voimassaollutta vakuutusso-
pimusta Floridassa vuosina 2005–2006. On erittäin harvinaista, että vakuutusyhtiö toimii näin. Sen lisäksi yhtiö nosti hintoja muualla Yhdysvalloissa. (Sturm & Oh 2010, 157–158)

Runsaiden katastrofivuosien seurauksena Allstate kannusti myös muitakin vakuutusyhtiöitä vetäytymään riskialttiilta alueilta. Lisäksi yhtiö kannusti muita vuokuttajia mukaan lobbaamaan kansallisen vakuutuksen puolesta, joka olisi liittovaltion rahoittama. Tarkoituksena oli rakentaa sellainen ohjelma, joka kattaa riskit esimerkiksi terrori-iskusta ja hurrikaaneista. Ohjelman ehdotus olisi, että hallitus osallistuisi kustannusten kattamiseen julkisin varoin. Vakuutusalan enimmäiskorvausmäärä jäisi 4,5 miljardin dollariin. Esimerkiksi hurrikaani Katrinan aiheuttamista vahingoista liittovaltion hallitus olisi vastannut yli 40 miljardin dollarin edestä. Kaikki eivät kuitenkaan ole lähteneet mukaan Allstaten ehdotukseen. Esimerkiksi Munich Re kannattaa sen sijaan, että valtioiden tulisi keskittyä enemmän riskienhallintaan maankäytön ja rakennusmääräysten kehittämisellä. (Sturm & Oh 2010, 158)

Kuitenkaan kaikki vakuutusyhtiöt eivät kärsineet samalla tavoin kuin Allstate. Monet sen kilpailijat ovat hyödyntäneet suurempien vakuutusyhtiöiden vetäytymistä tietyiltä markkinoilta ja nähneet sen kasvumahdollisuutena. Esimerkiksi vain muutama kuukausi hurrikaani Katrinan jälkeen Swiss Re osti General Electric'sin ja lisäsi näin ollen yhtiön altistumista Yhdysvaltain hurrikaaniriskeille. Näyttääkin siltä, että varallisuuden keskittyminen Yhdysvaltojen rannikolle on liian houkutteleva ajatus joillekin vakuutusyhtiöille, huolimatta alueen korkeasta riskialt-
tudesta luonnonkatastrofeille. (Sturm & Oh 2010, 158)

Suurista korvauskustannuksista huolimatta vuodet 2004–2005 olivat vakuutusalan kannattavimmat vuodet historiassa. Näinä aikoina vakuutusyhtiöiden tulokset vaihtelivat suuresti, osa kärsi enemmän kuin toiset. Kaikki yhtiöt kuitenkin mukautuivat tilanteeseen joko nostamalla vakuutusmaksuja tai vetäytymällä pois markkinoilta. Pitkän aikavälin näkökulmasta katsottuna

kaksi peräkkäistä katastrofivuotta aiheutti lopulta hyvin vähän vahinkoa vakuutusosalalla. Hurrikaani Katrina testasi maailmanlaajuisen jälleenvakuutusalan ja sen varojen kapasiteettia, mutta lähes kaikki suuret vakuutusyhtiöt ja jälleenvakuuttajat selvisivät tästä. (Sturm & Oh 2010, 159)

Vaarojen luonteen, laajuuden tai sijainnin odottamattomat muutokset ovat merkittävimpiä uhkia vakuutusjärjestelmälle. Historia on osoittanut, että yhteiskunta ja erityisesti vakuutusyhtiöt kohtaavat usein valmistautumatta käsittämättömiä katastrofeja. Katastrofivalmius on ollut puutteellista, kun tulevaisuuteen on varauduttu perustuen menneisyyden tapahtumiin. (Mills 2005, 1040) Korvattavat vahingot vuoden 2017 katastrofeista olivat 144 miljardia dollaria, mikä on korkein luku koskaan. Kokonaisvahingot nousivat 337 miljardiin dollariin, josta onkin laskettavissa katastrofien suojeluvajeen olevan 193 miljardia dollaria. (Sigma 2018, 1) Vaikka katastrofaaliset tapahtumat ovat aina olleet keskeisiä riskitekijöitä vakuutusosalalla. Vakuutus tappioiden jatkuva kasvu etenkin rannikkoalueilla ja säähän liittyvien katastrofien lisääntymisen tulevat lisäämään vakuutus- ja jälleenvakuutusyhtiöiden volatilitteettia sekä johtavat useisiin riskienhallinnallisiin haasteisiin. Näitä ovat muun muassa riskin arviointiin, mittaamiseen ja niiden lieventämiseen liittyvät haasteet. (Moody's 2018, 2)

2.4 Ilmastonmuutoksen vaikutukset vakuutusosalalle

Luonnonkatastrofien ohella myös ilmastonmuutos on saanut paljon medianäkyvyyttä. Ihmiset väittelevät, onko se totta, onko se tärkeää ja mitä se tarkoittaa yhteiskunnalle. Talousnobelisti William Nordhausin (2013, 3) mukaan lyhyt vastaus tälle on, että ilmaston lämpeneminen on suuri uhka yhteiskunnalle. Hän käyttää metaforaa, olemme astuneet ilmastokasinoon. Mikään ei selitä ilmastokasinoa paremmin kuin ilmaston lämpenemisen vaikutukset trooppisiin myrskyihin. Kun trooppiset myrskyt alkavat muotoutua, emme tiedä kuinka voimakkaita niistä syntyy, minne ne osuvat ja kuinka paljon vahinkoa ne aiheuttavat. Nordhausin mukaan tämä onkin kuin nopan heittoa. (Nordhaus 2013, 3, 116)

Hallitusten välinen ilmastonmuutospaneeli, eli IPCC, määrittelee ilmastonmuutoksen sel-laiseksi muutokseksi ilmastossa, joka voidaan tunnistaa esimerkiksi tilastollisin testein. Muutos on pitkäkestoinen, tyypillisesti vuosikymmeniä tai pidempään. (IPCC 2018b, 544) Ilmastotieteilijöiden mukaan ilmastonmuutos ei ainoastaan johda ilmaston lämpenemiseen vaan entistä

useammin esiintyviin ja/tai vakaviin ääriolosuhteisiin (Linnenluecke & Griffiths 2010, 478; Trenberth ym. 2007). Ilmastonmuutos on jo vaikuttanut globaalisti vakuutusalalla. Nämä vaikutukset nähdään usein negatiivisina, mutta myös mahdollisuuksiakin on olemassa. (Maynard 2008, 140)

Vakuutuksenantajiin ilmastonmuutos voi vaikuttaa kahdella tavalla. Ensinnäkin muuttuvat sääolosuhteet ja ympäristöolosuhteet vaikuttavat niin vakuutusyhtiön asiakkaisiin kuin yhtiön omaan toimintaan, kuten edellisessä kappaleessa esitettiin. Toiseksi vakuutusyhtiöihin vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi tähtäävät asetukset ja muut toimet. (Dlugolecki 2008, 71–72) Evan Millsin (2009, 324) mukaan vakuutusala on etulinjassa kohtaamassa ilmastonmuutokseen liittyvän haasteet ja alan vastaukset tähän haasteeseen ovat vaihdelleet huomattavasti. Vakuuttajat ovat valikoivia ja heidän ei voida olettaa pystyvän tarjoavan suojaa jokaiselle riskille. Mills näkee vakuutuksenantajien olevan vähintään viestinviejiä ilmastonmuutoksen merkittävyydelle vakuutusehtojen ja hinnoittelun kautta. (Mills 2009, 324)

Varhaisin dokumentoitu vakuutuksenantajan huoli maailman laajuisesta ilmastonmuutoksesta on peräisin jo 1970-luvulta (Mills 2003, 3; Munich Re 1973). Vakuutuksenantajat osallistuivat myöhemmin IPCC:n työhön vuonna 1995. Kuusi vuotta myöhemmin julkaistun arvion kaksi lukua keskittyivät ilmastonmuutoksen mahdollisista vaikutuksista vakuutuksenantajiin. Mills (2003, 3–4) kokosi yhteen arvioinnissa esitetyt havainnot, joiden joukossa oli muun muassa:

- Vakuutustappioiden nousevat suuntaukset ovat yhdenmukaisia sen kanssa, mitä ilmastonmuutoksen odotetaan aiheuttavan.
- On suuri luottamus siihen, että ilmastonmuutos ja siihen liittyvät muutokset sääolosuhteissa lisäävät vakuutusmatemaattista epävarmuutta riskiarvioinneissa ja siten vaikuttavat haitallisesti vakuutusmarkkinoiden toimintaan, kuten hinnoitteluun ja vakuutustuotteiden saatavuuteen.
- Yksittäisistä eduista huolimatta, kuten pakkaspäivien määrän vähentyminen, ilmastonmuutoksen skenaariot lisäävät niin suurien kuin pienien vakuutuksenantajien potentiaalia ajautua konkurssiin.
- Vakuutussuojan puute lisääntyvien luonnonkatastrofien yhteydessä asettavat enemmän paineita julkiselle sektorille ottamaan vastaan tiettyjä riskejä.
- Erilaiset ilmastonmuutoksen ehkäisystrategiat tarjoavat liiketoimintamahdollisuuksia vakuutuksenantajille, kuten päästöjä vähentävien sopimusten vakuuttaminen. (Mills 2003, 3–4)

Etenkin Yhdysvalloissa monien vakuutusyhtiöiden ensimmäinen reaktio lisääntyneisiin katastrofeihin on ollut keskittyminen taloudellisiin kysymyksiin, joiden avulla altistumista tappioihin vähennetään. Keinot tähän ovat olleet IPCC:n arvion mukaisia, vakuutusehtojen tiukentaminen ja hintojen korotus. Vastuuta luonnonkatastrofeista onkin siirretty enemmän julkiselle sektorille. (Mills 2009, 326) Tästä esimerkkinä Yhdysvalloissa toimiva Federal Emergency Management Agency (FEMA), joka on Yhdysvaltojen hallituksen nopean toiminnan virasto ihmisten tai luonnon aikaansaamien tuhojen varalle (FEMA 2019). Ellei ehtoja tai vakuutusten kattavuutta muuteta, tulevat todennäköisesti vakuutus- ja jälleenvakuutusyhtiöiden pääomavaatimukset kasvamaan äärimmäisten katastrofien lisääntymisen myötä (Maynard 2008, 141).

Yhdysvalloissa ilmastonmuutoksen vaikutukset jakautuvat epätasaisesti maan pohjois- ja eteläosissa. Lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä kaikkein kalleimmat vaikutukset ovat odotettavissa rannikkoalueiden tulvista ja äärimmäisistä sääilmiöistä. Entistä voimakkaammat hurrikaanit nostattavat riskejä etenkin itärannikolla ja Meksikonlahdella. Näihin liittyvät puolustautuvat investoinnit voivat olla huomattavia. Maan pohjoisosissa voidaan hyötyä alhaisemmista energiakustannuksista talven lämpötilojen noustessa. Maataloustuotannon odotetaan myös nousevan pohjoiseen parempien olosuhteiden vuoksi. Taloudellisen toiminnan tasapainottaminen voi myös aiheuttaa muuttoliikkeen maan pohjoisosiin. (Stern 2006, 7)

Esimerkiksi Euroopassa ilmastonmuutoksen aiheuttamat entistä lämpimämmät kesät lisäävät ilmaston kysyntää ja energian kulutusta. Välimeren alueella korostuu veden puute, helleaallot ja metsäpalot. Näiden seurauksena muun muassa maanviljely ja turismi kärsivät näillä alueilla. Alppien lumien sulaminen ilmastonmuutoksen seurauksena ja sademäärien kasvu joltanevat useammin tulviin tärkeimmissä vesistöissä, kuten Tonavan, Reinin ja Rhonen alueilla. Tämän lisäksi Alpeilla talvimatkailu kärsisi huomattavasti. (Stern 2006, 1–7) Ilmaston aiheuttamat katastrofiekustannukset ovat kaksinkertaistuneet EU:n alueella viime vuosikymmenien aikana. Lisäksi suurien tulvien lukumäärä on noussut yhdestä tulvasta vuosittain aikavälillä 1900–1974 jopa 15 tulvaan vuosittain 1993–2001. (Dlugolecki 2008, 72).

Edellä esiteltyt ilmastonmuutokset ja vaikutukset Euroopassa näkyvät vakuutusallalla kahdella tavalla. Ensinnäkin, jos säähän liittyvät kustannukset ovat vakuutettuja, näkyy se korvauskustannuksien muutoksena. Toiseksi, ilmastonmuutoksen aiheuttamista ongelmista kärsivät yritykset

eivät tuota pääoman tuottoa, kuten sijoittajat odottavat. Myös vakuutusyhtiöt toimivat sijoittajan roolissa. On väitetty, ettei lämpötilojen voimakkaat muutokset ole sinänsä vakava omaisuusriski. Korkeat lämpötilat korreloivat kuitenkin useiden vahingollisten ilmiöiden kanssa, kuten rakennuksia vaurioittavan savimallin vajoamisena. (Dlugolecki 2008, 73, 75)

Äärimmäiset sääolosuhteet ovat vaikuttaneet melkein kaikkiin vakuutuksenantajiin. Haavoittuvuus ilmastonmuutokselle riippuu ilmastonmuutoksen voimakkuudesta ja kyseessä olevista vakuutuslajeista. Matalan ilmastonmuutoksen asteella odotetaan olevan sekoitus sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia. Ilmastonmuutoksen voimakkuuden kasvaessa kasvavat myös seurausten negatiiviset vaikutukset. (Mills 2003, 2) Omaisuusvakuuttajien uskotaan olevan alttiimpia säästä johtuville vahingoille kuin henki- ja sairausvakuuttajien (Vellinga ym. 2001, 427–428). Rakennuslalla ilmastonmuutoksen vaikutukset ovatkin ensisijainen huolenaihe kiinteistövakuuttajille, kun otetaan huomioon vakuutetun arvon suuruus ja haavoittuvuus muihin infrastruktuureihin nähden. (Mills 2003, 3)

Vakuutusyhtiöiden ydinjoukolla on ollut monenlaisia rooleja reagoidessaan ilmastonmuutokseen aina teknisistä ja taloudellisista vastauksista poliittisiin vastauksiin. Historiallisesti suurin osa toiminnasta on keskittynyt luonnonkatastrofeihin valmistautumiseen ja niihin reagointiin. Jotkut alan edustajat taas vaativat ennakoivampaa lähestymistapaa jatkossa. (Mills 2003, 8)

Tekniset ja taloudelliset vastaukset pohjautuvat edellä esitettyihin menetelmiin, kuten vakuutusten poistuminen korkean riskin markkinoilta, olemassa olevien vakuutuksien uusimatta jättämiseen sekä korottamalla vakuutusmaksuja. Merkittävin lisä on suuntaus asteittain kohti julkisen sektorin vakuutuksia. Julkisen sektorin haluttomuus ottaa lisää vastuuta riskien kantamisessa lisää jännitettä ja aiheuttaa keskeisen ongelman päätöksentekijöille. Samanlaisia ongelmia on esiintynyt terrorismivakuutuksissa 11. syyskuuta 2001 tehtyjen iskujen jälkeen. (Mills 2003, 6)

Entistä teknisempiin riskienhallintamenetelmiin sisältyy maantieteellisten tietojärjestelmien käyttö riskien ymmärtämiseksi ja määrittelemiseksi entistä paremmin. Sen lisäksi teknisiin menetelmiin lukeutuu parempi maankäytön suunnittelu, tulvienhallintaohjelmat sekä parannetut sääennusteet ja myrskyvaroitusjärjestelmät. Vakuutusyhtiöt ovat olleet entistä enemmän mukana rakennusstandardien laadinnassa rakennusten tekemiseksi entistä katastrofikestävämmiksi. (Mills 2003, 7)

Negatiivisten vaikutusten lisäksi ilmastonmuutos on tuonut vakuutuksenantajille myös uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Heillä on mahdollisuus kehittää luovia korvaustappioita ehkäiseviä ratkaisuja ja tuotteita, jotka vähentävät ilmastoon liittyviä kustannuksia kuluttajille, hallituksille ja vakuutuksenantajille samalla vähentäen ilmaston lämpenemistä aiheuttavia päästöjä. (Mills & Lecomte 2006, 1) Jotkin vakuutuksenantajat ovat ottaneet enemmän pidemmän aikavälin lähestymistavan keskittyen ilmastonmuutoksen syihin sen sijaan, että siihen vain varauduttaisiin. Tähän sisältyy muun muassa osallistuminen ilmastotutkimukseen. Jälleenvakuutaja Munich Re kerää ja analysoi systemaattisesti luonnonkatastrofitietoja ja on osallistunut hallitustenväliseen ilmastonmuutospaneelin työhön. Tulevaisuuteen keskittyvät vakuutuksenantajat ovat tutkineet mahdollisia yhteyksiä energiatehokkaaseen ja uusiutuvan energian teknologiaan. Joissakin tapauksissa vakuutuksenantajat ovat kehittäneet vihreitä sijoitusrahastoja. Esimerkiksi jälleenvakuutusyhtiö Swiss Re:llä on kestävyteen perustuva sijoitussalkku "sustainability-based investment portfolio". (Mills 2003, 7)

Lecomte ja Mills (2006, 15, 19) on koonnut listauksen vakuutuksenantajien uusista liiketoimintamahdollisuuksista ilmastonmuutoksen myötä. Näistä yksi on erilaisten vahingontorjuntatoimenpiteiden ehdottaminen. Kuten esimerkiksi parhaiden rakennuskäytäntöjen esittäminen, jotta rakennukset kestäisivät paremmin luonnonkatastrofeja. Toinen esimerkki on vaarallisten halogeenivalaisimien vaihtaminen loistevalaisimiksi, joilla saavutetaan energiansäästöjä ja eliminoidaan palovaara. Toinen toimintamalli on innovatiivisten vakuutustuotteiden ja -palveluiden luominen. Tästä esimerkkinä on Lloyds of Londonin toteuttama energiansäästövakuutus, joka on vakuutus ennustetulle energiansäästölle tai uusiutuvan energian tekniikan suorituskyvyille. Energiansäästövakuutus on innovatiivinen tuote, jossa vakuutukset suojaavat energiatehokkuusprojektin asentajaa tai omistajaa ennustetun energiansäästön alijäämältä. Jälleenvakuutusyhtiö Munich Re on kehittänyt myös uuden vakuutustuotteen, uusiutuvan energian projektivakuutuksen, joka on geotermisen tutkimuksen riskivakuutus. (Lecomte & Mills 2006, 15, 19)

Kolmas liiketoimintamalli on osallistuminen hiilimarkkinoille. Tästä esimerkkinä on jälleenvakuutusyhtiö Swiss Re:n Puhtaan kehityksen mekanismi (CDM) -hankkeiden riskienhallinta. Vakuutuksella katetaan puhtaan kehityksen mekanismin hankkeen rekisteröintiin ja myöntämiseen liittyvät riskit Kioton pöytäkirjan nojalla. Neljäs malli on ehtojen mukauttaminen riskiä vähentävään käyttäytymiseen ja "halo" -vaikutuksen hyödyntäminen. Vaikka ehtojen tiukentamista pidetään yleisesti vähemmän toivottuna mallina, voivat vakuutuksenantajat hyödyntää

tätä lähestymistapaa lähettääkseen rakentavia signaaleja asiakkailleen. Yksi eniten keskustelua herättänyt mahdollisuus on yritysjohtajien ja toimihenkilöiden vastuuvakuutus. Swiss Re on ilmoittanut, että se voi sulkea ilmatoriskit pois johtaja- ja toimihenkilöiden vastuuvakuutuksesta, mikäli heidän asiakkaansa ei ryhdy varovaisiin toimiin vahinkojen estämiseksi. Halo-vaikutuksella tarkoitetaan, että jotkut vakuutuksenantajat näkevät sellaiset asiakkaat vähärisempinä, jotka hyödyntävät kestävä teknologiaa. Esimerkiksi Travelers tarjoaa 10 prosentin vakuutusmaksuhyvityksen Toyota Prius hybridi-auton kuljettajille. (Lecomte & Mills 2006, 15, 23, 25–26)

Ilmastonmuutos on tuonut sijoittajille paljon uusia mahdollisuuksia. Pääomasijoittaja John Deorr onkin kutsunut puhdasta teknologiaa 2000-luvun suurimmaksi taloudelliseksi mahdollisuudeksi. Näin ollen viidentenä liiketoimintamahdollisuutena onkin tutkimus ja kehitys sekä suorat sijoitukset ilmastonmuutosratkaisuihin, joista esimerkkinä Swiss Re:n investoinnit uuteen aurinkosähköteknologiaan. (Lecomte & Mills 2006, 15, 27)

Kuudentena mallina on tietoisuuden lisääminen ja osallistuminen julkisen politiikan muotoiluun. Esimerkiksi USAA Insurance Company on tehnyt yksityiskohtaisen oppaan energiatehokkuudesta talonomistajille. Viimeisenä mallina on esimerkillä johtaminen, joista esimerkkinä AIG tytäryhtiö Hartford Steam Boilerin päämaja, joka oli yksi ensimmäisistä rakennuksista, jotka saivat merkinnän parhaasta energiatehokkuudesta. (Lecomte & Mills 2006, 15)

3 LUONNONKATASTROFIRISKIN JÄLLEENVAKUUTTAMINEN

Tutkielman tarkoituksena on tuoda esille luonnonkatastrofien vaikutukset jälleenvakuutusyhtiön toimintaan. Edellisessä luvussa käsiteltiin luonnonkatastrofien erityispiirteet ja vaikutukset vakuutusosalalle, ja tämän luvun tarkoituksena on tarkastella luonnonkatastrofiriskin jälleenvakuuttamista. Ennen tätä on syytä tarkastella luonnonkatastrofiriskin vakuutuskelpoisuutta, jonka jälkeen esitellään jälleenvakuutustoiminta. Luvussa tutustutaan myös jälleenvakuutusyhtiöiden riskienhallintaan ja lopuksi esitellään erilaisia riskin siirto keinoja.

3.1 Luonnonkatastrofiriskin vakuutuskelpoisuus

Vuoden 1992 hurrikaani Andrew ja Northridgen maanjäristys vuonna 1994 pakottivat vakuutusalan harkitsemaan lähestymistapojaan uudelleen luonnonkatastrofien osalta. Sääolosuhteista aiheutuneiden vahinkojen kasvun seurauksena ensi- ja jälleenvakuuttajat tutkivatkin nykyään kykyään tarjota suojaa näiden riskien osalta. Samalla vakuutusyhtiöissä pohditaan, ovatko nämä tapahtumat vakuutettavissa ja mihin hintaan. (Kunreuther & Michel-Kerjan 2007, 15) Jälleenvakuuttajat ovat etenkin kiinnostuneita seuraavista luonnonkatastrofityypeistä: maanjäristykset, tulivuorenpurkaukset, hirmumyrskyt, talvimyrskyt, tulvat, äärimmäiset sääolosuhteet ja metsäpalot (Thorne 1984, 167). Niin jälleenvakuutusmarkkinoita, kuin vakuutusmarkkinoita yleisestikin, suojelee se seikka, että jokainen riski ei ole vakuutuskelpoinen. (Järvinen & Ellola 2007, 31)

Vakuutuksen idea perustuu siihen, että suurten lukujen lain mukaan riski on mahdollista jakaa suuren ryhmän kanssa niin, ettei se vaaranna kenenkään riskinkantokykyä (Rantala & Kivisaari 2014, 69). Berlinerin mukaan vakuutuskelpoisuudelle voidaan määrittellä kriteerit, jotka olisi hyvä käydä läpi riskin vakuutuskelpoisuutta arvioitaessa. Näihin kriteereihin lukeutuu riskin satunnaisuus. (Berliner 1985, 325) Tällä tarkoitetaan, ettei vahinkotapahtuman toteutumista ja sen suuruutta voida ennalta tietää. Sattumanvaraisuus on yksi vakuutuksen olennainen tunnusmerkki. (Rantala & Kivisaari 71–73) Ilman tätä vakuutus ei voi olla oikeudellisesti voimassa.

Jotta riski täyttäisi vakuutuskelpoisuuden edellytykset, tulisi Berlinerin mukaan riskin suurin mahdollinen kustannus ja keskimääräiset kustannukset vahingosta olla yksilöitävissä ainakin osittain. Lisäksi tulisi arvioida keskimääräinen aika kahden vahinkotapahtuman välillä. Vakuutuskelpoisuuden arvioinnissa tulisi sen lisäksi huomioida vakuutusmaksun suuruus, vakuutuksen enimmäiskorvauksen suuruus ja muut lailliset rajoitukset. Lopuksi riski ei saisi sisältää moraalikadon vaaraa. (Berliner 1985, 325) Toisin sanoen riskin tulisi olla sellainen, ettei vakuutettu voi hyötyä riskin toteutumisesta.

Rantalan ja Kivisaaren (2014, 77) mukaan vakuutuskelpoisuuden edellytyksiin lukeutuu riskin sattumanvaraisuuden lisäksi riskin ennustettavuus, harvinaisuus, riippumattomuus ja stabiilius. Kyseiset edellytykset eivät kuitenkaan ole täysin ehdottomia, mutta ne kuvaavat hyvin vakuutuskelpoisuuden käsitettä. Myös suuriakin riskejä on mahdollista vakuuttaa. Esimerkiksi

Lloyd's käyttää tapaa, jossa kerätään yhteen erilaisia harvinaisia riskejä, joita ei yksinään olisi mahdollista vakuuttaa. Toiveena on, että vain osa riskeistä toteutuu. Sopimus on ikään kuin vedonlyöntiä riskien toteutumisella. (Rantala & Kivisaari 2014, 77)

Luonnonkatastrofiriskin vakuutuskelpoisuuden arvioinnissa Charpentier (2008, 95) nostaa esille kysymyksen, täyttävätkö jotkin luonnonkatastrofit sattumanvaraisuuden edellytyksen. Ovatko esimerkiksi tulvavahingot tarpeeksi satunnaisia joen varsilla, joissa näitä erityisesti ilmenee. Yksi luonnonkatastrofiriskin haasteista on se, että ne voivat vaarantaa vakuutus- ja jälleenvakuutusmarkkinoiden vakavaraisuuden. (Charpentier 2008, 95) Mikäli riski toteutuu hyvin usein, matemaattisesti laskettu vakuutusmaksu voi nousta niin suureksi, että se vastaa lähes maksettavan korvauksen suuruutta. Näin ollen vakuutuksen ottaminen ei ole mielekäästä. (Rantala & Kivisaari 2014, 79)

Vakuutusmarkkinat toimivat parhaiten, kun tiettyyn riskiin liittyvät tappiot ovat toisistaan riippumattomia ja vakuutuksenantajalla on tarkat tiedot asiaan liittyvien tapahtumien todennäköisyydestä ja siitä aiheutuvista vahingoista. Luonnonkatastrofien vakuuttamisessa on tärkeää huomata riskin ja epävarmuuden välinen ero. Kuten edellisessä luvussa esiteltiin, riskin määrittelyssä tarkastellaan epätoivotun seurauksen todennäköisyyttä. Näin ollen riskin toteutumisen todennäköisyys tiedetään tarkasti, kuten esimerkiksi rulettipelissä. Kuitenkin riski voi olla myös epävarma, kun sen todennäköisyyttä ei tunneta tarkasti. Esimerkiksi terrori-iskun todennäköisyys New Yorkissa tai viidennen luokan hurrikaanin mahdollisuus osua Floridan rannikolle seuraavan vuoden aikana. Nykyisen tiedon mukaan sääilmiöiden todennäköisyydelle ja seurauksille on ominaista korkea epävarmuus. Näin ollen luonnonkatastrofit eivät todella täytä edellä mainittuja ehtoja, joten niiden vakuuttaminen on ongelmallisempaa. (Kunreuther & Michel-Kerjan 2007, 16–17)

Edellä mainittujen huomioiden perusteella näyttää siltä, että luonnonkatastrofit ovat tuskin vakuutettavissa. Kleindorfer ja Kunreuther (1999, 149) mukaan ensivakuuttajat kokevat, etteivät he voi tarjota suojaa hurrikaanien ja maanjäristyksien varalta ajautumatta maksukyvyttömyyden partaalle. Maanjäristyksien ja tulvien aiheuttamien vahinkojen osalta vakuutustaso on hyvin alhainen maailmanlaajuisesti suhteutettuna vakuutuksiin, jotka kattavat myrskyvahinkoja (Munich Re 2020a). Vuodesta 1980 lähtien tulvat ovat aiheuttaneet noin 40 prosenttia kaikista tappioita aiheuttavista katastrofeista. Tappioiden maailmanlaajuinen kokonaismäärä on yli mil-

joona dollaria, josta vain 12 prosenttia oli vakuutettu. (Munich Re 2020b) Yhtenä keinona nähdään niiden riskien siirtäminen, jotka ylittävät ennalta määritellyn rajan (Charpentier 2008, 98). Seuraavassa kappaleessa esitellään vielä tarkemmin jälleenvakuutuksen erityispiirteitä ja soveltuvuutta luonnonkatastrofeilta suojautumisessa.

3.2 Jälleenvakuutuksen erityispiirteet

Jälleenvakuuttamista on sopimusjärjestely jälleenvakuutusyhtiön ja ensivakuutusyhtiön välillä. Ensivakuuttaja on yksin vastuussa vakuutuksenottajalle. Jälleenvakuuttaja kantaa kaikki tai osan ensivakuuttajan ottamista riskeistä ja sitoutuu korvaamaan määrättyjen edellytysten mukaisesti kokonaan tai osittain summat, jotka ensivakuuttaja on maksettava vakuutuksenottajalle. (Deelstra & Plantin, 2014, 47; Picard & Besson 1982)

Kun ensivakuuttaja vakuuttaa riskin, hänen on päätettävä asianmukaisesta hinnoittelusta riskin hyväksymiseksi, sillä riskin hyväksymisellä on välittömiä vaikutuksia yhtiön pääomarakenteeseen. Ensivakuuttajan hyväksyessä riskin, voi se valita päättääkö yhtiö pitää riskin itsellään vai siirtää osan riskistä jälleenvakuuttajalle. (De Mey 2007, 37) Tässä kappaleessa esitellään jälleenvakuutustoimintaa tarkemmin jälleenvakuutusmarkkinoiden yleisten periaatteiden ja tyyppisimpien jälleenvakuutussopimusten kautta.

3.2.1 Jälleenvakuutusmarkkinat

Vaikka jälleenvakuutusmarkkinat ovatkin maailmanlaajuinen liiketoiminta, on Yhdysvallat hallinneet näitä markkinoita monien vuosien ajan. Vuonna 2005 vakuutetuista tappioista maailmanlaajuisesti 87 prosenttia katettiin Yhdysvaltojen toimesta. (Bernard 2013, 604; Sigma 2006) Vuoteen 2019 mennessä tämä osuus oli pienentynyt 51 prosenttiin (Aon Benfield 2019, 7). Yhdysvaltojen lisäksi jälleenvakuutusyhtiöiden tärkeimmiksi kotipaikoiksi voisi luetella myös Saksan ja Sveitsin, unohtamatta Lontoon markkinoinen Lloyd'sia. Tämän lisäksi myös Bermudassa on viimeisen 25 vuoden aikana kehittynyt tarjontaa. (Deelstra & Plantin 2014, 47) Seuraavalla sivulla olevassa taulukossa 3 on tarkemmin esiteltynä kymmenen maailman suurinta jälleenvakuuttajaa vuonna 2019.

Top 10 jälleenvakuutusyhtiötä				
	Yhtiö	Maa	Luokitus	Maksutulo (milj. \$)
1.	Swiss Reinsurance Co.	Sveitsi	AA-	34,042.0
2.	Munich Reinsurance Co.	Saksa	AA-	33,685.6
3.	Hannover Rück SE	Saksa	AA-	19,953.2
4.	Berkshire Hathaway Re	USA	AA+	16,532.0
5.	SCOR SE	Ranska	AA-	15,803.1
6.	China Reinsurance (Group) Corp	Kiina	A	10,677.8
7.	Reinsurance Group of America, Inc.	USA	AA-	10,543.8
8.	Lloyd's	UK	A+	9,969.4
9.	Everest Re Group LTd.	Bermuda	A+	7,414.4
10.	PartnerRe Ltd.	Bermuda	A+	5,803.0

Taulukko 3 Kymmenen suurinta jälleenvakuuttajaa vuonna 2019 (mukaillen S&P Global 2019, 58)

Kuten taulukosta 3 on nähtävissä, kymmenen suurimman jälleenvakuuttajan kotipaikat löytyvät edellä mainituista maista. Viiden parhaan joukkoon mahtuu myös ranskalainen SCOR SE jälleenvakuuttaja ja listalla kuudentena kiinalainen China Reinsurance (Group) Corp. (S&P Global, 58)

Jälleenvakuutusala on aina ollut paljon keskittyneempi kuin ensivakuutusala. Tämä suuntaus on kiihtynyt entisestään 1990-luvun alusta. Kymmenen suurimman jälleenvakuuttajan osuus vakuutusmaksujen määrästä on noin puolet maailman vahinkovakuutusmaksujen määrästä, kun taas kymmenen suurimman jälleenvakuuttajan osuus henkivakuutusmaksuista on kaksi kolmasosaa. (Deelstra & Plantin 2014, 47) Näin ollen jälleenvakuutusmarkkinoiden ominaisuuksiin voitaisiin lukea markkinoiden vahva keskittyminen vahinkovakuutuksien puolelle henkivakuutuksien sijaan. Esimerkiksi vuonna 2009 jälleenvakuutusmarkkinoiden liiketoiminnasta 77 prosenttia koostui vahinkovakuutuksista. Henkivakuutuksen osuuden odotetaan kuitenkin kasvavan jälleenvakuutusmarkkinoilla elinajanodotteen kasvun myötä. (Bernard 2013, 604)

3.2.2 Jälleenvakuutuksen periaatteet

Jälleenvakuutuksen päätehtävänä on tarjota mekanismi riskien jakamiselle ja hajauttamiselle, mikä antaa ensivakuuttajille mahdollisuuden vähentää riskejään ja pääomavaatimuksiaan (Bernard 2013, 606). Ne tarjoavat palveluja ensivakuuttajille vakuutuksen antamisen, hinnoittelun, korvausten hallinnoinnin ja konsultoinnin muodossa. Jälleenvakuuttajien avulla ensisijaiset vakuuttajat, eli cedentit, voivat suojata vakuutuksenottajiaan erilaisista suurilta riskeiltä, kuten

luonnonkatastrofeilta, terrorismilta ja pitkäikäisyydeltä. On myös osoitettu, että jälleenvakuutus suorittaa tärkeitä strategisia toimia vakuutusmarkkinoilla tukemalla ensivakuuttajia sekä auttamalla kasvattamaan näiden markkinaosuuttaan. (Upreti & Adams 2015, 210, 217)

Pohjimmiltaan jälleenvakuutus sopimus on riskinvaihtoa vakuutuksenantajien välillä. Vakuuttaja, joka hyväksyy riskin maksua vastaan, kutsutaan jälleenvakuuttajaksi. Vastaavasti riskin siirtävää vakuuttajaa kutsutaan ensivakuuttajaksi. (Blazenko 1986, 258) Vakuutusyhtiöt tarjoavat riskin rahoitusratkaisuja yhdistämällä suuria määriä vastaavia riskejä. Niiden merkintäkapasiteetti on kuitenkin lukuisten sisäisten ja ulkoisten rajoitusten, kuten vakuutusliikkeen asiantuntemuksen, regulatiivisten säädösten ja markkinaolosuhteiden, alainen. Ensivakuuttajat luottavatkin jälleenvakuutukseen lisätäkseen vakuutuskapasiteettiaan ja hallitakseen riskiportfoliotaan. (Skipper & Kwon 2007, 597) Se onkin yksi riskienhallinnan keskeisiä toimia vakuutuslalla ensivakuuttajalle. Jälleenvakuutus voidaan nähdä yhtenä osana vakuutusketjua ja toimii näin vakuutuksena cedentille. Tyypillisesti jälleenvakuutus on käyttökelpoisin tilanteissa, joissa cedentti ei pysty pitämään kaikkia vakuuttamia riskejään omalla vastuullaan. (Järvinen & Ellola 2007, 8)

Syy jälleenvakuuttamiselle usein on myös ensivakuuttajan halu laajentaa omaa liiketoimintaansa ilman oman pääoman kasvuvaahteita. Näin ensivakuuttajan vakavaraisuusvaatimus ei nouse, kun vastuu riskistä on siirretty jälleenvakuutuksella. Toisin sanoen näissä tilanteissa ensivakuuttaja myy jälleenvakuuttajalle omaa vastuuvelan katettaan eli pääomaa vakuutusmaksua vastaan. Järvinen & Ellola 2007, 8–9) Jälleenvakuuttajat nähdään luotettavaksi vaihtoehtoiseksi pääoman lähteeksi heidän suurten ja pitkäaikaisten sijoitusportfolioidensa vuoksi (Biener, Eling & Jia 2017, 213).

Jälleenvakuutuksen luonteeseen kuuluu, ettei ensivakuuttaja siirrä riskiä kokonaisuudessaan jälleenvakuuttajalle, vaan ensivakuuttaja pitää itsellään tietyn omapidätysosuuden (Järvinen & Ellola 2007, 8). Jälleenvakuutus sopimus on cedentin ja jälleenvakuuttajan välinen sopimus. Sopimuksessa vakuutetulla ei ole varsinaista sopimusta jälleenvakuuttajan kanssa, mikäli cedentti epäonnistuu korvauksen maksamisessa tai maksu viivästyy, ei vakuutetulla tyypillisesti ole oikeutta vaatia korvausta jälleenvakuuttajalta. Poikkeuksia tähän löytyy, mutta ne ovat jälleenvakuuttajan hyväksymiä erillisiä sopimuksia esimerkiksi suuren yrityksen kanssa. (Skipper & Kwon 2007, 597)

Jälleenvakuutus on elintärkeä moitteettoman toiminnan mahdollistamiseksi vakuutusalla kansainvälisesti, johon luottavat maailmanlaajuisesti lähes kaikki vakuutusyhtiöt. Suurvahinkojen kattamiseksi cedentit pyrkivät jakamaan korvausvastuunsa jälleenvakuutuksen avulla. Ei myöskään ole tavanomaista, että cedentti ottaa riskin varalle kaksi jälleenvakuutusta. Myös jälleenvakuuttaja voi jälleenvakuuttaa riskin eteenpäin, mitä kutsutaan edelleenvakuutukseksi. Näin ollen ensivakuuttajan ottama riski on mahdollista jakaa jälleenvakuutuksen avulla kansainvälisesti. (Skipper & Kwon 2007, 598)

Kuten edellä esitellystä käy ilmi, motiivit jälleenvakuutuksen ostamiselle vaihtelevat. Yhteen vetona voidaan todeta, että ensivakuuttajat ostavat jälleenvakuutuksen riskeistä, joita he eivät voi tai eivät halua säilyttää. (Bernard 2013, 606) Seuraavassa kappaleessa puolestaan esitellään, millaisia jälleenvakuutus sopimuksia yhtiöt tarjoavat.

3.2.3 Jälleenvakuutus sopimukset

Jälleenvakuutus sopimukset, jotka suojaavat luonnonkatastrofeilta, kattavat normaalisti seuraavat tapahtumat: maanjäristykset, myrskyt ja vulkaaniset luonnonilmiöt sekä näistä aiheutuneet tulvat, aallokot ja maanvyörymät. Vakuutus sopimukset noudattavat ennalta määriteltyjä vähimmäisehtoja, esimerkiksi hirmumyrskyn tuuliraja on suurempi kuin 75 mph, eli tuulennopeuden tulisi olla yli 33 metriä sekunnissa (m/s). Joillekin katastrofialttiille alueille ei katastrofijälleenvakuutusta myönnetä lainkaan. (Järvinen & Ellola 2007, 23)

Jälleenvakuutusmenetelmiä on kolmenlaisia. Näitä ovat fakultatiivinen jälleenvakuutus (facultative reinsurance), fakultatiivinen-pakollinen (facultative-obligatory reinsurance) jälleenvakuutus sekä pakollinen jälleenvakuutus (obligatory reinsurance). Nämä nimitykset kuvaavat sopimuspuolten oikeuksia ja velvollisuuksia. Fakultatiivinen jälleenvakuutus on historiallisesti ensimmäinen vakuutus tyyppi. Sopimuksen kohteena on tietty riski, jonka ensivakuuttaja on analysoinut ja välittää tämän analyysin jälleenvakuuttajalle. Ensivakuuttaja ehdottaa tälle riskille suojaa, jonka yksi tai useampi markkinoiden jälleenvakuuttaja voi hyväksyä kokonaan tai osittain. (Deelstra & Plantin 2014, 48)

Fakultatiivinen-obligatory jälleenvakuutus rikkoo perinteisen fakultatiivisen vakuutuksen symmetrian luovutusvapauden ja hyväksymisvapauden välillä jälleenvakuuttajan vahingoksi. Sen

tarkoituksena on tiettyyn ryhmään tai alaryhmään kuuluvan riskin suojaaminen tiettyinä ajanjaksona. Aina kun ensivakuuttaja joutuu korvausvaatimukseen, joka kuuluu sopimuksen alaan, voi hän luovuttaa osan siitä jälleenvakuuttajalle. Tässä mielessä sopimus on ensivakuuttajalle vapaaehtoinen. Mikäli ensivakuuttaja päättää luovuttaa osan korvausvaatimuksista jälleenvakuuttajalle, on jälleenvakuuttaja velvollinen hyväksymään tämän. (Deelstra & Plantin 2014, 48)

Pakollinen jälleenvakuutusmenetelmä palauttaa sopimuspuolten välisen symmetrian, ja se onkin eniten käytetty jälleenvakuutuksen muoto. Termiä ”pakollinen” harvoin enää käytetään tämän sopimusmuodon kanssa. Jälleenvakuutuksessa ensivakuuttaja suostuu luopumaan määrättyjen menettelytapojen mukaisesti kokonaan tai osittain tiettyyn luokkaan tai alaluokkaan kuuluvat riskit tietyn ajanjakson aikana, joka on usein tilikausi. Jälleenvakuuttaja on velvollinen hyväksymään kaikki hänelle siirretyt riskit sopimuksen mukaisesti. (Deelstra & Plantin 2014, 48)

Jälleenvakuutus sopimuksia on erilaisia. Ne voivat joko kattaa koko vakuutussalkun tai vain yksittäisen riskin. Niihin voi liittyä myös tappioiden jakamista tietyin ehdoin. Joka tapauksessa ne liittyvät ensisijaisesti ensivakuuttajan todelliseen menetykseen. (Bernard 2013, 608) Suurin ero on niin sanotun suhteellisen jälleenvakuutuksen ja ei-suhteellisen jälleenvakuutuksen välillä (Deelstra & Plantin 2014, 48–49). Merkitään tappio symbolilla X . Jälleenvakuutus korvaus on silloin tämän funktio $I(X)$. Perinteiset jälleenvakuutus sopimukset ovat Quota Share tai suhteellinen, proportionaalinen, jälleenvakuutus $I(X) = \alpha X$, jossa $\alpha < 1$. ”Excess-of-loss” vakuutuksessa $I(X) = (X - d)^+ = \max(X - d, 0)$, jossa $d > 0$. Tätä voidaan myös kutsua Stop Loss jälleenvakuutukseksi tai Deductible jälleenvakuutukseksi. (Bernard 2013, 608)

Suhteellisessa jälleenvakuutuksessa päävakuuttaja jakaa vakuutusmaksut ja tappiot suhteessa, joka on määritelty jälleenvakuutus sopimuksessa. Suhteellinen jälleenvakuutus sopii hyvin homogeeniseen riskiportfolioon, mutta sen haittana on, ettei se suojaa ensivakuuttajaa tehokkaasti äärimmäisiltä vahinkotapahtumilta. Tätä tarkoitusta varten voidaan käyttää tappiot ylittävää (excess-of-loss) jälleenvakuutusta. Tällöin jälleenvakuuttaja osallistuu siten vain tiettyihin kynnyksarvon ylittyviin riskeihin. Lisäksi sopimukselle voidaan myöntää yläraja, toisin sanoen kor-

vaus, jota rajoittaa edellä oleva enimmäisvahinko. Erittäin suurten riskien osalta jälleenvakuutus sopimukset ovat yleensä juuri tappiot ylittäviä sopimuksia enimmäismäärään saakka. (Bernard 2013, 608) Suhteellinen jälleenvakuutus sopimus on nimetty näin, sillä se muodostuu:

$$\frac{\text{cedentin vakuutusmaksut}}{\text{bruttovakuutusmaksut}} = \frac{\text{cedentin korvausvaatimukset}}{\text{bruttokorvausvaatimukset}}$$

Luovutettu vakuutusmaksu ja korvaussuhde ovat yhtä suuret. Suhteellisia jälleenvakuutus sopimuksia ovat esimerkiksi Quota Share ja Surplus sopimukset. (Deelstra & Plantin 2014, 50)

Deelstra ja Plantin (2014, 50) pitävät Quota-Sharea yksinkertaisimpana jälleenvakuutus sopimuksena. Quota Share sopimuksia kutsutaan suomen kielessä osamäärä- eli kvoottisopimukseksi. Kvoottisopimusta pidetään suhteellisten jälleenvakuutus sopimusten perustyyppinä. Sopimus on luonteeltaan pakollinen, eli ensivakuuttaja on velvollinen asettamaan sopimukseen kaikki ne riskit, jotka sopimuksen piiriin ehtojen mukaan kuuluvat. Vastavuoroisesti jälleenvakuuttaja on velvollinen jälleenvakuuttamaan kaikki sopimukseen sisältyvät riskit. (Järvinen & Ellola 2007, 52)

Kvoottisopimuksen kapasiteetille sovitaan raja-arvo yhtä riskiä kohden. Yleisesti näitä kutsutaan sopimuslimiiteiksi. Enintään tätä limiittiä ilmaisema vakuutusmäärä riskistä sijoitetaan kyseiselle sopimukselle. Käytännössä riski ilmaistaan prosenttilukuna. Sopimuslimiittiä pienemmät riskit luonnollisesti sijoitetaan kokonaan. Riskin ollessa limiittiä suurempi, kvoottiin jäävä osuus riskistä on alle 100 prosenttia kyseisestä riskistä. Tästä riskistä loput on mahdollista vakuuttaa fakultatiivisesti, ellei ensivakuuttaja hanki muuta riskisuoja. Kvoottisopimus on varsin usein tasapainoinen, ja sen johdosta vakuutuslajista riippuen tämä nähdään hyvänä vaihtoehtona. Sopimukseen soveltuu parhaiten suojaksi portfoliolle, jossa on pääosin pienehköjä ja keskisuuria riskejä. (Järvinen & Ellola 2007, 52–53, 57)

Joillekin vakuutuslajien tai näiden lajien riskeille on mahdotonta järjestää kvoottisopimusta. Surplus, eli ylitesopimus, on kvoottisopimuksen jälkeen toiseksi suosituin vaihtoehto. (Järvinen & Ellola 2007, 58) Surplus-vakuutusta sovelletaan niihin luokkiin, joille vakuutusarvo on määriteltä ilman epäselvyyttä, kuten tulipalo, varkaudet ja kuolemat. Kyseessä on kiintiöosuus, jonka siirtoastetta ei tiedetä sopimuksen allekirjoituksen yhteydessä, mutta se lasketaan riski-

kohtaisesti. Tämän tyyppisiä sopimuksia käytetään kuitenkin suhteellisen vähän, lukuun ottamatta hyvin pienikokoisia salkkuja. Syynä lienee suuremmat hallinnolliset toimet kuin kvoottisopimuksissa. Luovutusprosentit, vakuutusmaksut ja luovutetut korvausvaatimukset määritellään sopimuskohtaisesti, mikä on hyvin monimutkaista, ellei riskien lukumäärä ole kovin pieni. Ei-suhteellinen jälleenvakuutus antaa paremmat mahdollisuudet saavuttaa tämä tehokkaammin ja vaatii huomattavasti kevyempiä hallinnollisia toimia. (Deelstra & Plantin 2014, 53–54)

Nimensä mukaisesti ei-suhteelliset jälleenvakuutus sopimukset sisältävät kaikki sopimukset, jotka eivät rakenteeltaan täytä luovutettujen vakuutusmaksujen ja luovutettujen korvausten samankaltaisuutta. (Deelstra & Plantin 2014, 54) Kun suhteellisessa sopimusjärjestelmässä käsitellään yhtä vakuutusta tai riskiä, ei-suhteellisessa käsitellään vahinkoa (Järvinen & Ellola 2007, 39). Ei-suhteellisia jälleenvakuutus sopimuksia ovat muun muassa Excess of loss -sopimukset. Nämä ovat kaikilta osiltaan samat kuin suorat vakuutus sopimukset, joissa vakuutuksenantajalla on omavastuu ja korvausrajoitukset vakuutuksenottajalle. (Deelstra & Plantin 2014, 55)

Excess of Loss, eli yksittäisyli vahinkosuojaus XL, korvaa sovitun yksittäisen riskin kiinteän vahinkomäärän ylittävän osan ennalta sovittuun enimmäismäärään asti. Ylimenevä osuus jää joko ensivakuuttajan ylimääräiseksi omapidätykseksi tai se on mahdollista jälleenvakuuttaa fakultatiivisesti, jos vakuutus määrä tai enimmäisvahinkoarvio näin edellyttävät. XL-sopimuksia käytetään etenkin omaisuus- ja keskeytysvakuutuksien suojauksissa sekä vastuu vakuutus riskien suojauksissa enenevässä määrin. (Järvinen & Ellola 2007, 66)

Stop Loss, eli SL-suojaus, on toinen esimerkki ei-suhteellisesta jälleenvakuutus sopimuksesta. Vahinkojen kokonaismäärän noustessa normaalia suuremmaksi, käytetään Stop Loss -vakuutus sopimusta suojaamaan ensivakuuttajan portfolioa. Malli soveltuu vain tietyille vakuutus kannoille, jonka johdosta tämä ei ole niin yleinen sopimus. SL-sopimuksien hinnat sovitaan joka vakuutuskausi erikseen. Sopimuksen vahinkosuhteeksi määritellään prosenttiluku, joka muodostuu kauden kokonaisvahinkomäärä jaettuna kauden kokonaismaksutulolla. Ensivakuuttajille nämä jälleenvakuuttajan muodostamat prosenttiluvut eivät välttämättä tuo voitollista tulosta. Tämän sopimuksen tarkoituksena on yleensä suojata portfolio katastrofaaliselta tappiolta sen jälkeen, kun ensivakuuttaja on jo kärsinyt huomattavasti tappiollisen teknisen nettoportfoliotuloksen. Tuloksessa huomioidaan suhteellisen ja ei-suhteellisen jälleenvakuutuksen vaikutukset. (Järvinen & Ellola 2007, 67–68)

Vuoden 2019 markkinoiden suurin jälleenvakuuttaja Swiss Re (2020) tarjoaa jälleenvakuutusratkaisuja sekä omaisuus- ja tapaturmavahingoille kuten myös terveys- ja henkivahingoille. Yhtiön nettisivuilla on mainittuna muun muassa omaisuusvakuutus, vastuuvakuutus, kuljetusvakuutus, johdon ja toimihenkilöiden vastuuvakuutus, kybervakuutus ja maatalousvakuutus. Swiss Re:n tapaan jälleenvakuutusyhtiö Munich Re (2020c) tarjoaa myös omaisuus- ja henkivakuutusratkaisuja. Yhtiö on maininnut nettisivuilla tarjoavansa ainakin yleistä vastuuvakuutusta, ammatillista vastuuvakuutusta, omaisuusvakuutusta, merenkulkuvakuutusta, kybervakuutusta, tulvavakuutusta, maatalousvakuutusta. Toinen sveitsiläinen globaali jälleenvakuutusyhtiö Zurich (2020) tarjoaa myös perinteiset omaisuus-, vastuu- ja johdonvastuuvakuutuksia, sekä myös rikosvastuuvakuutusta, konsulttivakuutusta ja rakennus- ja asennustyövakuutusta.

Myös jälleenvakuutustoiminta sisältää omat riskinsä ja niitä hallitaan samoilla työkaluilla kuin ensivakuuttajan riskejä (Järvinen & Ellola 2007, 24). Seuraavassa kappaleessa esitellään tarkemmin jälleenvakuutusyhtiöiden riskienhallintakeinoja.

3.3 Jälleenvakuuttamisen riskienhallinta

Jokaisen yrityksen tavoitteena on luoda arvoa omistajilleen, jossa arvo määritellään jatkuvuusperiaatteessa odotettavissa olevien kassavirtojen nykyarvoksi. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi on olemassa joukko kriittisiä suorituskykytoimintoja, jotka on suoritettava onnistuneesti ajan kuluessa. Näitä toimintoja kutsutaan arvo-ohjaimiksi, koska ne vaikuttavat yrityksen toiminnasta syntyvän rahan määrään. Riskinä on, etteivät nämä toimet onnistu ja näin ollen arvo tuhoutuu. Johtoryhmän tehtävänä on optimaalisesti muotoilla ja toteuttaa strategia arvon maksimoimiseksi ja hallita tämän työn aiheuttamia riskejä ajan myötä. (Calandro Jr, Fuessler & Sansone 2008, 117)

Riskienhallintaa on harjoitettu eri muodoissaan vakuutustoiminnassa kautta aikojen (Kivisaari & Kahola 2017, 74). Kuitenkin jälleenvakuutusjärjestelmään liittyvistä riskeistä puhutaan harvoin. Kyse on globaalisti toimivasta järjestelmästä, ja näihin liittyvien riskien toteutuminen aiheuttaisi paitsi jälleenvakuutusjärjestelmälle myös ensivakuuttajille vakavia ongelmia, kuten konkurssseja ja vakavia vararikkoja. (Järvinen & Ellola 2007, 29) Finanssitoiminnassa riskien-

hallinnasta on tullut hyvin keskeinen toiminto, jolla pyritään toiminnan järjestäytymiseen riskien sekä niiden lähteiden tarkalla analyysillä. Edelleen riskien raportoinnilla ja seuraamisella on keskeinen merkitys riskienhallinnassa. Riskienhallinta on kuitenkin paitsi harkitsemattomien riskien välttämistä myös mahdollisuuksien etsimistä. (Kivisaari & Kahola 2017, 74–75, 77)

Riskin luonne on muuttunut puhtaasta vahinkoriskistä myös sisältämään mahdollisuuden positiivisesta lopputuloksesta. Nykyään riski nähdään lopputuloksen poikkeamista niin negatiiviseen kuin positiiviseen suuntaan. Riskienhallinnan avulla tuotetaan nyt yrityksen käyttöön mahdollisimman läpinäkyvää informaatiota, jonka avulla voidaan tehdä rationaalisia päätöksiä tappioiden välttämiseksi ja voiton mahdollistamiseksi. (Kivisaari & Kahola 2017, 77) Näin on myös jälleenvakuutuksessa. Mikäli jälleenvakuutus onnistuu, tuo se mahdollisesti lisää maksutuloa kohtuullisella vahinkosuhteella. Vastavuoroisesti jälleenvakuutusyhtiö voi jakaa omat suuret riskit muiden jälleenvakuuttajien kanssa kohtuullisin kustannuksin. (Järvinen & Ellola 2007, 20)

Kuten ensivakuuttajilla, jälleenvakuuttajien liiketoimintaan vaikuttavat samat riskit. Näitä ovat omaisuus-, henkilö- ja erilaiset vastuuriskit, joita aiheuttavat muun muassa luonnonkatastrofit, ihmiset, yritykset ja valtiot. Korvausperuste on määritelty niin, että tapahtuma on ennalta arvaamaton, äkillinen ja ulkoapäin tuleva. (Järvinen & Ellola 2007, 20) Jälleenvakuuttaja Munich Re (2018) mainitsee vuosikertomuksessaan yhtiön liiketoimintaan kuuluvat riskit. Näihin luokituu omaisuusvakuutus- sekä henki- ja sairausvakuutusriskit, markkinariskit, luottoriski, operatiiviset riskit ja muut riskit. Muihin riskeihin on lueteltu muun muassa maineriski, strategiset riskit ja likviditeettiriski. Pitkäaikaisiin muihin riskeihin on lueteltuna esimerkiksi ilmastomuutos sekä talous- ja rahoitusmarkkinoiden kehitykseen ja sääntelyyn kuuluvat riskit. (Munich Re 2018, 68–73)

Jälleenvakuutusyhtiöt hallitsevat riskinsä samalla tavoin, kuin ensivakuutusyhtiöt (Järvinen & Ellola 2007, 24). Riskienhallinnan keskeisiä toimia ovat: riskin pienentäminen, riskin rahoittaminen, riskin välttäminen ja riskin siirtäminen. Riskin pienentämisellä pyritään parantamaan turvallisuutta, esimerkiksi erilaisten koulutusten avulla tai sprinklereiden asentamisella. Riskin rahoittamisella tarkoitetaan sen sijaan pääoman varaamista riskin kestämiseen. Riskin välttäminen onnistuu esimerkiksi vetäytymällä riskiä sisältävästä liiketoiminnasta, tästä esimerkkinä

vakuutusehtomuutokset luonnonkatastrofien vuoksi. Riski on mahdollista myös siirtää jälleenvakuutuksen avulla tai suojautua riskiltä esimerkiksi johdannaisten avulla. (Kivisaari & Kahola 2017, 80) Ensivakuuttajista poiketen luonnonkatastrofit, terrorismi ja epidemiat saavat suuren painoarvon jälleenvakuuttajien riskimalleissa. Tällaiset suurkatastrofit muodostavat hyvin tärkeän osan jälleenvakuutettavista riskeistä. Vakuutustapahtumat ovat näissä satunnaisia ja niiden tapahtumatiheys on alhainen, mutta niiden aiheuttamien vahinkojen määrä on suuri. (Järvinen & Ellola 2007, 24).

Vakuutusyhtiön riskienhallintaan kuuluvat käytännössä kaikki sen toimintaan kuuluvat seikat, kuten vakuutustuotteiden laadinta, hinnoittelu ja vastuunvalinta sekä vakuutusvastuita kattavien varojen sijoittaminen. Riskienhallintaan sisältyy myös vakuutusvastuiden määrän ja heilahtelun arviointi, eli vastuuelan määrittely sekä korvauskäsittely ja vakuutusyhtiön tarvitseman pääoman mitoittaminen. Lisäksi tähän sisällytetään usein ympäristöanalyysi, jossa arvioidaan edellisten seikkojen pohjana olevien oletusten paikkansa pitävyyden kokemuksen karttuessa. (Kivisaari & Kahola 2017, 75)

3.4 Riskin siirtäminen

Vakuutusmarkkinoiden voidaan ajatella järjestävän riskinsiirtoa hierarkkisella tavalla. Luonnonkatastrofin sattuessa itse fyysisen vahingon laajuus määrää taloudelliset tappiot, joista suuri osa on tyypillisesti vakuuttamatonta. Näistä vahingoista vakuutetut tappiot kattavat vakuutusmarkkinat. Julkinen sektori vakuuttaa usein infrastruktuurinsa suoraan jälleenvakuuttajan kanssa. Suurin osa tappioista liittyy kuitenkin ensivakuuttajien kanssa tehtyihin sopimuksiin, joten korvausvaatimukset koskevat ensisijaisesti ensivakuutussektoria. Kuten kappaleessa 3.2 esiteltiin, osan riskistään ensivakuuttajat ovat siirtäneet jälleenvakuutusyhtiöille. (von Dahlen & von Peter 2012, 26)

Jälleenvakuuttajat kantavat yleensä noin 55–65 prosenttia vakuutetuista tappioista, kun tapahtuu suuri luonnonkatastrofi. Ne monipuolistavat keskittyneitä riskejä keskenään ja siirtävät murto-osan tappioista laajemmin rahoitusmarkkinoille. Ennen kuin katastrofi tapahtuu saavat yhtiöt rahavirtaa vastineeksi riskin kantamisesta. (von Dahlen & von Peter 2012, 27)

Jälleenvakuutusyhtiöt ostavat myös suojaa suurien riskien osalta muilta jälleenvakuuttajilta ja rahoituslaitoksilta. Tähän jälleenvakuuttajat käyttivät 25 miljardia dollaria vuonna 2011 vähentääkseen omaa negatiivista riskiään. Suurin osa tästä määrästä kohdistui muille jälleenvakuutusyhtiöille (20 miljardia dollaria), kun taas suhteellisen pieni osuus on siirretty muille markkinatoimijoille, kuten hedge-rahastoille ja pankeille (4 miljardia dollaria) sekä rahoitusmarkkinoille (miljardi dollaria). (von Dahlen & von Peter 2012, 27)

Perinteisin vakuutusalan riskien siirto ja hallintamekanismi on jälleenvakuutus. Viime vuosikymmeninä on kuitenkin tullut saataville myös erilaisia arvopaperistettuja vaihtoehtoja, kuten joukkovelkakirjoja, optioita ja swappeja. (Cummins & Trainar 2009, 464) Termiä ”vaihtoehtoinen riskinsiirto” (alternative risk transfer ART) käytetään silloin, kun vakuutuksenantajat siirtävät kaikenlaisia vakuutusriskejä, eikä vain puhtaasti taloudellisia riskejä, pääomamarkkinoille käyttäen tiettyjä rahoitusvälineitä. Vakuutusyhtiöiden osalta tällaiset instrumentit, jälleenvakuutuksen kautta tapahtuvan perinteisen riskinsiirron lisäksi, ovat riskipolitiikan lisäinstrumentti. ART-instrumenttien avulla voidaan joko korvata tai täydentää perinteisiä ensi- ja jälleenvakuutuksia. (Önder 2013)

ART-ratkaisujen käyttö on lisääntynyt huomattavasti 2000-luvulla, vaikkakin ART on ollut olemassa jo 1970-luvulta lähtien. Globaalilla tasolla tapahtunut pankki- ja vakuutusalan sääntelyn purku on mahdollistanut ART:n lisääntymisen. (Järvinen & Ellola 2007, 115) Ensi- ja jälleenvakuutusyhtiöt käyttävät ART-instrumentteja ensisijaisesti riskipääoman ohjaamiseen ja lisävakuutuskapasiteetin rahoittamiseen. Pääomamarkkinat tavoittavat laajemman joukon sijoittajia, jonka vuoksi markkinat mahdollistavat riskin laajemman jakamisen. (Önder 2013) Useista ART ratkaisuista voi olla mahdoton sanoa, edustavatko ne vakuutus- vai pankkitoimintaa. Esimerkkinä tästä voisi olla vakuutusyhtiöiden myöntämä luottovakuutus ja pankkien myöntämä luottotakaus. (Järvinen & Ellola 2007, 115)

ART-instrumentteja on pohjimmiltaan kolme: vakuutusriskin arvopaperistaminen, vakuutusjohdannaiset ja ehdollinen pääoma (Önder 2013). Katastrofivelkakirjat ovat yleisimmin myönnettyjä ART-ratkaisuja, jotka ovat lisäksi kasvaneet merkittävästi viime vuosina (Sturm & Oh 2010, 160). Suurista luonnonkatastrofeista johtuvat korvaukset voidaan arvopaperistaa tekemällä katastrofivelkakirjoja ja siirtää ne siten laajemmalle joukolle sijoittajia. Pääsääntöisesti katastrofivelkakirjat annetaan erityisominaisuuksilla, jotka on perustettu erityisesti tätä tarkoitusta varten. (Önder 2013) Joukko erityisehtoja on sidottu velkakirjan antamiseen, joita ovat

esimerkiksi tietty määrä katastrofin aiheuttamia kustannuksia dollareissa tai suurin tuulen nopeus. Jos ehdot täyttyvät, sijoittavat menettävät pääomansa kokonaan tai osittain. Jos tiettyyn päivämäärään mennessä ehdot eivät ole täyttyneet, maksetaan sijoittajalle huomattava korvaus. (Sturm & Oh 2010, 160) Tyypillisesti nämä liikkeelle lasketaan joukkovelkakirjoina, joissa on erilaiset riskit ja vastuut kuin yksityisessä sijoituksessa. Sijoittajille maksettavat korot maksetaan kahdesta lähteestä: arvopaperistettujen riskien tavanomaisista palkkioista ja sijoitusten tuotoista. (Önder 2013)

Ensi- ja jälleenvakuuttajat käyttävät katastrofivelkakirjoja ”kerran vuosisadassa” tapahtuviin katastrofeihin (De Mey 2007, 37). Usein tällaisia riskejä ei voida jälleenvakuuttaa taloudellisesti, kun otetaan huomioon korkeat kustannukset. Lisäksi suurten katastrofitapahtumien jälleenvakuutusmarkkinoilla on huomattava vastapuoliriski, jossa vakuutusta tarjoavat vain muutamat jälleenvakuuttajat. Tällä hetkellä arvopaperimarkkinoiden merkittävimmät katastrofiriskit ovat tuuli- ja maanjäristysriskit Yhdysvalloissa, sekä monivahinkoriskit Euroopassa. (Önder 2013) Katastrofivelkakirjojen rakenteella pyritään eristämään sijoittamat markkinoihin liittyvistä riskeistä ja altistamaan ne vain tapahtumariskille. Tämän seurauksena arvopapereita pidetään arvokkaana uutena diversifioinnin lähteenä sijoittajille. (Carayannopoulos & Perez 2015, 1)

Katastrofivelkakirjat kuuluvat vakuutussidonnaisten arvopapereiden luokkaan (ILS). Tällä tarkoitetaan siis jälleenvakuutuksen ja arvopaperin yhdistelmää (insurance-linked securities). ILS:n avulla vakuutettu riski voidaan arvopaperistaa, jonka avulla vakuuttaja hankkii itselleen lisää vakuutuskapasiteettia. Sijoittajat menettävät korkotuotonsa ja mahdollisesti osan pääomastaan, mikäli vahinkosuhde nousee yli ennalta arvioidun. Tällä tavoin vakuutusyhtiöiden korvausvelvoite on osittain kompensoitu. (Järvelä & Ellola 2007, 131–132)

Katastrofivelkakirjat ovat toistaiseksi kehittynein vakuutusriskin siirtoinstrumentti (De May 2007, 37). Vaikka niiden volyyymi on edelleen melko pieni suhteessa maailmanlaajuisiin jälleenvakuutusmarkkinoihin. Yhä useammin esiintyvät luonnonkatastrofit, jotka aiheuttavat suuria tappioita vakuutussektorilla, nopeuttavat kasvua tällä markkinasegmentillä. (Önder 2013) Katastrofivelkakirjamarkkinat ovat kehittyneet 1990-luvulta lähtien. Markkinat ovat kasvaneet 633 miljoonasta dollarista vuonna 1997 lähes 7 miljardiin dollariin kymmenessä vuodessa. Vuoden 2008 finanssikriisi kuitenkin vaikeutti näiden markkinoiden kasvua. (Carayannopoulos & Perez 2015, 1) Vaikka finanssikriisi vaikutti katastrofivelkakirjoihin Carayannopoulosin ja

Perezin (2015, 24–26) mukaan velkakirjat tarjoavat omaisuusluokan, joka tarjoaa hajauttamismahdollisuuksia varovaisille sijoittajille. Kriisin jälkeen toteutetut toimenpiteet joukkovelkakirjojen rakenteen parantamiseksi ovat heidän mukaansa todennäköisesti parantaneet tämän omaisuusluokan hajautumisetuja entisestään.

Katastrofivelkakirjojen ohella muita ART-instrumenttiluokkia ovat vakuutusjohdannaiset ja ehdollinen pääoma. Vakuutusjohdannaiset toimivat hyvin samalla tavalla kuin muut johdannaiset, vaikkakin erona on niiden rakentuminen ensisijaisesti teknisellä vahinkoindeksillä. Jos riskitapahtuma ilmenee, vakuutusyhtiöt kompensoivat osittain vakuutuksenantajien korvausvelvollisuudet. Ehdollisen pääoman instrumenteilla on optiomerkki, koska ne oikeuttavat vastapuolen ottamaan omaa pääomaa tai velkaa pääomasta, jos menetys johtuu instrumenttiluokan sopimusjärjestelyistä. Koska näitä instrumentteja käydään yleensä kaupankäynnin kohteina yksityisissä sijoituksissa, ensi- ja jälleenvakuutusyhtiöt ovat alttiina vastapuoliriskille optiotuottajan suhteen. (Önder 2013)

4 NATCATSERVICE-TIETOKANTA

Tutkielman empiirinen aineisto koostuu luonnonkatastrofien osalta lähes täysin NatCatSERVICE-tietokantaan, jonka johdosta on tutkielman kannalta olennaista esitellä tämä tietokanta. Luonnonkatastrofit voidaan jakaa luokkiin monin eri tavoin, kuten luvussa 2 tuli esille. Tässä luvussa NatCatSERVICE:n esittelyn jälkeen tarkastellaan, miten tietokanta on luokitellut luonnonkatastrofit. Lisäksi luvun lopussa esitellään myös, kuinka tietokanta on arvioinut katastrofeista aiheutuneet kustannukset.

4.1 Tietokannan esittely

NatCatSERVICE on maailmanlaajuinen tietokanta luonnonkatastrofeista, jonka Munich Re on vuodesta 1974 järjestelmällisesti kerännyt tallentamalla eri puolilla maailmaa tapahtuneet luonnonkatastrofitapahtumat. Maailmanlaajuisesti järjestelmälliseen ja analyyttiseen arviointiin sopiviksi katsotut tiedot ovat saatavilla vuodesta 1980 alkaen. NatCatSERVICE-tietokanta on

koottu useasta erilaisista lähteistä, kuten uutislähteistä, vakuutusyhtiöiden tietokannoista, ilmatieteellisistä ja seismologisista palveluista, tieteellisistä julkaisuista sekä valtioiden ja hallitusten raporteista. Tällä hetkellä tietokantaan lisätään vuosittain noin 1200 tapahtumaa. NatCatSERVICE muodostaa perustan monille riskinarvioinnin ja riskienhallinnan työkaluille ja palveluille, jotka eivät koske ainoastaan vakuutus- ja rahoitusala, vaan tietokantaa hyödyntävät myös tutkimusyhteisöt ja aiheesta kiinnostuneet kansalaiset. (NatCatSERVICE 2018a, 3–4)

Kaikki tietokantaan lisätyt tapahtumat on eritelty sekä maa- että maanosa kohtaisesti. Tämä mahdollistaakin tietokannan hyödyntämisen niin maa- kuin alueellisella tasolla. NatCatSERVICE tallentaa vahinkotiedot järjestelmällisesti seuraavasti: katastrofiluokka, tapahtuma paikka/paikat, tapahtuma-aika, tapahtuman kuvaus, suorat taloudelliset tappiot, vakuutetut tappiot, kuolemantapaukset ja tietolähde. Näin tietokannasta saadaan selville, mikä tapahtuman on aiheuttanut ja missä. Lisäksi tiedoista on nähtävissä, milloin tapahtuma on alkanut ja milloin se on päättynyt. Tämä ajanjakso lasketaan ensimmäisestä tappiosta viimeiseen tappioon. (NatCatSERVICE 2018a, 4)

Luonnonkatastrofi, kuten esimerkiksi raekuuro, voi aiheuttaa vahinkoa useissa paikoissa. Tämän takia kaikki sijaintitiedot tallennetaan kahdella tavalla: ensiksi sijainnin nimi, kuten kaupungin, piirin tai valtion nimi, ja toiseksi ilmoitetaan vastaava geokoodattu sijainti. Tämä ilmaistaan maantieteellisin koordinaatein, eli pituus- ja leveysastein merkattuna. Jokaisella tapahtumalle on merkitty pääkoordinaatti, joka vastaa tapahtumasta eniten kärsinyttä aluetta. (NatCatSERVICE 2018a, 6)

4.2 Luonnonkatastrofien luokittelu

NatCatSERVICE erottaa luonnonkatastrofit neljään ryhmään: geofysikaaliset, meteorologiset, hydrologiset ja ilmastolliset, jotka puolestaan kattavat 9 katastrofityyppiä ja noin 20 alatyyppeä. Taulukko 4 havainnollistaa, miten erilaiset katastrofit luokitellaan. Geofysikaalisiin katastrofeihin katsotaan lukeutuvan maanjäristykset, tulivuorenpurkaukset ja kuivat maanvyörymät. Hydrologisiin katastrofeihin lukeutuvat tulvat ja vetiset maanvyörymät. Myrskyt lukeutuvat meteorologisiin katastrofeihin ja äärimmäiset lämpötilat, kuten kuumuus ja kylmyys, sekä kuivuus ja metsäpalot, katsotaan ilmastollisiksi katastrofeiksi. (Below ym. 2009, 19)



Taulukko 4 NatCatSERVICE:n Luonnonkatastrofiin luokittelu (mukaiillen Below ym. 2009, 19)

NatCatSERVICE:n luokittelun taustalla on ajatus, että yksi luokka muodostaa yhden ”perheen” (NatCatSERVICE 2018a, 5). Tässä tutkielmassa käytetään kuitenkin nimitystä katastrofi-luokka. Tähän katastrofiluokkaan kuuluvat sen jälkeen päätapahtumat, kuten meteorologiset myrskyt. Myrskyt muodostuvat yksittäisistä alatapahtumista, kuten trooppisista sykloneista ja paikallisista ukkosmyrskyistä. Nämä kuvaavat niitä fyysisiä voimia, jotka aiheuttavat vahingon. Kukin NatCat -tapahtuma muodostuu päätapahtumasta, joka voi koostua yhdestä tai useam-masta alatapahtumasta. On olemassa myös poikkeuksia, joissa eri katastrofiluokkaan kuuluvat tapahtumat yhdistyvät. Esimerkiksi ukkosmyrskyn aiheuttama tulva, joka on päällekkäin me-teorologisen ja hydrologisen luokan kanssa. Tämän vuoksi NatCatSERVICE mahdollistaa ana-lyysit päätapahtuman tasolla ja valituille merkityksellisille alatapahtuman yhdistelmille. (NatCatSERVICE 2018a, 5)

4.2.1 Geofysikaalinen katastrofi

Geofysikaalisiin katastrofeihin lukeutuvat tapahtumat, jotka ovat peräisin kiinteästä maasta. Tämän luokan päätapahtumia ovat esimerkiksi maanjäristykset, tulivuorenpurkaukset ja kuivat maanvyörymät. (Below ym. 2009, 19) Geofysikaalisten katastrofiin luokkaan kuuluvat myös päätapahtuman aiheuttamat vahingot, kuten maanjäristystä seurannut tsunami, tai tulivuoren purkauksen aiheuttama tuhkapilvi. Näitä tapahtumia kutsutaan tämän luokan alatapahtumiksi. (NatCatSERVICE 2018a, 5) Tässä alaluvussa tutustutaan tarkemmin tämän katastrofiin päätapahtumiin, kuten tulivuorenpurkaukseen ja maanjäristykseen ja yhteen alatapahtumaan.

Yhtenä geofysikaalisena päätapahtumana pidetään tulivuorenpurkausta. Termi tulivuori viittaa sekä maankuoren aukkoon, josta kaasut, sulanut kivi tai laava purkautuvat, että kartiomaiseen

vuoristoon, jonka sulanut laava on muodostanut tämän maakuoren venttiilin ympärille. Tulivuori voi olla lepotilassa, aktiivinen, tai aktiiviselta toiminnalta täysin sammunut. Suurin osa tulivuorista sijaitsee mannerlaattojen reunoilla, jonka vuoksi Tyynenmeren tulirenkaan läheisyydessä sijaitsee useita aktiivisia tulivuoria. Tulivuoria sijaitsee myös muuallakin kuin mannerlaattojen reunoilla. Näitä kutsutaan hotspot -alueiksi. (Skipper & Kwon 2007, 124)

Voimakkaat räjähdyspurkaukset voivat voimakkaasti muuttaa maan ja veden kymmeniä kilometrejä tulivuoren ympäriltä. Lisäksi räjähdyspurkaus voi lennättää ilmakehään pieniä neste-mäisiä pisaroita rikkihappoa ja näin ollen muuttaa maapallon ilmastoa hetkellisesti. Tulivuoren purkaukset usein pakottavat evakuoimaan sen lähellä asuvat ihmiset, joskus pysyvästikin. (Skipper & Kwon 2007, 124) Vuonna 2010 Islannin tulivuoren purkaus pysäytti lentoliikenteen ja aiheutti näin ollen suurta vahinkoa matkojen keskeytyessä ja toimitusketjujen pysähtyessä (Sigma 2011, 9).

Toinen tähän luokkaan kuuluva päätapahtuma, maanjäristys, lukeutuu yhteen luonnon tuhoisimpiin voimiin. Maanjäristyksellä tarkoitetaan maanpinnan tärähtelyä ja siirtymistä seismisten aaltojen vuoksi. Tämä on seurausta energian äkillisestä vapautumisesta maankuoressa, joka luo seismisiä aaltoja. (Below ym. 2009, 13) Maanjäristys aiheutuu mannerlaattojen hankautuessa toisiinsa. Koska maanjäristys aiheutuu mannerlaattojen reunojen hankautumisesta toisiinsa, ovat jotkut maantieteelliset sijainnit alttiimpia näiden jaksollisten tapahtumien haittavaikutuksille. Mannerlaattojen reunat sijoittuvat rannikkoalueille, jolloin alueet ovat maanjäristyksen lisäksi alttiimpia myrsky- ja tulvavahingoille. (Skipper & Kwon 2007, 114)

Maanjäristysten ennustettavuuden on toistaiseksi osoitettu olevan mahdotonta lukuisista tutkimuksista huolimatta. Maanjäristyksen vakavuus liittyy maanjäristyksen hypokeskuksessa vapautuneen seismisen energian määrään. Tätä voimakkuutta mitataan yleisesti Richterin asteikon mukaan, joka on päättymätön mittakaava. Jokainen asteikon kokonaisluku kuvaa energian kymmenkertaista nousua. Richterin asteikon mukaan 7 magnitudin maanjäristys luokitellaan merkittäväksi. Suurin 9,5 magnitudin voimakkuudella mitattu järistys tapahtui Chilessä vuonna 1960. (Skipper & Kwon 2007, 114)

Syvän meren alueella tapahtuneesta maanjäristyksestä voi myös seurata suuria nopeasti liikkuvia aaltoja, joita kutsutaan tsunameiksi. Tsunami voi myös syntyä maanvyörymästä tai meteoriitin putoamisesta mereen. Tämän vuoksi tsunami lukeutuu geofysikaaliseen katastrofiluokan

alatapahtumana. (Below ym. 2009) Tsunami nimitys juontaa juurensa japanin kielestä, joka suoraan käännettynä tarkoittaa satama-aaltoa. Tämän vuoksi tsunamit on joskus nimitetty väärin vuorovesiaalloksi. (Skipper & Kwon 2007, 117)

Tsunamit kuitenkin muodostuvat useimmista aalloista, jotka voivat matkata 500–10000 kilometrin nopeudella tunnissa. Lähellä rantaa tsunami vauhti hidastuu vain muutamaan kymmeneen kilometriin tunnissa. Tyypillisesti avomerellä tsunamin korkeus on noin metrin, mutta rantaviivalla sen korkeus voi nousta kymmeneen metriin. Tuulen aiheuttamista aalloista poiketen, tsunamiaaltojen välinen aika toisistaan voi vaihdella muutamista minuuteista useampiin tunteihin. (ITIC 2018)

Joulukuussa vuonna 2004 syntyi historian tuhoisin tsunami maanjäristyksen aiheuttamana Intian valtamerellä. Richterin asteikolla mitattuna 9 magnitudin maanjäristys synnytti tsunamin, joka aiheutti tuhoa laajalla alueella Thaimaassa, Malesiassa, Sri Lankassa, Intiassa, Malediiveilla ja jopa Keniassa sekä Somaliassa. Tsunamin seurauksena 255 000 ihmistä menehtyi. Maanjäristys aiheutti 3–4 metrin ylöspäin suuntautuvan liikkeen merenpohjassa, jonka mukana valtava vesimassa nousi. Tsunamin suuruus riippuu maanjäristyksen voimasta sekä meren syvyydestä maanjäristyskeskuksen yläpuolella. (Skipper & Kwon 2007, 117)

4.2.2 Hydrologinen katastrofi

NatCatSERVICE:n luokittelun mukaan hydrologiseksi tapahtumaksi katsotaan tapahtuma, joka johtuu poikkeamista normaalista veden kierrosta ja/tai tuulen aiheuttamasta vesistöjen tulvimisesta. Tämän katastrofiluokan päätapahtumiksi luetaankin tulvat ja märät maanvyörymät. Katastrofiluokkaan kuuluvia alatapahtumia tässä luokassa ovat muun muassa: yleiset tulvat, hyökyluovat, myrskyn aiheuttamat tulvat, maanvyörymät ja lumivyöryt. (Below ym. 2009; 8, 17) Tässä kappaleessa esitellään näistä tarkemmin tulva, jotka ovat kautta mittaushistorian aiheuttaneet jopa 40 prosenttia luonnonkatastrofitappioista (Munich Re 2020b).

Tavallisella tulvalla tarkoitetaan osittain tai täydellisesti normaalisti kuivan maa-alueen täyttymisestä vedellä, joka johtuu vuoroveden, joki- tai järvesien ylivuodosta tai rankkasateesta. Tavallinen tulva tyypillisesti esiintyy tietyillä alueilla, kun taas hyökyluova voi esiintyä missä vain. Hyökyluovat syntyvät tyypillisesti ukkosmyrskyjen aiheuttaman poikkeuksellisen suuren rankkasateen vuoksi. (Below ym. 2009, 15) Riskienhallinnan ja vakuuttamisen näkökulmasta

tulvan todennäköisyys tietyllä alueella on arvioitu siitä, kuinka usein alue on tulvinut. Esimerkiksi 100 vuoden tulvalla tarkoitetaan sitä, että tietyllä alueella odotetaan tulvivan kerran sadassa vuodessa. Näin ollen tulvan todennäköisyys vuodessa on yhden prosentin. (Skipper & Kwon 2007, 123)

Tulvavahingon voi aiheuttaa yksittäinen tapahtuma, kuten hurrikaani tai ukkosmyrsky, tai pitkittyneestä sadejaksosta tietyllä alueella. Tulvavahingoille ovat alttiita etenkin rakennukset, jotka sijaitsevat lähellä vesistöjä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, etteikö tulvavahinko voisi esiintyä muuallakin. Esimerkiksi vuonna 1995 hurrikaani Opal pysähtyi Yhdysvaltojen maaperälle melkein kahden viikon ajaksi ja aiheutti tulvavahinkoja sellaisella alueella, jonka ei odotettu olevan tulva-altis. (Skipper & Kwon 2007, 123–124)

4.2.3 Meteorologinen katastrofi

Meteorologiseksi katastrofiksi luokitellaan kaikenlaisten myrskyjen aiheuttamat tapahtumat. Kuten trooppiset myrskyt, ukkosmyrskyt, talvimyrskyt ja voimakas tuuli. (NatCatSERVICE 2018b, 3) Tämän luokan päätapahtumia ovat myrskyt (Below ym. 2009, 6). Maailmanlaajuisesti myrskyt ovat aiheuttaneet tulviakin enemmän vahinkoja (Munich Re 2020b). Tieteelliset tutkimukset ovat osoittaneet, että Pohjois-Amerikan vakavien ukkosmyrskyjen aiheuttamien tappioiden kasvuvauhti liittyy meteorologisten parametrien muutoksiin, etenkin kohonneisiin ilmakehän lämpötiloihin ja kosteuteen. Sen vuoksi lienee todennäköiseltä, että vakavien myrskyjen aiheuttamat (arvoon mukautetut) tappioiden kasvu liittyvät ilmastonmuutokseen. (Munich Re 2020d)

Myrskyriski muodostuu monista mahdollisista katastrofeista, jotka yhdessä muodostavat kaikkien merkittävimpiä luonnonkatastrofeja. Tutkijat määrittelevät myrskyt tuulennopeuden ja sijainnin mukaan. Beaufordin asteikkoa käytetään mitattaessa myrskyn tuulennopeutta. Trooppisissa yleensä muodostuvien matalapaineiden yleinen termi on trooppinen hirmumyrsky, joihin liittyy usein myös voimakkaita ukkosmyrskyjä. Eri merialueilla trooppisilla hirmumyrskyillä on eri nimityksiä. (Skipper & Kwon 2007, 118)

Kun trooppinen hirmumyrsky saavuttaa keskituulen nopeudeksi 39 mailia tunnissa (Beauford asteikolla 8), se luokitellaan trooppiseksi myrskyksi ja myrsky nimetään. Kun tuulennopeus ylittää 64 mailia tunnissa (Beaufordin asteikolla 11), tulkitaan myrsky hurrikaaniksi, jos

myrsky sijaitsee Pohjois-Atlantilla, Tyynenmeren pohjoisosissa päivämäärärajan itäpuolella sekä Tyynenmeren eteläosissa 160 pituuspiirin itäpuolella. Tämä sama trooppinen myrsky on nimeltään taifuuni, mikäli se esiintyy Tyynenmeren luoteisosissa päivämäärärajan länsipuolella. Muualla Intian valtamerellä ja Tyynenmeren lounaisosissa nimitys on trooppinen sykloni. (Skipper & Kwon 2007, 118)

Trooppiset hirmumyrskyt syntyvät ilmakehässä lämpimillä merialueilla. Hirmumyrskyissä tuuli puhalttaa suuressa spiraalissa ympäri suhteellisen rauhallisen myrskyn silmän. Tuulen kiertokulku on vastapäivään pohjoisella pallonpuoliskolla ja myötäpäivään eteläisellä pallonpuoliskolla. Trooppisia hirmumyrskyjä luokitellaan edelleen käyttämällä Saffir-Simpsonin asteikkoa. Tässä hirmumyrskyt luokitellaan kategorioittain yhdestä viiteen, jossa kategoria 1 luokan hirmumyrsky on heikoin ja 5 vahvin. (Skipper & Kwon 2007, 119)

4.2.4 Ilmastollinen katastrofi

Tapahtuma luokitellaan ilmastolliseksi katastrofiksi, mikäli se on pitkäkestoinen meso tai makrotasoinen prosessi. Ajanjakso voi olla sesongista monivuotiseen ilmaston vaihteluun. Tämän katastrofiluokan päätapahtumia ovat äärimmäiset lämpötilat, kuten hellejaksot tai suuret pakkasjaksot. Lisäksi päätapahtumia ovat myös kuivuus ja metsäpalot. (Below ym. 2009, 19) Tässä kappaleessa esitellään tarkemmin metsäpalot.

Metsäpalot ovat luonnollisessa ympäristössään kontrolloimattomia paloja, jotka tyypillisesti polttavat alueita, kuten ruohotasankoja, pensastasankoja ja metsämaata. Metsäpalot voivat syntyä täysin luonnollisista syistä tai vahingossa tai tahallisesta tapahtuneesta sytytyksestä. Kasvanut metsäpalovaara on tullut hyvin näkyväksi viime vuosina lisääntyvien tapahtumien vuoksi. Esimerkiksi Australiassa vuonna 2009 metsäpalon arvioitiin aiheuttaneen 4 miljardin dollarin vahingot, mukaan lukien 1,2 miljardin dollarin vakuutuskorvaukset. Metsäpalon vuoksi menehti 173 ihmistä ja 2133 kotitaloa tuhoutui. (Rougier, Sparks & Hill 2013, 398–399) Vielä viimeisimpänä Australian maastopalot vuonna 2019, joka tuhosi yli 11 miljoonaa hehtaaria maastoa ympäri Australiaa ja tappoi yli 30 ihmistä. (BBC 2020)

4.3 Vahinkokustannusten muodostaminen

Jokaisella NatCatSERVICE-tietokannan vahinkotapahtumalla on suora taloudellinen tappio, joka ilmaistaan nimellisarvona Yhdysvaltojen dollareissa. Joissakin tapauksissa on ilmoitettu myös vakuutettu tappio. Luonnonkatastrofi-informaation laadun vaihteluun vaikuttaa vahinkotapahtuman sijainti sekä tapahtuman vakavuus. Joskus viralliset laitokset auttavat vahinkojen arvioinnissa ilmoittamalla omat vahinkoarvionsa, joko taloudelliset tappiot tai vakuutetut tappiot tai molemmat. Monissa tapauksissa NatCatSERVICE joutuu arvioimaan vahinkokustannukset itsenäisesti. Tietokannan toiminta perustuu aina itsenäisesti arvioituihin vahinkokustannusten laskemiseen, ja jos arviot vastaavat muiden virallisten laitosten tuloksia, nähdään tämä vahvistuksena vahinkokustannusten arvioinnin luotettavuudesta. (NatCatSERVICE 2018a, 7)

Vahinkokustannusten arviointiin NatCatSERVICE on laatinut viisi tiedonlaadun tasoa, joista jokainen edellyttää erillistä lähestymistapaa tai eri lähestymistapojen yhdistelmää. Nämä viisi tasoa ovat: 1. Tiedot vakuutetuista tappioista sellaisissa teollisuusmaissa, joissa on suuri vakuutusturva, joita ovat laatineet Perils AG, PCS, CatIQ tai erilaiset vakuutusyhdistykset. 2. Osittainen tieto vakuutetuista tappioista kehittyvillä markkinoilla. 3. Tiedot kokonaisvahingoista, usein hallitukselta, mutta ei tietoa vakuutetuista vahingoista. 4. Osittaiset tiedot kokonaisvahingoista, esimerkiksi maatalouden, infrastruktuurin rahamääräiset tappiot. 5. Vain tapahtuman kuvaus, kuten tulva, myrsky tai maanjäristys. (NatCatSERVICE 2018a, 7)

Mikäli luonnonkatastrofista on saatavilla vain huonolaatuista tietoa, kuten vain tapahtuma kuvaus taso 5. mukaan, on tällöin vahinkokustannusten arvioinnissa luotettava omaisuusarvon oletuksiin. NatCatSERVICE käyttää tyypillisiä arvioita asuntojen arvoista ja korjauskustannuksia luetelluille vaurioituneille ja tuhoutuneille omaisuserille. Tietokanta tekee näissä tapauksissa oletuksia infrastruktuurin ja julkisten rakennusten kustannuksista sisällyttäen arviot maatalouden vahinkotiedoista. Kuvaajat auttavat arvioimaan vaikutuksen laajuutta sekä vahingoituneen tai tuhoutuneen rakennuksen keskimääräistä vahinkokustannusta. (NatCatSERVICE 2018a, 8)

Vahinkokustannusten arviointi perustuu suurimmaksi osaksi oletuksien varaan. Suurimmissa vahinkotapahtumissa tietojen laatu on parempaa kuin pienemmissä, sillä yleinen kiinnostus luonnonkatastrofeja kohtaan on suurempi. Mitä suurempi ja laajempi katastrofitapahtuma, sitä suurempi on todennäköisyys sille, että oletuksista muodostetut arviot tasapainottuvat arviointimenettelyssä. NatCatSERVICE-tietokantoja päivitetään joka kerta, kun saadaan uutta tietoa,

joka johtaisi vahinkoarvojen uudelleenarviointiin. Tämä voi vaikuttaa sekä viimeaikaisiin tapahtumiin, että historiallisiin tapahtumiin. Vaikka vahinkotilastointi kustannusten osalta perustuu suuresti oletusten varaan, ei NatCatSERVICE näe tässä riskienhallinnan näkökulmasta suurta ongelmaa. Tämä johtuu kokonaisriskin muodostumisen tyypillisesti muutaman suurimman katastrofitapahtuman perusteella vuodessa, ja kuten edellä mainittiin, suurimmista luonnonkatastrofeista on saatavilla laadukkaampaa tietoa. (NatCatSERVICE 2018a, 8)

Vahinkokustannukset ilmaistaan tyypillisesti Yhdysvaltain dollareina, mutta ne voidaan antaa myös muissa keskeisissä valuutoissa. NatCatSERVICE muuntaa paikalliset valuutat dollareiksi kuukauden aikana tapahtumasta. Sekaannusten välttämiseksi tietojen tulkinnassa tietokanta ilmoittaa analyysit ainoastaan Yhdysvaltain dollareissa. Sovelletut valuuttakurssit valuuttamuunnoksia varten on otettu virallisista lähteistä, kuten Kansainvälisestä valuuttarahastosta, Yhdistyneiden Kansakuntien tilastoyksiköstä ja Bloombergista. (NatCatSERVICE 2018a, 8)

Tappiot arvioidaan valuutoissa, jotka ovat alttiita arvonmuutoksille ajan mittaan. Näitä muutoksia ovat inflaatio ja deflaatio, jotka ovat suoria seurauksia tavaroiden ja palvelujen hintatason muutoksista valuuttavyöhykkeellä. Muutokset heijastuvat kuluttajahintaindeksiin (CPI), joka kuvaa rahan arvon muutosta minä tahansa päivänä tai vuotena. Yleinen kysymys on, miten suuren vahingon historiassa aiheuttanut vahinko voisi aiheuttaa nykypäivänä. Tähän kysymykseen ei riitä vastaukseksi pelkkä inflaation mukauttaminen, vaan pikemminkin arvioimalla muutokset varallisuudessa ja muussa omaisuudessa sijaintipaikoissa. Tätä menetelmää kutsutaan tappiodatan normalisoinniksi ja se on menetelmä, jonka avulla voidaan tehdä historiallisesti tapahtuneet vahingot vertailukelpoisiksi tämän päivän tappioiden kanssa. Tappiotiedon normalisoinnin välttämätön edellytys on hyvä ja luotettava tieto, joka kuvaa varallisuuden ja omaisuuden paikallista tai alueellista kehitystä maailmanlaajuisesti. Makrotaloudellisista tiedoista, kuten bruttokansantuotteesta, on tullut vakiintuneita taloudellisesta muutoksesta kertovia tietoja. (NatCatSERVICE 2018a, 9)

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA KESKEISET TULOKSET

Tutkielman empiirisessä osuudessa haetaan vastauksia kahteen tutkimusongelmaan. Näin ollen tutkielmassa analysoidaan ensin luonnonkatastrofien lukumäärällistä kehitystä. Tarkoituksena on selittää luonnonkatastrofitapahtumien kehitys eri katastrofiluokissa, eri maanosissa ja katastrofaalisten luonnonkatastrofien osalta. Samalla tutkitaan myös vakuutettujen tappioiden ja jälleenvakuuttaja Munich Re:n korvauskustannusten kehitystä.

Lisäksi analysoidaan, millainen vaikutus luonnonkatastrofeilla on jälleenvakuutusyhtiön korvauskustannuksiin. Mahdollista yhteyttä etsitään Munich Re:n korvauskustannusten sekä luonnonkatastrofiluokkien, eri maanosissa tapahtuvien katastrofien ja katastrofaalisten luonnonkatastrofien välillä. Analyysissä etsitään vaikuttavatko mahdollisesti jotkin muuttujat toisia enemmän korvauskustannusten kehitykseen vai löydetäänkö yhteyttä lainkaan.

Tutkielman empiirinen osio koostuu kahdesta pääluvusta, joista ensimmäisessä annetaan tarkempaa tietoa aineiston keräämisestä. Tämän lisäksi luvussa kuvaillaan aineistoa sekä esitellään, miten aineistoa on käsitelty ja analysoitu. Lopuksi luvussa esitellään keskeiset tulokset. Empiirisen osion toisessa pääluvussa annetaan lopulta vastaukset tutkimusongelmiin sekä arvioidaan tutkimusta.

5.1 Tutkimusaineiston kerääminen

Tutkielman aineisto on kerätty verkon kautta julkisesti saatavilla olevista tietokannoista, joka on yksi keino aineiston keräämiseen kvantitatiivisessa tutkimuksessa. Valmiiden rekistereiden, tilastojen tai muiden aineistojen hyödyntämisen lisäksi kvantitatiivisessa tutkimuksessa aineiston voi kerätä myös kyselylomakkeella, haastattelulomakkeella tai systemaattisella havainnoinnilla. Tutkimuksen kannalta olennaista on, että aineisto on kerätty mitattavassa muodossa tai se on mahdollista muuttaa mitattavaan muotoon. (Vilka 2007, 35)

Kun tutkimusaineistona käytetään verkkomateriaalia, on tärkeä kiinnittää huomiota kahteen seikkaan. Ensiksi, kaikki verkossa saatavilla oleva aineisto ei välttämättä ole laadukasta ja luotettavaa. Toiseksi, tutkijan on tiedettävä etukäteen, missä tarkoituksessa hän aineistoa käyttää. Primääriset, eli ensi käden aineistot, ovat sellaista tutkimusmateriaalia, jonka tutkija on itse kerännyt. Primäärin aineiston on tarkoitus vastata suoraan tutkimusongelmaan. Sekundäärisellä aineistolla tarkoitetaan, että sen on kerännyt joku muu kuin tutkija itse. (Vilka 2007, 33–34)

Verkkomateriaalia on myös kritisoitu sen vuoksi, että sen pelätään alkavan ajan myötä määräämään tutkimuksia, jonka seurauksena ei-digitaalisessa muodossa olevien aineistojen merkitys laskee. Ongelmana on, että tämän vuoksi tutkimuksista ei saada riittävän monipuolisia, tasa-puolisia ja nämä eivät antaisi riittävän todellista kuvaa tutkittavasta ilmiöstä. (Vilka 2007, 32–33)

Tutkimusaineistoon sisältyvät muuttujat on kerätty jälleenvakuutusyhtiö Munich Re:n vuosikertomuksista ja NatCatSERVICE-tietokannasta. Vuosikertomukset ovat saatavissa Munich Re:n verkkosivuilta aina vuoteen 1999 asti. Kuten edellisessä luvussa esiteltiin, NatCatSERVICE on maailmanlaajuinen tietokanta luonnonkatastrofeista, jonka Munich Re on vuodesta 1974 järjestelmällisesti kerännyt tallentamalla eri puolilla maailmaa tapahtuneet luonnonkatastrofitapahtumat. Maailmanlaajuisesti järjestelmälliseen ja analyttiseen arviointiin sopiviksi katsotut tiedot ovat saatavilla vuodesta 1980 alkaen. Tietokanta muodostaa perustan monille riskinarvioinnin ja riskienhallinnan työkaluille ja palveluille, jotka eivät koske ainoastaan vakuutus- ja rahoitusala, vaan tietokantaa hyödyntävät myös tutkimusyhteisöt ja aiheesta kiinnostuneet kansalaiset. (NatCatSERVICE 2018, 3)

Valitsin NatCatSERVICE:n analyysiin sisällettävien muuttujien lähteeksi sen vuoksi, koska tietokanta tarjosi paljon tutkimukseen hyödyllisiä tietoja riittävän pitkältä aikaväliltä. Lisäksi tietokanta on koottu useasta erilaisista lähteistä mahdollisimman luotettavan informaation saamiseksi (NatCatSERVICE 2018a, 4). Analyysiin mukaan lukeutuvat muuttujat ovat NatCatSERVICE:n kautta hankitut tiedot eri luonnonkatastrofitapahtumien lukumääristä vuosittain, sekä korvattavien vahinkojen euromäärä vuosittain. Jälleenvakuutusyhtiöistä valitsin analyysiin mukaan Munich Re:n, sillä yhtiö on julkisesti ilmoittanut erikseen luonnonkatastrofeista aiheutuneet vahinkokustannukset vuosittain. Lisäksi yhtiö on viime vuosina ollut suurin toimija markkinaosuudeltaan, ollen vuosina 2016 ja 2017 markkinoiden suurin jälleenvakuuttaja, mutta vuonna 2018 yhtiö jäi toiseksi Swiss Re:n jälkeen (S&P Global 2018, 70; 2019, 50). Tutkimustuloksia voinee yleistää myös koskemaan muita jälleenvakuutusyhtiöitä Munich Re jälleenvakuuttajan ollessa markkinoiden suurimpia.

5.2 Aineiston käsittely ja analysointi

Kvantitatiivisella tutkimuksella tyypillisesti pyritään ratkaisemaan jokin ongelma tai selvittämään asioiden tila (Holopainen & Pulkkinen 2012, 22). Tutkimuksessa onkin tarkoitus valita sellainen analyysimenetelmä, joka antaa tietoa siitä, mitä ollaan tutkimassa. Tutkimuksen suunnitteluvaiheessa pyritään aina ennakoimaan sopiva analyysimenetelmä tutkimusongelmiin. Käytännössä sopiva analyysimenetelmä löytyy kuitenkin kokeilemalla kyseiselle muuttajalle sopivia menetelmiä. (Heikkilä 2004, 183)

Ennen varsinaista analyysin aloittamista, tutkimuksessa kannattaa lähteä liikkeelle tarkastelemalla tutkimuksen kannalta keskeisiä muuttujia. Keskeisten muuttujien yleiskatsauksessa on tyypillisesti tarkasteltu muuttujien keskiarvoja ja keskihajontoja, muuttujien jakaumia sekä poikkeavien tapausten määrää. (Tähtinen, Laakkonen & Broberg 2011, 59) Koska tutkimuksen muuttujat ovat suhteasteikkollisia muuttujia, aloitetaan aineiston käsittely laskemalla näiden keskiarvot, keskihajonnat, minimi, alakvartiili, mediaani, yläkvartiili ja maksimiarvot. Muuttujien kuvaamisen apuna käytetään myös erilaisia diagrammiesityksiä.

Tyypillisesti keskiarvot ovat yksi käytetyimmistä keskilukuja. Kuitenkin mediaanin käyttö voi olla tarkoituksenmukaisempaa, mikäli aineistossa on paljon poikkeavia havaintoja. Mediaani kuvaa suuruusjärjestetyn asetetun aineiston keskimmäistä arvoa. Keskihajonta kuvaa taas muuttujan arvojen vaihtelua suhteessa keskiarvoon. Tämän avulla voidaan siis päätellä, miten arvot ovat sijoittuneet keskiarvon suhteen. Kvartiilien sekä minimi- ja maksimiarvon avulla voidaan päätellä, miten mitattavien muuttujien arvot vaihtelevat. Kvartiiliväliin kuuluu 50 prosenttia havainnoista, joista 25 prosenttia jää tämän alapuolelle ja toiset 25 prosenttia tämän yläpuolelle. (Tähtinen, Laakkonen & Broberg 2011, 72–73)

Määrällisen tutkimuksen analyysitapaan vaikuttaa se, ollaanko tutkimassa yhtä muuttujaa vai kahden tai useamman muuttujan välistä riippuvuutta ja niiden vaikutusta toisiinsa. Mikäli tavoitteena on tutkia yhden muuttujan jakaumaa, käytetään sijaintilukuja. Näillä tarkoitetaan havaintoarvojen sijaintia kuvaavia tunnuslukuja, kuten keskiarvo ja moodi. Kahden muuttujan välistä riippuvuutta analysoidessa, esimerkiksi tulotason ja kulutustottumusten välistä riippuvuutta, käytetään ristiintaulukointia ja/tai korrelaatiokerrointa. Riippuvuudella tarkoitetaan, että jokin muuttuja vaikuttaa toiseen muuttujaan (Vilkkä 2007, 119, 129)

Aineiston analyysissa tehdään tyypillisesti ero kuvailevan tilastoanalyysin ja tilastollisen päätelyn välillä. Kuvailevan tilastoanalyysin avulla pyritään kuvailemaan ja tiivistämään jonkin

määrällisen muuttujan jakaumaa tai useamman muuttujan yhteisvaihtelua pyrkimättä tekemään tulosten pohjalta yleistyksiä mihinkään laajempaan perusjoukkoon. Korrelaatiokerroin on yksi tapa, jolla voidaan kuvailla useamman muuttujan yhteisvaihtelua. (KvantiMot 2004) Tässä tutkimuksessa on tarkoitus analysoida muuttujien välistä riippuvuutta, joten yhtenä analyysimenetelmänä on korrelaatiokerroin.

5.2.1 Korrelaatioanalyysi

Korrelaatiokerroin on tilastollinen tunnusluku, jonka avulla voidaan kuvata numeroarvona kahden muuttujan välinen riippuvuus, eli vaikuttavatko jotkut havaitut asiat toisiinsa (Holopainen & Pulkkinen 2012, 233). Korrelaatio toimii usein pidemmälle menevien analyysien, kuten regressioanalyysin, lähtökohtana (Metsämuuronen 2002, 60). Sen vuoksi tässäkin tutkielmassa esitetään ensin korrelaatiokertoimet tutkittaville muuttujille.

Korrelaatiolla tarkoitetaan sananmukaisesti riippuvuussuhdetta. Ennen tunnusluvun laskemista on otettava huomioon muuttujien mitta-asteikko, minkä vuoksi korrelaatiokertoimia on useita. Yleisimmin käytetty korrelaatiokerroin on Pearsonin korrelaatiokerroin, jota käytetään, kun tutkittavat muuttujat ovat välimatka- tai suhdeasteikollisia muuttujia. (Holopainen & Pulkkinen 2012, 233) Koska tämän tutkimuksen tutkittavat muuttujat ovat suhdeasteikollisia muuttujia, hyödynnetään tutkimuksessa juuri tätä korrelaatiokerrointa.

Korrelaatiokerroin kuvaa riippuvuuden suuntaa (positiivinen tai negatiivinen) ja voimakkuutta sekä yhteisvaihtelun olemassaoloa. (Vilkan 2007, 130; Alkula ym. 1995) Taulukko- tai tilasto-ohjelmalla on helpoin tapa laskea korrelaatiokerroin. Tulokset vaihtelevat lukuarvon -1 ja $+1$ välillä. Tilastollinen riippuvuus on sitä heikompi, mitä lähempänä nolaa tulos on. Täydellistä lineaarista riippuvuutta kuvaavat lukuarvot -1 ja $+1$. Näin ollen lukuarvot muodostavat suoran korrelaatiotaulukossa. Molempien arvojen kasvaessa samansuuntaisesti, puhutaan positiivisesta korrelaatiosta. Kun taas arvot laskevat samansuuntaisesti, puhutaan negatiivisesta korrelaatiosta. (Vilka 2007, 130)

Pearsonin korrelaatiokerroin kuvaakin vain muuttujien välistä lineaarista yhteyttä. On kuitenkin huomioitava, että vaikka korrelaatio olisi nolla, muuttujat eivät välttämättä ole riippumattomia. Muuttujien välillä voi olla muunlaistakin yhteyttä kuin lineaarista. Korrelaatiokerroin on myös hyvin herkkä poikkeaville arvoille. Yksi toisista selvästi poikkeava arvo voi mahdollisesti

vaikuttaa suuresti korrelaatiokertoimen arvoon. (Holopainen & Pulkkinen 2012, 234–235) Yleensä korrelaatiokertoimen arvo kuitenkin poikkeaa nolasta. Kysymys kuuluukin, milloin poikkeama on riittävän suuri, ettei sitä katsota sattumaksi. (Holopainen & Pulkkinen 2012, 242–243)

Korrelaatiokertoimen tulkitsemisessa on oltava tarkkana. Mitä lähempänä kerroin on arvoa 1, sitä voimakkaampi lineaarinen yhteys on. Kertoimen etumerkki viittaa muuttujien välisen yhteyden suunnan, joka voi olla positiivinen tai negatiivinen. Kun korrelaatiokerroin r on lähellä nolaa, voidaan silloin tulkita, ettei muuttujien välillä ole lineaarista yhteyttä. Vaikka kertoimen arvo olisi lähellä lukua $+0,5$ tai $-0,5$, on se osoitus vain heikosta lineaarisesta yhteydestä. Kuitenkin esimerkiksi yhteiskunnallisessa tutkimuksessa myös heikotkin korrelaatiot voivat olla tärkeitä. (Holopainen & Pulkkinen 2012, 245–246) Korrelaation merkitsevyys on mahdollista tulkita p-arvon avulla. Tilasto-ohjelma SPSS ilmoittaa Sig. arvon, eli p-arvon, korrelaatiokertoimen lisäksi. (Heikkilä 2008, 206) P-arvolla tarkoitetaan todennäköisyyttä sille, että laskettu riippuvuus olisikin otantavirhe. Vakiintuneen tavan mukaan alle 5 prosentin suuruisia p-arvoja voidaan pitää riittävän pieninä ja tulosta voidaan kutsua tilastollisesti merkitseväksi. Tyypillisesti p-arvot ilmoitetaan desimaaleina (0,05). (Akin menetelmäblogi 2019) Tässä tutkielmassa korrelaatioanalyysissä hyväksytään alle 5 prosentin (0,05) p-arvot.

Korrelaatiolla ei kuitenkaan voida kuvata asioiden välistä syy–seuraussuhdetta, sillä asiat voivat vain muuttua samanaikaisesti. Lisäksi havaintojen on mahdollista muuttua samansuuntaisesti jonkin mittaamattoman asian vuoksi. Tämän johdosta samansuuntaisuus on vain satunnaista vailla todellista yhteyttä. (Vilka 2007, 120) Korrelaatio kuvaa suppeammillaan ainoastaan välimatka ja suhdelukuasteikollisten muuttujien välistä lineaarista yhteyttä. Esimerkiksi mitä pidempi ihminen on, sitä painavampi hän tyypillisesti on. Kausaalisuhteella on tarkoitus kuvata oletettua vaikutussuhdetta selittävän muuttujan eli riippumattoman tekijän ja selitettävän muuttujan eli riippuvan tekijän välillä. Kausaalisuhteen tulkitseminen ei ole ongelmaton, sillä tuloksen tulkinta voi useimmiten jäädä arvaukseksi. (Alkula ym. 1995, 169)

Sen sijaan Gujaratin ja Porterin (2009, 20) mukaan kausaalisuutta voidaan tutkia regressioanalyysin avulla. Korrelaatioanalyysin avulla voidaan tutkia muuttujien välistä yhteyttä ja riippuvuuden voimakkuutta. Regressioanalyysin lähtökohtana on, että selittävät muuttujat korreloivat kohtuullisesti selittävään muuttujaan, mutta eivät liian voimakkaasti toistensa kanssa

(Metsämuuronen 2002, 20). Korrelaatioanalyysi toimii myös regressioanalyysin rajoitusten tarkastelun apuna.

5.2.2 Regressioanalyysi

Kun korrelaatioanalyysi ei itsessään ole riittävä edellytys muuttujien välisen kausaalisuhteen tutkimiselle, on tässä tutkimuksessa käytetty aineiston analysoinnissa myös regressioanalyysia. Regressioanalyysilla on mahdollista kuvata usealla selittäväällä muuttujalla yhden muuttujan vaihtelua (Laininen 2000, 85). Analyysi soveltuu parhaiten ilmiön kannalta oleellisten muuttujien etsimiseen tai teorian kannalta oleellisten muuttujien vaikutusten tarkasteluun. Regressioanalyysia voidaan käyttää ilmiön mallintamisessa. Valitsin tutkimuksen analyysimenetelmäksi regressioanalyysin, sillä se soveltuu parhaiten etsimään laajan muuttujajoukon keskeltä niitä tekijöitä, jotka kykenevät yhdessä selittämään jotakin jatkuvaa muuttujaa. Lisäksi analyysillä voidaan tutkia jo aiemmin tärkeiksi tiedettyjen muuttujien osuutta selittävinä tekijöinä. Viimeiseksi regressioanalyysi soveltuu kuvaamaan, voiko tietyt muuttujat selittää paremmin ilmiötä kuin toiset. (Metsämuuronen 2008, 12–13)

Regressio on mahdollista laskea yhden tai useamman muuttujan analyysissa. Yleisin on useamman muuttujan analyysi, jossa regressioanalyysin perusmalli on seuraava:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_i X_i + \varepsilon$$

Missä Y viittaa selitettävään muuttujaan ja $X_1 - X_i$ selittäviin muuttujiin, joita tässä tapauksessa on i -kappaletta. Kaavassa β_0 viittaa vakioon, joka lasketaan analyysin kuluessa. Usean selittävän muuttujan tilanteessa vakio on niiden havaintojen ennuste, joiden selittäjien arvot ovat nolli. $\beta_1 - \beta_i$ ovat muuttujan painokertoimia, joita on yhtä monta kuin selittäviä muuttujia. Virhetermi ε viittaa siihen, ettei malli kykene täydellisesti selittämään ilmiötä, vaan mallissa on virhe tai ennustevaje. Tätä nimetään edelleen residuaaliksi. (Metsämuuronen 2008, 22)

Selittävät muuttujat $X_1 - X_k$ yleensä korreloivat keskenään. Koska reaali maailmassa muuttujat eivät korreloi toistensa kanssa täydellisesti, malliin tulee sisältymään ennustevirhettä u , joka on se osuus X_1 :stä, joka on täysin riippumaton X_2 :sta. (Metsämuuronen 2008, 22–23)

5.3 Tutkimusaineiston kuvaaminen

NatCatSERVICE-tietokantaan on tallennettu yhteensä 18 169 tapahtumaa. Tämän tutkimuksen empiirisessä osuudessa selvitetään, miten nämä luonnonkatastrofitapahtumat ovat kehittyneet mittaushistorian aikana vuosina 1980–2018. Tätä kehitystä tarkastellaan luonnonkatastrofi-luokittain, maanosittain, katastrofaalisten katastrofien sekä luonnonkatastrofeista aiheutuneiden tappioiden osalta. Tappioita tarkastellaan niin globaalien vakuutettujen tappioiden osalta kuin jälleenvakuuttajan Munich Re ilmoittamien vuosittaisten luonnonkatastrofien aiheuttamien korvauskustannustenkin osalta.

Tutkimuksen havaintoaineisto on kerätty julkisesti saatavilla olevista materiaaleista. Edellisessä luvussa esiteltiin NatCatSERVICE, jonka tietokannasta on kerätty tutkimukseen luonnonkatastrofeja koskeva aineisto. Tietokanta on kerännyt vuosittain luonnonkatastrofitapahtumia koskevia tietoja aina vuodesta 1980 eteenpäin, joten aineisto koostuu siten 39 vuoden havainnoista. Vastaavasti jälleenvakuutusyhtiön korvauskustannukset ovat saatavissa vuodesta 1999 alkaen, jonka vuoksi analyysit tämän muuttujan osalta keskittyvät aikavälille 1999–2018. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää luonnonkatastrofien ja niistä aiheutuneiden vahinkokustannusten kehitystä ja vaikutusta jälleenvakuutustoiminnassa. Siten aineisto on pyritty koamaan mahdollisimman pitkältä aikaväliltä kehityksen todentamiseksi.

Tutkimuksessa käytettävä aineisto muodostuu numeerisista muuttujista. Numeerisilla muuttujilla tarkoitetaan reaali-lukuja, jotka on mahdollista saada mittaamalla tai havainnoimalla. Muuttujien mitta-asteikko on suhdeasteikko, sillä mitattavilla arvoilla on absoluuttinen nolllapiste, jolloin mitattavaa ominaisuutta ei esiinny. Lisäksi muuttujien lukuarvoja on mahdollista laskea yhteen ja kertoa. (Tähtinen, Laakkonen & Broberg 2011, 28) Kuten edellisessä kappaleessa ilmeni, tutkittavat muuttujat ovat luonnonkatastrofien lukumäärät ja niiden aiheuttamien korvattavien vahinkojen euromäärät. Lisäksi Munich Re:n jälleenvakuutusyhtiön tunnusluvuista luonnonkatastrofien aiheuttamat korvauskustannukset.

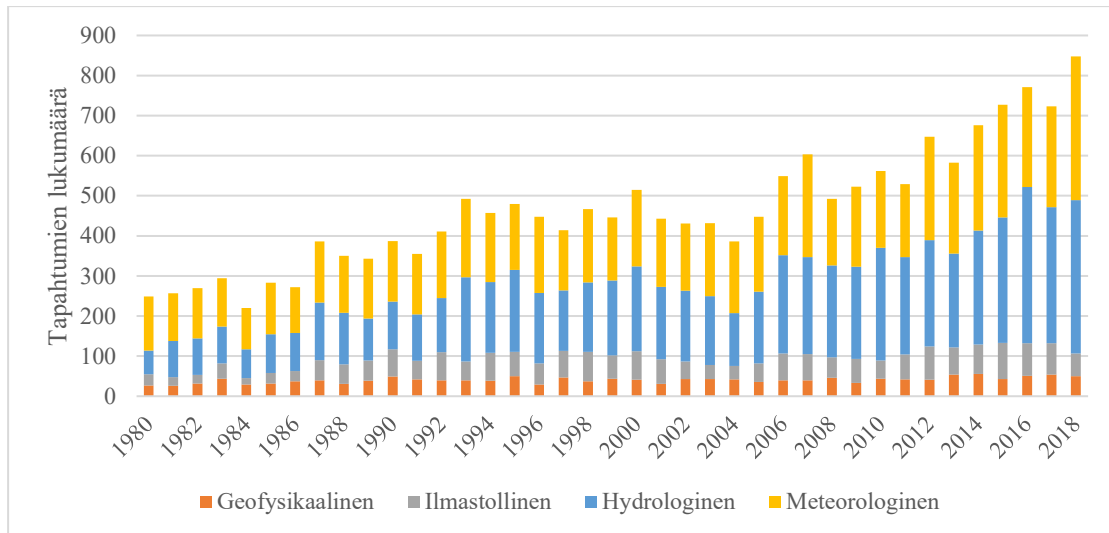
Luonnonkatastrofeista on kerätty tiedot tapahtumien lukumääristä, jotka ovat jaoteltu katastrofiluokittain ja maanosittain. NatCatSERVICE:n katastrofiluokat esiteltiin edellä teorialuvussa. Näistä luokista oli saatavilla tapahtumien lukumäärät myös katastrofaalisten tapahtumien

osalta, eli tapahtuma oli NatCatSERVICE:n vakavuusasteikon mukaan suurin. Olennaisista tapahtumista oli koottu myös luokkakohtaiset lukumäärät ja tähän sisällytettiin vahingot, jotka kuuluivat luokkiin 1–4.

Luonnonkatastrofeista johtuneisiin kustannuksiin liittyen aineistoon on koottu myös NatCatSERVICE:n avulla globaalit vakuutetut vahinkokustannukset. Tietokanta ilmaisee nämä luvut Yhdysvaltojen dollareissa. Analyysin ja luettavuuden parantamiseksi, ja jotta lukuja voidaan verrata Munich Re:n euromääräisiin lukuihin, on nämä muutettu euroiksi hyödyntäen Euroopan keskuspankin ilmoittamaa kuukauden keskimääräistä viitekorkoa. Vuonna 2020 maaliskuussa viitekorko oli: EUR 1 = USD 1,10 (European Central Bank 2020). Tutkimukseen empiirisessä osuudessa analysoidaan jälleenvakuutusyhtiö Munich Re:n luonnonkatastrofeista aiheutuneita korvauskustannuksia.

5.3.1 Luonnonkatastrofit katastrofiluokittain

Luonnonkatastrofit on luokiteltu neljään pääluokkaan, jotka olivat: ilmastolliset-, hydrologiset-, meteorologiset- ja geofysikaaliset katastrofit. Kuvio 2 havainnollistaa luonnonkatastrofitapahtumat katastrofiluokittain. Kuvioista käy ilmi, että luonnonkatastrofitapahtumat kokonaisuudessaan ovat kasvaneet viimeisten vuosikymmenien aikana. Vuonna 2018 mitattiin yli kolme kertaa enemmän luonnonkatastrofitapahtumia (848), kuin vuonna 1980 (249). Vuoden 2018 katastrofitapahtumien lukumäärä on koko NatCatSERVICE-tietokannan mittaushistorian suurin luonnonkatastrofimäärä vuodessa. Pienin tapahtumamäärä on tilastoitu vuonna 1984 (220). Kuviossa 2 on esitelty eri värein eri katastrofiluokkien tapahtumamäärät vuosittain. Kuviota tarkastelemalla huomataan, että geofysikaaliset- ja ilmastolliset katastrofit ovat pysyneet suhteellisen tasaisina kautta mittaushistorian. Suurinta kasvu on selvästi niin hydrologisten- kuin meteorologisten katastrofien osalta.



Kuvio 2 Luonnonkatastrofien lukumäärät katastrofiluokittain vuosina 1980–2018.

Näitä havaintoja tukee liitteistä löytyvä taulukko 5. Taulukkoon on koottu luonnonkatastrofien lukumäärää kuvailevia tilastoja, joita ovat: keskiarvo, keskihajonta, minimi, alakvartiili, mediaani, yläkvartiili ja maksimiarvo. Kun tarkastellaan näiden muuttujien keskiarvoa (188,46) ja keskihajontaa (83,21), huomataan, että hydrologisten katastrofien osalta arvot ovat keskimäärin jakautuneet kauemmaksi keskiarvosta kuin muiden katastrofiluokkien kanssa. Hajonta on pienintä geofysikaalisten katastrofien osalta, jossa keskihajonta (7,59) on pienin.

Tarkastellaan vielä katastrofiluokkien tapahtumien lukumäärän vaihtelua. Kuten edellä kuvio 2 pääteltiin, geofysikaalisten ja ilmastollisten katastrofien tapahtumamäärät ovat säilyneet varsin tasaisena. Geofysikaalisia tapahtumia on vuonna 1981 tilastoitu pienin määrä 26 tapahtumaa. Eniten näitä tapahtumia on tilastoitu 56 vuonna 2014. Tämän katastrofiluokan tapahtumien mediaani on 41 katastrofitapahtumaa. Kvartiilivälistä voidaan todeta, että puolet tapahtumista on tilastoitu välille 36–44 tapahtumaa vuodessa. Kvartiiliväli on katastrofiluokkien pienin. Ilmastollisia katastrofitapahtumia on tilastoitu vielä pienempi määrä vuodessa, kuin geofysikaalisia tapahtumia. Vuonna 1984 näitä oli havaittu vain 16 tapahtumaa vuoden aikana. Ilmastollisia katastrofeja on kuitenkin tilastoitu myös huomattavasti geofysikaalisia tapahtumia suurempi määrä, 90 tapahtumaa vuonna 2015. Ilmastollisten katastrofitapahtumien mediaani on 57. Kvartiilivälin mukaan puolet tapahtumista on tilastoitu välille 44–68.

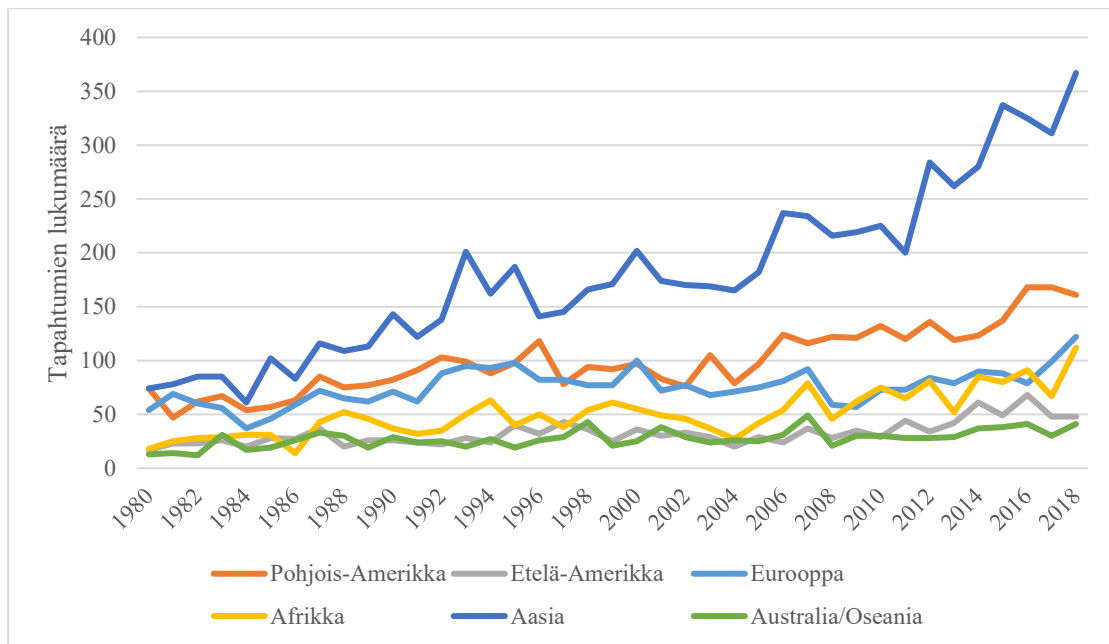
Luonnonkatastrofiluokista huomattavasti eniten on tilastoitu hydrologisia- ja meteorologisia tapahtumia. Suurin tilastoitu luonnonkatastrofimäärä vuodessa oli vuonna 2016, jolloin tilastoi-

tiin yhteensä 390 hydrologista katastrofitapahtumaa. Vähiten tämän luokan katastrofeja on tilastoitu vuonna 1980, yhteensä 59 tapahtumaa. Keskiarvon ohella on hyvä huomioida myös mediaani, sillä keskiarvoon vaikuttavat voimakkaasti poikkeavat arvot. Hydrologisten katastrofitapahtumien mediaani on 177 tapahtumaa, eli yli kolminkertainen määrä verrattuna ilmastolisten- ja geofysikaalisten katastrofitapahtumien mediaaneihin. Puolet havainnoista on tilastoitu välille 119–242. Kvartiiliväli on tämän katastrofiluokan osalta huomattavasti suurempi kuin muissa. Esimerkiksi suhteutettuna meteorologisten katastrofien kanssa, tämä kvartiiliväli on yli kaksi kertaa suurempi.

Hydrologisten katastrofien kanssa samoissa lukumäärissä oli myös meteorologiset katastrofit. Meteorologisia luonnonkatastrofeja tilastoitiin eniten vuonna 2018, yhteensä 359 tapahtumaa. Tämän katastrofiluokan osalta myös pienin tapahtumamäärä ylittää vuodessa yli 100 tapahtuman rajan. Vaikka meteorologisia katastrofeja on tilastoitu lähes yhtä suuri määrä kuin hydrologisia katastrofeja, ovat meteorologiset katastrofit hajautuneet paljon lähemmäksi keskiarvoa, kuin hydrologiset katastrofit. Vähiten näitä on tilastoitu vuonna 1984, jolloin tilastoitiin 103 katastrofitapahtumaa. Tämän luonnonkatastrofiluokan mediaani on 172 ja puolet havainnoista on tilastoitu välille 150–197.

5.3.2 Luonnonkatastrofit maanosittain

NatCatSERVICE-tietokantaan on tilastoitu katastrofitapahtumat myös maanosittain. Tapahtumat on tilastoitu Pohjois-Amerikassa, Etelä-Amerikassa, Afrikassa, Euroopassa, Aasiassa sekä Oseaniassa ja Australiassa. Tietokanta on yhdistänyt Oseaniassa ja Australiassa tilastoidut luonnonkatastrofit. Kuvio 3 havainnollistaa, miten katastrofitapahtumien määrät ovat jakautuneet maanosittain. Kuviosta ilmenee, että Aasiassa on tilastoitu selvästi enemmän luonnonkatastrofeja kuin muualla maailmassa. Aasian osalta käyrä on jatkanut tasaista nousua aina 80-luvun puolivälistä lähtien. Pohjois-Amerikka erottuu joukosta myös 2000-luvun puolivälin jälkeen. Kun taas Australia ja Oseania erottuvat joukosta pienempien tapahtumamäärien kanssa ja tämän lukumäärän kehityksen maltillisena kasvuna.



Kuvio 3 Luonnonkatastrofien lukumäärät maanosittain vuosina 1980–2018.

Havaintojen tueksi on myös maanosien osalta tehty liitteistä löytyvä taulukko 6, johon on koottu luonnonkatastrofien lukumäärää kuvailevia tilastoja maanosittain. Kuvailevat tilastot ovat samat kuin katastrofiluokkienkin kanssa. Aasia erottuu joukosta myös vertailtaessa muutujien keskiarvoja ja keskihajontoja toisiinsa. Keskihajonta (77,97) on ehdottomasti joukon suurin ja kuvaa arvojen vaihtelevan keskiarvon ympärillä kauemmaksi suhteessa muihin maanosiin. Australiassa ja Oseaniassa keskihajonta (8,30) on kaikista pienin. Mediaanit ja keskiarvot ovat muiden maanosien osalta lähes yhtä suuret, poikkeuksena jälleen Aasia mutta myös Etelä-Amerikka. Tämä viittaa jakauman vinouteen, jonka seurauksena vinous testattiin muuttujien osalta. Tulokset vaihtelivat 0.23–1.29 välillä. Aasian osalta jakauma voidaan tulkita olevan normaalijakauman kaltainen, koska tulokseksi saatu arvo $+ 0.59 < + 1$. Kun taas Etelä-Amerikan osalta jakauma ei voida tulkita enää vastaamaan normaalijakaumaa, sillä arvo 1.29 on suurempi kuin $+ 1$. Jakauma on näin ollen oikealle vino ja se sisältää runsaasti keskiarvoa suurempia arvoja.

Kuten kuvio 3 havainnollisesti, Australian ja Oseanian alueella on tapahtunut luonnonkatastrofeja muita maanosia maltillisemmin. Havaintoja tukee taulukko 6, josta nähdään, että Australiassa ja Oseaniassa on mittaushistorian aikana tilastoitu kaikista vähiten luonnonkatastrofeja yhden vuoden aikana vuonna 1982 yhteensä 12 tapahtumaa. Vuonna 2007 tilastoitiin eniten luonnonkatastrofeja, yhteensä 49 tapahtumaa. Australiassa ja Oseaniassa tapahtuvien luonnonkatastrofien mediaani on 28. Puolet tässä maanosassa tapahtuneista luonnonkatastrofeista on tilastoitu

välille 21–31. Verrattuna Aasian alueella tapahtuneisiin katastrofeihin luvut ovat varsin pieniä. Aasiassa mitattu pienin katastrofimäärä vuodessa on suurempi kuin Australiassa ja Oseaniassa suurin tilastoitu määrä. Aasiassa on tilastoitu vähiten katastrofeja vuonna 1984 yhteensä 61 tapahtumaa. Sen sijaan suurin tilastoitu luonnonkatastrofimäärä oli 367 tapahtumaa vuonna 2018. Aasiassa luonnonkatastrofitapahtumien mediaani on 170 ja puolet havainnoista on tilastoitu välille 116–225.

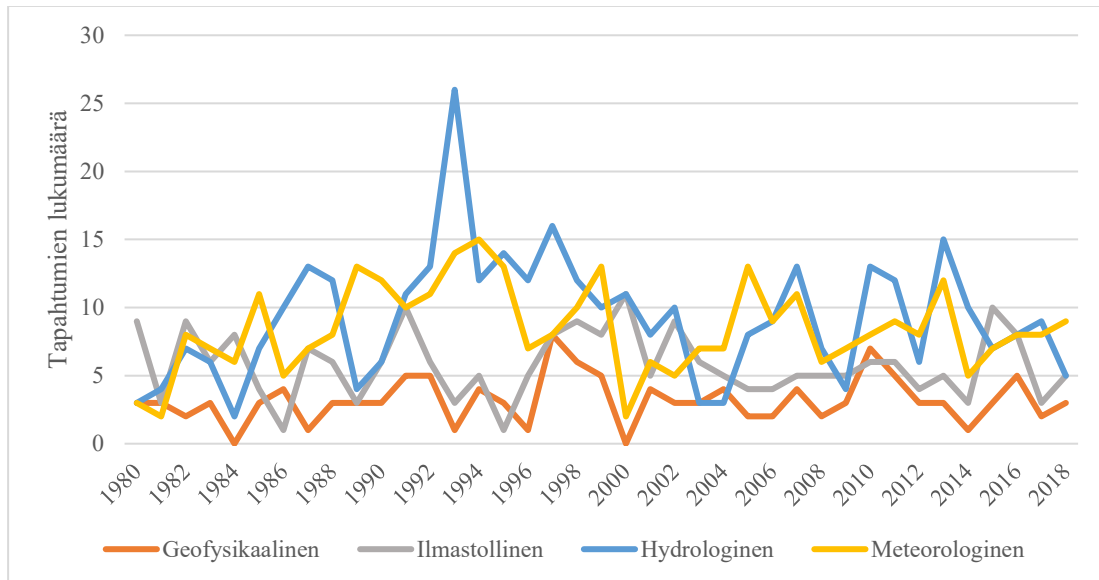
Maanosista Aasian ohella myös Pohjois-Amerikassa tilastoidut tapahtumat erosivat hieman muista maanosista. Pienin tilastoitu määrä katastrofeja vuodessa oli 47 tapahtumaa, joka on toiseksi suurin arvo tämän tunnusluvun osalta muihin maanosiin nähden. Aasiaan verraten suurin tilastoitu tapahtumamäärä oli hieman maltillisemmat 168 tapahtumaa vuonna 2017. Pohjois-Amerikassa tapahtumien mediaani oli 97 ja puolet havainnoista on tilastoitu välille 77–121 vuosittaista tapahtumaa.

Australian ja Oseanian ohella myös Euroopassa tilastoidut katastrofitapahtumat ovat pysyneet varsin maltillisina. Pienin tilastoitu määrä oli 37 luonnonkatastrofia vuonna 1984. Kun taas suurin tilastoitu määrä oli 122 luonnonkatastrofia vuonna 2018. Luonnonkatastrofitapahtumien mediaani oli 75 tapahtumaa ja puolet havainnoista on tilastoitu välille 62–88. Afrikassa oli myös vuonna 2018 tilastoitu saman verran luonnonkatastrofeja kuin Euroopassa, eli 122 tapahtumaa. Pienin arvo oli kuitenkin Eurooppaa pienempi, 14 luonnonkatastrofia vuonna 1986. Afrikassa luonnonkatastrofitapahtumien mediaani oli 49 ja puolet havainnoista on tilastoitu välille 35–63. Katastrofimäärät olivat toiseksi pienimmät Etelä-Amerikassa, jossa pienin tilastoitu määrä katastrofeja oli 17 kappaletta vuonna 1980. Suurin tilastoitu määrä oli 68 luonnonkatastrofia vuonna 2016. Luonnonkatastrofitapahtumien mediaani oli 29 ja puolet tämän maanosan havainnoista on tilastoitu välille 24–37.

5.3.3 Cat-luokka 4 asteiset luonnonkatastrofit

Luonnonkatastrofeja on eroteltu paitsi katastrofiluokittain ja maanosittain mutta myös katastrofin vakavuuden mukaan. Edelliset katastrofitapahtumien lukumäärät perustuvat Cat-luokan 1–4 asteisiin vahinkoihin. NatCatSERVICE-tietokanta on myös tilastoinut kaikista suurimmat luonnonkatastrofit katastrofiluokittain, eli ilmastollisten-, hydrologisten-, meteorologisten- ja geofysikaalisten luonnonkatastrofioiden Cat-luokka 4 asteiset vahingot. Kuvio 4 havainnollistaa näiden muuttujien vuosittaiset lukumäärät mittaushistorian aikana. Kuviosta 4 ilmenee, että

edellisistä kuvioista poiketen jokaisen katastrofiluokan osalta lukumäärät ovat vaihdelleet vuosittain, mutta selvää nousua ei ole havaittavissa. Kuitenkin hydrologisten katastrofien osalta on yksi selvä piikki havaittavissa 1990-luvun alussa.



Kuvio 4 Katastrofaaliset luonnonkatastrofien lukumäärät vuosina 1980–2018.

Myös tämänkin muuttujan osalta on koottu liitteisiin taulukko 7, johon on koottu muuttujia kuvailevat tilastot. Näiden luonnonkatastrofien keskiarvoja ja keskihajontoja vertaillaessa, voidaan todeta, että havaintoarvojen vaihtelu on jälleen ollut suurinta hydrologisessa katastrofiluokassa. Jakauman vinoutta testatessa ilmeni, että hydrologisen katastrofiluokan muuttujien jakauman on oikealle vino. Eniten Cat-luokka 4 asteisia vahinkoja on tilastoitu hydrologisia luonnonkatastrofitapahtuman aiheuttamina vahinkoina. Näitä on tapahtunut enimmillään mitaushistorian aikana 26 katastrofia vuonna 1993. Toiseksi eniten tämän asteisia vahinkoja on aiheuttanut meteorologiset katastrofit vuonna 1994 yhteensä 15 tapahtumaa.

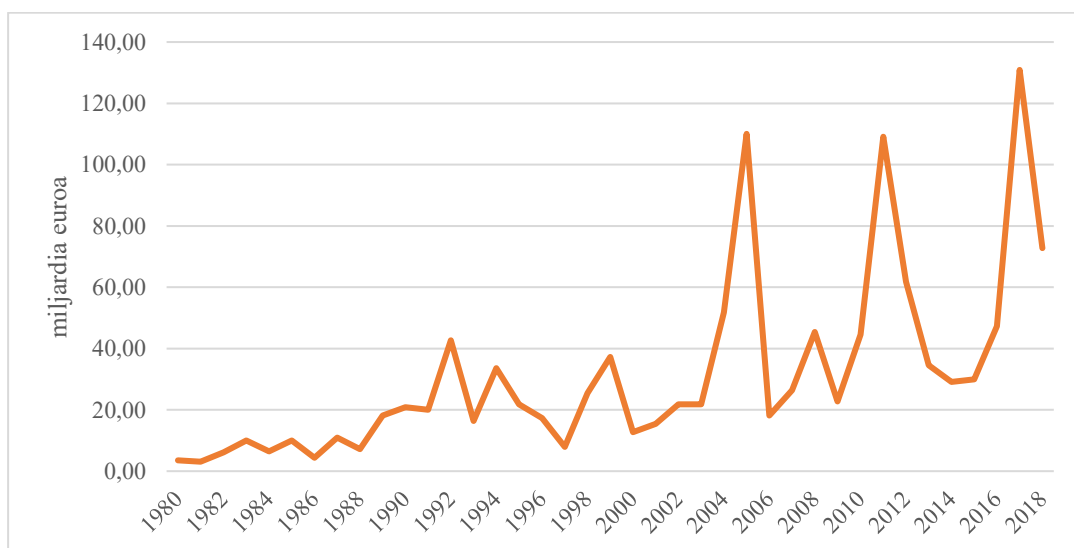
Ei liene yllättävää, että katastrofaalisia luonnonkatastrofeja on tapahtunut vähiten geofysikaalisten katastrofien osalta. Vuonna 1984 ja 2000 näitä vakavimpia katastrofeja tilastoitiin 0 kappaletta. Eniten näitä on tilastoitu 8 kappaletta vuonna 1997. Geofysikaalisten katastrofaalisten tapahtumien mediaani oli 3 ja puolet havainnoista on tilastoitu välille 2–4. Toiseksi vähiten on tilastoitu ilmastolliseen katastrofiluokkaan kuuluvia katastrofaalisia tapahtumia. Vuosina 1986 ja 1995 näitä oli tilastoitu 1 katastrofin verran, joka on mitaushistorian pienin arvo. Ilmastollisia katastrofaalisia luonnonkatastrofeja on tilastoitu eniten 11 kappaletta vuonna 2000. Tämän

katastrofiluokan mediaani oli 5 katastrofaalista tapahtumaa ja puolet havainnoista on tilastoitu välille 4–8.

Kuten kuvio 4 havainnollisti, eniten Cat-luokka 4 asteisia katastrofaalisia luonnonkatastrofeja on tilastoitu hydrologisten katastrofien osalta. Vuonna 1993 näitä tilastoitiin yhteensä 26 tapahtumaa. Vuonna 1984 näitä vastaavasti on tilastoitu vähiten yhteensä 2 tapahtumaa kyseisen vuoden aikana. Hydrologisten katastrofaalisten luonnonkatastrofien mediaani oli 9 ja puolet havainnoista on tilastoitu välille 6–12. Meteorologisia katastrofaalisia tapahtumia on tilastoitu mittaushistorian aikana toiseksi eniten, yhteensä 15 tapahtumaa vuonna 1994. Kuten hydrologisia, myös meteorologisia katastrofaalisia tapahtumia on tilastoitu vähintään 2 tapahtumaa vuosina 1984 ja 2000. Meteorologisten katastrofaalisten luonnonkatastrofien mediaani oli 8 ja puolet havainnoista on tilastoitu välille 7–11.

5.3.4 Vakuutetut tappiot ja korvauskustannukset

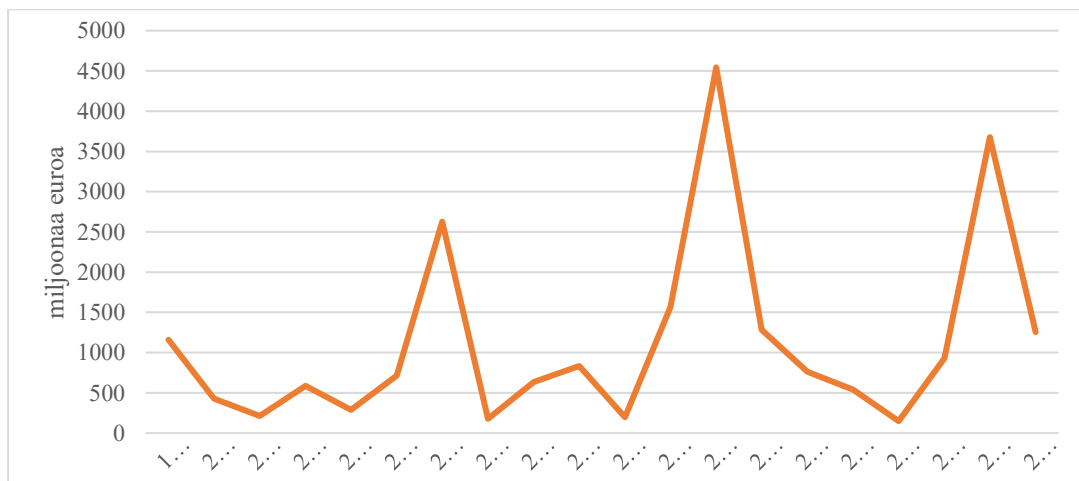
NatCatSERVICE-tietokanta on tilastoinut mittaushistorian aikana myös luonnonkatastrofeista aiheutuneet vakuutetut tappiot globaalisti. Kuvioon 5 on koottu maailmanlaajuisesti vakuutetut tappiot vuosina 1980–2018 miljardeissa euroissa. Kuviosta 5 ilmenee kolme suurta tappiovuotta: vuodet 2005, 2011 ja 2017. Vakuutettujen tappioiden osalta heilahtelu on ollut varsin suurta vuoden 2005 jälkeen. Kun taas 1980–1990 luvuilla tappiot ovat olleet maltillisempia. Tutkitaan seuraavaksi näiden kehitystä tarkemmin kuvailevien tilastojen avulla.



Kuvio 5 Vakuutetut tappiot vuosina 1980–2018.

Liitteistä löytyvään taulukoon 8 on koottu maailmanlaajuisia vakuutettuja tappioita kuvaavat tunnusluvut. Vakuutettujen tappioiden keskiarvo oli 31,53 miljardia euroa ja keskihajonta oli 29,93 miljardia euroa. Joka kuvaa hajonnan keskiarvon ympärillä olevan varsin suurta. Ja-kauman vinoutta testatessa ilmeni sen olevan oikealle vino, sillä vinousarvoksi saatiin + 1.9. Näin ollen tämän muuttujan osalta ei ole soveliainta käyttää keskilukuna keskiarvoa. Mediaani kuvaa tämän muuttujan osalta keskimmäistä arvoa, joka tämän muuttujan kohdalla oli 21 miljardia euroa. Vuonna 1981 on tilastoitu kaikista pienin määrä vakuutettua tappiota 3,09 miljardia euroa. Vuonna 2017 vastaavasti on tilastoitu kaikista suurimmat vakuutetut tappiot, 130,91 miljardia euroa. Puolet havainnoista on tilastoitu välille 11–43 miljardia euroa. Kun taas neljännes havainnoista on tilastoitu välille 43–130 miljardia euroa.

Viimeinen muuttuja on jälleenvakuuttaja Munich Re:n ilmoittamat vuosittaiset korvauskustannukset, jotka ovat johtuneet luonnonkatastrofeista. Tämän muuttujan osalta mittaushistoria on pienempi, sillä aineistoa ei ollut julkisesti saatavilla kuin aikavälille 1999–2018. Mittaushistoria antaa kuitenkin kuvaa korvauskustannusten kehityksestä viimeisen 20 vuoden aikana, jota havainnollistaa kuvio 6. Ei ole yllättävää, että korvauskustannukset mukailevat globaaleja vakuutettuja tappioita, ja näin ollen kuviosta 8 on myös havaittavissa kolme suurinta tappiovuotta: vuodet 2005, 2011 ja 2017.



Kuvio 6 Munich Re:n korvauskustannukset vuosina 1999–2018.

Kuten edellisiäkin muuttujia, myös Munich Re tunnuslukuista löytyy liitteistä taulukko 8, johon on koottu muuttujaa kuvailevia tilastoja. Kuvio 6 havainnollistikin tämän muuttujan sisältävän vakuutettujen tappioiden lailla ainakin kolme ääriarvoa. Korvauskustannusten keskiarvo oli

1128 miljoonaa euroa ja keskihajonta 1186 miljoonaa euroa. Jakauman vinouden testaaminen oli jälleen tarpeen, ja testaus osoitti sen olevan vakuutettujen tappioiden lailla vino oikealle (+1,9). Havaintoarvoihin sisältyykin suuri määrä keskiarvoa suurempia arvoja.

Mielenkiintoinen havainto oli, että globaaleista tappioista poiketen, jälleenvakuuttaja Munich Re:n suurimmat korvauskustannukset tapahtuivat vuonna 2011 eivätkä vuonna 2017. Vuonna 2011 oli ilmoitettu luonnonkatastrofeista aiheutuneiden korvauskustannusten määräksi 4544 miljoonaa euroa, kun taas vuonna 2017 korvauksia maksettiin 3678 miljoonaa euroa. Sen sijaan vähiten korvauksia on maksettu vuonna 2015 yhteensä 149 miljoonaa euroa. Puolet maksetuista korvauksista sijoittuvat välille 323–1 277 miljoonaa euroa.

5.4 Tutkimuksen keskeiset tulokset

Tämän kappaleen tarkoituksena on esittää tutkimuksen keskeiset tulokset. Tutkielman tavoitteena on selittää, miten luonnonkatastrofien lukumäärä on kehittynyt vuosien 1980–2018 aikana niin katastrofiluokittain kuin alueellisesti. Tutkimuksessa selvitettiin samalla, ovatko katastrofaalisten luonnonkatastrofien lukumäärä noussut mittaushistorian aikana ja miten luonnonkatastrofeista aiheutuneet vakuutetut tappiot ovat muuttuneet. Lopuksi tutkittiin, miten edellä mainittujen muuttujien kehitys on vaikuttanut Munich Re:n luonnonkatastrofeista aiheutuneisiin korvauskustannuksiin.

Korrelaatiokerroin on yksi tavallisimmista tavoista ilmaista kahden muuttujan välinen riippuvuus (Heikkilä 2008, 203). Koska muuttujat ovat suhdeasteikollisia muuttujia, tässä tutkimuksessa käytettiin Pearsonin korrelaatiokerrointa. Luonnonkatastrofien kehitystä arvioitaessa mittaushistoria on NatCatSERVICE-tietokannan mukaan vuodet 1980–2018. Tutkittaessa näiden muuttujien vaikutusta Munich Re:n korvauskustannuksiin, on mittaushistoriaa supistettu vastaamaan korvauskustannuksista saatuja tietoja. Näin ollen mittaushistoriaan sisältyvät vuodet 1999–2018 tutkielman tässä osiossa.

Muuttujien välinen korrelaatio testattiin luonnonkatastrofien lukumäärän ja vuosien välillä, jotta voidaan selittää luonnonkatastrofitapahtumien ajallinen kehitys. Lopuksi testattiin korrelaatio jälleenvakuuttajan korvauskustannusten ja luonnonkatastrofien lukumäärän välillä. Kor-

relaatioanalyysin jälkeen tutkittiin, miten luonnonkatastrofitapahtumien lukumääräinen vaihtelu vuosittain johtaa Munich Re:n eri korvauskustannusten vaihteluun. Luonnonkatastrofitapahtumien lukumäärät katastrofiluokittain, maanosittain ja katastrofaalisten tappioittain sekä vakuutetut tappiot olivat regressioanalyysin selittäviä (independent) muuttujia eli taustamuuttujia. Selittäviä muuttujia voi analyysissa olla useampia, mutta arvojen ei tulisi korreloida keskenään liikaa. Munich Re:n luonnonkatastrofeista aiheutuneet korvauskustannukset oli selitettävä (dependent) muuttuja. Tutkielmassa käytettiin tavallista regressioanalyysia, sillä muuttujat ovat suhteasteikollisia muuttujia.

5.4.1 Luonnonkatastrofien kehitys

Tarkastellaan luonnonkatastrofimäärien kehitystä ensin katastrofiluokittain, jotka olivat: geofysikaaliset-, ilmastolliset-, meteorologiset- ja hydrologiset luonnonkatastrofit. Korrelaatiot on laskettu jokaisen luonnonkatastrofiluokan ja vuosiluvun välillä. Muuttujien välinen korrelaatio osoittaa yhden muuttujan arvo muuttuessa, onko toisella muuttujalla taipumus muuttua tiettyyn suuntaan. Näin voitiin arvioida katastrofiluokkien kehitystä mittaushistorian aikana.

Tilastollisesti merkitsevää positiivista korrelaatiota löytyi jokaisen luonnonkatastrofiluokan ja vuosiluvun välillä (p-arvot < 0,050). Korrelaatiokertoimet olivat selvästi suuremmat hydrologisten katastrofien ($r = 0,915$) ja meteorologisten katastrofien ($r = 0,855$) kanssa. Kun taas ilmastollisten ($r = 0,674$) ja geofysikaalisten katastrofien ($r = 0,624$) kanssa kertoimet olivat edellä mainittuja pienemmät, mutta keskenään lähes yhtä suuret.

Korrelaatiokertoimet laskettiin samalla tavoin myös maanosien ja vuosien väliltä. Positiivisesti tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota löytyi myös jokaisen maanosan ja vuosien välillä (p-arvot > 0,050). Selvästi muista suurimmat korrelaatiokertoimet olivat Aasian ($r = 0,936$) Pohjois-Amerikan ($0,883$) ja Afrikan ($0,801$) korrelaatiokertoimet vuosien välillä. Kun taas Euroopassa tapahtuneiden luonnonkatastrofien ja vuosien välillä korrelaatiokerroin oli joukon pienin ($r = 0,558$). Etelä-Amerikan ($0,697$) sekä Australian ja Oseanian ($0,602$) välillä kertoimet olivat lähes yhtä suuret.

Seuraavaksi analysoitiin, ovatko luonnonkatastrofiluokissa ilmenneet katastrofaaliset tapahtumat lisääntyneet ajan myötä. Edellä lasketuista korrelaatioista poiketen, tilastollisesti merkitse-

vää korrelaatiota ei näiden muuttujien kanssa ollut (p -arvot $> 0,050$). Korrelaatiokertoimet pysyivät jokaisessa katastrofiluokassa lähellä nollaa, jonka perusteella voidaan tulkita, ettei riippuvuutta löytynyt. Vuosien myötä ei siis näkynyt nousevaa tai laskevaa muutosta katastrofaalisten luonnonkatastrofien kehityksessä.

Vielä viimeiseksi ennen kuin tutkitaan luonnonkatastrofien vaikutuksia jälleenvakuuttaja Munich Re:n korvauskustannuksiin, selvitettiin ensin, kuinka korvauskustannukset ja vakuutetut tappiot globaalisti ovat muuttuneet mittaushistorian aikana. Vakuutetut tappiot maailmanlaajuisesti on tilastoinut NatCatSERVICE-tietokanta vuodesta 1980 alkaen. Näin ollen korrelaatiot on laskettu 39 vuoden ajalta vuoteen 2018 asti tappioiden kanssa. Tilastollisesti korrelaatiokerroin oli positiivisesti merkitsevä ($r = 0,653$, p -arvo = $0,000$). Munich Re:n luonnonkatastrofeista aiheutuneet korvauskustannukset olivat saatavilla vuodesta 1999 eteenpäin, jolloin korrelaatiot on laskettu 20 viime vuoden kanssa (1999–2018). Korrelaatiokerroin korvauskustannusten kanssa oli selvästi vakuutettuja tappioita pienempi ($r = 0,300$). Poiketen vakuutetuista tappioista, korrelaatio ei myöskään ollut tilastollisesti merkitsevää (p -arvo = $0,199 > 0,050$).

5.4.2 Luonnonkatastrofien kehitys vakuutettuihin tappioihin

Tutkitaan seuraavaksi, onko luonnonkatastrofien lukumäärällisellä kehityksellä havaittavissa yhteyttä maailmanlaajuisien vakuutettujen tappioiden kanssa. Yhteyksien tutkiminen on jälleen hyvä aloittaa laskemalla korrelaatio näiden välille. Korrelaatioiden laskenta aloitettiin luonnonkatastrofiluokkien ja vakuutettujen tappioiden kanssa. Mittaushistoria voitiin jälleen pitää laajempaan sisältäen lukumäärät vuosilta 1980–2018. Vakuutettujen tappioiden kanssa jokainen katastrofiluokka korreloi tilastollisesti positiivisesti merkitsevästi. Korrelaatiokerroin oli suurin hydrologisten ($r = 0,579$, p -arvo = $0,000$) ja meteorologisten ($r = 0,511$, p -arvo = $0,001$) katastrofien kanssa. Geofysikaalisten ($r = 0,418$, p -arvo = $0,008$) ja ilmastollisten ($r = 0,379$, p -arvo = $0,017$) katastrofien kanssa korrelaatio oli hieman pienempi, mutta voidaan silti tulkita tilastollisesti merkitseväksi.

Vakuutettujen tappioiden kanssa laskettiin korrelaatiot myös eri maanosissa tapahtuneiden luonnonkatastrofien lukumäärien kanssa. Hieman yllättäen korrelaatio oli suurinta Pohjois-Amerikassa tapahtuneiden luonnonkatastrofimäärien kanssa ($r = 0,627$, p -arvo = $0,000$). Muistamme kappaleesta 5.3.2 selvän eron Aasiassa tapahtuneiden katastrofilukumäärien kanssa, verrattuna muihin maanosiin. Korrelaatiokerroin olikin toiseksi suurin Aasiassa tilastoitujen

luonnonkatastrofien ja globaalien vakuutettujen tappioiden kanssa ($r = 0,564$, p -arvo = $0,000$). Kun taas Australiassa ja Oseaniassa tilastoitujen luonnonkatastrofien kanssa korrelaatiokerroin oli pienin ($r = 0,217$, p -arvo = $0,184$). Riippuvuus oli tilastollisesti positiivisesti merkitsevää kaikkien muiden maanosien välillä paitsi Australian ja Oseanian.

Riippuvuutta etsittiin myös maailmanlaajuisten vakuutettujen tappioiden ja katastrofaalisten luonnonkatastrofien välillä, jotka olivat tilastoitu katastrofiluokittain. P -arvoja tutkittaessa tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota ei löytynyt lainkaan. Korrelaatiokerroin oli suurin niiden katastrofaalisten tappioiden kanssa, jotka oli tilastoitu meteorologisten katastrofien osalta ($r = 0,240$, p -arvo = $0,141$). Korrelaatiokerroin oli negatiivinen ilmastollisten ($r = -0,197$, p -arvo = $0,230$) ja hydrologisten ($r = -0,016$, p -arvo = $0,922$) katastrofaalisten luonnonkatastrofien kanssa.

Mahdollista luonnonkatastrofitapahtumien yhteyttä tutkittiin myös jälleenvakuuttajan korvauskustannusten kanssa. Korrelaatiot laskettiin katastrofiluokkien lukumäärien ja korvauskustannusten välille. Otokoko oli tässä analyysissä 20, sillä mittaushistoria on ajalta 1999–2018. Vakuutetuista tappioista poiketen, tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota ei löytynyt korvauskustannusten kanssa. Korrelaatiokertoimet olivat tässä analyysissä lähellä nollaa jokaisen katastrofiluokan kanssa. Suurimmillaan korrelaatiokerroin oli hydrologisten katastrofien kanssa ($r = 0,202$, p -arvo $0,393$) ja pienimmillään meteorologisten katastrofien kanssa ($r = -0,002$, p -arvo = $0,993$).

Riippuvuutta testattiin myös eri maanosissa tapahtuneiden luonnonkatastrofien ja jälleenvakuuttajan korvauskustannusten välillä. Kuten katastrofiluokkien kanssa, myöskään eri maanosien kanssa ei löytynyt tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota. Kertoimet olivat tältäkin osin lähellä nollaa. Pohjois-Amerikassa korrelaatiokerroin oli suurin ($r = 0,281$, p -arvo = $0,230$). Riippuvuutta ei myöskään löytynyt Munich Re:n korvauskustannusten ja katastrofaalisten luonnonkatastrofien välillä. Korrelaatiokertoimet poikkeavat enemmän nolasta kuin maanosien kanssa, mutta tilastollisesti tämä ei ollut merkitsevää. P -arvo oli pienimmillään meteorologisten katastrofaalisten luonnonkatastrofien kanssa ($0,155$) ja korrelaatiokerroin suurin ($r = 0,331$).

Näin ollen tämän korrelaatioanalyysin perusteella voitaisiin tulkita, ettei luonnonkatastrofien lukumäärillä katastrofiluokittain tai maanosittain ollut yhteyttä luonnonkatastrofeista aiheutuneiden korvauskustannusten kanssa. Kun taas globaalien vakuutettujen tappioiden kanssa löytyi yhteys muun muassa katastrofiluokkien kanssa ja eri maanosien välillä. Sen sijaan katastrofaalisten luonnonkatastrofien kehitys ei ollut yhteydessä niin vakuutettujen tappioiden kuin korvauskustannustenkaan kanssa. Näiden riippuvuuksien tutkintaa jatkettiin kuitenkin vielä regressioanalyysin avulla.

Regressioanalyysin tarkoituksena on selvittää, miten luonnonkatastrofien lukumääräinen vaihtelu katastrofiluokittain ja alueittain johtaa vakuutettujen tappioiden vaihteluun. Analyysin selittävät muuttujat (independent) ovat vuorollaan katastrofien lukumäärät ja vakuutetut tappiot säilyvät jokaisessa analyysissä aina selitettävänä (dependent) muuttujana. Regressioanalyysistä ilmeni, että Pohjois-Amerikassa tilastoitujen luonnonkatastrofien lukumäärän vaihtelu selitti eniten maailmanlaajuisten vakuutettujen tappioiden vaihtelua. Analyysin mukaan katastrofien lukumäärät Pohjois-Amerikassa selittivät 39,3 prosenttisesti vakuutettujen tappioiden muutosta. Regressioanalyysin tulos oli: $F(1,37) = 23.984$; $p\text{-arvo} < 0,050$. Aasiassa tapahtuneet luonnonkatastrofit selittivät 31,9 prosenttisesti vakuutettujen tappioiden vaihtelua. Hydrologiset luonnonkatastrofit selittivät 34 prosenttisesti vakuutettujen tappioiden vaihtelua ja meteorologiset 26 prosenttisesti.

Vastaavasti regressioanalyysi korvauskustannusten kanssa antoi hyvin erilaisia tuloksia. Selittäväksi muuttujaksi vaihdettiin vakuutettujen tappioiden sijaan Munich Re:n vuosittaiset korvauskustannukset. Analyysin selittävät muuttujat säilyivät ennallaan. Regressioanalyysin tuloksena yksikään selittävä muuttuja ei selittänyt korvauskustannusten vuosittaista vaihtelua. Esimerkiksi Pohjois-Amerikassa tapahtuneet luonnonkatastrofit selittivät 7,9 prosenttisesti korvauskustannusten vaihtelua. Tulokseksi saatiin: $F(1,18) = 1.545$; $p\text{-arvo} > 0,050$. Kun taas Aasiassa tapahtuneet katastrofit eivät selitä vaihtelua lainkaan, samoin kuin meteorologiset katastrofit.

6 JOHTOPÄÄTELMÄT

Tämän tutkielman empiirisen osion toisen pääluvun alussa kootaan yhteen vastaukset tutkimusongelmiin, joihin on vastattu mahdollisimman kattavasti edellisen luvun analyysin pohjalta. Lisäksi luvussa tehdään johtopäätöksiä, arvioidaan tutkielmaa ja mietitään mahdollisia jatko-tutkimuksen aiheita.

6.1 Vastaukset tutkimusongelmiin

Ensimmäisen tutkimusongelman tavoitteena oli selittää, miten luonnonkatastrofien lukumäärät ovat kehittyneet mittaushistorian aikana. Ensimmäisen tutkimusongelman osalta kehitystä on tutkittu vuosien 1980–2018 välillä ja se toteutettiin katastrofiluokittain, maanosittain ja katastrofaalisten katastrofien osalta. Tämän lisäksi tutkittiin, miten maailmanlaajuisesti vakuutetut tappiot ovat kehittyneet mittaushistorian aikana.

Tutkimustulosten mukaan luonnonkatastrofiluokkien tapahtumamäärien trendi on ollut nouseva vuosien 1980–2018 aikana. Huomion arvoista on, että poikkeuksetta luonnonkatastrofiluokkien suurimmat katastrofitapahtumat on tilastoitu 2010-luvulla. Vastaavasti pienimmät katastrofimäärät on tilastoitu vuosina 1980–1984. Suurinta kasvu on ollut hydrologisten katastrofien osalta. Vuonna 2018 tähän katastrofiluokkaan kuuluvia tapahtumia tilastoitiin yli 6 kertaa enemmän kuin vuonna 1980. Kasvun nousevaa trendiä kuvasti myös korkea positiivinen korrelaatiokerroin (0,915). Myös meteorologisia katastrofitapahtumia on tilastoitu paljon mittaushistorian aikana. Kuitenkin ero suurimman ja pienimmän tapahtumamäärän välillä on hydrologisia katastrofeja pienempi. Kehitys onkin ollut hydrologisia katastrofeja maltillisempaa, mutta kuitenkin määrällisesti nousevaa.

Tutkittaessa luonnonkatastrofien lukumäärien kehitystä voidaan havaita, että katastrofien lukumäärä on kasvanut vuosittain jokaisessa maanosassa. Kuitenkin kaksi maanosaa erottuu muiden joukosta: Aasia ja Pohjois-Amerikka. Eniten katastrofeja on tilastoitu Aasiassa, jossa on tilastoitu enimmillään yli 2 kertaa enemmän luonnonkatastrofeja kuin Pohjois-Amerikan suurin katastrofimäärä. Huomionarvoista on, että Pohjois-Amerikassa luonnonkatastrofeja on tilastoitu enimmillään Aasian jälkeen toiseksi suurin määrä. Korrelaatioanalyysi osoitti, että Aasiassa luonnonkatastrofien lukumäärä kasvoi mittaushistorian aikana ja muutos oli tilastollisesti merkitsevää. Kuvio 3 myös havainnollisti kehityksen suunnan olevan nouseva luonnonkatastrofien

lukumäärissä. Vuonna 2018 tilastoitiin Aasiassa lähes 5 kertaa enemmän luonnonkatastrofeja kuin vuonna 1980. Laskettaessa vuosikymmenien keskiarvoilla vastaava, on Aasiassa 2010-luvulla tilastoitu yli 3 kertaa enemmän katastrofeja keskimäärin kuin 80-luvulla.

Katastrofaalisten luonnonkatastrofien kehitys eroaa edellä esitellyn katastrofiluokkien kehityksestä. Katastrofaalisten luonnonkatastrofien, eli 4-asteen katastrofien, kehitys ei ole ollut nousevaa viimeisten vuosikymmenien aikana. Luvut ovat säilyneet varsin maltillisina vuoteen 2018 asti. Luonnollisesti hajontaa vuosien välillä on ilmennyt, mutta nousevaa trendiä ei näiden muuttujien osalta todettu. Ilmastonmuutoksen on ennustettu voimistavan luonnonkatastrofeja entisestään. Tämä ei kuitenkaan ole suoraan selitys sille, että katastrofit muuttuisivat katastrofaalisiksi. Sillä siihen vaikuttaa suuresti myös se, missä tämä katastrofaalinen luonnonkatastrofi tapahtuu.

Vakuutettujen tappioiden osuus maailmanlaajuisesti on myös ollut nousujohteinen. Tämän muuttujan tulkinnassa on kuitenkin syytä huomioida muutamien vuosien hyvin poikkeuksellisen suuret arvot. Vakuutettujen tappioiden nousua voisi selittää eritoten trooppisista hirmumyrskyistä aiheutuneet vahingot, jotka viime vuosikymmenen aikana ovat olleet nousussa. (Aon Benfield 2019, 4)

Tutkimustulosten mukaan luonnonkatastrofien kehitys on ollut nousevaa niin eri katastrofiluokissa kuin eri maanosissa. Kehitys on ollut suuremmassa nousussa kuitenkin hydrologisten ja meteorologisten katastrofien osalta. Alueellisesti kehitys on taas ollut suuremmassa nousussa Aasiassa ja Pohjois-Amerikassa. Kun taas muissa maanosissa ja katastrofiluokissa kasvu ei ole ollut yhtä suurta kuin edellä esitellyissä mittaushistorian aikana.

Toisessa tutkimusongelmassa haluttiin ymmärtää, miten tämä luonnonkatastrofien lukumäärän kehitys on vaikuttanut jälleenvakuuttaja Munich Re:n korvauskustannusten suuruuteen. Korvauskustannuksissa on huomioitu se osuus, joka on johtunut juuri luonnonkatastrofeista. Luonnonkatastrofien vaikutusten analysoinnissa on huomioitava mittaushistorian pituus, joka on muutettu vastaamaan tietoja jälleenvakuuttajan korvausmääristä. Tähän tutkimusongelmaan perustuvat analyysit ovat ajalta 1999–2018.

Mielenkiintoinen havainto oli, ettei yhdenkään luonnonkatastrofiluokan katastrofitapahtumien muutos selittänyt Munich Re:n luonnonkatastrofeista aiheutuneita korvauskustannuksia. Riippuvuutta ei ollut havaittavissa ja regressioanalyysin avulla ei myöskään selitystä muutoksille löytynyt. Samoin tapahtui myös maanosien ja katastrofaalisten luonnonkatastrofien kohdalla. Ainoa yhteys, joka tutkielmassa löydettiin korvauskustannusten välillä, oli yhteys vakuutettujen tappioiden kanssa. Maailmanlaajuiset vakuutetut tappiot selittivät 84 prosenttisesti korvauskustannusten vaihtelua.

Tutkimustulosten mukaan luonnonkatastrofien lukumäärän kehitys ja vaihtelu eivät ole vaikuttaneet jälleenvakuuttajan Munich Re:n korvauskustannuksiin. Kun taas luonnonkatastrofien kehitys selitti osaltaan kuitenkin maailman laajuisten vakuutettujen tappioiden vaihtelua. On todettava, että luonnonkatastrofeista aiheutuneiden korvauskustannusten vaihtelua selittävät jotkin muut tekijät parhaiten. Tätä analysoidaan lisää seuraavassa kappaleessa.

6.2 Johtopäätökset

Ei liene yllättävää, että luonnonkatastrofitapahtumien lukumäärällinen kehitys on ollut nousevaa. Saman suuntaisia tuloksia on ollut saatavilla ja näistä on uutisoitu laajasti. Tämän tutkielman tarkoituksena oli kuitenkin selittää numeerisesti, miten nämä katastrofitapahtumat ovat kehittyneet.

Katastrofiluokista kehitys on ollut suurinta hydrologisten- ja meteorologisten luonnonkatastrofien osalta. Ilmiötä on pyritty selittämään muun muassa ilmastonmuutoksen seurauksena. IPCC neljännen arviointikertomuksen mukaan trooppiset syklonit, hurrikaanit ja taifuunit todennäköisesti kiihtyvät merenpinnan lämpötilan noustessa (IPCC 2007,795). Nämä myrskyt lukeutuvat meteorologisiin luonnonkatastrofeihin ja kehitys näiden osalta on ollut toiseksi suurinta hydrologisten katastrofien jälkeen.

Luonnonkatastrofien nouseva kehitys maanosien osalta oli kaikista selvintä Aasiassa ja Pohjois-Amerikassa. Näin ollen on ilmeistä, että näiden kahden maanosan katastrofitapahtumat selittivät parhaiten globaalien vakuutettujen tappioiden vaihtelua. Havaintoa tukee ensimmäisessä teorialuvussa esitetyt syyt korvauskustannusten nousulle. Changnon ym. (2000; 437,440) mukaan tarkasteltaessa suurimpien vahinkojen maantieteellisiä sijainteja, on havaittavissa, että

väestönkasvu ja väestörakenteen muutokset ovat tärkeitä tekijöitä kasvavien vahinkokustannusten taustalla. Yhdistyneiden kansakuntien mukaan 55 prosenttia väestöstä asuu kaupunkialueilla vuonna 2018. Ennusteiden mukaan vuoteen 2050 mennessä luku tulee nousemaan 68 prosenttiin. Kasvusta lähes 90 prosenttia tapahtuu Aasiassa ja Afrikassa. (United Nations 2018) Väestökehitys Aasiassa on perustellusti yksi mahdollinen syy vakuutettujen tappioiden kehitykselle, samoin kuin suuret rannikkokaupungit Yhdysvalloissa, jotka ovat luonnonkatastrofeille riskialttiita kohteita vuosittain hurrikanikauden aikaan.

Tutkielman tulokset osoittivat, että Pohjois-Amerikassa tilastoidut luonnonkatastrofit selittävät hieman Aasiassa tilastoituja katastrofeja paremmin maailmanlaajuisten vakuutustappioiden vaihtelua. Tulos kuvastaa hyvin Aasian alueella selvästi vallitsevaa alivakuuttamisen tilannetta, esimerkiksi Kiinassa. Taloudellisista kokonaistappioista on katettu vakuutuksin Aasiassa vain 12 prosenttia (Aon Benfield 2019, 12). Teorialuvussa 3.2.1 ilmeni, että vakuutusmarkkinat ovat keskittyneet Pohjois-Amerikkaan. Tilannetta havainnollistaa se, että vakuutetuista maksuista 51 prosenttia tulee Yhdysvalloista (Aon Benfield 2019, 7). Tämä puolestaan selittää osaltaan, miksi Pohjois-Amerikassa tapahtuneet luonnonkatastrofit selittävät vakuutettujen tappioiden vaihtelua.

Huomionarvoista on se, että NatCatSERVICE on jälleenvakuuttaja Munich Re:n rakentama tietokanta. Näin ollen tietokanta on luonnollisesti keskittynyt vakuutuslajikohtaisiin riskeihin, kuten myrskyihin, tulviin, maanjäristyksiin ja äärimmäisiin sääolosuhteisiin, jotka tyypillisesti aiheuttavat omaisuusvahinkoja. Tietokannan ulkopuolelle jää myös merkittävä määrä sellaisia vahinkoja, joita ei tästä tietokannasta näy, mutta aiheuttavat samalla suuria yhteiskunnallisia vahinkoja. Esimerkiksi Below, Wirtz ja Guha-Sapir (2009, 4) luokittelee luonnonkatastrofit kuuteen katastrofiryhmään, joita ovat tässäkin tutkielmassa esitellyt hydrologiset, meteorologiset, ilmastolliset ja geofysikaaliset katastrofit, mutta myös avaruudelliset ja biologiset katastrofit. Historiasta ei tarvitse kaukaa esimerkkiä etsiä, sillä tällä hetkellä maailmassa kiertävä koronavirus COVID-19 aiheuttaa merkittäviä taloudellisia menetyksiä, jota ei kuitenkaan tulla tilastoimaan NatCatSERVICE:n katastrofiksi, sillä tämä lukeutuu biologiseksi luonnonkatastrofiksi.

Tutkielman tarkoituksena ei ole ollut mallintaa luonnonkatastrofia ilmiönä laajemmin tai etsiä syitä sen kehitykselle. Tutkielmalla ei näin ollen oteta kantaa siihen, onko luonnonkatastrofien

tämänhetkinen kehitys jatkuvaa, vaan tämän analyysin avulla voidaan ilmaista kehitys mittaus-historian ajalta numeerisen tiedon pohjalta. On myös selvennettävä, että kehitys on kuvattu NatCatSERVICE:n neljän katastrofiluokan avulla, joka jättää ulkopuolelle myös muita katastrofiluokkia. Näin ollen, mikäli tähän kehitykseen haluaa varautua muu kuin ensi- tai jälleenvakuutusyhtiö, tulee myös huomioida muut riskit, joita tietokanta ei tilastoi. Mielenkiintoista kuitenkin on, kuinka maailman laajuinen pandemia, jota NatCatSERVICE ei huomioi, vaikuttaa jälleenvakuutusalaan esimerkiksi sijoitusten kautta.

Empiriassa ilmeni, että luonnonkatastrofien lukumäärällisellä kehityksellä ei ilmennyt yhteyttä luonnonkatastrofeista aiheutuneiden korvauskustannusten kautta. Syitä tälle voidaan perustella muun muassa sillä, että NatCatSERVICE-tietokanta luokittelee vahinkotapahtuman katastrofiksi heti, kun siitä on aiheutunut ihmiselle haittaa (NatCatSERVICE 2018a, 13). Tämä ei suinkaan tarkoita sitä, että kyseinen vahinko olisi vakuutuksesta korvattava. Kuten toisessa teoriailuvussa 3.1 ilmeni, vakuutuskelpoisuuden ehtoina ovat muun muassa riskin todennäköisyyden ja siitä aiheutuvien seurauksien mahdollisimman tarkka arviointi. Nykyisen tiedon mukaan esimerkiksi sääilmiöiden todennäköisyydelle ja seurauksille on ominaista korkea epävarmuus. (Kunreuther & Michel-Kerjan 2007, 16–17) Tämän huomion mukaan on perusteltua olettaa, että jokaisesta NatCatSERVICE:n kirjatusta katastrofitapahtumasta ei välttämättä aiheudu vakuutuksesta korvattavaa vahinkoa.

Luonnonkatastrofien lukumäärät korreloivat positiivisesti vakuutettujen tappioiden kanssa, mutta eivät Munich Re:n korvauskustannusten kanssa. Tähän vaikuttanee osaltaan jälleenvakuuttamisen luonne, johon kuuluu muun muassa, että ensivakuuttaja ei siirrä riskiä kokonaisuudessaan jälleenvakuuttajalle, vaan ensivakuuttaja pitää itsellään tietyn omapidätysosuuden. (Järvinen & Ellola 2007, 8) Näin ollen kirjattu vakuutettu tappio ei myöskään suoraan tarkoita, että tämä korvataan jälleenvakuutuksesta. Suuren katastrofin tapahduttua jälleenvakuuttajat kantavat yleensä noin 55–65 prosenttia vakuutetuista tappioista. Ne monipuolistavat keskittyneitä riskejä keskenään ja siirtävät myös murto-osan tappioista laajemmin rahoitusmarkkinoille. (von Dahlen & von Peter 2012, 27)

Kuitenkin luonnonkatastrofien tapahtumamäärien trendi on nouseva samoin kuin Munich Re:n katastrofeista aiheutuneiden korvauskustannustenkin. Munich Re asiantuntijan Peter Höppen (2014) mukaan yhtiön tappioluvut heijastavan ilmastomuutoksen kasvattamia riskejä. Tap-

pioluvuista on hänen mukaansa nähtävissä sähän liittyvien katastrofien lisääntyneen viimeisten vuosikymmenien aikana. Munich Re:n tappioluvut ovat nousseet noin kolminkertaiseksi vuodesta 1980 lähtien. (Höppe 2014) Mielenkiintoista on, ettei empiirisen osuuden analyysissä tällaista yhteyttä suoraan pystytty todentamaan. Esimerkiksi vuonna 2011 yhtiö maksoi ennätysmäärän luonnonkatastrofeista aiheutuneita korvauskustannuksia. Kuitenkin vuonna 2017 katastrofitapahtumien määrä kasvoi jokaisessa katastrofiluokassa verrattuna vuoteen 2011. Kaikesta huolimatta korvattavien vahinkojen määrä oli vuonna 2017 pienempi. Globaalisti vakuutetut tappiot olivat suuremmat vuonna 2017 kuin vuonna 2011, mikä selittää hyvin kehitystä johtuen katastrofitapahtumien lisääntymisestä. On myös mainittava, että katastrofeista aiheutuneiden kustannusten kehitykseen vaikuttavat myös väestönkasvu ja väestörakenteen muutokset (Changnon ym. 2000, 441).

Millsin (2005, 1040) mukaan vaarojen luonteen, laajuuden tai sijainnin odottamattomat muutokset ovat merkittävimpiä uhkia vakuutusjärjestelmälle. Luonnonkatastrofitapahtumien lisääntymisestä ei kuitenkaan ole koitunut merkittävää uhkaa Munich Re:n korvauskustannusten nousulle. Lieneekö syynä, että vaarojen luonne, laajuus ja sijainnit eivät ole muuttuneet odottamattomasti. Esimerkiksi korvauskustannusten erot vuosien 2011 ja 2017 välillä voisivat johtua siitä, että vuonna 2017 luonnonkatastrofikustannukset johtuivat suurelta osin hyvin aktiivisesta hurrikaanikaudesta Pohjois-Amerikassa. Tämä Yhdysvaltojen etelärannikolle saapuva vuosittainen hurrikaanikausi voidaan osittain ennustaa, joten on syytä olettaa, että Munich Re:n kaltainen jälleenvakuutusmarkkinoiden pioneeri on huomionut tämän riskienhallinnassaan ja mahdollisesti tehnyt riskinsiirtoratkaisuja. Huomio on sen verran mielenkiintoinen, että tästä voisi pohtia jatkotutkimusehdotuksia asian selittämiseksi ja ymmärtämiseksi.

6.3 Tutkielman arviointi

Tutkimuksen luotettavuutta on mahdollista arvioida tarkistelemalla työn reliaaabeliutta ja validiutta. Reliaabeliudella tarkoitetaan tutkimuksen kykyä tuottaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Näin ollen tutkimuksen tulos on sama riippumatta tutkijasta. Koska tämän tutkielman aineisto on kerätty julkisesti saatavilla olevista lähteistä, voidaan olettaa, että toinen tutkija saisi saman aineiston avulla yhdenmukaiset tulokset. Reliaabeliuden yhteydessä käsitellään tyypillisesti tutkimuksen tekemisessä noudatettua tarkkuutta sekä mittaamiseen liittyviä asioita. Tarkkuudella tarkoitetaan sitä, että tutkimukseen ei sisältyisi satunnaisvirheitä. Reliaabeliuden arvioinnissa

voidaan tarkastella muun muassa, miten huolellisesti tiedot on syötetty ja millaisia mittausvirheitä tutkimukseen sisältyy. (Vilkkä 2007, 149–150) Tutkielmassa tutkittavat muuttujat on koottu julkisesti saatavilla olevista lähteistä ja riski mahdollisille näppäilyvirheille on tällöin olemassa. Tietojen syöttöön on tässä tutkielmassa käytetty runsaasti aikaa samoin kuin niiden tarkistukseen ennen tallentamista. Joka kerta tietoja syötettäessä, suoritettiin tietojen vienti huolellisesti ja tarkistettiin aina jälkikäteen. Näin pyrittiin varmistamaan tietojen oikeellisuus ja minimoimaan virheet. Uskon tutkielman säilyttäneen varsin hyvän reliiabiuden tämän myötä.

Kuitenkin tutkielman tuloksiin täytyy joltain osin suhtautua varauksella. Riippuvuutta tutkittiin myös luonnonkatastrofien lukumäärän ja jälleenvakuuttajan korvauskustannusten välillä. Tutkielmassa käytettiin erilaisia tilastollisia menetelmiä, eivätkä aina menetelmien vaatimat oletukset olleet täysin voimassa jakauman normaaliuden suhteen. Toisaalta riippuvuutta ei tässä tutkielmassa löydetty, jolloin tulokset eivät luonnollisesti perustu vain tähän menetelmään. Riippuvuuden arvioinnissa ei voida tehdä oletuksia syy–seuraussuhteiden kanssa ilman kriittistä ajatustyötä ja teorian tukea.

Toisaalta tämän tutkielman tarkoituksena ei ollut etsiä syitä luonnonkatastrofien esiintymiselle. Tutkielman tarkoituksena oli selittää ja esittää katastrofien lukumäärän kehitys, joihin on mielestäni käytetty hyvin tätä kuvaavia tilastollisia menetelmiä. Riippuvuutta tutkittiin myös luonnonkatastrofien lukumäärän ja jälleenvakuuttajan korvauskustannusten välillä. Tulokset ovat myös yhdensuuntaisia aiemmin esitettyihin tutkimuksiin ja teorioihin, mutta samalla löydettiin myös pientä ristiriitaisuutta.

Tutkielman tekovaiheessa myös ilmeni konkreettisesti, että NatCatSERVICE ei päivitä katastrofietietoja vain vuosittain vaan saattaa muuttaa tietoja myös takautuen aiemmille vuosille. Tietokanta mainitsee tästä myös ohjeissaan (NatCatSERVICE 2018a, 8). Näin ollen on mainittava, että tämän tutkielman havaintoaineisto perustuu vuonna 2020 huhtikuussa tilastoituihin tietoihin. Luonnonkatastrofien kokonaismäärässä havaittiin myös pieni eroavaisuus katastrofiluokkien ja maanosien välillä. Eroavaisuutta ei pystytty toteamaan näppäilyvirheeksi, sillä luvut täsmäävät NatCatSERVICE:stä kerättyihin lukuihin. Toisaalta eroavaisuus on hyvin pieni, eikä sen voida nähdä vaikuttavan merkittävästi tutkielman tuloksiin.

Tutkielman validius nähdään sen kykynä mitata oikein tutkittavaa ilmiötä. Tutkitaan sitä, mitä oli tarkoitus tutkia. (Vilka 2007, 150) Tutkimuksessa tutkitaan helposti vääriä asioita, jos tutkimukselle ei ole asetettu täsmällisiä tavoitteita. Mittarin validius tarkoittaa sitä, että suoritettut mittaukset ovat keskimäärin oikeita. Mittaustulokset eivät voi olla valideja, mikäli mitattavia muuttujia ei ole tarkoin määritelty. (Heikkilä 2008, 29–30) Tutkielman validia arvioitaessa on syytä pohtia menetelmän valintaa. Koska tutkielman tavoitteena oli selittää ja ymmärtää luonnonkatastrofien kehitystä, näen tilastollisen menetelmän paremmaksi vaihtoehdoksi. Mikäli tarkoituksena olisi etsiä syitä ja mahdollisia tarkoituksia laajemmin, olisi kvalitatiivinen menetelmä mielestäni ollut tarpeen. Toisaalta kvantitatiivisessa tutkimuksessa on tyypillistä kerätä laaja aineisto analyysia varten. Toisen tutkimusongelman yhteydessä aineistoa jouduttiin kuitenkin rajaamaan, sillä Munich Re:n korvauskustannuksista saatu data rajoittui vuosiin 1999–2018. Näin ollen ilmiötä olisi voitu selittää laajemmaltakin aikaväliltä, jos tietoa olisi ollut julkisesti saatavilla. Kuitenkin on huomioitava, ettei tältä aikaväliltäkään löytynyt yhteyttä luonnonkatastrofien lukumäärien kanssa ja määrien kehitys oli nousevaa juuri tältä ajalta, voinee sanoa, ettei tämä ajallinen rajausta vaikuttanut merkittävästi tutkielman sisältöön.

Tutkielmaan olisi voinut sisällyttää myös useampien kansainvälisten jälleenvakuutusyhtiöiden korvauskustannukset. Tämä olisi luonnollisesti parantanut tutkielman yleistettävyyttä. Jälleenvakuuttajista vain Munich Re erotteli korvauskustannukset luonnonkatastrofien osalta. Koska muut yhtiöt eivät tällaista tietoa tarjonneet, ei tuloksia olisi luotettavasti voinut vertailla keskenään ja tutkimuksen yleistettävyyden ja luotettavuuden olisi kärsinyt. Munich Re on kuitenkin globaalisti toimiva jälleenvakuutusyhtiö, joka on ollut yksi markkinoiden suurimpia toimijoita vuosia. Näin ollen tuloksia voinee yleistää koskemaan myös muita jälleenvakuutusyhtiöitä.

Arvioisin tutkielman olevan kokonaisvaltaisesti luotettava, sillä tutkimus mittasi sitä, mitä sen oli tarkoituskin mitata. Tutkielmasta saadut tulokset ovat tarkkoja ja nämä ovat toistettavissa tutkijasta riippumatta. Koska tutkielman tarkoituksena on ollut selittää katastrofien kehitystä ja ymmärtää niiden vaikutukset jälleenvakuuttajan korvauskustannuksiin, antaa se samalla perusteluita myös julkiselle keskustelulle.

Tässä tutkielmassa tutkimusaihetta käsiteltiin varsin rajatulla tasolla etenkin toisen tutkimusongelman osalta. Vaikka ongelmaan saatiinkin vastaus, heräsi siitä myös uusia kysymyksiä, joita olisi mielenkiintoista tutkia. Esimerkiksi, mitkä tekijät vaikuttavat luonnonkatastrofien korvauskustannusten kehitykseen? Koska aiheesta on varsin vähän saatavilla tutkimuksia, voisi

tämän toteuttaa esimerkiksi teemahaastatteluin ilmiön ymmärtämiseksi. Tämä olisi mahdollista rajata niin ensivakuuttajan kuin jälleenvakuuttajan kontekstiin.

Toinen erittäin mielenkiintoinen ja hyödyllinen jatkotutkimus aihe liittyy ilmastonmuutoksen tuomiin mahdollisuuksiin vakuutusosalalla. Tästä olisi mielenkiintoista selvittää tarkemmin, millaisia uusia tuotteita markkinoille on syntynyt ja miten näistä on hyödytty taloudellisesti. Varmastikin aihepiiristä löytyy muita näkökulmia kuin nämä ehdotetut. Oli tutkimusaihe mikä tahansa, on syytä todeta sen olevan sellaisenaan varsin hyvä lisä vakuutus- ja jälleenvakuutusalan akateemiseen kirjallisuuteen.

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1 Teoreettinen viitekehys	11
Kuvio 2 Luonnonkatastrofien lukumäärät katastrofiluokittain vuosina 1980–2018.....	60
Kuvio 3 Luonnonkatastrofien lukumäärät maanosittain vuosina 1980–2018.....	62
Kuvio 4 Katastrofaaliset luonnonkatastrofien lukumäärät vuosina 1980–2018.	64
Kuvio 5 Vakuutetut tappiot vuosina 1980–2018.....	65
Kuvio 6 Munich Re:n korvauskustannukset vuosina 1999–2018.....	66
Taulukko 1 Jälleenvakuutusyhtiö Swiss Re:n katastrofien luokittelu.....	17
Taulukko 2 Jälleenvakuutusyhtiö Munich Re katastrofien luokittelu.....	18
Taulukko 3 Kymmenen suurinta jälleenvakuuttajaa vuonna 2019	32
Taulukko 4 NatCatSERVICE:n Luonnonkatastrofien luokittelu.....	45
Taulukko 5 Kuvailevat tilastot luonnonkatastrofeista katastrofiluokittain.	90
Taulukko 6 Kuvailevat tilastot luonnonkatastrofeista maanosittain.	90
Taulukko 7 Kuvailevat tilastot katastrofaalisista luonnonkatastrofeista.....	90
Taulukko 8 Kuvailevat tilastot vakuutetuista tappioista ja korvauskustannuksista.	91

LÄHDELUETTELO

Kirjallisuus:

Alexander, David. 2001. *Natural Disasters*. Taylor & Francis Group. New York.

Alkula, T., Pönttinen, S. & Ylöstalo, P. 1995. *Sosiaaliturkimuksen kvantitatiiviset menetelmät*. Helsinki: WSOY

American Geological Institute 1984. *Glossary of geology*. Falls Church, Virginia: American Geological Institute.

Below, Regina. Wirtz, Angelika & Guha-Sapir, Deberati. 2009. *Disaster Category Classification and Peril Terminology for Operational Purposes*. Université Catholique de Louvain. Belgium.

Berliner, B., 1985. Limits of Insurability of Risks. *The Geneva Papers on Risk and Insurance – Issues and Practice* 4, 313-329. DOI: 10.1057/gpp.1985.22.

Bernard Carole. 2013 *Risk Sharing and Pricing in the Reinsurance Market*. In: Dionne G. (eds) *Handbook of Insurance*. Springer, New York, NY

Biener, Christian. Eling, Martin & Jia Ruo. 2017. The structure of the global reinsurance market: An analysis of efficiency, scale, and scope. *The Journal of Banking and Finance*, vol 77, pp. 213–229

Blaikie, Piers. Cannon, Terry. Davis, Ian. & Wisner, Ben. 2003. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*. Second edition. Routledge.

Blazenko, George. 1986. The Economics of Reinsurance. *The Journal of Risk and Insurance*, vol. 53, no. 2, pp. 258–277. JSTOR, www.jstor.org/stable/252375. Accessed 18 Feb. 2020.

Born, Patricia & Viscusi, W. Kip. 2006. The catastrophic effects of natural disasters on insurance markets. *Journal of Risk and Uncertainty*, vol 33, Issue 1–2, pp 55–72.

Burton, I. & Kates, R.W. 1964. The perception of natural hazards in resource management. *Natural Resources Journal* 3, 412–441.

Calandro, Jr., Joseph. Fuessler, William and Sansone, Rosemarie. 2008. *Enterprise Risk Management - An Insurance Perspective & Overview*. *Journal of Financial Transformation*, Vol. 22, pp. 117-122, March 2008. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1118158>

Carayannopoulos, Peter & Perez, M. Fabricio. 2015. *Diversification through Catastrophe Bonds: Lessons from the Subprime Financial Crisis*. *Geneva Papers on Risk and Insurance*:

Issues and Practice, vol. 40, Issue 1, pp. 1–28. <https://link.springer.com/article/10.1057/gpp.2014.14>

Changnon Stanley, Pielke Roger, Changnon David, Sylves Richard, & Pulwarty Roger. 2000. Human Factors Explain the Increased Losses from Weather and Climate Extremes. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 81, 437–442

Charpentier, Arthur. 2008. Insurability of Climate Risks. *Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice*, vol. 33, Issue 1, pp. 91–109.

Cummins, J. David & Trainar, Philippe. 2009. Securitization, Insurance, and Reinsurance. *The Journal of Risk and Insurance*, vol. 76, no. 3, pp. 463-492.

von Dahlen, Sebastian & von Peter, Goetz. 2012. Natural Catastrophes and Global Reinsurance - exploring the linkages. *BIS Quarterly Review*, Bank for International Settlements, December.

Deelstra, Griselda & Plantin, Guillaume. 2014. *Risk Theory and Reinsurance*. Springer, London, 2014; 2013; doi:10.1007/978-1-4471-5568-3.

De Mey, Jozef. 2007. Insurance and the Capital Markets. *Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice* 32, 35–41. <https://doi.org/10.1057/palgrave.gpp.2510114>

Dlugolecki, Andrew. 2008. Climate Change and the Insurance Sector. *Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice*, vol. 33, Issue 1, pp. 71–90.

Felsted, A., 2005. Insurers face record \$80 billion bill for 2005. *The Financial Times* (20 December).

Gujarati, Damodar & Porter, Dawn. 2009. *Basic Econometrics*. 5th edition. Boston: McGrawHill.

Hallegatte, Stéphane. 2014. *Natural Disasters and Climate Change: An Economic Perspective*. Springer, Cham, doi:10.1007/978-3-319-08933-1.

Heikkilä, Tarja. 2008. *Tilastollinen tutkimus*. Helsinki: Edita.

Hirsijärvi, Sirkka & Hurme, Helena. 2011. *Tutkimushaastattelu, Teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Helsinki: Gaudeamus.

Holopainen, Martti & Pulkkinen, Pekka. 2012 *Tilastolliset Menetelmät*. 7. uud. p. Porvoo: WSOY Oppimateriaalit.

Järvinen, Raija & Ellola, Pertti. 2007. *Jälleenvakuutus. Finanssi- ja vakuutuskustannus*. Helsinki

Kivisaari, Esko & Kahola, Marja-Liisa. 2017. *Vakuutustalous: Vakuutusyhtiön Riskienhallinta, Tilinpäätös Ja Vakavaraisuus*. FINVA, Helsinki.

Kleindorfer, Paul R. & Kunreuther, Howard C. 1999 Challenges facing the insurance industry in managing catastrophic risks, Kirjassa: K. Froot. The Financing of Catastrophic Risks, Chicago, IL: University of Chicago Press, pp. 149–194.

Koskinen, Lasse. 2018. Riskienhallinta ja tietämyksen tasot. Teoksessa: Ahteensivu, Aarno, Koskinen, Lasse, Kulmala, Jarna & Havakka, Pauliina (toim.). Riskienhallinnan ajankohtaisia teemoja. Tampere: Suomen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print. 11–28

Kunreuther, Howard C. & Michel-Kerjan, Erwann O. 2007. Climate Change, Insurability of Large-Scale Disasters and the Emerging Liability Challenge. Working Paper 12821. Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Kuusela, Hannu & Ollikainen, Reijo. 2005. Riskit Ja Riskienhallinta. Tampere: Tampere University Press.

Laininen, Pertti. 2000. Tilastollisen analyysin perusteet. Otatieto. Oy Yliopistokustannus University Press Finland Ltd. Helsinki

Lecomte, Eugene & Mills, Evan. 2006. From Risk to Opportunity: How insurers can proactively and profitably manage climate change. A Ceres Report, Ceres, Boston (August).

Linnenluecke, Martina & Griffiths, Andrew. 2010. Beyond Adaptation: Resilience for Business in Light of Climate Change and Weather Extremes. Business & Society, vol. 49, no. 3, pp. 477-511.

Nordhaus, William D. 2013. The Climate Casino: Risk, Uncertainty, and Economics for a Warming World. Yale University Press, New Haven, Conn.

Maynard, Trevor. 2008. Climate Change: Impacts on Insurers and How They Can Help With Adaptation and Mitigation. Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice, vol. 33, Issue 1, pp. 140–146.

Metsämuuronen, Jari. 2002. SPSS aloittelevan tutkijan käytössä. Metodologia-sarja 5. Helsinki: Methelp.

Metsämuuronen, Jari. 2008. Monitasomallinnuksen perusteet. Metodologia-sarja 11. Helsinki: Methelp.

Mills, Evan. 2003. Climate change, insurance and the buildings sector: Technological synergisms between adaptation and mitigation. Building Research & Information;31(3–4):257–77.

Mills, Evan. 2005. Insurance in a Climate of Change. Science: vol. 309, Issue 5737, pp. 1040-1044.

Mills, Evan. 2009. A Global Review of Insurance Industry Responses to Climate Change. Geneva Papers on Risk and Insurance: Issues and Practice, vol. 34, no. 3, pp. 323-359.

Munich Re. 1973. Flood Inundation, Munich Reinsurance Company, Munich.

Munich Re. 2018. Annual Report 2018.

- Picard M, Besson A. 1982. Les assurances terrestres, 5th edn. LGDJ, Paris
- Rantala, Jukka & Kivisaari, Esko 2014. Vakuutusoppi. Turenki: Kirjapaino Jaarli Oy.
- Rejda, G. & McNamara, M. 2014. Principles of Risk Management and Insurance. Pearson.
- Rougier, Jonathan, Sparks, R. S. J. & Hill, Lisa J. 2013. Risk and Uncertainty Assessment for Natural Hazards. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sigma. 2006. Natural catastrophes and man-made disasters in 2005.
- Sigma. 2011. Natural catastrophes and man-made disasters in 2010.
- Sigma. 2018. Natural catastrophes and man-made disasters in 2017.
- Skipper, Harold D. & Kwon. W. Jean. 2007. Risk Management and Insurance: Perspectives in a Global Economy. Blackwell Pub, Malden (Mass.)
- Stern, Nicolas. 2006. The Economics of Climate Change: The Stern review. Cambridge University Press. UK.
- Sturm, Tristan & Oh, Eric. 2010. Natural disasters as the end of the insurance industry? Scalar competitive strategies, Alternative Risk Transfers, and the economic crisis. Geoforum, Volume 41, Issue 1, Pages 154-163, ISSN 0016-7185.
- Thorne, Nigel J. 1984: Reinsurance and Natural Disasters. The Geneva Papers on Risk and Insurance, vol. 9, no. 31, pp. 167-174.
- Trenberth, K. E., Jones, P. D., Ambenje, P., Bojariu, R., Easterling, D., Klein Tank, A., ym. 2007. Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In D. Q. S. Solomon, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, et al. (Eds.), Climate change 2007: The physical science basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 235-336). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Turner, Barry A. 1976. The development of disasters: a sequence model for the analysis of the origin of disasters. Sociological Review, vol 24, no. 4, pp. 753–774.
- Tähtinen Juhani, Laakkonen Eero & Broberg Mari. 2011. Tilastollisen aineiston käsittelyn ja tulkinnan perusteet. Painosalama Oy, Turku.
- UNEP FI. 2006. CEO Briefing: Adaptation and Vulnerability to Climate Change: The Role of the Finance Sector, Geneva: Climate Change Working Group, United Nations Environment Programme Finance Initiative, 36pp.
- UNDRO 1982. Disaster prevention and mitigation: a compendium of current knowledge. Vol. 8, Sanitation aspects. Geneva: Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator.

Upreti, Vineet & Adams, Mike. 2015. The strategic role of reinsurance in the United Kingdom's (UK) non-life insurance market. *The Journal of Banking and Finance*, vol 61, pp. 206–219.

Uusitalo, Hannu. 2001. *Tiede, tutkimus ja tutkielma*. Helsinki: WSOY.

Vaughan, Emmet J. 1997. *Risk Management*. New York: Wiley.

Vellinga, Pier., Mills, Eva., Bowers, L., Berz, G., Huq, S., Kozak, L., Paultikof, J., Schanzenbacker, B., Shida, S., Soler, G., Benson, C., Bidan, P., Bruce, J., Huyck, P., Lemcke, G., Peara, A., Radevsky, R., van Schoubroeck, C. and Dlugolecki, A. 2001. Insurance and other financial services. In *Climate Change 2001: Impacts, Vulnerability, and Adaptation*, Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, UN and World Meteorological Organization

Vilkka, Hanna. 2007. *Tutki ja mittaa: Määrällisen tutkimuksen perusteet*. Helsinki: Tammi.

Werner, Welf. 2016. *Natural Catastrophes and their Effects on Reinsurance*. Kirjassa: *Managing Risk in Reinsurance*. Hauter, Niels & Jones, Geoffrey. Oxford University Press.

White, G. F. 1974. *Natural hazards: local, national, global*. New York: Oxford University Press.

Wirtz Angelika, Kron Wolfgang, Löw Petra & Steuer Markus. 2014. The Need for Data: Natural Disasters and the Challenges of Database Management. *Natural Hazards* 70, 135–157.

Internet-lähteet:

Akin menetelmäblogi. 2019. Merkitsevyys. Saatavilla: <https://tilastoapu.wordpress.com/merkitsevyys/> (Viitattu 26.4.2020)

Aon Benfield. 2017. Weather, Climate & Catastrophe Insight. Saatavilla: <https://ir.aon.com/about-aon/investor-relations/investor-news/news-release-details/2018/Costliest-year-on-record-for-weather-disasters-with-USD344-billion-global-economic-loss-in-2017---Aon-catastrophe-report/default.aspx> (Viitattu 3. 10.2018)

Aon Benfield. 2019. Weather, Climate & Catastrophe Insight. Saatavilla: <https://www.aon.com/global-weather-catastrophe-natural-disasters-costs-climate-change-2019-annual-report/index.html> (Viitattu 15.2.2020)

BBC. 2020. Australia fires: A visual guide to the bushfire crisis. Saatavilla: <https://www.bbc.com/news/world-australia-50951043> (Viitattu 26.4.2020)

Chiglinsky, Katherine & Ballentine, Claire. 2018. *Insurance Journal: Insurers' Firefighting Teams Move to Limit Damage from California Wildfires*. Saatavilla: <https://www.insurance-journal.com/news/west/2018/11/13/507288.htm> (Viitattu 5.3.2020)

EM-DAT The International Disaster Database. 2019. General Classification. Saatavilla: <https://www.emdat.be/classification> (Viitattu 28.5.2019)

European Central Bank 2020. US dollar (USD). Saatavilla: https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html (Viitattu 31.3.2020)

Euroopan Komissio. 2018. Ilmastonmuutoksen seuraukset. Saatavilla: https://ec.europa.eu/clima/change/consequences_fi (Viitattu 13.11.2018)

FEMA. 2019. About the Agency (22.1.2019) <https://www.fema.gov/about-agency>

Höppe. Peter. 2014. Munich Re: IPCC recommendations are a wake-up call. Saatavilla: <https://www.munichre.com/topics-online/en/climate-change-and-natural-disasters/climate-change/ipcc-recommendations-wakup-call.html> (Viitattu 7.1.2019)

International Tsunami Information Center ITIC. 2018. Tsunami Classification. Saatavilla: http://itic.ioc.unesco.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1019:5&catid=1142&Itemid=2433 (Viitattu 23.1.2019)

IPCC. 2018a. Global Warming of 1.5°C. Summary for policymakers. Saatavilla: http://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf (Viitattu 22.10.2018)

IPCC. 2018b. Global Warming of 1.5°C. Glossary. Saatavilla: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/> (Viitattu 16.2.2020)

IPCC. 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and vulnerability. Saatavilla: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg2/> (Viitattu 13.02.2020)

KvantiMot. 2004: Tilastollinen päättely. Saatavilla: <https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/paattely/paattely.html>

Löw, Petra. 2018. Munich Re: The year in figures - Topics Online. Saatavilla: <https://www.munichre.com/topics-online/en/climate-change-and-natural-disasters/natural-disasters/2017-year-in-figures.html> (Viitattu 1.11.2018)

Martin, Allison. 2018. World Economic Forum: Climate and tech pose the biggest risks to our world in 2018. Saatavilla: <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/the-biggest-risks-in-2018-will-be-environmental-and-technological/> (Viitattu 13.11.2018)

Moody's. 2018. Climate change risks outweigh opportunities for P&C (re)insurers. Saatavilla: <https://www.law.berkeley.edu/wp-content/uploads/2018/06/Moodys-Climate-change-risks-outweigh-opportunities-for-PC-reinsurers.pdf> (Viitattu 22.1.2019)

Munich Re. 2020a. Earthquakes: a deathly threat. Saatavilla: <https://www.munichre.com/en/risks/natural-disasters-losses-are-trending-upwards/earthquakes-a-deathly-threat.html> (Viitattu 4.4.2020)

Munich Re. 2020b. Risks from floods, storm surges and flash floods: Underestimated natural hazards. Saatavilla: <https://www.munichre.com/en/risks/natural-disasters-losses-are-trending-upwards/floods-and-flash-floods-underestimated-natural-hazards.html> (Viitattu 4.4.2020)

Munich Re. 2020c. Less risk, more stability: Treaty reinsurance. Saatavilla: <https://www.munichre.com/us-non-life/en/solutions/reinsurance/treaty.html> (Viitattu 2.3.2020)

NatCatSERVICE. 2018a. Methodology. Saatavilla: https://natcatservice.munichre.com/assets/pdf/180220_NCS_Methodology_en.pdf (Viitattu 23.1.2019)

NatCatSERVICE. 2018b. Glossary. Saatavilla: <https://natcatservice.munichre.com/> (Viitattu 5.3.2020)

S&P Global. 2018. Global Reinsurance Highlights 2018. Saatavilla: <https://www.spratings.com/documents/20184/1581657/Global+Reinsurance+Highlights+2018/98dc8810-eead-8ff0-3f07-9889caaab0b0> (Viitattu 14.2.2020)

S&P Global. 2019. Global Reinsurance Highlights 2019. Saatavilla: https://www.spglobal.com/_assets/documents/ratings/research/global-reinsurance-highlights-2019.pdf (Viitattu 14.2.2020)

Swiss Re. 2020. Reinsurance. Saatavilla: <https://www.swissre.com/reinsurance/property-and-casualty/reinsurance.html> (Viitattu 2.3.2020)

United Nations. 2009. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Risk and poverty in a changing climate. Saatavilla: <https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/report/index.php?id=9413&pid:34&pil:1> (Viitattu 13.2.2020)

United Nations. 2018. 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN. Saatavilla: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html> (Viitattu 13.2.2020)

Wildfire Defense System. 2020a. WDS Response. Saatavilla: <https://wildfire-defense.com/wildfire-response-program.html> (Viitattu 5.3.2020)

Wildfire Defense System. 2020b. Chubb Wildfire Defense Services. Saatavilla: <https://wildfire-defense.com/chubb-program.html> (Viitattu 5.3.2020)

Zurich. 2020. Zurich International Programs: Helping you manage risk worldwide. Saatavilla: <https://www.zurich.com/en/products-and-services/protect-your-business/zurich-international-programs> (Viitattu 2.3.2020)

Önder, Lale. 2013. Alternative risk transfer: Advantages and risks of transferring insurance risks to the capital markets. BaFin Journal. Saatavilla: https://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/EN/Fachartikel/2013/fa_bj_2013_06_alternativer_risikotransfer_en.html (Viitattu 31.3.2019)

Empiirinen aineisto:

Munich Re. 2020. Results and Reports. Saatavilla: <https://www.munichre.com/en/company/investors/reports-and-presentations/results-reports.html>

NatCatSERVICE. 2020. Number of relevant natural loss events worldwide 1980 – 2018. Saatavilla: <https://natcatservice.munichre.com/events/1?filter=eyJ5ZWZyRnJvbSI6MTk4MCwieWVhclRvIjoyMDE4fQ%3D%3D&type=1> (4.4.2020)

NatCatSERVICE. 2020. Number of catastrophic natural loss events worldwide 1980 – 2018. Saatavilla: <https://natcatservice.munichre.com/events/2?filter=eyJ5ZWZyRnJvbSI6MTk4MCwieWVhclRvIjoyMDE4fQ%3D%3D&type=1> (4.4.2020)

NatCatSERVICE.2020. Overall and insured losses in US\$ for relevant natural loss events worldwide 1980 – 2018 Saatavilla: <https://natcatservice.munichre.com/overall/1?filter=eyJ5ZWZyRnJvbSI6MTk4MCwieWVhclRvIjoyMDE4fQ%3D%3D&type=1> (4.4.2020)

NatCatSERVICE. 2020. Number of relevant natural loss events in Asia 1980 – 2018. Saatavilla: <https://natcatservice.munichre.com/events/1?filter=eyJ5ZWZyRnJvbSI6MTk4MCwieWVhclRvIjoyMDE4LCJhcmVhSWRzIjpbNF19&type=1> (4.4.2020)

NatCatSERVICE. 2020. Number of relevant natural loss events in Australia/Oceania 1980 – 2018. Saatavilla: <https://natcatservice.munichre.com/events/1?filter=eyJ5ZWZyRnJvbSI6MTk4MCwieWVhclRvIjoyMDE4LCJhcmVhSWRzIjpbMjRdfQ%3D%3D&type=1> (4.4.2020)

NatCatSERVICE. 2020. Number of relevant natural loss events in Africa 1980 – 2018. Saatavilla: <https://natcatservice.munichre.com/events/1?filter=eyJ5ZWZyRnJvbSI6MTk4MCwieWVhclRvIjoyMDE4LCJhcmVhSWRzIjpbMl19&type=1> (4.4.2020)

NatCatSERVICE. 2020. Number of relevant natural loss events in Europe 1980 – 2018. Saatavilla: <https://natcatservice.munichre.com/events/1?filter=eyJ5ZWZyRnJvbSI6MTk4MCwieWVhclRvIjoyMDE4LCJhcmVhSWRzIjpbOV19&type=1> (4.4.2020)

NatCatSERVICE. 2020. Number of relevant natural loss events in South America 1980 – 2018. Saatavilla: <https://natcatservice.munichre.com/events/1?filter=eyJ5ZWZyRnJvbSI6MTk4MCwieWVhclRvIjoyMDE4LCJhcmVhSWRzIjpbMjZdfQ%3D%3D&type=1> (4.4.2020)

NatCatSERVICE. 2020. Number of relevant natural loss events in North America 1980 – 2018 Saatavilla: <https://natcatservice.munichre.com/events/1?filter=eyJ5ZWZyRnJvbSI6MTk4MCwieWVhclRvIjoyMDE4LCJhcmVhSWRzIjpbMjVdfQ%3D%3D&type=1> (4.4.2020)

LIIKTEET 1

Taulukko 5 Kuvailevat tilastot luonnonkatastrofeista katastrofiluokittain.

	Geofysikaalinen	Ilmastollinen	Hydrologinen	Meteorologinen
Keskiarvo	40,62	54,08	188,46	182,72
Keskihajonta	7,59	18,68	83,21	52,95
Pienin	26	16	59	103
Alakvartaali	36	44	119	150
Mediaani	41	57	177	172
Yläkvartaali	44	68	242	197
Suurin	56	90	390	359

Taulukko 6 Kuvailevat tilastot luonnonkatastrofeista maanosittain.

	Pohjois-Amerikka	Etelä-Amerikka	Eurooppa	Afrikka	Aasia	Australia/Oseania
Keskiarvo	99,69	32,59	75,49	50,82	180,54	27,62
Keskihajonta	30,46	11,26	16,62	21,45	77,97	8,30
Minimi	47	17	37	14	61	12
Alakvartaali	77	24	62	35	116	21
Mediaani	97	29	75	49	170	28
Yläkvartaali	121	37	88	63	225	31
Maksimi	168	68	122	112	367	49

Taulukko 7 Kuvailevat tilastot katastrofaalisista luonnonkatastrofeista.

	Geofysikaalinen Cat-luokka 4	Ilmastollinen Cat-luokka 4	Hydrologinen Cat-luokka 4	Meteorologinen Cat-Luokka 4
Keskiarvo	3,21	5,79	9,26	8,46
Keskihajonta	1,72	2,45	4,62	3,20
Minimi	0	1	2	2
Alakvartaali	2	4	6	7
Mediaani	3	5	9	8
Yläkvartaali	4	8	12	11
Maksimi	8	11	26	15

Taulukko 8 Kuvailevat tilastot vakuutetuista tappioista ja korvauskustannuksista.

	Vakuutettu tappio bn€	Luonnonkatastrofitappio m€
Keskiarvo	31,53	1128,20
Keskiha- jonta	29,93	1186,28
Minimi	3,09	149,00
Alakvartaali	10,91	322,75
Mediaani	21,82	738,50
Yläkvartaali	42,73	1277,00
Maksimi	130,91	4544,00