

Antti Niiranen

# **Islannin metsätalous – uudelleenmetsitys ja ilmastonmuutoksen vaikutukset**

Opinnäytetyö

Kevät 2016

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Metsätalousinsinööri (AMK)

**SeAMK** 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Metsätalousinsinööri (AMK)

Tekijä: Antti Niiranen

Työn nimi: Islannin metsätalous – uudelleenmetsitys ja ilmastonmuutoksen vaikutukset

Ohjaaja: Juho Lahti

Vuosi: 2016

Sivumäärä: 49

Liitteiden lukumäärä: 0

---

Islantia ryhdyttiin asuttamaan 800-luvun puolivälin jälkeen, jolloin 25 - 40 % saaren kokonaispinta-alasta oli metsäistä. Puuston liiallinen käyttö uusien asukkaiden toimesta johti sen lähes täydelliseen häviämiseen. Asiaan herättiin 1800-luvun lopussa. Suojelutoimet ja uudelleenmetsitys alkoivat, ja 1900-luvun aikana Islantiin muodostui oma metsäsektori. Metsäsektorilla toimii useampi organisaatio, esimerkiksi Iceland Forest Service (IFS) ja Iceland Forestry Association (IFA). Islannissa on myös metsästrategia, joka sisältää useita tavoitteita. Yksi niistä on saada 12 % saaren kokonaispinta-alasta metsitettyä vuoteen 2100 mennessä.

Metsitys käynnistyy taimitarhoilta, jotka ovat nykyisin yksityisomistuksessa. Siemenet tuodaan pääosin Alaskasta, ja taimet kasvatetaan Islannissa yksi- tai kaksivuotiaiksi puulajista riippuen. Islannin taimituotanto perustuu kasvihuoneissa tapahtuvaan paakkutaimituotantoon. Taimet kuljetetaan tarhoilta erillisille maatilojen yhteydessä sijaitseville jakelupisteille. Jakelupisteillä taimia hoidetaan, kunnes ne viedään lopullisille kohteille istutettaviksi.

Ilmastonmuutos on ajankohtainen aihe maailmanlaajuisesti, ja se tulee ottaa huomioon myös metsätaloudessa. Työ tarjoaa perustietoa ilmastonmuutoksesta ja Islannin ilmastosta. Työssä pohditaan, kuinka ilmastonmuutos vaikuttaa metsitykseen. Tutkimusmenetelmänä on käytetty nelikenttäanalyysiä. Sen avulla voidaan pohtia kohteen vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia. Analyysissä löytyi enemmän heikkouksia kuin vahvuuksia. Tämä johtuu enimmäkseen Islannin karuista oloista, vähäisestä biodiversiteetistä ja talouskriisin vaikutuksesta metsätalouden rahoitukseen. Monimuotoiset metsät sopeutuvat parhaiten muuttuvaan ilmastoon muun muassa jälkeläistensä kautta, ja jos jokin laji ajautuu vaikeuksiin, muu metsä selviytyy. Muuttuva ilmasto luo myös uusia uhkia. Lämpenevä ilmasto tuo saarelle uusia tuholaislajeja, ja sademäärän lisääntyessä sieniperäisten tautien määrä voi kasvaa. Analyysin mukaan tulevaisuus tarjoaa kuitenkin enemmän mahdollisuuksia kuin uhkia. Mikäli uhat vältetään, metsänkasvatus Islannissa helpottunee ilmaston lämmitessä. Biodiversiteetti todennäköisesti kasvaa, ja erityisesti koivun kasvatuksen odotetaan helpottuvan. Tulevaisuudessa sitä voitaneen kasvattaa paljon laajemmalla alueella kuin tänä päivänä.

Avainsanat: Islanti, metsätalous, metsitys, metsänkasvatus, ilmastonmuutos

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Forestry

Author: Antti Niiranen

Title of thesis: Forestry in Iceland – afforestation and the effects of climate change

Supervisor: Juho Lahti

Year: 2016

Number of pages: 49

Number of appendices: 0

---

At the time of human settlement birch forest and woodland covered about 25–40% of the total land area of Iceland. However, the new settlers started cutting down the forests and using timber for different purposes. This caused a heavy decline among the Icelandic forests. The lack of forests was noticed at the end of the 19<sup>th</sup> century and people started taking action. Protection and afforestation began in the 20<sup>th</sup> century and forestry organizations were established in Iceland during that time. Today there's a healthy forestry sector in Iceland with a clear forestry strategy, which includes many different goals for forestry. One of them is to afforest 12% of Iceland's total land mass by the year 2100.

Afforestation in Iceland begins at the horticultural nurseries, which are privately owned. The seeds are mostly imported from Alaska. At the age of one or two, depending on tree species, the seedlings are transported to specialized distribution points. From these distribution points the seedlings are transported onwards to the plantations.

Climate change is a relevant subject that has to be taken into consideration in forestry. This thesis offers basic information about climate change and it analyses how it might affect the afforestation of Iceland. The method of research is a SWOT analysis, which stands for: strengths, weaknesses, opportunities and threats. Currently more weaknesses were found than strengths. This is mostly because of the harsh conditions, the lack of biodiversity and funding cuts caused by Iceland's financial crisis. Diverse forests are more likely to adapt to the changing climate because they will thrive even if some species struggle to survive. But with hard work and research these obstacles can be overcome. According to the analysis, Icelandic forestry faces new threats in the future, such as: increased insect outbreaks and new insect species due to a warming climate as well as new fungal pathogens due to increased precipitation. However, according to the analysis the future offers more opportunities than threats. If the threats can be avoided forestry in Iceland might become easier because the conditions will improve with the warming climate. In the future growing birch forests will probably be easier and it is possible that biodiversity increases as well.

Keywords: Iceland, forestry, afforestation, climate change

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 NELIKENTTÄANALYYSI.....	9
3 TAUSTATIETOA ISLANNIN UUDELLEENMETSITYKSESTÄ.....	10
3.1 Metsähistoria.....	10
3.2 Metsityksen alku ja eteneminen.....	11
3.3 Islannin metsäsektori.....	13
3.4 Islannin metsästrategia ja tavoitteet.....	15
3.5 Islannin metsätalouden nykytilanne.....	16
3.6 Eroosion esto metsityksen avulla.....	19
4 METSITYKSEN SUUNNITTELU JA KULKU.....	21
4.1 Taimituotanto ja -logistiikka.....	21
4.2 Uuden taimikon perustaminen.....	22
4.3 Metsänkasvatus.....	24
4.4 Esimerkitapauksia Islannin metsätaloudesta.....	26
4.4.1 Hallormstaðurin lämpölaitos.....	26
4.4.2 Heklan metsitysalue.....	27
4.4.3 Kansallismetsät.....	29
5 ILMASTONMUUTOS JA SEN VAIKUTUKSET ISLANNISSA.....	31
5.1 Ilmastonmuutos ja sen syyt.....	31
5.2 Islannin ilmasto nyt ja ennuste vuodelle 2050.....	33
6 NELIKENTTÄANALYYSI ISLANNIN METSITYSHANKKEESTA...	36
6.1 Vahvuudet.....	36
6.2 Heikkoudet.....	38
6.3 Mahdollisuudet.....	40

6.4 Uhat .....	41
7 POHDINTAA.....	44
LÄHTEET .....	46

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Pingvellirin kuusentaimikko vuonna 1904 .....	11
Kuva 2. Pingvellirin kuusimetsä eri kuvakulmasta vuonna 2014 .....	18
Kuva 3. Metsänkasvatusta rinnealueella.....	20
Kuva 4. Kontortamännynntaimia kasvihuoneessa .....	22
Kuva 5. Tulivuori Hekla Reykholtista nähtynä .....	29
Kuva 6. Islannin korkein puu Kirkjubæjarklausturin Kansallismetsässä .....	30
Kuva 7 Vuonna 2050 koivua kenties voidaan kasvattaa laajemmalla alueella.....	34
Kuva 8. Tulevaisuuden metsämaata? .....	35
Kuva 9. Metsänkasvatusta Etelä-Islannissa.....	37
Kuva 10. Esimerkki islantilaisesta metsästä .....	40
Kuva 11. Jäätiköiden sulamisen merkkejä Islannissa .....	42
Kuvio 1. Istutettujen taimien määrä Islannissa vuosina 1915–2011 .....	12
Kuvio 2. Islannin metsitysalueet kartalla .....	15
Taulukko 1. Metsätilastoja Islannista .....	17
Taulukko 2. SWOT-analyysi Islannin metsityksestä.....	36

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>IFS</b>	Iceland Forest Service, tai Skógrækt ríkisins.
<b>IFA</b>	Icelandic Forestry Association.
<b>FOA</b>	Icelandic Forest Owners Association.
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change. Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli.
<b>ppm</b>	Tilavuuden miljoonasosa. Havainnollistava esimerkki: Jos ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on 100 ppm, niin silloin jokaista miljoonaa ilmamolekyyliä kohti ilmassa on 100 hiilidioksidimolekyyliä.
<b>Plioseenikausi</b>	Geologinen aikakausi, joka vallitsi noin 5,3–2,6 miljoonaa vuotta sitten.
<b>Pleistoseenikausi</b>	Geologinen aikakausi, joka alkoi noin 2,6 miljoonaa vuotta sitten ja päättyi noin 11 700 vuotta sitten.

# 1 JOHDANTO

Olin Islannissa työharjoittelussa vuonna 2013 ja Erasmus-vaihdossa vuonna 2014. Työpaikkani oli Etelä-Islannissa Reykholtin kylässä sijaitseva taimitarha Kvistar. Vaihto-opiskelupaikkani puolestaan oli Akureyrin yliopisto Pohjois-Islannissa. Työharjoittelu kesti noin kaksi ja puoli kuukautta ja vaihto-opiskelu puoli vuotta, eli olen elänyt ja asunut Islannissa noin kahdeksan kuukautta. Tuona aikana olen ehtinyt tutustua hyvin maan tapoihin ja kulttuuriin, kielestä puhumattakaan. Vaihto-opiskelua varten Metsämiesten Säätiö myönsi minulle apurahan, siitä suurkiitos heille.

Taimitarha Kvistar muun muassa tuotti puuntaimia Islannin uudelleenmetsitystä varten. Juuri tuona aikana työn ohessa kiinnostuin Islannin metsätaloudesta niin paljon, että olen oma-aloitteisesti kerännyt siitä tietoa ja päätin tehdä aiheesta myös opinnäytetyöni. Työaikana sain hyvät perustiedot taimitarhan toiminnasta. Kvistar on melko pieni taimitarha, mutta myöhemmin Suomessa Mellanå Plantin taimitarhavierailun yhteydessä selvisi, että samat toimintaperiaatteet pätevät myös suuremmalla taimitarhalla.

Vaihto-opiskeluaikana Akureyrin yliopistossa ilmastonmuutoksesta keskusteltiin paljon, ja se olikin keskeinen aihe usealla kurssilla. Kursseilla käsiteltiin muun muassa ilmastonmuutoksen syitä ja pohdittiin sitä, kuinka olosuhteet maailmalla mahdollisesti muuttuvat ilmaston mukana.

Opinnäytetyön tavoitteena on antaa lukijalle käsitys Islannin uudelleenmetsityksestä. Työ selvittää, miksi Islannissa kasvatetaan metsää, sekä millaisia tavoitteita toiminnalle ja sen etenemiselle on asetettu. Työ tarjoaa myös yleissivistävää perustietoa ilmastonmuutoksesta. Lisäksi pohdin sitä, kuinka ilmastonmuutos vaikuttaa Islannin metsätalouteen. Tutkimusmenetelmänä käytän nelikenttäanalyysiä. Ilmastonmuutos on ajankohtainen aihe, ja todennäköisesti se myös vaikuttaa metsänkasvatukseen Islannissa. Analyysin päätelmät perustuvat suurelta osin omiin näkemyksiini, eli siihen tietoon, jonka olen tämän opinnäytetyöprosessin ja opiskelun yhteydessä sekä Suomessa että Islannissa oppinut.



## 2 NELIKENTTÄANALYYSI

Nelikenttäanalyysi on yleisesti käytetty arviointimenetelmä, jolla on helppoa arvioida toiminnan vahvuuksia ja heikkouksia. Nelikenttäanalyysi tunnetaan myös nimellä SWOT-analyysi. Lyhenne SWOT tulee sanoista strength (vahvuus), weakness (heikkous), opportunity (mahdollisuus) ja threat (uhka). (Nelikenttäanalyysi – SWOT, [Viitattu 8.3.2016].) Toki menetelmää voidaan käyttää useilla muillakin tavoilla, sen avulla voidaan esimerkiksi tarkastella jonkin idean hyödynnettävyyttä. (Swot-analyysi OK, [Viitattu 8.3.2016].)

Nelikenttäanalyysin avulla voidaan pohtia sekä nykytilannetta että tulevaisuutta. Nykytilannetta analysoidaan miettimällä vahvuuksia ja heikkouksia, tulevaa puolestaan analysoidaan pohtimalla mahdollisuuksia ja uhkia. Tarkastelu voi koskea jotain suurta kokonaisuutta, esimerkiksi ilmastonmuutosta, tai sitten jotain pienempää yksityiskohtaa, kuten tässä opinnäytetyössä, jossa pohditaan ilmastonmuutoksen vaikutusta Islannin uudelleenmetsitykseen. (Nelikenttäanalyysi – SWOT, [Viitattu 8.3.2016].)

On kuitenkin hyvä pitää mielessä nelikenttäanalyysin subjektiivisuus: jos useampi henkilö tekee analyysin, he päätyvät harvoin samoihin johtopäätöksiin. Tästä syystä SWOT-analyysin tuloksia ei välttämättä kannata käyttää tarkkoina ohjeina, vaan suuntaa antavina neuvoina. (SWOT-analyysi OPH, [Viitattu 9.3.2016].)

Analyysin tekemisen periaatteita:

- Analyysistä kannattaa tehdä yksinkertainen ja käytännönläheinen
- On suositeltavaa pitää nykytilanne (vahvuudet ja heikkoudet) ja tuleva (mahdollisuudet ja uhat) erillään
- Mitä enemmän ideoita, sitä parempi analyysi, eli kaikki ideat on hyvä kirjata muistiin (Nelikenttäanalyysi – SWOT, [Viitattu 8.3.2016].)

### 3 TAUSTATIETOA ISLANNIN UDELLEENMETSITYKSESTÄ

#### 3.1 Metsähistoria

Termi uudelleenmetsitys viittaa siihen, että Islannissa on ollut metsää joskus aiemmin. Ja näin asia onkin ollut. Fossiileiden perusteella on päätelty, että saari oli tertiäärikaudella pääosin metsäinen. Ilmeisesti pyökkimetsät (*Fagus sp.*) olivat todella yleisiä. Plioseenikaudella ilmasto oli viilentynyt ja boreaaliset havumetsät hallitsivat maisemaa. Sitten alkoi pleistoseenikausi ja jäätiköityminen. Kaikki kasvit eivät tästä selvinneet, joten monimuotoisuus kärsi. (Eysteinson 2013, 4.)

Kun Islantia ryhdyttiin asuttamaan vuoden 870 tienoilla, maan pinta-alasta noin 25–40 % oli metsää. Metsät koostuivat tuohon aikaan lähinnä hieskoivusta (*Betula pubescens*), joka oli parhaimmillaan noin 15 metrin pituista. Lisäksi rannikon läheisyydessä ja kosteikkoalueilla kasvoi kiiltopajua (*Salix phylicifolia*) ja hieskoivua pensaana. (Eysteinson 2013, 4.)

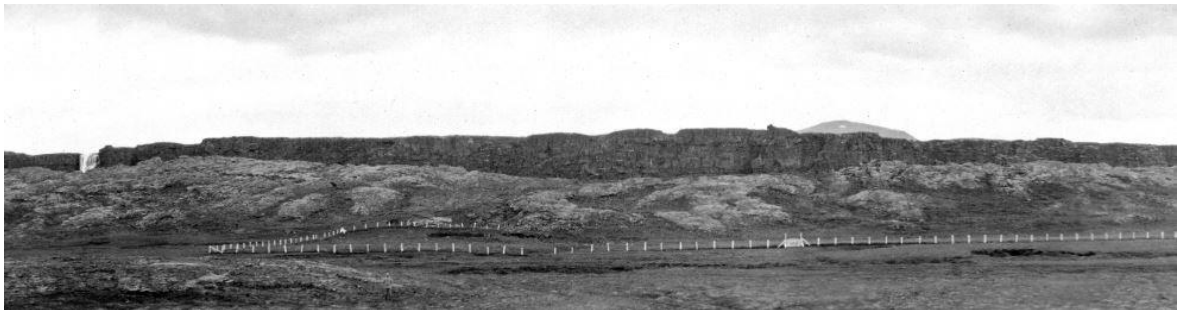
Asutuksen jälkeen puustoa ryhdyttiin kaatamaan sekä pensasaroja poltettiin, jotta saataisiin laidunmaata ja peltoja. Laidunmaata tarvittiin lampaita varten, koska niistä saatiin elintärkeää villaa ja myöhemmin lammas oli myös hyvä ruoan lähde. Laiduntaminen esti puuston uusiutumisen ja ajan myötä metsäala pieneni. Metsämaan tuhoutumisen syyksi on esitetty myös luonnonilmiöitä, esimerkiksi tulivuorenpurkauksia ja pienen jääkauden aiheuttamaa viilenevää ilmastoa. Tikkasen (2007, 451) mukaan pieni jääkausi oli kylmä ajanjakso, joka alkoi 1400-luvulla ja kesti 1800-luvulle asti. Eysteinsonin (2013, 5) mukaan tarkempi tutkimus on kuitenkin osoittanut, että edellä mainitut syyt eivät yksin riitä selittämään metsien lähes täydellistä häviämistä. Loppujen lopuksi tulos oli kuitenkin se, että 95 % alkuperäisestä puustosta tuhoutui ihmisen ja kenties jossakin määrin myös luonnonvoimien, kuten pienestä jääkaudesta johtuneen alentuneen lämpösumman toimesta. (Eysteinson 2013, 5.)

Asukkaat käyttivät koivupuuta esimerkiksi polttoaineena ja rakennusmateriaalina. Lisäksi hiili oli tärkeää, sepät käyttivät sitä rautatyökalujen valmistuksessa. Raudan merkitys väheni, kun teollisesti valmistettu teräs astui mukaan kuvioihin 1800-

luvulla. Sen sijaan puun käyttö polttoaineena jatkui vuoden 1940 tienoille, ja näin ollen voidaan sanoa, että metsämaan hävittäminen saavutti loppunsa vasta 1900-luvun puolivälissä. (Eysteinson 2013, 6.)

### 3.2 Metsityksen alku ja eteneminen

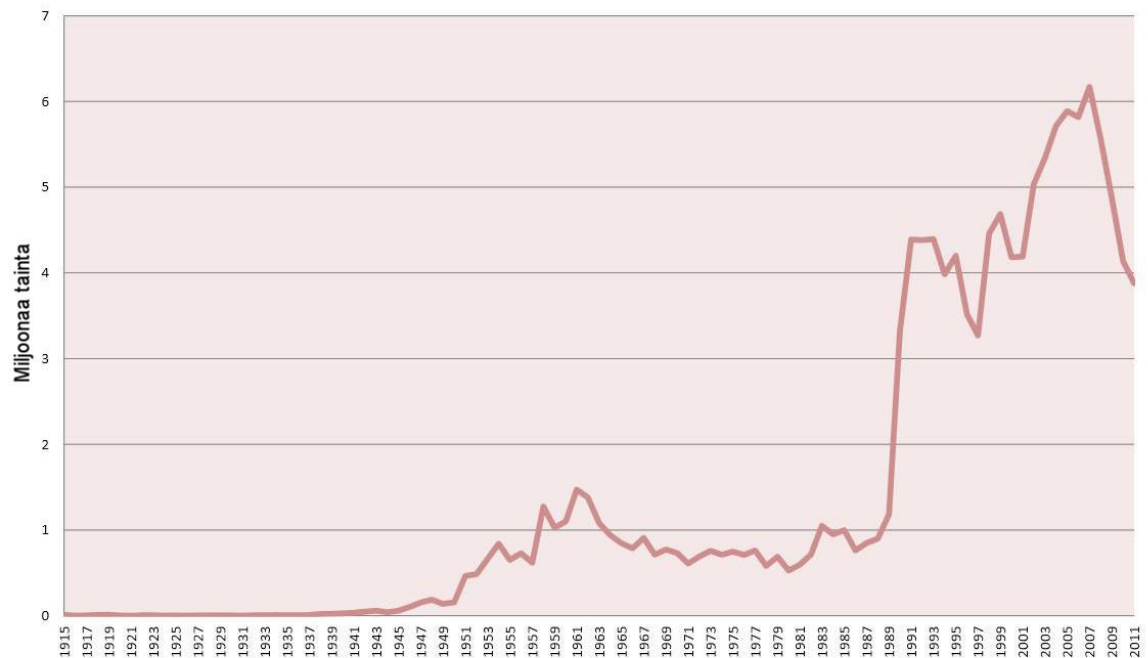
Metsänkasvatuksen katsotaan alkaneen Islannissa vuonna 1899, kun kolmen tanskalaismiehen toimesta Þingvellirin alueelle istutettiin kuusimetsä. Nämä miehet olivat Carl H. Ryder, Carl V. Prytz ja Christian E. Flensburg. Ryder oli ammatiltaan kauppalaivaston kapteeni. Hän huomasi saaren metsävarojen puutteen ja arveli, että se voi aiheuttaa hankaluuksia tulevaisuudessa. Prytz ja Flensburg omasivat metsäalan taustan, he hoitivat suunnittelun ja käytännön toteutuksen. Näillä tanskalaismiehillä oli myös merkittävä rooli Islannin metsämaan suojelun aloittamisessa. He suostuttelivat maan parlamentin käynnistämään metsien ja maaperän suojeleuhjelman. Suojelu käynnistyi vuonna 1907 ja IFS perustettiin vuonna 1908. (Eysteinson 2013, 8.)



Kuva 1. Þingvellirin kuusentaimikko vuonna 1904 (Flensburg 1904).

IFS:n perustamisen jälkeen 1900-luvun alkupuoliskolla suojelutoiminta rajoittui lähinnä vanhojen jäljelle jääneiden koivumetsien suojeluun. Noin vuodesta 1950 lähtien pääpaino on ollut metsityksessä puuntaimia istuttamalla. Istutuksessa käytetyt puulajit koostuivat havupuista. Puulajit olivat metsäkuusi (*Picea abies*), sitkankuusi (*Picea sitchensis*), metsämänty (*Pinus sylvestris*), kontortamänty (*Pinus contorta*) ja siperianlehtikuusi (*Larix sibirica*). 1900-luvun jälkipuoliskolla saatiin paljon kokemusta testaamalla eri puulajeja sekä eri alkuperää olevia taimia. Kokeiluaikoina selvisi myös, että dendrologinen tutkimus on otettava avuksi, mikäli halu-

taan löytää parhaat lajit uudelleenmetsitystä varten. Tutkimus keskittyi selvittämään parhaimmat alkuperät ja puulajit sekä kehittämään metsitysmenetelmiä. 1900-luvun lopusta aina vuoteen 2009 istutettujen taimien määrä kasvoi tasaisesti, mutta vuodesta 2009 eteenpäin istutettavien taimien määrä on jotakuinkin puolittunut. Islanti oli finanssikriisin pauloissa vuosina 2007–2009. Talousongelmien seurauksena valtio vähensi metsityksen rahoitusta noin puolella. (Eysteinnsson 2013, 8–9.) Tieto vahvistettiin vuonna 2013 Kvistarin taimitarhalla. Tarhan omistajan kanssa käydyssä keskustelussa tuli ilmi, että talouskriisin seurauksena metsityksen rahoitus tosiaankin puolittui. Taimitarha Kvistarilla muutos näkyi siten, että valtio tilasi taimia noin puolet vähemmän kuin aiemmin. (Geirsdóttir 2013.) Eysteinnssonin (2013, 10) mukaan talouskriisin seurauksena moni taimitarha joutuikin lopettamaan toimintansa. Kvistarilla ongelma ratkaistiin siten, että tyhjilleen jääneissä kasvihuoneissa ryhdyttiin kasvattamaan mansikoita ja vadelmia. Ainakin kesällä 2013 marjakauppa näytti olevan kannattavaa toimintaa, mutta omistajan mukaan marjojen myynnillä ei pääse samoihin tuloihin kuin taimituotannolla. (Geirsdóttir 2013.)



Kuvio 1. Istutettujen taimien määrä Islannissa vuosina 1915–2011 (Snorrason, Gunnarson & Eysteinnsson 2013).

### 3.3 Islannin metsäsektori

Merkittävimmät toimijat Islannin metsäsektorilla ovat Iceland Forestry Service (IFS), Iceland Forest Research, Icelandic Forestry Association (IFA), metsitysalueet ja Islannin metsänomistajien liitto FOA. (Eysteinnsson 2013, 12–16.)

IFS on Islannin ympäristö- ja luonnonvaraministeriön alaisuudessa toimiva metsäorganisaatio. Nykyään IFS:n päätehtävänä on hoitaa Islannin Kansallismetsiä, joiden yhteispinta-ala on 7 000 hehtaaria. Aiemmin, vuosien 1950 ja 1990 välisenä aikana IFS:n päätehtävänä oli saaren metsitys istutuksen avulla. Tuona aikana IFS rakensi kuusi taimitarhaa eri puolille Islantia, ja organisaatio myös vastasi niiden toiminnasta. Vuoteen 1990 saakka IFS istutti noin puolet saaren taimista. Vuoden 1990 jälkeen taimitarhatoiminta ryhdyttiin hiljalleen yksityistämään, ja vastuu istutuksista siirtyi muille tahoille. Tosin kokonaan IFS ei taimien istutuksesta ole luopunut, se on vielä tänäkin päivänä pieni osa organisaation toimintaa. IFS istuttaa vuosittain taimia noin 20–50 hehtaarin suuruiselle alueelle. Lisäksi IFS kasvatti metsäalaa perustamalla aidattuja alueita koivun kylvöä ja luontaista uudistamista varten. Luonnollisesti tällaiset alueet perustettiin sellaisille paikoille, joilla vanhojen metsien jäänteitä oli olemassa. Tällainen alue perustettiin esimerkiksi Hallormstaðurin Kansallismetsän yhteyteen, ja siellä saatiin hyvää jälkeä aikaan. Vuosien 1906 ja 1995 välisenä aikana koivumetsän ala kasvoi keskimäärin 3,7 hehtaaria vuodessa, eli yhteensä noin 330 hehtaaria 90 vuodessa. Istutukseen ei tarvinnut turvautua lainkaan. (Eysteinnsson 2013, 12–13.) Nykyisin Hallormstaðurin Kansallismetsän kokonaispinta-ala on 740 ha, josta koivumetsää on 350 ha. (Hallormstaður National Forest 2015.)

Iceland Forest Research on IFS:n tutkimusjaosto. Ennen Iceland Forest Researchin merkittävimmät toiminnot olivat tutkimustyö taimituotannon parissa sekä koheet, joiden avulla selvitettiin sopivimmat puulajit ja siementen alkuperät. Näiden asioiden äärellä toki työskennellään vieläkin, mutta nykyisin myös ekologia on tärkeä tutkimuskohde. Tämän päivän ekologisia tutkimuskohteita ovat esimerkiksi hiilen ja ravinteiden kierto, patogeeneit ja uudet haitalliset hyönteislajit sekä metsityksen vaikutukset kasvi- ja eläinyhdyskunnissa. Myös metsävarojen inventointi on muodostunut merkittäväksi tutkimusalaksi, sillä nykyään halutaan tietää tarkasti, kuinka paljon puusto on varastoinut hiilidioksidia, ja kuinka paljon uusi kasvu sitä

tulee sitomaan. Myös metsien ja metsätalouden sosiaalisia näkökulmia tutkitaan, ja Iceland Forest Research tekee myös ennusteita puuston kasvulle ja tuotolle. (Eysteinnsson 2013, 13.)

IFA perustettiin vuonna 1930 ja nykyään se toimii sateenvarjo-organisaationa Islannin metsäyhdistyksille, joita oli 57 kappaletta vuonna 2013. IFA ajaa näiden yhdistysten etuja sekä toimii niiden edustajana ja puolestapuhujana. IFA ei ole ympäristö- ja luonnonvaraministeriön alaisena toimiva organisaatio kuten IFS, vaan toiminta perustuu sopimukseen ympäristö- ja luonnonvaraministeriön kanssa. Islannin metsäyhdistykset ovat siis kansalaisjärjestöjä, jotka toimivat metsityksestä kiinnostuneiden vapaaehtoisten kansalaisten voimin. Metsäyhdistysten toiminta keskittyy pääosin pienempien kaupunkien ja kylien yhteyteen, mutta siitä huolimatta niillä saattaa olla hallussaan suuriakin metsämaa-alueita. Vuodesta 1990 lähtien yhdistykset ovat olleet merkittäviä toimijoita uudelleenmetsityksessä, ja tänä päivänä niiden toimesta istutetaan vuosittain noin 10–30 prosenttia Islannin taimista. Jäseniä IFA:ssa on noin 7 000, ja tämä tekeekin siitä saaren selvästi suurimman ympäristöllisen kansalaisjärjestön. (Eysteinnsson 2013, 14–15.)

Metsitysalueet, joita on viisi kappaletta, ovat eräänlaisia pienoisorganisaatioita, ja ne toimivat ympäristö- ja luonnonvaraministeriön alaisuudessa. Kukin metsitysalue voidaan siis nähdä omana organisaationa, jonka alaisuudessa työskentelee ammattitaitoisia metsäasiantuntijoita. Metsitysalueet tekevät metsityssopimuksia maanomistajien kanssa, laativat metsityssuunnitelmia, koordinoivat taimituotantoa ja -logistiikkaa, sekä tarjoavat koulutusta ja metsäpalveluja. Lisäksi metsitysalueet hallinnoivat valtion uudelleenmetsityksen apurahahanketta, ja ne vastaavat myös apurahojen jaosta maanomistajille. Jokainen eri maanomistajalle myönnetty apuraha kattaa 97 % uuden metsitysalueen perustamiskuluista. Kuluihin sisältyy aitaus, tiet, istutus ja ensiharvennus. Vaikka apuraha kattaakin kulut lähes kokonaan, uusi metsitysalue pysyy maanomistajan hallussa. Vuonna 2011 metsitysalueet istuttivat noin 75 % saaren taimista. (Eysteinnsson 2013, 15–16.)

Islanti on jaettu viiteen metsitysalueeseen kuviossa 2 esitetyllä tavalla:

- itäinen metsitysalue eli Héraðs- og Austurlandsskógar
- eteläinen metsitysalue eli Suðurlandsskógar
- läntinen metsitysalue eli Vesturlandsskógar

- pohjoinen metsitysalue eli Norðurlandsskógar
- Länsivuonot eli Skjólaskógar á Vestfjörðum (Landshlutaverkefni, [Viitattu 22.3.2016].)



Kuvio 2. Islannin metsitysalueet kartalla (Landshlutaverkefni, [Viitattu 6.4.2016].)

Islannin metsäsektorilla toimii myös metsänomistajien liitto FOA, joka perustettiin vuonna 1998 edustamaan metsänomistajien asioita. Lisäksi liitto julkaisee lehteä Við Skógareigendur. Lehti onkin kasvava osa FOA:n toimintaa. Jäseniä liitossa on noin 700, ja he ovat pääosin metsitysprojekteissa mukana olevia metsänomistajia. FOA on todella pieni organisaatio, budjetti on minimaalinen ja yhtä osa-aikaistyöntekijää lukuun ottamatta toiminta on täysin vapaaehtoisuuteen perustuvaa. (Eysteinnson 2013, 16.)

### 3.4 Islannin metsästrategia ja tavoitteet

Tänä päivänä Islannissa on käytössä myös erillinen metsästrategia. Se sai alkunsa vuonna 2006, kun maatalousministeri antoi IFS:lle toimeksiannon, jonka mukaan Islantiin tulisi laatia kunnollinen metsästrategia selkeine tavoitteineen. Tuolloin saaren metsätalousasioista vastasi maatalousministeri, nykyisin metsäasioita hoitaa ympäristöministeri. Strategia laadittiin ja esitettiin ympäristöministerille vuonna 2013. Metsästrategia linjaa viisi päätavoitetta Islannin metsitysprojektille. (Eysteinnson 2013, 23.)

Nämä tavoitteet ovat:

- Metsäalan kasvattaminen istuttamalla ja metsän luonnollisen kasvun avulla siten, että vuoteen 2100 mennessä 12 % saaren pinta-alasta on metsitetty
- Kestävän metsänkäytön ja metsätalouden kehittäminen
- Metsien virkistyskäytön lisääminen ja helpompien kulkureittien järjestäminen metsäalueille
- Maaperän- ja vesiensuojelun tehostaminen metsityksen avulla, eroosion estäminen, monimuotoisuuden lisääminen ja ympäristön kohentaminen
- Ilmastonmuutoksen hillitseminen ja puuston käyttö hiilinieluna (Eysteinson 2013, 24.)

### 3.5 Islannin metsätalouden nykytilanne

Yli sata vuotta kestäneistä metsätaloustoimista on opittu paljon ja viimeisten jäljellä olevien luonnonmetsien suojeleminen on onnistunut. Tieteellinen tutkimus ja eri puulajien kokeilu on ollut hyödyllistä. Nyt tiedetään, mitä alkuperäisiä kannattaa käyttää ja mitkä lajit menestyvät saarella parhaiten. Lisäksi metsänkasvatuksesta on opittu paljon ja istutusalueet osataan valita paremmin kuin sata vuotta sitten. (Eysteinson 2013, 25.) Nykyisin Islannin pääpuulajit ovat lehtikuusi (*Larix sukachewii*), sitkankuusi (*Picea sitchensis*), kontortamänty (*Pinus contorta*) ja jättipoppeli (*Populus triocharpa*). (Eysteinson 2013, 20.)

Islantilaisten asenne metsätaloutta kohtaan on muuttunut merkittävästi, kun he ovat huomanneet, että saarella onkin mahdollista kasvattaa metsää. Kansa saadaan investoimaan metsäasioihin, jos sitä valistetaan metsätalouden tuomista eduista. Laajaa poliittista tukea metsätaloudella ei Islannissa kuitenkaan vielä ole. Sen saavuttaminen on tärkeä tehtävä, johon koko maan metsäsektorin tulee osallistua. (Eysteinson 2013, 27–29.)



Taulukko 1. Metsätilastoja Islannista  
(Snorrason, Gunnarson & Eysteinnsson 2013).

Metsäala	1 530	km <sup>2</sup>
Istutettujen taimien määrä vuonna 2012 (arvio)	3,5	miljoonaa
Istutusala vuonna 2012	1 000	ha
Istustiheys vuonna 2012	3 500	tainta / ha
Puuston sitoman hiilidioksidin määrä	200 000	tonnia / vuosi
IFS:n myymän puutavaran määrä vuonna 2012	2 755	m <sup>3</sup>
Puuston kokonaistilavuus (arvio vuodelta 2010)	1 190 000	m <sup>3</sup>

Eysteinnssonin (2013, 28) mukaan Islannin kokonaispinta-ala on 103 000 km<sup>2</sup>. Taulukosta 1 nähdään, että Islannin metsäala on nykyisin 1 530 km<sup>2</sup>, joka on noin 1,5 prosenttia maan kokonaispinta-alasta. Eysteinnssonin kertoo, että vuodesta 1950 lähtien metsäala on kaksinkertaistunut tai jopa kolminkertaistunut. Vuonna 1950 metsäala oli vain noin 0,5–1 prosenttia maan kokonaispinta-alasta, tai jopa vähemmän kuin 0,5 prosenttia. Tavoitteena siis on metsittää 12 prosenttia saaren kokonaisalasta vuoteen 2100 mennessä. Vuonna 2100 Islannin metsäalan tulisi siis olla noin 12 300 km<sup>2</sup>. Vuosittain metsitetään noin 1 000–1 500 hehtaarin, eli 10–15 neliökilometrin suuruinen alue. (Eysteinnsson 2013, 6; 2013, 27–28.) Nyt siis eletään vuotta 2016, ja tästä on 84 vuotta aikaa vuoteen 2100. Nykyisellä istutustahdilla tuota 12 prosentin tavoitetta ei saavuteta, sillä parhaimmillaan metsäala kasvaa 84 vuodessa vain 1 260 km<sup>2</sup>. Tällöin metsäala olisi noin 3 000 km<sup>2</sup> vuonna 2100. Laskuissa on siis otettu huomioon ainoastaan metsitys istuttaen. Taulukosta 1 nähdään myös, että puuston kokonaistilavuus oli vuonna 2010 arviolta noin 1 190 000 m<sup>3</sup>, ja vuonna 2012 myydyin puutavaran tilavuus oli 2 755 m<sup>3</sup>. Todellinen poistuma voi tietysti olla suurempi, luku 2 755 m<sup>3</sup> kuvaa vain IFS:n myymän puutavaran määrää. Eysteinnsson (2013, 30) kertoo, että viime vuosina hakkeen osuus koko puukaupasta on ollut selvästi suurin. Seuraavaksi eniten on käytetty polttopuuta sekä raakapuuta ja kaikista vähiten sahapuuta.



Kuva 2. Þingvellirin kuusimetsä eri kuvakulmasta vuonna 2014 (Niiranen 2014).

FAO:n (Yhdistyneiden kansakuntien elintarvike- ja maatalousjärjestö) Islannin metsävarojen arviointiraportin mukaan maan puuston terveydentila on hyvällä tasolla. Tuhoilta ja taudeilta ei kuitenkaan voida täysin välttyä. Maasto- ja metsäpalot ovat harvinaisia ja yleensä pieniä, mutta esimerkiksi vuonna 2008 metsäpalossa hävisi 9,1 hehtaaria metsää. (FRA 2010 – Country Report Iceland 2010, 42.)

Hyönteistuoja on havaittu jonkin verran. Vuosina 2003–2007 hernetarhayökkönen (*Melanchnra pisi*) aiheutti harsuuntumista nuorissa istutusmetsissä Islannin etelä- ja kaakkoisosissa. Tämä kasvatti kuolleisuuden riskiä. Vuosina 2003–2005 metsätalvikääriäisen (*Acleris notana*) ja vaihtelevasoukkokääriäisen (*Epinotia solandriana*) toukat aiheuttivat merkittävää vahinkoa Itä-Islannin luonnonmukaisissa koivumetsissä. Tässäkin tapauksessa toukat aiheuttivat harsuuntumista, ja puuston kuolleisuus kasvoi. Vuonna 2003 sitkankuusikirva (*Elatobium abietinum*) levisi saaren etelä- ja länsiosissa. Kirvat aiheuttivat harsuuntumista kuusilajien keskuudessa. Tämä johti pääosin heikentyneeseen kasvuun, mutta joskus myös puun kuolemaan. Samoja lajeja on havaittu Islannissa aiemminkin, yllä on lueteltu vain FAO:n raportin tuoreimmat ja suurimmat hyönteistuhohavainnot. Vakavin tauti on ollut Etelä-Islannin poppeleiden keskuudessa tavattu ruostesieni (*Melampsora larici-populina*) vuosina 1999–2000, joka madalsi puiden kykyä kestää kylmyyttä ja

näin altisti ne pakkas- ja hallatuhoille. (FRA 2010 – Country Report Iceland 2010, 46–48.)

### 3.6 Eroosion esto metsityksen avulla

Metsityksen avulla halutaan estää eroosiota. (Eysteinnsson 2013, 20.) Tikkasen (2007) mukaan eroosio on yhteisnimitys prosesseille, jotka kuluttavat, irrottavat ja liuottavat maanpinnan maa- ja kiviainesta. Eroosioprosessien yhteisvaikutuksen takia maapallon pinta kuluu ja madaltuu. (Tikkanen 2007, 112.) Runsassateiset alueet sekä kuivat ja heikon kasvuston omaavat alueet ovat erityisen herkkiä eroosiolle. Eroosio on normaali luonnonilmiö, mutta usein ihmisen toimet vahvistavat sen etenemistä. Merkittäviä eroosion edistäjiä ovat muun muassa liian voimakas metsien hakkuu, liiallinen laiduntaminen ja tehomaanviljely. (Eroosio ja aavikoituminen 2015.) Huuhtasen (2008, 2) mukaan Islannin yleisin eroosimuoto on hienon maa-aineksen irtautuminen vuorten rinteiltä. Tätä yritetään estää istuttamalla metsää rinnealueille.

Vesieroosiota tapahtuu, kun irrallinen kiviaines eli sedimentti kulkee veden mukana kuluttaen kallioperää. Virtaavan veden energia ja hiukkasten koko vaikuttavat siihen, kuinka pitkälle kiviaines voi kulkeutua. Esimerkiksi suurtulvat, merivesi ja aallokot ovat suuria eroosivoimia. (Tikkanen 2007, 112.) Islannissa on paljon vuoristoa ja pinnanmuodot ovat jyrkkiä, joten virtaavan veden energia voi olla huomattavan suuri.

Tuulieroosiota tapahtuu, kun tuuli kuljettaa irrallista kiviainesta mukanaan. Jos maaperä on kuivaa, tai sillä ei ole kasvillisuutta suojana, irrallinen kiviaines voi joutua tuulen kuljettamaksi, ja tuulella on kyky kuljettaa suuriakin määriä kiviainesta. Kun aines kulkee tuulen mukana, se kuluttaa voimakkaasti kallioita. Lisäksi tuuli voi paljastaa uutta kalliopintaa ja täten kiihdyttää rapautumista ja muita eroosioprosesseja. (Tikkanen 2007, 113.)

Jäätikköeroosio on vahva eroosivoima. Kiviaines irttaa jäätikkövirtauksen seurauksena ja muokkaa virtausalustansa. Jäätikkövirtaukset voivat muuttaa maisemaa merkittävästi, mutta jälkiä ei nähdä ennen kuin jäätiköt ovat sulaneet. Kallio-

pintojen uurteet ja kourut ovat tyypillisiä jäätikköeroosion merkkejä. (Tikkanen 2007, 113.) Jäätikköeroosio ei uhkaa metsätaloutta eikä elollista luontoa, joten metsityksen kannalta tämä ei ole haitallinen eroosionmuoto.



Kuva 3. Metsänkasvatusta rinnealueella  
(Niiranen 2013.)

## 4 METSITYKSEN SUUNNITTELU JA KULKU

### 4.1 Taimituotanto ja -logistiikka

Taimituotanto käynnistyy siementen hankinnalla. Valtaosa siemenistä tuodaan Yhdysvaltain pohjoisimmasta osavaltiota Alaskasta, mutta siemeniä kyllä hankitaan muualtakin, esimerkiksi muista Pohjoismaista ja Kanadasta. Lisäksi Islannissa on nykypäivänä myös omaa siementuotantoa. (Huuhtanen 2008, 5.)

Kvistarilla taimituotanto perustuu muovihuoneissa tapahtuvaan paakkutaimituotantoon. Siemenet kylvetään taimitarha Kvistarilla kahdessa erässä. Ensimmäinen kylvö tehdään keväällä ja toinen alkukesästä. Puulajista riippuen taimia kasvatetaan joko yksi- tai kaksivuotisiksi. Kontortamänty kylvetään ensimmäisessä kylvössä, ja ne lähtevät tarhalta yksivuotisina jakoon. Sitkankuusen kylvö tapahtuu toisessa erässä, ja ne lähtevät kaksivuotiaina tarhalta eteenpäin. Lehtipuut ja lehtikuusi kylvetään myös toisessa erässä, ja niitä kasvatetaan yksivuotiaiksi. (Huuhtanen 2008, 23.) Taimet kasvatetaan turvetäytteisissä kennoissa, ja Kvistarilla käytetään kahta erilaista ja erikokoista taimikennomallia. Pienempi kennomalli on ulkomitoiltaan 35 cm x 21,5 cm, ja siinä on yhteensä 40 (5 x 8) lokeroa. Suurempi malli on ulkomitoiltaan 36,5 cm x 26 cm, ja siinä on yhteensä 35 (5 x 7) lokeroa. (Huuhtanen 2007, 10.)

Islannissa taimien mittavaatimukset vaihtelevat sen mukaan, mihin osaan maata niitä toimitetaan. Metsitettävä alue siis määrittää puulajin ja taimien mittavaatimukset, eli jokaiselle metsitysalueelle on puulaji- ja taimilajikohtaiset tavoitepituudet minimi- ja maksimipituuksineen. (Huuhtanen 2008, 23.)



Kuva 4. Kontortamännynntaimia kasvihuoneessa (Niiranen 2013.)

Taimitarhoilta taimia ei tavallisesti kuljeteta suoraan istutukselle, vaan ne toimitetaan eri jakelupisteisiin. Tyypillisesti jakelupisteet sijaitsevat mautilojen yhteydessä, ja jokaisesta jakelupisteestä vastaa metsitykseen perehtynyt ammattilainen. Jakelupisteillä taimista huolehditaan niin kauan, kunnes ne noudetaan istutettaviksi. Jakelupistekäytännössä on poikkeuksiakin, sillä jos toimitusmäärä on tarpeeksi suuri tai logistiikka helpompaa, taimet voidaan kuljettaa suoraan lopulliseen päämäärään. (Huuhtanen 2008, 27.)

Kvistarilla oli vuonna 2013 käytössä nelivetoinen lava-auto ja peräkärri taimikuljetuksia varten. Täyden lastin koko oli 30 000–60 000 tainta kennon koosta riippuen. Toki pienempienkin määrien kuljetus on mahdollista, mutta alle 20 000 taimen toimitukset eivät ole suotavia.

#### **4.2 Uuden taimikon perustaminen**

Uuden taimikon perustaminen lähtee liikkeelle maanomistajan aloitteesta. Perustamisprosessi alkaa, kun maanomistajaa ottaa yhteyden oman metsitysalueensa

metsäammattilaiseen, joka sitten laatii metsityssuunnitelman. Suunnitelmassa on kuvioitu ilmakuva perustettavasta alueesta. Tyypillisesti uusi metsitettävä alue on pinta-alaltaan 25–200 hehtaaria. 25 hehtaaria on minimivaatimus, sillä sitä pienempiä alueita ei oteta mukaan valtion metsitysohjelmaan. Sen sijaan 200 hehtaaria ei ole maksimikoko, mutta suurempiin alueisiin tarvitaan erityislupa valtiolta. (Huuhtanen 2008, 28.)

Kuvioinnin lisäksi metsityssuunnitelma erittelee ja selvittää seuraavat asiat:

- kuvion numero ja pinta-ala (ha)
- vallitseva kasvilaji ja sen osuus
- maaperän syvyysluokka / irtomaan paksuus
- maanmuokkausmenetelmä
- viherlannoituksen tarve
- istutettavat puulajit ja niiden prosenttiosuudet
- kokonaisistutusmäärä (tainta / ha), istutusmäärä puulajeittain ja kuviokohdainen istutusmäärä
- istutusväli
- mahdolliset lisähuomiot (Huuhtanen 2008, 28.)

Kun valmis metsityssuunnitelma on toimitettu maanomistajalle, hän päättää, mitkä kuviot istutetaan ensimmäisenä. Sitten maanomistaja välittää tiedon oman metsitysalueensa metsäammattilaiselle, joka tilaa taimet oman alueensa sopimustaimentarhalta. Tässä vaiheessa mietitään myös, onko tarpeen tehdä viherlannoitus ennen istutusta. Viherlannoitus tehdään, jos maaperä ei sisällä tarpeeksi ravinteita, ennen kaikkea typpeä, puiden kasvua varten. Viherlannoitus tehdään lupiin ( *Lupinus polyphyllus* ) avulla, sillä se kerää typpeä ilmasta juurinysträbakteerien avulla ja tällä tavoin siis parantaa maaperän typpipitoisuutta. Mikäli viherlannoitus päätetään tehdä, lupiinia kasvatetaan kaksi vuotta ennen istutusta. (Huuhtanen 2008, 28.)

Samalla lupiini on myös kiistanalainen laji Islannissa. Se on hyödyllinen kasvi karujen maiden metsänkasvatuksen kannalta ja taistelussa eroosiota vastaan. Lupiinin kasvu ei kuitenkaan rajoitu pelkästään karuille, eroosion vaivaamille alueille, vaan se leviää saarella lähes hallitsemattomasti. Holtiton leviäminen uhkaa Islan-

nin alkuperäiskasvistoa ja näin heikentää saaren jo valmiiksi vaatimatonta biodiversiteettiä. (Tummolillo 2011.)

Istutuksen maanomistaja voi hoitaa kahdella eri tavalla: Hän voi joko tilata sen metsitysalueensa kautta, tai hoitaa istutuksen itse. Jos maanomistaja päättää tehdä työn omin voimin, hänelle maksetaan siitä korvaus. (Huuhtanen 2008, 28.) Kaikki uudet taimikot on myös syytä aidata, sillä lampaat laiduntavat Islannissa kesäisin vapaasti vielä tänäkin päivänä. Jos aitoja ei pystytetä, riskinä on, että lampaat syövät uudet taimet. Tästä aiheutuisi ylimääräisiä kuluja sekä hukkainvestointeja. (Eysteinson 2013, 8.)

### 4.3 Metsänkasvatus

Metsien kiertoajat vaihtelevat Islannissakin puulajin mukaan. Koivun kiertoaika on 60–80 vuotta, ja sitä käytetään polttopuun tuotannossa. Poppelin kiertoajan odotetaan olevan 25–30 vuotta, kun sitä kasvatetaan biomassaksi. Lehtikuusen kiertoaika on noin 60 vuotta. Muista puulajeista kokemusta on vähemmän. Tällä hetkellä näyttää siltä, että kontortamännyn kiertoaika tulee olemaan 40–50 vuotta, kun sitä kasvatetaan biomassaksi. Sitkankuusen kiertoaika tulee luultavasti olemaan 60–80 vuotta. Islannissa kasvatetaan myös metsäkuusta (*Picea abies*). Laji kasvaa maassa melko hitaasti, mutta puusto on laadukasta. Metsäkuusen kiertoajan enustetaan olevan 100–120 vuotta. (Eysteinson 2016.) Riskejä voidaan välttää, kun osa metsätaloudesta perustuu lyhyempiin kiertoaikoihin. Lyhyillä kiertoajoilla pyritään myös reagoimaan mahdollisimman nopeasti ilmastonmuutokseen. Mikäli puulajin vaihto tulee tarpeelliseksi, lyhyempien kiertoaikojen ansiosta se onnistuu nopeammin. Maaperän ravinteikkaus ohjaa puulajin valintaa Islannissakin. Poppe-  
lia ja kuusilajeja kasvatetaan kaikista ravinteikkaimilla mailla, mäntylajeja vähemmän ravinteikkailla mailla ja lehtikuusta kaikista karuimmilla mailla. Näin toimimalla pyritään kasvattamaan monimuotoisuutta ja luomaan sekametsiä. (Icelandic Forestry at Times of Climate Change 2015.)

Harvennuksista suurin osa kohdistuu nuoriin, noin 4–5 metrin pituisiin lehtikuusimetsiköihin. Lehtikuusia jää harvennuksen jälkeen kuviolle noin 1 500 runkoa / hehtaari, ja kaadetut puut jätetään metsään. Vanhemmissa metsissä on tehty



alaharvennuksia jo useamman vuoden ajan. Alaharvennuksia on tehty sitkankuusi-, lehtikuusi- ja kontortamäntymetsissä. Alaharvennetut metsät ovat kärsineet myrskyvahingoista, mutta ne eivät ole olleet vakavia. Tyypillisesti alaharvennuksista saatava puutavara myydään biomassana, jota käytetään hiilen lähteenä ferrosilikaatin tuotannossa. (Eysteinson 2016.)

IFS on metsityksen alkuhetkistä lähtien kannattanut koivulle poimintahakkuita ja jatkuvan kasvatuksen mallia, sillä koivumetsiä ei haluta hakata täysin aukeiksi. Koivun korjuu lopetettiin lähes kokonaan 1940-luvulla. Tällä pyrittiin estämään koivun häviäminen saarelta. Osa koivumetsistä jätettiin kuitenkin metsätaloudelliseen käyttöön, mutta puuta korjattiin ainoastaan poimintahakkuilla. Tuolloin korjuu oli manuaalista, nykyään se puolestaan tapahtuu koneellisesti. Koneellisen korjuun käyttöönoton jälkeen metsistä poistuvan puutavaran määrä on hieman kasvanut. Poimintahakkuihin perustuva metsätalous on osoittautunut toimivaksi ratkaisuksi Islannissa ainakin koivumetsien osalta. Koivujen pituuskasvussa on havaittu kiihtymistä, puusto on suurempaa, eikä uudistamisen kanssa ole ongelmia. (Blöndal & Gunnarson 1999, Eysteinsonin 2012, 37 mukaan.) Toisaalta poimintahakkuihin perustuvassa metsätaloudessa taimien paksuuskasvu ole välttämättä ole toivotunlaista, kun pidemmät puut ympäröivät niitä. Taimien hidastunut paksuuskasvu pidentää kiertoaikaa ja liian ohuet taimet ovat myös herkempiä erilaisille vaurioille. Tästä syystä Islannissa on kokeiltu myös koivun avohakkuuta. Kokeilu toteutettiin siten, että vuonna 2000 Pohjois-Islannissa puolen hehtaarin suuruiselle palstalle tehtiin avohakkuu ja viereiselle, samankokoiselle palstalle poimintahakkuu ja kolmas puolen hehtaarin palsta jätettiin koskemattomaksi. Taimet käytiin mittaamassa kymmenen vuotta myöhemmin. Tämän yksittäisen kokeilun perusteella todettiin, että poimintahakkuu on koivun kanssa kannattavampi menetelmä, sillä metsä uudistui nopeammin poimintahakkuupalstalla. (Eysteinson 2012, 37–40.)

Koivua lukuun ottamatta päätehakkuita on tehty erittäin vähän. Avohakkuita on tehty lehtikuuselle, kontortamännylle sekä kuuselle, ja hakkuualueet ovat olleet kooltaan 0,5–2 hehtaaria. Lisäksi Islannissa on tehty suojuspuuhakkuita, joissa on poistettu lehtikuusta siten, että niitä on jäänyt palstalle 200 runkoa / hehtaari. Kontortamännyn kanssa on kokeiltu yhden kerran siemenpuuhakkuuta, mutta pystyyn jääneet rungot kaatuivat myrskyissä. Tulos vastasi lopulta avohakkuuta. Pääte-

hakkuita on tehty myös ongelmatilanteissa. Esimerkiksi sopimattomalle alueelle istutettu metsäkuusi poistettiin huonon kasvun takia. Niin ikään huonosti istutettu kontortamänty poistettiin juuriston kehitysongelmien takia, ja huonosti sopeutuvaa siemenalkuperää oleva lehtikuusi poistettiin myös päätehakkuussa. Toistaiseksi on kuitenkin mahdotonta sanoa, mitkä päätehakkuumenetelmät muodostuvat vakioksi Islannissa. (Eysteinsson 2016.)

Lehtikuusen luontainen uudistuminen ei tämänhetkisen kokemuksen perusteella ole menestyksestä Islannissa, joten päätehakkuiden jälkeen lehtikuusipalstat uudistetaan todennäköisesti kuuselle. Lehtikuusten päätehakkuut tehdään joko avohakkuina tai suojuspuuhakkuina, ja puulajin vaihto tapahtuu istuttamalla. Kontortamänty uudistuu hyvin luontaisesti, joten suunnitelmissa on tehdä pieniä avohakkuita, joita seuraa kontortamännyn luontainen uudistuminen hakkuualoille. Sitkankuusen luontainen uudistuminen on myös menestyksestä, mutta lopullista uudistamismenetelmää ei vielä tiedetä. Vakioksi saattaa muodostua erikäiskasvatus, joka on käytössä myös koivun kanssa. Puuta korjattaisiin siis poimintahakkuilla ja niiden jälkeinen metsä uudistuisi luontaisesti. Poppeli uudistuu myös päätehakkuun jälkeen luontaisesti kantovesoista. Poppelin päätehakkuumenetelmä ei vielä ole tiedossa, mutta luultavasti se tulee olemaan avohakkuu. Tulevina vuosina valtaosa metsityksestä tehdään kuitenkin istuttamalla. (Eysteinsson 2016.)

#### **4.4 Esimerkkitapauksia Islannin metsätaloudesta**

##### **4.4.1 Hallormstaðurin lämpölaitos**

Itä-Islannissa sijaitsee Hallormstaður-niminen kylä. Kylän ympäristö on myös Islannin metsäisin, ja alueen puut myös kasvavat nopeasti. Suurin osa Islannin rakennuksista lämpenee geotermisen lämmön avulla, mutta saaren itäosissa sen käyttöönotto voi olla vaikeaa ja kallista. Siispä vuonna 2008 Hallormstaðuriin perustettiin lämpölaitos, joka hyödyntää harvennuksista saatavaa metsäbiomassaa. Islannissa laitos on ensimmäinen lajiaan ja se käyttää haketta noin 600 m<sup>3</sup> joka vuosi. (Puupohjaista energiaa Islannissa – usko tai älä 2014.)

Puutavara lämpölaitokselle saadaan, kun Hallormstaðurin metsiä harvennetaan. Puut kaatuvat harvesterilla, sitten kuormatraktori kuljettaa puutavaran metsästä tienvarteen hakkurille. Lopulta traktori kuljettaa hakkeen lämpölaitokselle, jossa se poltetaan lämpökattilassa. (Puupohjaista energiaa Islannissa – usko tai älä 2014.)

Lämpölaitokselta ostavat energiaa uimahalli, hotelli ja kaksi koulua. Lisäksi Hallormstaðurissa toimii pieni saha. Se hyödyntää harvennuspuista suurimmat rungot. Polttopuulle on jonkin verran kysyntää Islannissa, yhtenä esimerkkinä voi mainita vaikka Reykjavíkin pizzeriat, jotka ovatkin yksi saaren suurimmista polttopuun käyttäjäryhmistä. Harvennuspuuta käytetään myös ferrosilikaatin tuotannossa. Tuoretta puuta käytetään hapen sitomiseen, kun kvartsi muuttuu valokaariuunissa sellaiseksi raaka-aineeksi, jota tarvitaan teräksen valmistuksessa. Tärkein seikka on kuitenkin se, että harvennuspuulle on löydetty käyttöä. Muutoin hyvä puutavara menisi hukkaan, ja metsänhoito aiheuttaisi ainoastaan kuluja. (Puupohjaista energiaa Islannissa – usko tai älä 2014.)

#### **4.4.2 Heklan metsitysalue**

Hekla on yksi Islannin aktiivisista tulivuorista. Nykyisin tulivuorta ympäröivä alue on enimmäkseen aavikoitunutta tasankoa, mutta Islannin asutuksen aikaan paikalla kasvoi hieskoivumetsää. Asutuksen jälkeen metsä hävisi luvussa 3.1 mainituista syistä. (Eysteinnsson 2013, 17.) Nyt Heklan ympäristö halutaan palauttaa alkuperäiseen, asuttamista edeltävään tilaan. Islanniksi alueen ja projektin nimi on Hekluskógar. Kyseessä on todella suuri urakka, sillä Hekluskógar kattaa pinta-alaltaan noin 90 000 hehtaarin suuruisen alueen. Jos ja kun Hekla joskus purkaantuu, se levittää tuhkaa ympäriinsä, ja tuulen sekä veden mukana tuhka leviää vielä laajemmalle alueelle. Tämä pyritään estämään metsän ennallistamisella. (The Mt. Hekla afforestation project, [Viitattu 10.3.2016].) Vaikka nimi on sama, vulkaanisella tuhkalla ja puutuhkalla ei ole juuri mitään yhteistä. Vulkaaninen tuhka koostuu rosoisista kivisirpaleista, mineraaleista ja vulkaanisesta lasista. Puutuhka on pehmeää, vulkaaninen tuhka sen sijaan on karkeaa ja kovaa, eikä se liukene vedessä. Vulkaaninen tuhkapilvi voi myös olla haitallista ihmisille ja ekosysteemeille, sillä se sisältää myrkyllisiä alkuaineita ja yhdisteitä. Toisaalta vulkaaninen maaperä sisäl-

tää paljon ravinteita, joten siinä mielessä metsänkasvatus tällaisella alueella on järkevää. (Volcanic ash, [Viitattu 10.5.2016].)

Tavoitteena on myös palauttaa alueen koko ekosysteemi ja luonnon monimuotoisuus alkuperäiseen tilaan, lisäksi metsä toimisi hiilinieluna ja virkistysalueena. Projektin toteuttamisessa on kuitenkin omat haasteensa. Maaperä ei ole kovin ravinteikasta, ja vuosien saatossa alue on myös kärsinyt voimakkaasta tuuli- ja vesieroosiosta sekä kelirikosta. (The Mt. Hekla afforestation project, [Viitattu 10.3.2016].)

Heklan metsitys on aloitettu istuttamalla. Pienille, kaikista ravinteikkaimmille istutetaan ja on istutettu koivuntaimia ja pajupistokkaita. Tavoitteena on, että näiltä istutusaloilta lajit leviävät luontaisesti koko alueelle tulevana vuosikymmeninä. Istutus olisi todennäköisesti varmempi keino tässä tapauksessa, mutta se olisi aivan liian kallista, koska kyseessä on massiivinen 90 000 hehtaarin kokoinen alue. Onneksi edellytykset lajien luontaisen leviämisen onnistumiseen ovat olemassa. On havaittu, että alueella säilyneet koivut ovat levinneet luonnonmukaisin keinoin menestyksekkäästi ympäristöön. Lisäksi onnistumismahdollisuuksiin voidaan vaikuttaa maaperää parantamalla. Lannoituksen avulla luodaan otollisemmat olosuhteet luontaista uudistamista varten, ja jos jokin alue vaikuttaa erityisen hankalalta, sinne täytyy myös kylvää ruoholajeja maan parantamiseksi. (The Mt. Hekla afforestation project, [Viitattu 10.3.2016].)

Paikalliset maanomistajat ovat lähteneet hyvin projektiin mukaan. Maanomistajat auttavat etenkin istutuksessa, ja taimet heille toimitetaan projektin puolesta. Tänä päivänä projektissa on mukana jo 210 maanomistajaa, ja he ovat istuttaneet alueelle yli 2,3 miljoona tainta. Vuonna 2014 kaikkien istutusten yhteenlaskettu pinta-ala oli noin 1 200 hehtaaria. (The Mt. Hekla afforestation project, [Viitattu 10.3.2016].)



Kuva 5. Tulivuori Hekla Reykholtista nähtynä (Niiranen 2013.)

#### 4.4.3 Kansallismetsät

IFS omistaa tai hallinnoi yhteensä 53 maa-aluetta ympäri Islantia Länsivuonoja lukuun ottamatta. Näillä alueilla kasvaa metsää, ja ne tunnetaan myös Islannin Kansallismetsinä. (National Forests, [Viitattu 15.3.2016].)

IFS:n verkkosivuilla kerrotaan myös, että kaikki Kansallismetsät ovat avoinna vierailijoille ympäri vuoden. (National Forests, [Viitattu 15.3.2016].) Islannin matkalla onkin suositeltavaa käydä katsomassa näitä paikkoja, vaikka kenties metsä ei olekaan suomalaiselle se ensimmäinen matkakohde saarella. Kuvassa 6 nähdään Kirkjubæjarklausturin Kansallismetsässä sijaitseva sitkankuusi, joka on myös Islannin pisin puu. Puu on istutettu vuonna 1949, ja vuonna 2011 sen pituus oli 24,8 metriä. Kuva on otettu keväällä 2014, ja on todennäköistä, että tämä sitkankuusi on jo ylittänyt 25 metrin rajapyykin. Tulevaisuudessa voidaan odottaa kovempaa-kin pituuskasvua. Eysteinsonin (2013, 27) mukaan kasvuennusteet kertovat, että hyvillä paikoilla sitkankuuset ja poppelit voivat kasvaa jopa 30 metrisiksi.



Kuva 6. Islannin korkein puu Kirkjubæjarklausturin Kansallismetsässä (Niiranen 2014.)

## 5 ILMASTONMUUTOS JA SEN VAIKUTUKSET ISLANNISSA

### 5.1 Ilmastonmuutos ja sen syyt

Tänä päivänä voidaan jo sanoa, että ilmasto on todella lämpenemässä. Muutoksia on havaittu planeettamme ilmastojärjestelmän kaikissa osissa 1900-luvun puolivälistä alkaen. Ilmakehän ja meren lämpötila on noussut, ja meren pinta on kohonnut. Lunta ja jäätä ei ole niin paljoa kuin ennen, sekä ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuudet ovat nousseet. (Core Team, Pachauri & Meyer 2015, 2.)

Viime kädessä planeettamme ilmasto riippuu saapuvan auringon säteilyn määrästä. Säteilyn määrä vaihtelee vuodenajan ja leveyspiirin mukaan. Ilmakehä päästää lävitseen noin puolet saapuvan säteilyn määrästä, ja keskimäärin puolet tästä säteilymäärästä päätyy lämmittämään maan ja merien pintaa. Maanpinta myös heijastaa säteilyä takaisin avaruuteen, mutta ilmakehä läpäisee heikommin tätä pinnan ylöspäin lähettämää säteilyä. Lämpösäteily ei siis pääse kokonaan karkaamaan takaisin avaruuteen, ja tätä ilmiötä kutsutaan kasvihuoneilmiöksi. (Ilmasto ja ilmastojärjestelmä, [Viitattu 1.3.2016].) Kasvihuoneissa on ympäröivää ulkoilmaa lämpimämpää, koska auringon säteily pääsee vapaasti lasien läpi lämmittämään kasvihuonetta, mutta säteilyn mukana tuleva lämpö ei pääse karkaamaan kasvihuoneen lasien läpi käytännössä ollenkaan. Samalla periaatteella toimii planeettamme ilmakehä. Auringon säteily pääsee vaivatta maan pinnalle, mutta ilmakehä estää suurinta osaa maapallon avaruuteen lähettämää lämpösäteilyä karkaamasta takaisin avaruuteen. Tästä syystä lämpötila maan pinnalla ja alimmissa ilmakerroksissa on suhteellisen korkea. (Nevanlinna 2008, 43.)

Keskimäärin auringosta saapuu säteilytehoa maapallolle noin 340 wattia / m<sup>2</sup>. Tähän lukuun on otettu mukaan kaikki leveyspiirit sekä planeetan päivä- ja yöpuoli, eli luku on koko maapallon yli laskettu keskiarvo. Oikeastihan tuo määrä riippuu siitä, missä kulmassa auringon säteily kohtaa maanpinnan. Saapuvasta säteilystä avaruuteen heijastuu takaisin noin 30 %, ja loppu 70 % imeytyy pääosin maahan ja merien pintakerrokseen. Lisäksi osa säteilystä imeytyy ilmakehään, ja tällöin sen energia muuttuu lämmöksi. Ilmakehässä kasvihuonekaasut ajavat saman asi-

an kuin kasvihuoneen lasit. Kasvihuonekaasut kaappaavat noin 90 % maanpinnan ja merien lähettämästä lämpösäteilystä. (Nevanlinna 2008, 34.)

Luonnollinen kasvihuoneilmiö on kuitenkin elämän kannalta välttämätön asia, sillä ilman sitä planeettamme olisi paljon kylmempi. Ilman kasvihuoneilmiötä planeettamme pintalämpötila olisi noin  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mutta ilmiön ansiosta sama lämpötila onkin noin  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ongelma on siinä, että nykypäivänä kasvihuoneilmiö on voimistumassa, koska ihmiskunta päästää ilmakehään koko ajan lisää kasvihuonekaasuja. Ihmisen toiminnan johdosta ilmakehään on myös päätyneet sellaisia kaasuja, jotka eivät luonnostaan esiinny siellä lainkaan. (Nevanlinna 2008, 44–45.) Esimerkiksi halogenoituneet hiilivedyt ovat uusia ihmisten tuottamia kaasuja, jotka eivät ilmakehässä luonnostaan esiinny. (Kasvihuonekaasut lämmittävät, [Viitattu 26.5.2016].)

Luonnostaan ilmassa esiintyvistä kasvihuonekaasuista merkittävimmät ovat vesihöyry ( $\text{H}_2\text{O}$ ), hiilidioksidi ( $\text{CO}_2$ ), metaani ( $\text{CH}_4$ ), typpidioksidi ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ja otsoni ( $\text{O}_3$ ). Kasvihuonekaasuilla on kyky imeä lämpösäteilyä samaan aikaan kun ne päästävät kaiken muun säteilyn lävitseen. Kasvihuonekaasut pystyvät myös muuttamaan saamansa energian uudestaan säteilyksi, jolloin osa säteilystä palaa uudelleen maan pinnalle lämmittämään sitä. (Nevanlinna 2008, 45.)

Kasvihuoneilmiön kannalta tärkeimmät kaasut ovat vesihöyry ja hiilidioksidi. Ja näistä kahdesta vesihöyry on tärkein ainakin ilmakehän alimmissa kerroksissa. Vesihöyry yksin selittää suuren osan, reilusti yli puolet, luonnollisen kasvihuoneilmiön aiheuttamasta lämpenemisestä. (Nevanlinna 2008, 45.)

Sen sijaan ihmiskunnan tuottamista kasvihuonekaasuista selkeästi tärkein on hiilidioksidi. Teollistumisen jälkeen ja erityisesti viime vuosikymmeninä hiilidioksidin määrä ilmakehässä on noussut rajusti. Ennen teollistumista ilmakehän hiilidioksidipitoisuus oli noin 280 ppm. (Nevanlinna 2008, 45.) Noista ajoista luku on noussut reilusti, sillä nykyään luku on noin 400 ppm. (Trends in Atmospheric Carbon Dioxide 2016.) Teollistumista edeltävän 10 000 vuoden aikana ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden vaihtelu ei ollut läheskään näin suurta. 1950-luvulta lähtien pitoisuuksia on voitu mitata suoraan ilmakehästä. Sitä varhaisempien aikojen pitoisuudet saatiin selville tutkimalla jäätiköitä. Jäätiköiden sisälle on jäänyt kaasukuplia, joista voitiin mitata muun muassa menneiden aikojen hiilidioksidipitoisuuksia. (Nevanlin-



na 2008, 45–46.) Fossiilisten polttoaineiden käyttö aiheuttaa selvästi suurimmat hiilidioksidipäästöt. (Core Team, Pachauri & Meyer 2015, 46.) Pienempi, mutta silti merkittävä päästöjen lähde on maankäytön muuttuminen. Erityisesti trooppisten sademetsien hävittäminen lisää kasvihuonepäästöjä. (Nevanlinna 2008, 46.)

## 5.2 Islannin ilmasto nyt ja ennuste vuodelle 2050

Sää Islannissa on erittäin vaihtelevaa ja paikallista: jos sataa, niin jo lyhyen ajomatkan jälkeen saattaakin paistaa taas aurinko. Islannissa tuulee kovaa ja sataa paljon, ja pohjoisessa oli ainakin talvella 2014 todella paljon lunta. Sen sijaan ukkonen on harvinaista. Tästä kertoo se, että jos ukonilma iskee, niin yleensä se on lehtijutun arvoinen ilmiö. Kesällä 2013 korkein lämpötila oli +20 °C, ehkä jonkun asteen ylikin, ja kylmimpinä talvipäivinä vuonna 2014 lämpötila oli noin -10 °C. Islannin ilmatieteenlaitoksen mittaukset kertovat, että keskilämpötila vuonna 2015 oli 4,5 °C Reykjavíkissa, ja 3,8 °C Akureyrissä. (The Weather in Iceland 2015, [Viitattu 9.3.2016].)

Islannin ilmatieteenlaitoksen mukaan ympärivuotinen leuto sää johtuu Golfvirrasta, joka kulkee pitkin saaren etelä- ja länsirannikkoa. Golfvirran vaikutuksesta johtuen Atlantilta tulevat leudot ilmamassat kohtaavat Islannin kohdalla viileät arktiset ilmamassat. Tästä syystä saaren sää on todella vaihtelevaa ja myrskyistä. Lisäksi tämä aiheuttaa enemmän sateita maan etelä- ja länsiosissa verrattuna pohjoiseen. (Icelandic Climate 2008.)

Vuoden 2015 sää ei Islannin ilmatieteenlaitoksen mukaan ollut syksyä lukuun ottamatta kovin miellyttävä. Suuressa osassa maata sademäärät olivat normaalia suurempia, ja luntakin tuli paljon. Lisäksi etenkin talvella riesana olivat kovat myrskytuulet. (The Weather in Iceland 2015, [Viitattu 9.3.2016].) Esimerkiksi joulukuun 2015 alussa oli saarella poikkeuksellisen kova myrsky. Kolmellakymmenelläkollalla sääasemalla tuulennopeudeksi mitattiin yli 32,7 metriä sekunnissa, ja ääri-esimerkkinä voisi mainita lukeman 72,6 m/s, joka mitattiin Itä-Islannissa saman myrskyn aikana. (Iceland sees double hurricane force winds 2015.)

Islannin ilmatieteenlaitos on tehnyt ilmastoennusteen vuodelle 2050. Ennuste tehtiin vuonna 2014 Yhdistyneiden kansakuntien Climate Week NYC-nimistä tapahtumaa varten ja siinä esitetty informaatio perustuu IPCC:n ilmastonmuutosraportin tulevaisuudennäkymiin. (The Weather in Iceland in 2050, [Viitattu 4.3.2016].) Ennusteeseen toki liittyy paljon epävarmuutta ilmaston luonteesta johtuen. Ennustetta voidaan kuitenkin pitää uskottavana ja realistisena, koska se on tehty asiantuntijoiden toimesta ja ennusteen perustana on käytetty asiantuntevan tahon arviointiraporttia.

Vuonna 2050 Islannin ilmasto on todennäköisesti nykyistä lämpimämpi ja sademäärät ovat suurempia. Kuten kuvasta 7 nähdään, ilmastonmuutoksen edetessä ja olosuhteiden muuttuessa metsää voi olla mahdollista kasvattaa entistä reilusti suuremmalla alueella. Lämpenevä sää voi kuitenkin luoda hyvän elinympäristön sellaisille hyönteisille, jotka eivät tänä päivänä Islannissa selviä. Jotkut näistä mahdollisista uusista hyönteislajeista voivat olla haitallisia kasvillisuuden kannalta. (The Weather in Iceland in 2050, [Viitattu 4.3.2016].)



Kuva 7 Vuonna 2050 koivua kenties voidaan kasvattaa laajemmalla alueella (Kristinsdóttir 2014.)



Kuva 8. Tulevaisuuden metsämaata?  
(Niiranen 2013.)

Kuva 8 on otettu Islannin sisämaassa Langjökull-jäätikön tuntumassa, missä siis ennusteen mukaan voi olla mahdollista kasvattaa koivua tulevaisuudessa. Kuvassa on näkyvillä tietysti vain pieni osa koko sisämaasta, mutta sen tarkoituksena on antaa havainnollistava esimerkki siitä, miltä Islannin sisäosa näyttää tänä päivänä.

## 6 NELIKENTTÄANALYYSI ISLANNIN METSITYSHANKKEESTA

### 6.1 Vahvuudet

Taulukko 2. SWOT-analyysi Islannin metsityksestä (Niiranen 2016.)

S	W
Yli sata vuotta kestänyt tutkimus - tiedetään sopivimmat puulajit ja alkuperät Maanparannuskeinot Varautuminen ja tutkimus Yhtenäinen kulttuuri Korkea koulutuksen taso Vähäinen korruptio	Raju sää Heikot kasvuolosuhteet Lyhyt kasvukausi Eroosio Biodiversiteetti ei ole kovin suuri Muut luonnonuhat ja vieraslajit Muut elinkeinot metsityksen esteenä Metsäsukcessio ei ole päätepisteessä Talouskriisin vaikutukset Poliittisen tuen puute
O	T
Ilmasto lämpenee - kasvukausi pitenee Kasvuolosuhteiden paraneminen Lisääntyvä kasvu - enemmän puita hiihinieluun Puulajien valtasuhteet muuttuvat Metsitystavoitteiden saavuttaminen helpottuu Biodiversiteetti ehkä kasvaa Lisää tukea metsätalouteen	Sään ääri-ilmiöiden voimistuminen Tulivuorenpurkaukset lisääntyvät Muuttuvat kasvuolosuhteet - uudet alkuperät ja uudet puulajit Uudet hyönteislajit ja patogeenit - uudet tuhoriskit

Metsittäminen alkoi Islannissa yli sata vuotta sitten. Tuona aikana saarella on opittu metsänkasvatuksesta paljon. Kova työn, tutkimuksen ja kokeilun avulla on löydetty sellaiset puulajit, jotka sopivat parhaiten Islannin vaativiin oloihin. Islanti ei kenties ole kaikista ihanteellisin paikka metsänkasvatusta ajatellen, mutta nykyään on jo paljon näyttöä siitä, että saarella on oikeasti mahdollista kasvattaa puuta ja harjoittaa myös metsätaloudellisia toimia kannattavilla tavoilla. Islantilaiset ovat huomanneet tämän, ja pikkuhiljaa kansa alkaakin ymmärtää ne edut, jotka metsänkasvatuksen avulla voidaan saavuttaa. Islannissa on myös alueita, jotka eivät sellaisenaan sovellu hyvin metsänkasvatukseen. Tällaisten seutujen maaperää on kuitenkin ymmärretty parantaa viherlannoituksen avulla.



Kuva 9. Metsänkasvatusta Etelä-Islannissa  
(Niiranen 2013.)

Ilmastonmuutos on asia, josta tänä päivänä aletaan olla jo hyvinkin tietoisia. Maailma muuttuu ja lämpenee, mutta siihen voidaan varautua esimerkiksi tutkimukseen perustuvan soveltavan tiedon avulla. Alun perin metsätutkimus Islannissa keskittyi lähinnä sopivien puulajien ja niiden soveltuvimpien siemenalkuperien etsintään. Nytkin saarella on ryhdytty tutkimaan esimerkiksi tulokaslajeja, patogeeneja ja puuston hiilinielun kapasiteettia. Maan metsäsektori on selvästi tiedostanut muuttuvan ilmaston sekä sen mukana tulevat haasteet ja mahdollisuudet. IFS:n videossa *Icelandic Forestry at Times of Climate Change* kerrotaan, että ilmastonmuutokseen voidaan varautua tutkimalla maan pääpuulajien sopeutumiskykyä ja selvittämällä, kuinka pääpuulajit todennäköisesti reagoivat muuttuviin oloihin. Nykyisten pääpuulajien vahvuuksista ja heikkouksista ollaankin hyvin perillä Islannissa, ja näiden tietojen avulla ilmastonmuutoksen vaikutukset saaren puustoon pystytään jossakin määrin ennakoimaan. (*Icelandic Forestry at Times of Climate Change 2015.*)

Maassa on myös Pohjoismaille tyypillinen korkea koulutustaso ja yhtenäinen kulttuuri. On siis turvallista olettaa, että metsätaloudelle osoitetut määrärahat todella

käytetään riitelemättä metsitykseen ja muihin metsätaloudellisiin toimiin, eivätkä rahat esimerkiksi katoa minnekään jonkun tuntemattoman välikäden toimesta. Korruptio on siis Islannissa vähäistä. Transparency Internationalin korruptioindeksi listaa Islannin sijalle 13 / 168, eli se on yksi maailman vähiten korruptoituneista maista. (Corruption by Country – Iceland 2015.)

## 6.2 Heikkoudet

Ehkäpä ensimmäinen asia, jonka Islannin matkaja lentokentältä poistuessa huomaa, on tuuli. Saarella tuulee paljon, kovaa, ja tuuli on usein myös puuskaista. Tuulituhojen riski siis on korkea, mutta toisaalta asiaa hieman kompensoi se, että Islannissa puut eivät yleensä kasva kovin pitkiksi. Lisäksi kovat tuulenpuuskat ovat melko yleisiä. Kovat puuskat kaatavat puustoa herkemmin kuin tasaisesti puhaltava tuuli.

Maaperä saarella on usein kovaa ja karua, sekä eroosio laajaa. Tällainen maaperä ei ole optimaalinen metsänkasvatusalusta. Metsät eivät kasva kovin nopeasti ja järeys sekä pituuskasvu jäävät puutteellisiksi. Islannin puusto näyttääkin monin paikoin kitukasvuiselta suomalaisin silmin. Poikkeuksia toki on. Toisinaan saaren puusto osaa yllättää järeydellään ja pituudellaan, mutta aika harvassa tällaiset paikat ainakin nykyhetkellä ovat. Toisaalta, vaikka metsätaloudelliset toimet ovatkin metsitysprojehtin päätavoitteet, ei puuston järeydellä ja pituudella kaikissa tapauksissa välttämättä ole niin suurta merkitystä. Kaikkea ei suinkaan voida hakata, sillä puustolla on merkitystä myös virkistyskäytössä sekä maaperän- ja vesiensuojelussa. Ehkä näissä tapauksissa järeys ei olekaan päämäärä, vaan se, että saadaan kasvatettua edes jotain. Tosin tällaisissa tilanteissa metsiin sijoitettuja varoja ei välttämättä saada takaisin ainakaan metsätöiden, kuten harvennusten ja hakkuiden kautta takaisin. On kuitenkin mahdollista, että käytetyt varat saadaan takaisin jotain muuta kautta, esimerkiksi matkailun avulla.

Matkailu onkin merkittävä elinkeino Islannissa. Tosin se voidaan myös nähdä metsityksen esteenä, sillä turistien suosimia alueita ja maisemia ei todennäköisesti kannata muuttaa metsänkasvatuksella. Huomattava muutos jollakin suositulla koh-

teella voi vaikuttaa negatiivisesti paikallistalouteen, eivätkä islantilaisetkaan välttämättä hyväksy suurta muutosta kansallismaisemassa.

Saaren pohjoinen sijainti hankaloittaa omalta osaltaan metsänkasvatusta. Valon määrä ja vuodenaikojen kestot ovat sijainnille tyypillisiä, eli kesä on lyhyt ja valoisaa on käytännössä vuorokauden ympäri. Islannin kesää luonnehtii myös jatkuva viileys. Lämpösumma on siis melko alhainen kesälläkin, ja tämä ei ole ihanteellista metsänkasvatuksen kannalta. Talvi puolestaan on pitkä, ja valon määrä silloin on todella vähäistä. Olosuhteiden takia biodiversiteetti ei ole Islannissa kovin suuri. Metsien sukessio on todennäköisesti myös kesken, sillä saaren puusto ei ole kovin vanhaa, ja selviytyneet luonnonmetsät eivät luultavasti ole toipuneet asutusta edeltäneeseen tilaan. Nämä asiat voivat johtaa hankaluuksiin tulevaisuudessa, sillä juuri monimuotoiset luonnonmetsät ovat kaikista valmistautuneimpia ilmastomuutoksen tuomiin uhkiin, ja Islannista tällaiset metsät puuttuvat kokonaan. Myös vieraslajit, kuten lupiini, voivat heikentää biodiversiteettiä, mikäli ne jatkavat voimakasta leviämistä saarella.

Islanti on myös vulkaanisesti aktiivinen saari. Tulivuorenpurkaukset eivät ole kovin yleisiä, mutta toisinaan niitä tapahtuu, ja siksi on mahdollista, että purkauksen yhteydessä metsitys hankaloituu tai metsää tuhoutuu. Toisaalta, viimeisimmistä purkauksista kyllä koitui monenlaista haittaa, mutta metsät eivät kärsineet käytännössä lainkaan. Hekluskógar-projektin esittelytekstissä mainitaan, että vuonna 2010 Eyjafjallajökull-tulivuoren purkauksen seurauksena osa alueen metsistä oli täysin vulkaanisen tuhkan peitossa, mutta metsät selvisivät ja toipuivat entiselleen muutamassa viikossa. (The Mt. Hekla afforestation project, [Viitattu 10.3.2016].) Tulivuorenpurkausten mahdollisuutta metsätuhojen aiheuttajana ei silti kannata ylenkatsoa, varsinkin kun metsäala kasvaa hiljalleen, ja joidenkin aktiivisten tulivuorten läheisyydessä on jo valmiiksi puustoa.



Kuva 10. Esimerkki islantilaisesta metsästä (Niiranen 2013.)

Islannin talouskriisi hankaloitti myös metsitystä. Kuviosta 1 nähdään, että ennen kriisiä maassa tuotettiin taimia parhaimmillaan noin 6 miljoonaa vuodessa. Talousongelmien seurauksena luku puolittui, ja kriisiä edeltäneelle tasolle ei ole päästy tähän päivään mennessä. Taulukosta 1 nähdään, että nykyinen tuotantotahti on noin 3,5 miljoonaa tainta vuosittain, edelleen karkeasti noin puolet vähemmän kuin ennen kriisiä. Lisäksi Eysteinsonin (2013, 29) mukaan maan metsätaloudelta puuttuu laajempi poliittinen tuki. Tämä todennäköisesti vaikuttaa heikentävästi metsätalouden budjettiin, ja näin hidastaa sekä hankaloittaa metsityksen etenemistä.

### 6.3 Mahdollisuudet

Lämpenevä ilmasto voi luoda Islantiin paremmat kasvuolosuhteet puustoa ja muutakin kasvillisuutta ajatellen. Keskilämpötila nousee ja lämpösumma kasvaa. Näiden seikkojen ansiosta kasvukausi pitenee. Kun kasvuolosuhteet paranevat, voidaan myös olettaa, että puuston kasvu lisääntyy ja metsänkasvatus onnistuu en-



tistä laajemmalla alueella. Ilmastonmuutoksen hillinnän näkökulmasta tämä on hyvä asia, sillä lisääntyvä kasvu tarkoittaa entistä suurempaa hiilinielua. Muuttuva ilmasto saattaa myös vaikuttaa puulajien valtasuhteisiin. Olosuhteet voivat muuttua paremmiksi sellaisille lajeille, jotka eivät nykyisin kukoista Islannissa. Kuvasta 7 voi päätellä, että tulevaisuudessa Islannin puusto on koivuvaltaisempaa, ja sitä on mahdollista kasvattaa miltei koko saarella. Jos näin todella käy, valtasuhteiden muutos puustossa on positiivinen asia. Eysteinsonin (2013, 4) mukaan Islannin puusto koostui pääosin juuri koivusta ennen asutusta. Kun yksi metsityksen tavoitteista on palauttaa Islannin luonto asutusta edeltäneeseen tilaan, paremmat olosuhteet koivun kasvua ajatellen on selkeä etu. Muuttuvan ilmaston johdosta metsitysurakan tavoitteiden saavuttaminen voi siis helpottua merkittävästikin. Oletettavasti myös biodiversiteetti kasvaa ilmaston lämpenemisen myötä, kun eteläiset lajit leviävät yhä pohjoisemmaksi tulevaisuudessa.

Eysteinson (2013, 29) kertoo, että yksi koko maan metsäsektoria koskettava asia on laajemman poliittisen tuen saaminen metsätaloudellisiin toimiin. Mikäli tässä onnistutaan, metsitykseen sijoitettavat määrärahat saattavat kasvaa. Määrärahojen kasvaessa voidaan panostaa enemmän esimerkiksi taimituotantoon, istutukseen tai tutkimustyöhön. Taimituotantoon ja istutukseen sijoittamalla vuosittaista istutusala voidaan kasvattaa. Yksi metsityksen tavoitteista on metsäalan kasvataminen noin kahteentoista prosenttiin koko saaren pinta-alasta. Taimituotantoon ja istutukseen panostamalla tämän tavoitteen saavuttaminen helpottuu.

## 6.4 Uhat

IPCC:n raportissa Pachauri työryhmineen (2015, 10) esittää, että tulevaisuudessa sään ääri-ilmiöt voimistuvat suurella todennäköisyydellä. Muun muassa lämpöaaltoja sekä kuivuutta on luvassa nykyistä enemmän, ja sademääräänkin on odotettavissa kasvua. Rajuja vesisateita koetaan entistä enemmän yhä laajemmilla alueilla. Raportissa Pachauri (2015, 8) selvittää, että muita ääri-ilmiöitä ovat esimerkiksi rajut myrskyt, tulvat ja maastopalot.

Sään ääri-ilmiöiden voimistuminen voi muodostua suureksi uhaksi metsänkasvatuksen kannalta. Rajun sään takia metsätuhot yleistyvät, ja viime kädessä min-

käänlainen varautuminen ei voi estää luonnonvoimien aiheuttamia tuhoja. Islannissa mitataan yllättävän usein kovia tuulilukemia jo tänäkin päivänä. Jos tuulenpuuskat voimistuvat tulevaisuudessa, ja niitä esiintyy entistä useammin, tuulituhojen määrä maan metsissä luultavasti kasvaa.

Islannin jäätiköt sulavat kiihtyvää vauhtia lämpenevän ilmaston takia. Jäätiköiden sulamisen johdosta Islanti nousee parhaimmillaan noin 3–4 cm vuosittain. Tutkijat esittävät, että tämä nousu voi olla kasvavan vulkaanisen aktiivisuuden syy, ja tulivuoren purkaukset voivat yleistyä tulevaisuudessa. (Goldenberg 2015, Comptonin, Bennettin ja Hreinsdóttirin 2015 mukaan.) Goldenbergin artikkeli perustuu siis Comptonin ym. tutkimukseen *Climate Change is lifting Iceland – and it could mean more volcanic eruptions*. Alkuperäisen lähteen tarkastelu on maksullista, joten sitä ei tässä opinnäytetyössä käytetty. Edelliset purkaukset eivät aiheuttaneet ongelmia ainoastaan Islannissa, vaan laajemmalla mittakaavalla, ja on mahdollista, että tulevat purkaukset jatkavat samalla linjalla. Myös metsityksen kannalta tämä voi muodostua ongelmaksi, sillä purkaukset ja niiden vaikutukset voivat aiheuttaa odottamattomia hankaluuksia metsätaloudellekin.



Kuva 11. Jäätiköiden sulamisen merkkejä Islannissa (Niiranen 2014.)

Muuttuvat kasvuolosuhteet vaikuttavat myös puulajeihin ja niiden keskinäiseen valtasuhteeseen. Tulevaisuuden ilmasto ja olosuhteet eivät välttämättä ole opti-

maalisia Islannin nykyisiä pääpuulajeja ajatellen. Tällöin hyviksi ja varmoiksi todetut puulajit ja alkuperät eivät enää sovellu metsänkasvatukseen niin hyvin kuin aiemmin. Tämä voi aiheuttaa lisätöitä tutkimuksen parissa, kun täytyy selvittää uudet, uusiin kasvuoloihin ihanteellisesti sopivat puulajit ja alkuperät. Tosin tätä uhkakuva ei kannata pitää kovin merkittävänä, sillä sen vaikutukset voidaan minimoida hyvin tutkimuksen, ennakkoinnin ja varautumisen avulla.

IFS:n videon Icelandic Forestry at Times of Climate Change mukaan hyönteistuhot ja sieniperäiset patogeenit voivat aiheuttaa suuriakin metsätuhoja tulevaisuudessa. Lämpenevän ilmaston takia hyönteisten levinneisyys kasvaa, ja myös täysin uudet lajit voivat menestyä Islannissa. Lisääntyvä sademäärä puolestaan kasvat-  
taa sienitautien riskiä. Kun nämä yhdistetään muihin tuhoriskeihin, esimerkiksi tuulenkaatoihin, kumulatiiviset vaikutukset voivat aiheuttaa vakavia metsätuhoja tulevaisuudessa. Tämä onkin mahdollisesti suurin ilmastonmuutoksen aiheuttama uhka, joka Islannin metsätaloudella on edessään. (Icelandic Forestry at Times of Climate Change 2015.)

## 7 POHDINTAA

Tämän opinnäytetyön teoriaosuuden tavoitteena oli antaa lukijalle selkeä kokonaiskuva Islannin metsätaloudesta ja perustietoa ilmastonmuutoksesta. Työ antaa tietoa Islannin metsähistoriasta, metsityksen alusta, sen keskeisimmistä vaiheista ja nykytilanteesta. Työssä käydään myös läpi Islannin metsäsektorin merkittävimmät organisaatiot, Islannin metsästrategia ja metsityksen tavoitteet. Lisäksi opinnäytetyöstä selviää metsityksen vaiheet aina taimitarhalta istutuskuvionle saakka, ja työ sivuaa myös Islannin metsänkasvatusmenetelmiä. Ilmastonmuutoksesta ja sen syistä työ sen sijaan kertoo lyhyesti ja ytimekkäästi. Nykyään on helppoa löytää luotettavaa tietoa ilmastonmuutoksesta, joten teoriaosuudessa oli järkevämpää kirjoittaa enemmän Islannin metsätaloudesta.

Työn tutkimusosiossa pohdittiin ilmastonmuutoksen vaikutusta Islannin metsitykseen. Tutkimusmenetelmänä käytettiin nelikenttäanalyysiä. Analyysissä löytyi enemmän heikkouksia kuin vahvuuksia. Tämä selittyy ainakin osittain sillä, että Islanti on metsänkasvatuksen kannalta haasteellinen paikka, ja biodiversiteetti saarella on alhainen. Sadan vuoden aikana maahan on kuitenkin kehittynyt elinvoimainen metsäsektori, ja metsätalouden parissa toimii kokeneita ammattilaisia. Kovalla työllä, tutkimuksella ja tutkimukseen perustuvan soveltavan tiedon avulla metsityksen onnistumisen mahdollisuuksia voidaan parantaa hankalista oloista huolimatta.

Mahdollisuuksia puolestaan löytyi enemmän kuin uhkia. Islannin karut olot voivat ilmaston lämmetessä muuttua paremmiksi metsänkasvatuksen kannalta. Uhkakuvia ei silti kannata vähätellä. Uudet hyönteislajit ja patogeenit koettiin analyysissä tulevaisuuden merkittävämmäksi uhaksi. Sademäärän lisääntyessä sienitaudit voivat yleistyä, ja lämpenevä ilmasto luo elinolosuhteet uusille hyönteislajeille. Mikäli ilmastonmuutoksen uhat onnistutaan välttämään, metsitys ja sen tavoitteiden saavuttaminen helpottunee kasvuolosuhteiden parantuessa pohjoisessa. Metsätalouden tavoitteina on siis kasvattaa metsäala kahteentoista prosenttiin Islannin kokonaisalasta vuoteen 2100 mennessä, kestävän metsätalouden kehittäminen, metsien virkistyskäytön lisääminen, maaperän- ja vesiensuojelu metsityksen avulla, eroosion estäminen ja ilmastonmuutoksen hillitseminen.

Nelikenttäänalyysin toteutus on vaivatonta ja edullista. Tämän opinnäytetyön nelikenttäänalyysin päätelmät ja tulokset perustuvat siis pääosin tekijän omiin näkemyksiin. Kuten luvussa 2 mainitaan, nelikenttäänalyysi on subjektiivinen menetelmä. Opinnäytetyön tutkimusosiossa olisi ollut mahdollista käyttää muitakin menetelmiä. Esimerkiksi kyselytutkimuksen ja haastattelujen avulla olisi voinut paneutua hyvin Islannin metsitykseen ja ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Näillä menetelmillä olisi ollut mahdollista saada sekä ajankohtaista että paikallista tietoa ja näkemystä.

Tekijän asenne ja suhtautuminen vaikuttivat päätelmiin positiivisesti. Islannin metsitys on mielenkiintoinen projekti, joka tuntuu etenevän tasaisen varmasti, kenties jopa itsepäisesti, haasteista huolimatta. Tulokset olisivat varmasti olleet myös erilaisia, mikäli opinnäytetyö olisi tehty Islannissa. Tämä olisi mahdollistanut metsityskohteilla vierailun ja keskustelun Islannin metsäammattilaisten kanssa kasvo-tusten. Erityisesti paikan päällä Islannissa olisi voinut perehtyä tarkemmin maan metsänkasvatusmenetelmiin. Metsätalous on uudehko ala Islannissa, ja metsänkasvatukseen ei vielä ole ehtinyt muodostua vakiintuneita menettelytapoja. Nykyiset käytännöt voivat helposti muuttua ajan kuluessa. Lisäksi Islannin kirjastoista olisi voinut löytyä enemmän maan metsätaloutta käsittelevää kirjallisuutta. Resurssit eivät kuitenkaan matkustamiseen riittäneet, eikä ajankohtakaan ollut ihan-teellinen. Tällainen matka olisi ollut helpointa toteuttaa kesällä.

Opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoista ja sopivan haasteellista. Työtä voi myös laajentaa, sillä sekä Islannin metsätalouteen että ilmastonmuutokseen on mahdollista paneutua vielä syvällisemmin. Esimerkiksi Islannin maaperästä ja metsätutkimuksen kohteista ja menetelmistä voisi todennäköisesti kirjoittaa paljon-kin, sekä tietoa ja ennusteita ilmastonmuutoksen vaikutuksista voisi käydä hake-massa paikallisilta asiantuntijoilta. Lisäksi islantilaiseen siementuotantoon voisi perehtyä, ja taimituotannon osiota voisi olla mahdollista laajentaa tutustumalla muidenkin taimitarhojen toimintaan. Joka tapauksessa työ on ajankohtainen. Islan-tia metsitetään parhaillaan, ja projekti muuttanee islantilaista maisemaa jopa pysy-västi. Ilmastonmuutos puolestaan on ajankohtainen aihe maailmanlaajuisesti, ja metsien rooli ilmastonmuutoksen hillinnässä voi osoittautua merkittäväksi. Luonto-asioiden kannalta nelikenttäänalyysin tulokset eivät kohdistu ainoastaan Islantiin, vaan niitä voi järjen kanssa soveltaa muihinkin maihin, esimerkiksi Suomeen.

## LÄHTEET

- Blöndal, S. & Gunnarson, S. B. 1999. Íslandsskógar: Hundrað ára saga. Reykjavík: Mál og Mynd.
- Compton, K., Bennett, R. A. & Hreinsdóttir, S. 6.2.2015. Climate-driven vertical acceleration of Icelandic crust measured by continuous GPS deodasy. [Verkkojulkaisu]. Geophysical Research Letters. [Viitattu 9.5.2016]. Saatavana: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2014GL062446/abstract>
- Core Team, Pachauri, R. K. & Meyer, L. A. (eds.) 2015. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Verkkojulkaisu]. Sveitsi, Geneve: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). [Viitattu 1.3.2016]. Saatavana: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)
- Corruption by Country - Iceland. 2015. [Verkkojulkaisu]. Transparency International. [Viitattu 10.5.2016]. Saatavana: <https://www.transparency.org/country/#ISL>
- Luhr, J. E. (toim.) 2003. Earth. Lontoo: Dorling Kindersley Limited.
- Erosio ja aavikoituminen. 2015. [Verkkosivu]. Otavan Opisto. [Viitattu 14.3.2016]. Saatavana: [http://opinnot.internetix.fi/fi/materiaalit/ge/ge3/06\\_riippuvuuden\\_riskit/6.3\\_erosio?C:D=1465020&m:selres=1465020](http://opinnot.internetix.fi/fi/materiaalit/ge/ge3/06_riippuvuuden_riskit/6.3_erosio?C:D=1465020&m:selres=1465020)
- Eysteinnsson, T. 2012. Regeneration after clear-felling and selection-felling in an Icelandic birch forest. [Verkkojulkaisu]. Iceland Agricultural Sciences. [Viitattu 12.5.2016]. Saatavana: [http://www.ias.is/landbunadur/wgsamvef.nsf/Attachment/Throstur%20Eysteinnsson%202012/\\$file/Throstur%20Eysteinnsson%202012.pdf](http://www.ias.is/landbunadur/wgsamvef.nsf/Attachment/Throstur%20Eysteinnsson%202012/$file/Throstur%20Eysteinnsson%202012.pdf)
- Eysteinnsson, T. 2013. Forestry in a Treeless Land. [Verkkojulkaisu]. Iceland Forest Service. [Viitattu 19.2.2016]. Saatavana: [http://www.skogur.is/media/ymislegt/Treeless-land\\_netutgafa.pdf](http://www.skogur.is/media/ymislegt/Treeless-land_netutgafa.pdf)
- Eysteinnsson, Þ. 17.5.2016. [Henkilökohtainen sähköposti]. Vastaanottaja: Antti Niiranen. [Viitattu 18.5.2015].
- Flensburg, C. E. 1904. [Valokuva]. [Viitattu 19.2.2016]. Saatavana: [http://www.skogur.is/media/ymislegt/large/Furulundurinn-Thingvollum-CE-Flensburg-1904-girding\\_b.jpg](http://www.skogur.is/media/ymislegt/large/Furulundurinn-Thingvollum-CE-Flensburg-1904-girding_b.jpg)

FRA 2010 – Country Report Iceland. 2010. Global Forest Resources Assessment 2010, Country Report, Iceland. [Verkkojulkaisu]. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO) Forestry Department. [Viitattu 13.4.2016]. Saatavana: <http://www.fao.org/docrep/013/a1529E/a1529E.pdf>

Geirsdóttir, H. 2013. Omistaja. Garðyrkjustöðin Kvistar. Haastattelu 2013.

Goldenberg, S. 30.1.2015. Climate Change is lifting Iceland – and it could mean more volcanic eruptions. [Verkkojulkaisu]. The Guardian. [Viitattu 9.5.2016]. Saatavana: <http://www.theguardian.com/environment/2015/jan/30/climate-change-lifting-iceland-volcanic-eruptions>

Hallormstaður National Forest. 2015. [Verkkojulkaisu]. Iceland Forest Service. [Viitattu 5.4.2016]. Saatavana: [http://www.skogur.is/media/hallormsstadaskogur/Hallormsstadaskogur2015\\_enskur\\_72dpi.pdf](http://www.skogur.is/media/hallormsstadaskogur/Hallormsstadaskogur2015_enskur_72dpi.pdf)

Huhtanen, R. 2008. Puuntaimituotanto Islannissa: Opas Kvistarin puuntaimitarhan harjoitteluun lähtijöille. Hämeen Ammattikorkeakoulu, Evo, metsätalouden koulutusohjelma. AMK-opinnäytetyö. Julkaisematon.

Iceland sees double hurricane force winds. 8.12.2015. [Verkkosivu]. Morgunblaðið, Iceland Monitor. [Viitattu 9.3.2016]. Saatavana: [http://icelandmonitor.mbl.is/news/nature\\_and\\_travel/2015/12/08/iceland\\_sees\\_double\\_hurricane\\_force\\_winds/](http://icelandmonitor.mbl.is/news/nature_and_travel/2015/12/08/iceland_sees_double_hurricane_force_winds/)

Icelandic Climate. 20.5.2008. [Verkkosivu]. Icelandic Meteorological Office. [Viitattu 7.4.2016]. Saatavana: [http://en.vedur.is/weather/climate\\_in\\_iceland/](http://en.vedur.is/weather/climate_in_iceland/)

Icelandic Forestry at Times of Climate Change. 26.3.2015. [Video]. Skógrækt ríkisins. [Viitattu 9.5.2016]. Saatavana: <https://www.youtube.com/watch?v=hwXpcarwRK4>

Ilmasto ja ilmastojärjestelmä. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus (SYKE), Aalto-yliopisto & Ilmatieteenlaitos. [Viitattu 1.3.2016]. Saatavana: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/38587818-0832-4835-8c1b-3e33315c240f/ilmasto-ja-ilmastojarjestelma.html>

Kasvihuonekaasut lämmittävät. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Suomen ympäristökeskus (SYKE), Aalto-yliopisto & Ilmatieteenlaitos. [Viitattu 26.5.2016]. Saatavana: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/3a576a6e-bec5-44bc-a01d-11497ebdc441/kasvihuonekaasut-lammittavat.html>

Kristinsdóttir, B. L. 2014. [Kartta]. Icelandic Meteorological Office. [Viitattu 4.3.2016]. Saatavana: [http://en.vedur.is/media/vedurstofan/medium/UN-climate\\_BLK-video.JPG](http://en.vedur.is/media/vedurstofan/medium/UN-climate_BLK-video.JPG)

- Landshlutaverkefni. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Skógrækt ríkisins. [Viitattu 22.3.2016]. Saatavana: <http://www.skogur.is/skograekt/skograektarverkefni/landshlutaverkefni/>
- Landshlutaverkefnin. Ei päiväystä. [Kartta]. Skógrækt ríkisins. [Viitattu 6.4.2016]. Saatavana: <http://www.skogur.is/media/toflur-og-rit/large/landshlutaverkefnin.jpg>
- National Forests. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Iceland Forest Service (IFS). [Viitattu 15.3.2016]. Saatavana: <http://www.skoqur.is/english/national-forests/>
- Nelikenttäanalyysi – SWOT. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Suomen riskienhallintayhdistys ry. [Viitattu 8.3.2016]. Saatavana: <http://www.pk-rh.fi/index.php?page=swot>
- Nevanlinna, H. (toim.) 2008. Muutamme ilmasto. [Verkkokirja]. Karttakeskus. [Viitattu 2.3.2016]. Saatavana: [http://www.ava.fmi.fi/MAGN/HN/ILMASTONMUUTOS-kirja/ilmasto\\_painon\\_pdf/455853\\_001\\_048.pdf](http://www.ava.fmi.fi/MAGN/HN/ILMASTONMUUTOS-kirja/ilmasto_painon_pdf/455853_001_048.pdf)
- Puupohjaista energiaa Islannissa – usko tai älä. 12.6.2014. [Verkkosivu]. Joensuu: Metsäntutkimuslaitos (Metla). [Viitattu 1.3.2016]. Saatavana: <http://www.metla.fi/uutiskirje/kv/2014-01/uutissivu-4.html>
- Snorrason, A., Gunnarson, E. & Eysteinnsson, T. 2013. [Verkkojulkaisu]. Iceland Forest Service. [Viitattu 19.2.2016]. Saatavana: [http://www.skogur.is/media/ymislegt/Treeless-land\\_netutgafa.pdf](http://www.skogur.is/media/ymislegt/Treeless-land_netutgafa.pdf) (sivu 30).
- Swot-analyysi OK. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. OK-opintokeskus. [Viitattu 8.3.2016]. Saatavana: <http://ok-opintokeskus.fi/swot-analyysi>
- SWOT-analyysi OPH. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Opetushallitus (OPH). [Viitattu 9.3.2016]. Saatavana: [http://www.oph.fi/saadokset\\_ja\\_ohjeet/laadunhallinnan\\_tuki/wbl-toi/menetelmia\\_ja\\_tyovalineita/swot-analyysi](http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/laadunhallinnan_tuki/wbl-toi/menetelmia_ja_tyovalineita/swot-analyysi)
- The Mt. Hekla afforestation project. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.3.2016]. Saatavana: <http://hekluskogar.is/the-mt-hekla-afforestation-project/>
- The Weather in Iceland 2015. 29.1.2016. [Verkkosivu]. Icelandic Meteorological Office. [Viitattu 9.3.2016]. Saatavana: <http://en.vedur.is/about-imo/news/nr/3273>
- The Weather in Iceland in 2050. 19.9.2014. [Verkkosivu]. Islanti: Icelandic Meteorological Office. [Viitattu 4.3.2016]. Saatavana: <http://en.vedur.is/about-imo/news/nr/2989>



Tikkanen, M. (toim.) 2007. Maapallo. Helsinki: Karttakeskus.

Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. 5.2.2016. [Verkkosivu]. Yhdysvaltain kauppaministeriö: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). [Viitattu 3.3.2016]. Saatavana: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>

Tummolillo, S. A. 25.8.2011. Alaskan "Wolf" Invades Iceland. [Verkkosivu]. The Reykjavík Grapevine. [Viitattu 29.3.2016]. Saatavana: <http://grapevine.is/mag/articles/2011/08/25/alaskan-wolf-invades-iceland/>

Volcanic ash. Ei päivystä. [Verkkojulkaisu]. National Geographic Society. [Viitattu 10.5.2016]. Saatavana: <http://nationalgeographic.org/encyclopedia/volcanic-ash/>