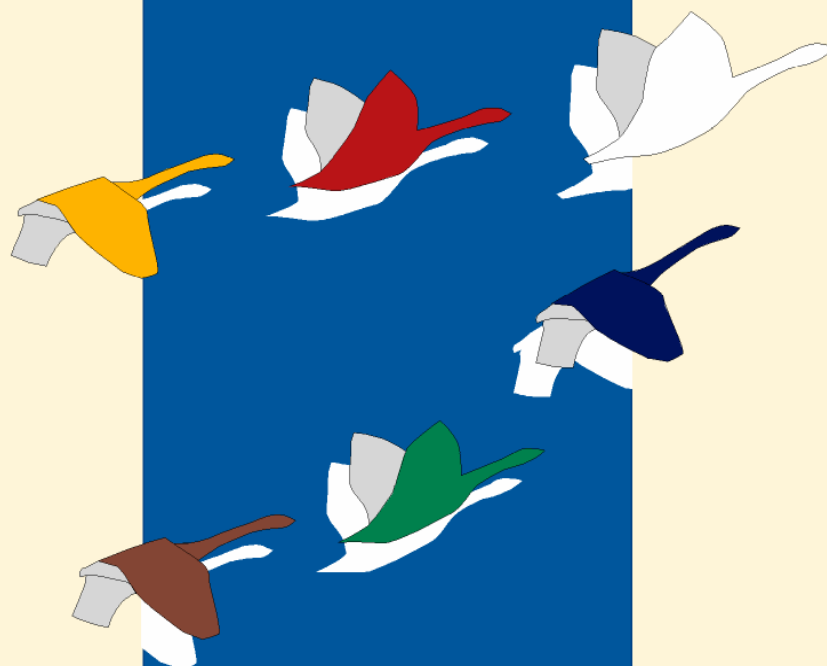


NATURPOLIS

K U U S A M O

KOULUTUS- JA KEHITTAMISPALVELUT



**MUUTTUVA ILMASTO –
HAASTE MATKAILULLE**
Kestävä matkailu muuttuvassa
ilmastossa (KeMMI) -hankkeen
loppuraportti

Tutkimuksia 1/2007

Toimittanut Teija Sakko



RAKENNERAHASTOT

Naturpolis Kuusamo koulutus- ja kehittämispalvelut

Tutkimuksia 1/2007

MUUTTUVA ILMASTO – HAASTE MATKAILULLE Kestävä matkailu muuttuvassa ilmastossa (KeMMI) -hankkeen loppuraportti

Heidi Määttä, Jarkko Saarinen, Teija Sakko, Pirkko Siikamäki ja Kaarina Tervo

Kuusamon kaupunki

Naturpolis Kuusamo koulutus- ja kehittämispalvelut

Oulangantie 1, 93600 Kuusamo

Tilaukset: www.naturpolis.fi / julkaisuja

ISBN 978-952-5458-39-8

Kuusamo 2007



RAKENNERAHASTOT



- 2 -



Sisällys

Esipuhe.....	4
1. Johdanto.....	5
1.1 Maailmanlaajuinen ilmastonmuutos.....	5
1.1.1 Havaittu ilmastonmuutos.....	5
1.1.2 Ilmastoskenaariot maailmanlaajuisesti ja Suomelle.....	6
1.1.3 Ilmastonmuutos ja lumipeite pohjoisella pallonpuoliskolla.....	8
1.1.4 NAO-ilmiö ilmastonmuutoksen epävarmuustekijänä.....	9
1.2 Ilmastonmuutoksen merkitys matkailussa.....	10
1.2.1. Matkailuyrittäjien sopeutuminen ilmastonmuutokseen.....	12
1.2.2 Lumetus sopeutumiskeinona.....	13
1.3 Hiihtokeskusten ympäristövaikutukset.....	15
1.3.1 Lumetuksen ja rinteidenhuoltotoimenpiteiden ympäristövaikutuksia.....	16
1.3.2 Hiihtokeskusten vesistövaikutuksia.....	17
2. Tutkimusalue.....	18
3. Tutkimuksen tarkoitus.....	19
I OSARAPORTTI: Ilmaston muuttuminen Koillismaalla.....	22
1. Tutkimuksen tarkoitus.....	22
2. Tutkimusaineisto ja menetelmät.....	22
3. Tulokset.....	24
3.1. Koillismaan ilmaston muuttuminen mitattuna ajanjaksona.....	24
3.2 Koillismaan lumisuuden muutokset tulevaisuudessa.....	35
II OSARAPORTTI: Koillismaan matkailuelinkeinon sopeutuminen ilmaston muuttumiseen.....	40
1. Tutkimuksen tarkoitus, aineisto ja menetelmät.....	40
2. Tulokset.....	41
2.1. Suhtautuminen ilmastonmuutokseen Koillismaalla ja Pohjois-Suomessa.....	44
2.2. Talvimatkailun tulevaisuus Koillismaalla.....	46
III OSARAPORTTI : Hiihtokeskusten vesistövaikutukset.....	48
1. Tutkimuksen tarkoitus.....	48
2. Aineisto ja menetelmät.....	48
3. Tulokset.....	51
3.1 Veden laatu Rukan hiihtokeskuksen lähialueen järvissä.....	51
3.1.1 Järvien laatuluokitus ja veden laadun vertailu.....	51
3.1.2 Pintavalunnan ravinnepitoisuudet ja niiden vuodenaikaisvaihtelu.....	56
3.2.3 Valuma-alueiden maankäytön ja maanpeitteen rakenteen suhde vedenlaatuun.....	58
4. Matkailu vaikuttaa veden laatuun - vaikuttaako veden laatu matkailuun?.....	60
Yhteenveto.....	62

Esipuhe

Tämä tutkimus jatkaa Oulun yliopiston ja Koillismaan tutkimusyhteistyön pitkää perinnettä. Matkailu- ja ympäristötutkimus ovat tuoreimman Oulun yliopiston ja Koillismaan yhteistyötä pohtineen työryhmän esityksen mukaan tutkimusyhteistyön painopistealueita kulttuurin ja historian tutkimuksen ohella. Oulun yliopiston alueellinen yksikkö Koillismaalla on tätä nykyä Thule-instituutin osana toimiva Oulangan tutkimusasema. Thule-instituutti puolestaan on Oulun yliopiston yksikkö, joka kehittää ja koordinoi yliopiston Pohjoisuus ja ympäristö -painoalaan liittyvää tutkimusta ja opetusyhteistyötä.

Matkailu on Pohjois-Suomessa kasvava talouden ala. Erityisesti Koillis-Suomessa matkailun merkitys on kahden viime vuosikymmenen kuluessa muodostunut hyvin merkittäväksi. Matkailutalous paitsi työllistää alueen väestöä myös osaltaan turvaa infrastruktuurin ja palveluiden säilymistä alueella, jossa perinteisten elinkeinojen kuten maa- ja metsätalouden merkitys on vähentynyt ja alueen oma väestöpohja ei enää kaikilta osin riitä niitä ylläpitämään. Koillis-Suomen matkailu perustuu vahvasti luonnonvetovoimaan ja sen varaan rakennettuun monipuoliseen matkailutarjontaan. Luonnonympäristön keskeinen rooli matkailutaloudessa ja tuotteissa korostaakin luonnon ja sen muutosten sekä muutostekijöiden ennakoinnin merkitystä matkailun kehittämistyössä ja aluekehitystoiminnassa. Tässä tutkimuksessa raportoidaan ilmastonmuutoksen ja matkailun välistä vuorovaikutusta tutkineen Kestävä matkailu muuttuvassa ilmastossa (KeMMI) –hankkeen tuloksia. Hanke toteutettiin yhteistyössä Oulun yliopiston NorTech Oulu -yksikön, maantieteen laitoksen, Oulangan tutkimusaseman sekä kehittämissyhtiö Naturpolis Oy:n kanssa.

Kiitän kaikkia tutkimuksessa mukanaoleita tahoja ja henkilöitä. Toivon, että tämä tutkimus edesauttaa paikallista matkailuelinkeinoa ennakoimaan ja sopeutumaan ilmastonmuutoksen myötä muuttuvaan matkailun toimintaympäristöön.

Pirkko Siikamäki



Oulangan tutkimusaseman johtaja

1. Johdanto

1.1 Maailmanlaajuinen ilmastonmuutos

Ilmaston on havaittu muuttuneen eri puolilla maapalloa, niin kokonaisten maanosien mittakaavassa kuin pienemmilläkin alueilla (IPCC 2007: 5). Ilmaston muuttumisessa ei sinänsä ole mitään uutta, sillä maapallon ilmasto on vaihdellut lämpimistä ajanjaksoista jääkausiin läpi historiansa. Nykyinen ilmastonmuutos on kuitenkin poikkeuksellinen. Ihminen on toiminnallaan lisännyt kasvihuonekaasujen, kuten hiilidioksidin, määrää ilmakehässä ja kiihdyttänyt näin ilmaston lämpenemistä (Keskitalo 2005: 9). Kansainvälisesti ilmastonmuutosta on tutkittu useissa eri tutkimushankkeissa. Euroopalle ja Suomelle kolme tärkeintä ja ajankohtaisinta ovat hallitusten välisen ilmastopaneelin (IPCC eli Intergovernmental Panel on Climate Change 1988–2007), ACIA:n (Arctic Climate Impact Assessment 2004) ja ACACIA:n (Assesment of Potential Effects And Adaptations for Climate Change in Europe 2001) raportit.

1.1.1 Havaittu ilmastonmuutos

IPCC:n tutkimustulosten mukaan maapallon keskilämpötila on noussut 0,74 astetta viimeisen sadan vuoden aikana (1906–2005) ja maapallon kahdestatoista kaikkein lämpimimmistä vuodesta yksitoista ovat sattuneet vuosille 1995–2006. Lisäksi kuluneen 50 vuoden aikana lämpötilan nouseminen on kiihtynyt kaksinkertaiseksi satavuotiseen trendiin verrattuna (IPCC 2007: 5). Euroopan keskilämpötila on puolestaan noussut asteen verran, ja pohjoisella napa-alueella lämpeneminen on ollut kaksi kertaa nopeampaa kuin maapallolla keskimäärin. Joissain osissa arktista aluetta lämpötila on kohonnut jopa 3–4 astetta viimeisen 50 vuoden aikana (ACIA 2004: 992, Parry 2000: 49). Myös sademäärissä on havaittu pitkäaikaisia trendejä useilla alueilla viimeisen sadan vuoden aikana. Pohjois-Euroopassa sademäärät ovat lisääntyneet, vaikka niissä



on voimakasta ajallista ja alueellista vaihtelua (IPCC 2007: 7). ACACIA-raportin (Parry 2000: 51) mukaan viime vuosisadalla Pohjois-Euroopan sademäärät ovat kasvaneet 10–40 prosenttia alueesta riippuen samalla kun Etelä-Euroopan sademäärät ovat laskeneet noin 20 prosenttia. Maapallon jää- ja lumipeite on keskimäärin pienentynyt molemmilla pallonpuoliskoilla, ja niiden sitomatta jättämä vesimäärä on nostanut merenpinnan korkeutta. Arktisen alueen lumipeite on viimeisten 30 vuoden aikana supistunut 10 prosenttia. Lisäksi lumisen kauden pituus on lyhentynyt koko maapallolla (IPCC 2007: 6, ACIA 2004: 31).

Suomen ilmastohistoriassa suuret vuosien väliset erot ovat olleet tyypillisiä, mikä hankaloittaa selkeiden lämpötila- ja sademäärätrendien havaitsemista (Ilmastonmuutos ja Suomi, tiivistelmä 1996: 4). Tuomenvirran (2004: 71) mukaan koko Suomen sademäärissä ei ole havaittavissa yhtenäistä trendiä 1900-luvun aikana. Mitattuja ilmastotietoja Suomessa on viimeisten 150 vuoden ajalta, ja tänä ajanjaksona Suomen keskilämpötila on kohonnut noin asteen verran (Ilmatieteen laitos 2007). Kevään keskilämpötilat ovat Suomessa kohonneet eniten. Ilmatieteen laitoksen mukaan kevään lämpötilat ovat nousseet 150 vuoden aikana noin kaksi astetta. Talvilämpötilat ovat puolestaan nousseet asteen verran (Ilmatieteen laitos 2007). Vaikka havaittu muutos vaikuttaa pieneltä, on se silti luonnon toiminnan kannalta merkittävä, sillä jää- ja lämpökausien väliset lämpötilaerot ovat aiemmin olleet vain muutamia asteita (Kuusisto ja Käyhkö 2004: 22–23).

1.1.2 Ilmastoskenaariot maailmanlaajuisesti ja Suomelle

IPCC on laatinut päästöskenaarioidensa pohjalta useita arvioita ilmaston lämpenemisestä ja sadannan muutoksista sekä niiden vaikutuksista. Samoja päästöskenaarioita on käytetty myös ACIA:n ja ACACIA:n ilmastoskenaarioissa. Tehdyt skenaariot eivät ole varmoja ennusteita vaan ilmaston kehityksen mahdollisia vaihtoehtoja. Vaikka ilmastoskenaariot ovat epävarmoja, ne ovat tulevaisuuden kuvauksia, joiden toteutuminen on mahdollista (Kuusisto ja Käyhkö 2004: 130). IPCC:n ACIA:n ja ACACIA:n ilmastoskenaariot vuoteen 2100 saakka on koottu taulukkoon 1 lämpötilan, sademäärän ja lumisuuden osalta. Muutosten ääripäät edustavat päästöjen ja talouden kehitysten ääripäitä IPCC:n päästöskenaarioiden mukaisesti.



Taulukko 1. Muutokset vuoteen 2100 mennessä pohjoisella pallonpuoliskolla eri hankkeiden ennusteiden mukaan (IPCC 2007, ACIA 2004: 28–31, Parry 2000: 55–57).

	Lämpötila		Sademäärä	Lumipeite
	Vuotuisen lämpötilan muutos (°C)	Talvikauden lämpötilan muutos (°C)	Talvikauden sademäärän muutos (%)	
IPCC 2007	+1,8–4,0	–	+20	–
ACIA 2004	+3,0–5,0	+4,0–7,0	+20	-10–20%
ACACIA 2000	+1,0–4,0	+1,0–6,0	+10–40	–

Tuoreimman IPCC:n raportin mukaan maapallon lämpötila tulee nousemaan 1,8–4,0 astetta vuoteen 2100 mennessä riippuen talouden ja päästöjen kehityksestä. Epävarmuusväli on kuitenkin 1,1–6,4 astetta, joten pahimmassa tapauksessa maapallon keskilämpötila voi olla 6,4 astetta nykyistä lämpimämpi vuonna 2100 (IPCC 2007:13). Eniten lämpötilojen ennustetaan nousevan pohjoisen pallonpuoliskon maa-alueilla ja erityisesti arktisella alueella. Myös sademäärien muutokset ovat suurimpia juuri pohjoisella pallonpuoliskolla. Useissa ennusteissa pohjoisen pallonpuoliskon sademäärät lisääntyvät keskimäärin 20 prosentilla talvikauden aikana, ja ACACIA:n ennusteiden perusteella sademäärät lisääntyvät jopa 40 prosenttia tietyillä alueilla. Säätt muuttuvat epävakaisemmiksi helleaaltojen ja rankkasateiden yleistyessä. Lumi- ja jääpeite pienenee, ja joissain IPCC:n ennusteissa Pohjoisen jäämeren jää sulaa lähes kokonaan (IPCC 2007: 15, ACIA 2004: 28–31, Parry 2000: 55–57).

FINSKEN-hankkeen (Developing consistent global change scenarios for Finland) tutkimustulosten mukaan Suomen keskilämpötila kohoaa tämän vuosisadan aikana 0,3–0,6 astetta vuosikymmenessä. Vuoteen 2100 mennessä vuoden keskilämpötilan ennustetaan kohoavan 2,4–7,4 astetta (Jylhä ym. 2004: 139). Ennakoitu muutos on 4–10 kertaa nopeampi kuin havaittu lämpötilan kohoaminen. Talvikauden lämpötilan ennustetaan kohoavan nopeammin kuin vuotuisen keskilämpötilan, mikä vaikuttaa selvästi pakkaspäivien lukumäärään ja talvikauden pituuteen. FINSKEN-hankkeen arvioiden mukaan ensimmäiset pakkaset myöhästyvät syksyllä 15–30 vuorokaudella, ja vastaavasti viimeiset pakkaset aikaistuvat keväällä vuosisadan loppuun mennessä (Jylhä ym. 2005: 25). Sademäärät puolestaan kasvavat 1–2 prosenttia vuosikymmenessä (Jylhä ym. 2004: 142). Sademäärän ennustetaan lisääntyvän eniten

talvikuukausina, minkä arvioidaan aluksi vaikuttavan lumipeitettä lisäävästi, mutta vuosisadan lopulla pakkasten väheneminen ohentaa lumipeitettä ja lyhentää pysyvän lumen kestoja. FINSKEN-hankkeen arvioiden mukaan (Jylhä ym. 2005: 26–28) keskimääräinen lumensyvyys jää Suomessa alle puoleen nykyisestä vuosisadan loppupuolelle tultaessa. Vaikka yleinen trendi onkin ilmaston lämpeneminen ja sademäärien lisääntyminen, voivat yksittäisten vuosien väliset erot olla suuria. Tarkemmat lukemat ennusteista koko vuodelle sekä syys- ja kevätkaudelle on koottu taulukkoon 2.

Taulukko 2. FINSKEN-hankkeen ennusteet Suomen keskilämpötilan ja sadannan muutoksille kolmella ajanjaksolla vuoteen 2099 saakka (Jylhä ym. 2004: 139–142; tekijän muokkaama).

	2010–39	2040–69	2070–99
Lämpötilan muutos (°C)	1,3–3,1	1,8–5,2	2,4–7,4
Syys-marraskuu	0,9–2,9	1,5–5,2	2,1–7,1
Maalis-toukokuu	1,1–4,2	1,5–7,8	2,2–11,7
Sademäärän muutos (%)	2–16	1–28	6–37
Syys-marraskuu	0–15	2–29	3–35
Maalis-toukokuu	-2–25	1–37	4–56

1.1.3 Ilmastonmuutos ja lumipeite pohjoisella pallonpuoliskolla

Kylmät talvet ja pysyvä lumi ovat boreaalisen alueen ilmaston tunnusmerkkejä. Lumipeitteen laajuuden ja syvyyden muutoksilla on selkeä vaikutus niin kasvi- kuin eläinlajistoon. Lumipeite toimii eristeenä ja suojana talvikauden aikana, ja on monille lajeille elintärkeä. Lumisuudella on vaikutuksensa myös boreaalisen alueen kansoille. Esimerkiksi talvikauden matkailu kärsii katoavasta lumipeitteestä, ja luonto lumipeitteen eristävän vaikutuksen häviämisestä. Lisäksi lumipeitteellä on tärkeä merkitys pohjoisten alueiden ihmisille kaamoksen aikana. Lumisuus tuo lisää valoa ja piristää ihmisten mielialaa pimeänä aikana (Jaagus 1997: 65, 76, ACIA 2004: 31).

Muun muassa IPCC (2007: 872) ennustaa juuri talvien lämpenevän muita vuodenaikoja enemmän Pohjois-Euroopassa. ACIA:n (2004: 28) ja ACACIA:n (Parry 2000: 55) raporttien mukaan ilmaston lämpenemisen on myös ennustettu olevan voimakkainta pohjoisen



pallonpuoliskon maa-alueilla ja erityisesti arktisella alueella. Lumipeitteellä on oma vaikutuksensa ilmastoon. Lumipeite alentaa lämpötiloja niin paikallisessa kuin maailmanlaajuisessa mittakaavassa (Cohen ja Rind 1991: 689). Lumipeitteen albedo eli heijastuskyky on monin kerroin suurempi kuin paljaan maan. Lumi heijastaa auringon lyhytaaltoisesta säteilystä 45–85 prosenttia, jolloin vain osa auringon säteilystä imeytyy maahan ja pääsee lämmittämään ilmakehää (Strahler ja Strahler 2002: 86). Lumipeitteen pieneneminen vähentää näin maapallon albedoa ja vaikuttaa ilmakehää lämmittävästi (Cohen ja Rind 1991: 689). Voidaan siis ajatella, että lumipeite on hyvä ilmastoindikaattori borealisella havumetsävyöhykkeellä ja arktisella alueella (Jaagus 1997: 69).

Lumisuudessa havaitaan suurta alueellista ja ajallista vaihtelua (Cohen ja Rind 1991: 689). Erityisesti leutojen talvien aikana lumipeitteen alueellinen vaihtelu on suurta (Jaagus 1997). Lämpötilan on havaittu olevan suurin lumipeitteen syvyyttä ja pysyvän lumen kestoa selittävä muuttuja (Brown 2000: 2353, Jaagus 1997: 65, Karl ym. 1993: 1327). Sademäärä on muuttujana hankalampi. Lumipeitteen syvyys on riippuvainen sademäärästä, mutta sade voi tulla sekä lumena että vetenä, jolloin riippuvuus on joko negatiivista tai positiivista. Lisäksi sadannan ajallinen ja alueellinen vaihtelu sekä satunnaisuus ovat suuria (Jaagus 1997: 66). Ilmastonmuutoksella on jo ollut vaikutuksensa maapallon lumipeitteeseen. Pohjoisen pallonpuoliskon lumipeitteen laajuus on Brownin (2000: 2353) mukaan pienentynyt yli 20 prosentilla ajanjaksolla 1922–97. Vähennemisellä havaittiin olevan selkeä yhteys talvikauden lämpenemiseen ja erityisesti maalisi- ja huhtikuun keskilämpötilojen kohoamiseen (Brown 2000: 2353–2354).

1.1.4 NAO-ilmiö ilmastonmuutoksen epävarmuustekijänä

NAO (North Atlantic Oscillation) eli Pohjois-Atlantin heilahdus on ilmakehän ja meren vuorovaikutusilmiö, jota mitataan ilmanpaine-erona Pohjois-Atlantilla keskileveyksien matalapaineen ja subtrooppikin korkeapaineen välillä. Ilmanpaineiden erotusta kutsutaan NAO-indeksiksi (Hurrell 2001). Indeksillä ollessa positiivinen keskileveyksien matalapaine on syventynyt tai subtrooppikin korkeapaine kohonnut. Tällöin Pohjois-Euroopassa ja USA:n itäosissa vallitsevat leudot



ja sateiset talvet, ja voimistuneet länsituulet tuovat tavallista enemmän sykloneita Euraasian mantereelle, jolloin Pohjois-Euroopan talven aikana saadaan paljon lunta. Samalla Kanadassa, Grönlannissa ja Etelä-Euroopassa on tavallista kylmempää ja kuivempaa. Negatiivisen vaiheen aikana matalapaine-ero keskileveyksien ja subtropiikin välillä on tavallista pienempi, ja Pohjois-Euroopassa vallitsevat kylmät ja kuivat talvet. Tällöin Canadian, Grönlannin ja Etelä-Euroopan seuduilla on tavallista lämpimämpää ja sateita saadaan normaalia enemmän (Hurrell 2001, Smolinski 2004, Visbeck 2007).

NAO-ilmiötä on jo kauan pidetty merkittävänä ilmastollisena tekijänä pohjoisella pallonpuoliskolla. Ilmiön vaikutus on suurin Pohjois-Amerikassa ja Euroopassa, mutta se ulottuu läpi koko Euraasian. Useissa tutkimuksissa on havaittu suuri korrelaatio erityisesti talvikauden lämpötiloilla ja NAO-indeksillä (ACIA 2004: 24–25). NAO-aikasarjoissa on havaittavissa selkeää kuukausittaista ja vuotuista vaihtelua, mutta myös pidempiä negatiivisen ja positiivisen vaiheen jaksoja. NAO-indeksiä on seurattu 1800-luvulta lähtien, ja siinä on havaittu 2–3 ja 4–6 vuoden jaksotusta (Ilmatieteen laitos 2007). 1960-luvulla indeksi oli pääosin negatiivinen, mutta 1970-luvulta lähtien positiivisten vaiheiden ajanjaksot ovat lisääntyneet ja 1990-luvulla indeksi oli pääosin positiivinen. Syytä tähän pitkäkestoiseen trendiin on tutkittu, ja sen taustalla uskotaan olevan yleisempi koko ilma- ja merikehää koskettava muutos (ACIA 2004: 25). Ilmiön trendiä on pyritty ennustamaan ja sen yhteyttä kasvihuonekaasujen lisääntyneeseen määrään on tutkittu paljon. Vielä ilmiön luonnetta ei täysin tunneta, mutta monet tutkijat uskovat, että NAO:n viimeaikainen kehitys ei johdu vain luontaisesta vaihtelusta (Hurrell 2001, Gimelo ym. 2003).

1.2 Ilmastonmuutoksen merkitys matkailussa

Kuvattu ilmastonmuutos asettaa toteutuessaan merkittävän haasteen matkailulle. Vaikka muut kuin ilmastolliset tekijät korostuvatkin usein matkailun muutosherkkyyttä ja matkailualueiden dynaamisuutta arvioitaessa, sään ja ilmaston merkitys alueiden matkailullista vetovoimaa ja matkailukysyntää määrittävinä tekijöinä on suuri. Ilmasto vaikuttaa muun muassa matkailijoiden matkustusaktiivisuuteen ja toimintaan matkakohteessa, tarjonnan muodostumiseen ja matkailun kausiluonteisuuteen. Huolimatta ilmaston vaihtelusta on ilmastoa ja säätä pidetty



muuttumattomina matkailun resursseina, ja vasta viime aikoina - ilmastonmuutoskeskustelun lisääntymisen myötä - matkailussa on havahduttu huomaamaan sen olennaista vetovoimatekijää uhkaava muutos. Ilmasto-oloissa tapahtuvien muutosten vaikutukset kohdistuvat ensisijaisesti luontomatkailuun ja luonnon virkistyskäyttöön eli luonnon olosuhteista riippuvaisiin matkailun muotoihin kuten hiihtoon, lasketteluun, retkeilyyn ja veneilyyn. Myös muut matkailun muodot ovat kuitenkin ainakin osittain riippuvaisia ilmastosta, sillä esimerkiksi kulttuuri- ja kaupunkimatkailussa matkustusajankohdat suunnitellaan usein sääolosuhteiden mukaan (Mieczkowski 1985: 220).

Ilmasto-oloissa tapahtuvat muutokset voivat vaikuttaa matkailuun kahdella tavalla: suoraan matkailuaktiviteetteihin ja niiden harrastusmahdollisuuksiin ja epäsuorasti muuttamalla maisemallisia vetovoimatekijöitä (König 1998). Välillisiä vaikutuksia voivat olla myös esimerkiksi energiankulutukseen ja liikennevälineisiin liittyvän tai ympäristölainsäädännön muuttuminen sekä muut matkailun rakenteeseen vaikuttavat tekijät. Vaikutukset kohdistuvat sekä lähtö- että kohdealueisiin ja liikkumiseen niiden välillä. Lisäksi ilmastonmuutoksen vaikutukset matkailuun yhdellä alueella saattavat heijastua muille alueille. Koska ilmastonmuutoksen luonne, pääasialliset matkailumuodot ja riippuvuus matkailusta vaihtelevat alueittain, vaikutusten voimakkuudessa on alueellisia eroja (Smith 1990, Abegg ym. 1998).

Suomessa ilmastonmuutoksen on arvioitu vaikuttavan erityisesti talvimatkailun tulevaisuuteen ja myös tässä raportissa tarkastellaan ilmastonmuutosta pääasiassa talvimatkailun kannalta. Luontoon perustuvan talvimatkailun merkitys Koillismaalla on suuri ja erityisesti talvimatkailu on kasvattamassa suosiotaan sekä kotimaisten että ulkomaisten matkailijoiden keskuudessa. Kylmät talvet ja lumisuus kuuluvat olennaisesti Suomeen liitettyihin mielikuviin ja myös matkailumarkkinoinnissa hyödynnetään talvisia elementtejä, joiden muuttumisella voi olla merkittäviä seurauksia. Pitkällä tarkasteluvälillä ilmastonmuutoksen mahdollisia vaikutuksia ovat muun muassa lumimäärän väheneminen ja lumi- sekä jääpeitekauden lyhentyminen, lumen vesiarvojen muuttuminen ja lumivyöryjen sekä kovien tuulten yleistyminen. Nämä voivat hankaloittaa matkailuaktiviteettien toteuttamista ja johtaa edelleen asiakkaiden vähenemiseen tai siirtymiseen eri alueille. Kesämatkailuun kohdistuvia vaikutuksia pidetään lievempinä ja



myönteisimpinä, sillä kesien lämpeneminen ja piteneminen lähitulevaisuudessa parantavat kesäaikaan sijoittuvan luontomatkailun toimintamahdollisuuksia (Sievänen ym. 2005).

1.2.1. Matkailuyrittäjien sopeutuminen ilmastonmuutokseen

Ilmaston muuttuessa matkailualan toimijat joutuvat miettimään omaa suhtautumistaan muutokseen ja sen vaikutuksiin omassa toiminnassaan. Mikäli toimintaolosuhteet muuttuvat merkittävästi, on toiminnan jatkamiseksi joko turvattava entisten aktiviteettien toteuttaminen muuttuvassa ilmastossa tai kehitettävä uusia, muuttuvaan ilmastoon soveltuvampia tuotteita. Mahdollisia toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi panostaminen lumetusjärjestelmiin tai muihin lumivarmuutta parantaviin menetelmiin, toiminnalliset tai tuotteita koskevat muutokset ja toimintaympäristöjen muokkaus (Saarinen ja Tervo 2006, Scott 2006). Lisäksi on samanaikaisesti pyrittävä ylläpitämään alueen vetovoimaisuutta matkailijoiden silmissä, mikä voi tapahtua esimerkiksi uudistamalla hinnoittelua tai markkinointia.

Muutosten alueellisista eroista ja matkailun muotojen erilaisesta altistumisesta johtuen sopeutumisen tarve ja sopeutumismenetelmien käyttökelpoisuus vaihtelevat. Samat menetelmät eivät välttämättä sovi samanlaisia palveluja tarjoaville yrityksille eri toiminta-alueilla, tai samalla alueella toimiville, erilaisiin matkailutuotteisiin keskittyneille yrityksille. Lisäksi yritysten toimintamallit, yritysten koko sekä toimintaympäristöt ja niiden herkkyys saattavat vaikuttaa sopeutumismenetelmien sopivuuteen. Näiden asioiden arviointi jää viime kädessä yrittäjien itsensä arvioitavaksi, sillä tutkimustietoa erilaisista sopeutumismenetelmistä on toistaiseksi olemassa vähän ja vain muutamalta alueelta.

Suomessa matkailuyritysten sopeutumismahdollisuuksia on selvitetty toistaiseksi hyvin vähän (Sievänen ym. 2005). Tutkimuksen vähyys ei kuitenkaan tarkoita, että matkailuyrityksillä ei olisi valmiuksia varautua ilmaston muuttumiseen. Esimerkiksi tutkimuksessa suomalaisten luontomatkailuyrittäjien sopeutumisesta ilmastonmuutokseen (Saarinen ja Tervo 2006) erityisesti Pohjois-Suomessa toimivien talvimatkailuyrittäjien kokemukset ilmaston (luonnollisesta) vaihtelusta osoittautuivat sopeutumisprosesseja tukeviksi. Matkailuaktiviteetit altistuivat eri tavoin



ilmasto-oloissa tapahtuneille muutoksille ja yrittäjät turvautuivat erilaisiin menetelmiin torjuakseen tai estääkseen vaihtelusta aiheutuvia haittoja. Yrittäjät mainitsivat muun muassa lumettavansa toiminta-alueitaan, mukauttavansa markkinointiaan sääolojen mukaan, kehittävänsä uusia tai lumesta riippumattomampia tuotteita sekä suunnittelevansa korvaavia ohjelmia lumettomuuden, vesisateen tai kovien pakkasten varalle. Mikäli ilmasto lämpenee ja lumikausi lyhenee merkittävästi, on todennäköistä, että näiden menetelmien käyttö lisääntyy entisestään.

1.2.2 Lumetus sopeutumiskeinona

Lumetuksessa lunta tuotetaan keinotekoisesti esimerkiksi sähkökäyttöisellä lumitykillä. Keinolumen (teko-, tykkilumi) tekemiseen tarvitaan vettä, ilmaa ja energiaa sekä riittävän alhainen lämpötila. Vesi suihkutetaan paineilman avulla pieninä pisaroina ilmaan, jolloin, lämpötilan ollessa riittävän alhainen, pisarat ehtivät jäätyä läpikotaisin lumeksi ennen maahan laskeutumista. Jos veteen lisätään bakteereita tai kemikaaleja edistämään kiteytymistä, lumetus voidaan aloittaa muutamassa miinusasteessa (esim. Rixen ym. 2003: 221). Myös riittävän tehokkailla tykeillä keinolunta voidaan tehdä jo syksyn ensimmäisinä pakkasöinä (Parviainen M., suullinen tiedonanto).

Saarisen ja Tervon (2006) mukaan talvimatkailussa useimmiten käytetty menetelmä oli toiminta-alueiden lumettaminen joko lumitykeillä tai muualta tuodulla lumella. Kansainvälisissä tutkimuksissa on kiinnitetty huomiota erityisesti lumettamiseen (Bürki 2000), sillä sen ajatellaan olevan ensisijaisia laskettelun tulevaisuutta turvaavia menetelmiä ilmaston vaihtelun ja lämpenemisen varalta. Pohjois-Amerikassa suuri osa laskettelukeskuksista toimiikin lumitykeillä tuotetun lumen varassa (Scott ja McBoyle 2007). Myös Suomessa noin 80 prosenttia laskettelurinteistä lumetetaan (Marttila ym. 2005). Lumetus ei ole enää kuitenkaan vain laskettelukeskusten käytössä, sillä Pohjois-Suomessa myös ohjelmapalveluyritykset ovat alkaneet sijoittaa aiemmin lähinnä laskettelurinteillä käytettyihin lumetusjärjestelmiin (Saarinen ja Tervo 2006).

Suomen Hiihtokeskusyhdistys ry:n Internet-sivuilla (www.ski.fi) esiteltävästä 76 Suomen hiihtokeskuksesta jokainen Etelä- ja Keski-Suomen keskus on ilmoittanut lumettavansa rinteitään



kaudella 2006–07. Pohjois-Suomen keskuksista Pallaksen ja Aavasaksan hiihtokeskusten rinteitä ei oltu lumetettu laisinkaan (SHKY 2006). Muutamissa Suomen hiihtokeskuksissa lumetusjärjestelmät ovat käytössä myös hiihtolatujen varsilla. Levillä avattiin vuonna 2006 ensimmäinen latu lokakuun 21. päivä. Käyttäjille ilmainen, 9 kilometrin mittainen latu saadaan hiihdettävään kuntoon lumetuksen avulla (Levin ensilumenlatu 2006). Vuokatissa hiihtokautta pidentävät ensilumenladun lisäksi hiihtoputki ja lumilautatunneli, jotka toimivat tykkilumen avulla ympäri vuoden (Lumilajit tunneleissa 2007). Tulevaisuudessa lumetuksella voi olla yhä suurempi merkitys hiihtokeskusten keskinäisessä kilpailussa sekä edelleen riittävän pitkän kauden ylläpitämisessä.

Scottin ym. (2006a) raportissa muistutetaan, että vaikka lumetus on merkittävä sopeutumisstrategia, siitä aiheutuvat kustannukset ja haitat voivat olla joillekin laskettelukeskuksille liian suuria siitä saatavaan hyötyyn verrattuna. Esimerkiksi Rukalla 600 000–800 000 kuutiometrin lumimäärän teko maksaa arviolta 240 000–320 000 euroa (Laari 2007). Lisäksi lumitykit maksavat Leikosken (2005: 72) mukaan noin 25 000 euroa kappaleelta. Scott ym. (2006b: 385) mukaan Pohjois-Amerikan laskettelukeskuksissa lumetuksen osuus rinteiden käyttökustannuksista on 4,5–6,7 prosenttia alueesta riippuen. Energiankulutuksen osuus lumetuksen kokonaiskustannuksista voi vaihdella kausittain suuresti. Esimerkiksi USA:n koillisosissa kulutuksen osuus oli kautena 2001–2002 hieman yli 30 prosenttia ja seuraavana kautena noin puolet tästä (Scott ym. 2006b: 385). Jos ilmasto lämpenee kuten on ennustettu, keinolunta tarvitaan yhä useammin ja yhä enemmän. Lämpötilan noustessa lisääntyvät kuitenkin lumen tekemisen kustannukset ja energiankulutus (Parviainen M., suullinen tiedonanto; Scott ym. 2006a: 7).

Lämpenemisen seurauksena keinolumeen saatetaan joutua lisäämään kemikaaleja edesauttamaan vesipisaroiden jäätymistä (Scott ja McBoyle 2006). Näiden kemikaalien sekä lannoitteiden ja suolojen käyttö aiheuttavat laskettelukeskuksille lisäkustannuksia. Lumetuksen kustannuksiin vaikuttavat myös muut sääolosuhteet, kuten kosteus ja tuuli, lumetusjärjestelmän tehokkuus sekä energia- ja työvoimakustannukset. Kustannusten kasvu lumen tarpeen ja lämpötilan kasvun huomioon ottaen on ennusteiden mukaan noin 10–60 prosenttia vuoteen 2020 mennessä tietyissä Pohjois-Amerikan hiihtokeskuksissa. Vuoteen 2050 mennessä kustannusten voidaan odottaa kaksinkertaistuvan tai kasvavan jopa enemmän (Scott ym. 2006b: 392–393).

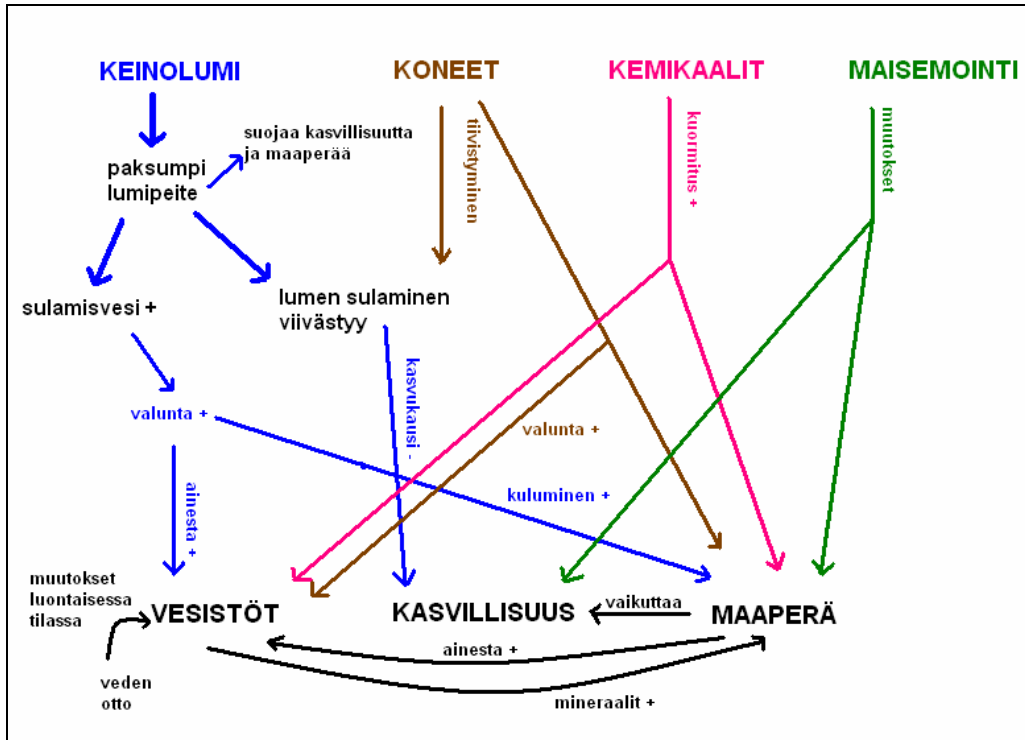


Laskettelurinteiden ja hiihtolatuksen lumettaminen on osoittautunut jotakuinkin kannattavaksi, mutta moottorikelkkakauden jatkaminen tykkilumen avulla on haastavampaa. Pitkien ja suoraviivaisten reittien lumettamiseen tarvittaisiin useita tykkeitä, mikä olisi taloudellisesti ja logistisesti epäkäytännöllistä. Reittien tasoittamisella kelkkailua voitaisiin harrastaa vähemmälläkin lumimäärällä, mutta toisaalta moottorikelkkailu voidaan korvata muulla vastaavatyypisellä, lumesta riippumattomalla virkistystoiminnalla, esimerkiksi mönkijäajeluilla (Scott ym. 2007).

1.3 Hiihtokeskusten ympäristövaikutukset

Laskettelurinnetoiminnan ympäristövaikutuksia on tarkasteltu lähinnä maaperän laadun ja kasvillisuuden muutosten näkökulmasta. Lumetuksen vaikutuksia maaperään ja kasvillisuuteen on tutkittu etenkin Alpeilla ja Uudessa-Seelannissa, joissa lumetuksen merkitys on korostunut erityisesti ilmaston lämpenemisen seurauksena (esim. Fahey ja Wardle 1998; Rixen ym. 2003). Lumetuksen lisäksi tutkimuksen kohteena ovat olleet muun muassa koneiden käytön ja lannoittamisen vaikutukset (esim. Fahey ja Wardle 1998; Kälkäjä 2007). Vesistöjen osalta hiihtokeskusten ympäristövaikutuksia koskevaa tutkimusta on tehty muun muassa Yhdysvalloissa, jossa tarkastelun kohteena ovat olleet pääosin virtaavat vedet (esim. Wemple ym. 2007). Metsien hakkuun ja topografian muutosten vaikutuksia ovat tarkastelleet muun muassa Koscielny ym. (2005). Lumetuksen, maisemoinnin sekä koneiden ja kemikaalien käytön ympäristövaikutuksia on koottu kuvaan 1.





Kuva 1. Laskettelurinteiden huoltotoimenpiteiden vaikutukset vesistöihin, kasvillisuuteen ja maaperään.

1.3.1 Lumetuksen ja rinteidenhuoltotoimenpiteiden ympäristövaikutuksia

Laskettelurinteiden huoltotoimenpiteitä ovat esimerkiksi rinteiden maisemointi lumetonta kautta varten sekä varsinaisen laskettelukauden aikainen lumen muokkaaminen. Rinteiden maisemointiin kuuluvat kylvetyyn kasvillisuuden niitto sekä lannoittaminen. Lunta puolestaan muokataan sekä kemiallisesti (tiesuola, formiaatti) että mekaanisesti erilaisilla koneilla. Rukalla tehdyn tutkimuksen (Kälkäjä 2007) mukaan laskettelurinteiden maisemoinniksi kylvetyt heinälajit (vieraslajit) eivät olleet levinneet rinteitä ympäröiviin metsiin lähinnä vuosittain tapahtuvasta niitosta johtuen. Samaisessa tutkimuksessa tarkasteltiin myös laskettelurinteiden maaperän ravinteikkautta. Analyysin perusteella rinteet ovat metsiä ravinteikkaampia, mikä voi olla seurausta rinteiden jokavuotisesta lannoittamisesta. Kälkäjän (2007) tutkimustulosten mukaan rinteiden lannoittaminen vuosittain ei ole heinäkasvillisuuden kannalta tarpeellista. Lannoituskertojen harventamisella voitaisiin vähentää vesistökuormitusta. Lisäksi rinteillä menestyisi myös luontainen kasvillisuus, joka ei vaatisi huoltoa.

Kasvillisuuden muokkaamisella on pyritty estämään mekaanisen rasituksen aiheuttamaa kulumista (Kälkäjä 2007: 40). Toisaalta myös lumettaminen voi toimia kasvillisuutta suojelevana tekijänä sillä paksumpi lumipeite suojaa kasveja sekä lasketteluvälineiden että erilaisten koneiden aiheuttamilta vaurioilta (Rixen ym. 2003: 224). Paksumpi lumipeite suojaa myös maaperää (Rixen ym. 2003: 222). Lumetuksella voi kuitenkin olla myös haitallisia vaikutuksia. Lumetuksen näkyvimmat ja merkittävimmät vaikutukset liittyvät viivästyneeseen sulamiseen sekä sulamisveden määrän kasvuun. Lumipeitteen ollessa paksumpi ja tamppaamisen seurauksena tiiviimpi sulaminen tapahtuu jopa useita viikkoja myöhemmin kuin alueilla, joita ei ole lumetettu. Keväällä 2006 Oulangan tutkimusaseman mittauspaikalla lumet olivat sulaneet 5. toukokuuta, Rukan kesärinteessä puolestaan lasketeltiin 15. kesäkuuta saakka (lumensyvyys aseman pitkäaikaisseurannoista; Ruka-Kuusamo Matkailuyhdistys 2007). Myöhäinen lumen sulaminen viivästyttää kasvien kasvun aloittamista ja maaperän sulamista (Rixen ym. 2003: 223). Veden määrän kasvu sekä maaperän ominaisuuksien ja kasvillisuuden muutokset voivat voimistaa pintavaluntaa ja eroosiota, jolloin alueen hydrologia muuttuu (Rixen ym. 2003: 222, 225).

Myös Fahey ja Wardle (1998) ovat tutkineet rinteiden koneellisen tamppaamisen vaikutuksia maaperään. Laskettelu ja koneet tiivistävät maaperää, jos lunta on vähän. Tiivistyminen vaikeuttaa hapen pääsyä maaperään sekä juurten tunkeutumista ja veden imeytymistä, mikä voi edelleen voimistaa valuntaa ja eroosiota (Wardle ja Fahey 1999: 2, 7-9). Myös lumetusveden pumppaaminen lähialueen vesistä rasittaa vesistöjä, etenkin jos vedenotto tapahtuu talvella kuivan kauden aikaan (Rixen ym. 2003: 225). Vedenottoa voidaan kuitenkin säännöstellä. Esimerkiksi Rukakeskus Oy:lle myönnetty vedenottolupa Vuosselijärvestä rajaa veden johtamisajan marras-joulukuuhun, jolloin järveen tuleva valunta on suurempaa kuin keskitalvella (Ketola 2007).

1.3.2 Hiihtokeskusten vesistövaikutuksia

Wemple ym. (2007) ovat tutkineet valumavesiä kahdelta lähekkäiseltä valuma-alueelta, joista toisen alueella oli hiihtokeskus. Tämän alueen vesissä havaittiin kontrollialuetta enemmän nitraattia, mikä saattoi olla peräisin jätevesistä tai maanmuokkauksesta. Myös muiden liuenneiden aineiden pitoisuudet olivat hiihtokeskusalueella korkeammat johtuen joko suuremmasta virtaamasta tai teiden



suolaamisesta.

Mollesin ja Goszin (1980) tutkimuksessa verrattiin hiihtokeskuksen läpi kulkevaa jokea luonnontilaiseen kontrollijokeen. Tutkimusjoen veden ionipitoisuudet olivat kontrollijokea korkeampia tiesuolauksesta ja sen lieveilmiöistä johtuen. Myös klooripitoisuuksissa havaittiin voimakasta vuodenaikaisvaihtelua (Molles ja Gosz 1980: 204). Korkeimmillaan pitoisuus oli keväällä lumen sulamisen aikaan, mutta sulamisvesien ollessa riittämättömiä huuhtomaan kloori maaperästä havaittiin korkeita pitoisuuksia myös kesäsateiden jälkeen. Korkeiden ionipitoisuuksien lisäksi laskettelukeskuksen alapuolisessa virrassa havaittiin suurempaa sedimentaatiota, joka vähensi selkärangattomien määrää (Molles ja Gosz 1980: 204).

2. Tutkimusalue

Koillismaan alue sijaitsee nimensä mukaisesti Pohjois-Pohjanmaan koillisosassa, ja siihen kuuluvat Taivalkosken ja Kuusamon kunnat. Alue on yhteispinta-alaltaan 8467 neliökilometriä. Koillismaan geomorfologiaa hallitsevat suuret korkeusvaihtelut ja alue kuuluu Karelidien vaara-alueeseen sekä Kuusamon vaara- ja drumliinialueeseen (Fogelberg ja Seppälä 1986: 17). Kasvillisuutta hallitsevat havupuuvaltaiset metsät, joista suurin osa on metsätyypiltään kuivahkoa tai tuoretta kangasmetsää (Ruuhijärvi 1988: 5).

Ilmasto-oloja leimaavat sekä pohjoinen sijainti että suuri Aasian manner idässä. Koillismaa sijaitsee mannerilmaston vaikutusalueella, joten sille ovat tyypillisiä suuret lämpötilanvaihtelut vuoden ja jopa vuorokauden sisällä. Talvet ovat kylmiä ja kuivempia kuin kesät, jolloin alueella saadaan suurin osa sateista. Kesäisin Aasian mantereelta tulevat pitkäkestoiset korkeapaineet tuovat alueelle lämpimiä ja aurinkoisia jaksoja (Autio ja Heikkinen 1999: 116, Vasari 1977: 866). Alueen vuotuinen keskilämpötila on -0.5 astetta ja lämpötilat vaihtelevat heinäkuun +14 asteen ja tammikuun -14 asteen välillä. Pakkaspäiviä on keskimäärin 220 päivää vuodessa (Helminen 1987: 5, 14).



Kosteusoloiltaan Koillismaata voisi Vasarin (1977: 866) mukaan luonnehtia jopa merellisiksi. Alueella sataa 600 millimetriä vuodessa, mikä ei Suomen mittapuulla ole paljon, kun verrataan esimerkiksi Etelä-Suomeen, jossa ylletään paikoin jopa 750 millimetriä vuodessa (Solantie 1987: 19). Alueen alhaiset lämpötilat kuitenkin vähentävät haihtumista, ja ilmasto on yllättävän kostea. Myös läheiseltä Vienan mereltä tulee kosteutta alueelle (Vasari 1977: 866.) Koska Koillismaa on ympäröivän maiseman yläpuolella, sen ilmasto on kylmempi, sillä lämpötila laskee keskimäärin 0,65 astetta sataa metriä kohti. Lännestä tulevat ilmavirtaukset joutuvat nousemaan, mikä lisää alueen kosteutta vesihöyryn tiivistyessä sateeksi (Autio ja Heikkinen 1999: 116). Vesi sataa lumena keskimäärin 160 päivänä vuodessa, ja sulatettuna lumimassa vastaa noin 250–300 millimetriä vettä. Pysyvä lumipeite saadaan koko Koillismaalle keskimäärin 5.11., ja alueelle tulee valkea joulu lähes sadan prosentin todennäköisyydellä. Pysyvä lumikausi kestää noin 190–200 päivää vuodessa ja lumet sulavat alueesta riippuen 15.–20.5. Lumensyvyys on tavallisesti suurimmillaan maaliskuussa, jolloin se on keskimäärin 60–70 senttimetriä (Solantie 1987: 20–21).

Tilastokeskuksen (2007: 11) mukaan matkailu on tutkimusalueella kasvanut nopeasti viime vuosina. Talvikaudella tärkeimmät matkailuaktiviteetit ovat laskettelu ja hiihto, ja kesällä luontomatkailu erilaisten retkien muodossa (Rämet ja Kauppila 2001:19). Alueen kuntien internetsivujen yrityslistojen mukaan talvi- ja luontomatkailuyritysten osa on huomattava. Lisäksi tutkimusalueella on kolme kansallispuistoa, Oulangan, Riisitunturin ja Syötteen kansallispuistot. Matkailusesonkien aikana alueiden harvaan asuttujen kuntien väkiluku kasvaa merkittävästi (Tilastokeskus 2007: 52). Koillismaan suurimmassa talvimatkailukohteessa, Rukalla, aloitettiin laskettelu jo 1940-luvulla. Luonnonlumen rinnalla lumetusta on alettu käyttää 1960-luvulla, ja matkailukeskuksen hiihtosesonki alkaakin yleensä ensimmäisenä Suomessa ja päättyy viimeisenä. Kauden pituus on ollut 2000-luvulla keskimäärin 235 päivää, ja talven 2006–2007 tavoitteena oli 242 hiihtopäivää (Leikoski 2005:72, Ruka-Kuusamo matkailuyhdistys 2007).

3. Tutkimuksen tarkoitus



Tutkimus jakautuu kolmeen osatutkimukseen, joissa selvitetään ilmastonmuutoksen luonnetta alueella sekä sen vaikutuksia matkailuelinkeinon. Lisäksi tarkastellaan alueen matkailun sopeutumista ilmaston muuttumiseen perehtyen tarkemmin erityisesti laskettelussa käytettyyn lumettamiseen ja siihen liittyviin kysymyksiin. Tarkoituksena on luoda kokonaisvaltainen kuva ilmastonmuutoksesta Koillismaalla sekä ilmastonmuutoksen vaikutuksista ilmasto-oloista riippuvaisiin talvimatkailun muotoihin.

Ensimmäisessä osatutkimuksessa tarkastellaan Koillismaan lämpötilan, sademäärän ja lumisuuden muuttumista mitattuna aikana, ja keskitytään erityisesti siihen, miten lämpötilan ja sademäärän muutokset ovat vaikuttaneet talvimatkailun kannalta tärkeään lumipeitteeseen. Lisäksi pyritään ennustamaan Koillismaan tulevia lumiolosuhteita muuttuvassa ilmastossa. Tarkastelussa hyödynnetään Kuusamon lentokentän sekä Oulangan ja Värriön tutkimusasemien pitkäaikaisseurantoja lämpötilan, sadannan ja lumipeitteen osalta luotettavan ilmastohistorian luomiseksi Koillismaan alueelle.

Toisen osatutkimuksen tavoitteena on arvioida Koillismaan matkailuelinkeinon haavoittuvuutta ja sopeutumista ilmastonmuutokseen. Tutkimuksessa selvitetään ilmastonmuutoksen vaikutuksia Koillis-Suomen talvimatkailuun ensimmäisen osatutkimuksen tuloksena saatavien alueellisten ilmastonmuutosskenaarioiden sekä matkailuyrittäjille tehtävän kyselytutkimuksen ja täydentävän haastattelututkimuksen avulla. Tarkoituksena on myös arvioida alueen matkailumuotojen herkkyyttä ilmaston muuttumiselle, ja alueen matkailutoimijoiden suhtautumista ilmastonmuutokseen. Tavoitteena on lisäksi selvittää eri matkailutuotteiden tarjoajien tietoisuutta ilmastonmuutoksesta ja sopeutumismenetelmistä. Muun Pohjois-Suomen kanssa tehtävää vertailua varten hankkeessa kerätään tietoa matkailuelinkeinon toiminnasta ja toimintaolosuhteista (mm. talvikauden pituus, vilkkaimmat sesongit, aktiviteetit, lumipeitteen kesto, pakkaspäivät, lumetuksen yms. sopeutumiskeinojen kapasiteetti ja kustannukset) nykyisissä olosuhteissa sekä eri matkailumuotojen (esim. laskettelu, ohjelmapalvelut) riippuvuudesta erilaisista ilmasto-olosuhteista.

Kolmannessa osatutkimuksessa puolestaan selvitetään Rukakeskuksen lähialueen vesistöjen yleistilaa ja maankäytön vaikutuksia vedenlaatuun. Tutkimuksessa hyödynnetään sekä tutkimuksen aikana



mitattuja tietoja että Suomen ympäristökeskukselta saatuja aineistoja Kuusamon järvien vedenlaadusta. Verratessa Rukan rinnekeskusjärvien vedenlaatua samankaltaisiin kontrollijärviin pyritään selvittämään, mitkä maankäyttömuodot vaikuttavat selkeimmin tutkimuksen kohteena oleviin järviin. Lisäksi valumavesien vedenlaadun vertailulla pyritään selvittämään, miten rinnetoiminta vaikuttaa valumavesien ravinnepitoisuuksiin.



I OSARAPORTTI: Ilmaston muuttuminen Koillismaalla

Teija Sakko, Oulun yliopisto

1. Tutkimuksen tarkoitus

Osatutkimuksessa on keskitytty käsittelemään ilmaston vaihtelua Koillismaan kahden havaintopisteen, Kuusamon lentokentän ja Oulangan tutkimusaseman, sekä Värriön tutkimusaseman pitkäaikaisseurantojen perusteella. Tutkimus on painottunut erityisesti talvikauteen ja sen ilmastovaihteluihin. Tutkimuskysymyksiä olivat:

- 1) Miten sademäärä, lämpötila ja lumisuus ovat muuttuneet mitattuna ajanjaksona?
- 2) Mitkä tekijät vaikuttavat lumisuuden muutoksiin tutkimuksessa käytettyjen ilmastoaineistojen perusteella?
- 3) Miten Koillismaan lumipeite tulee muuttumaan ilmastoskenaarioiden perusteella?

2. Tutkimusaineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa on käytetty Kuusamon lentokentältä, Oulangan tutkimusasemalta ja Värriön tutkimusasemalta saatuja aikasarjoja päivittäisestä keskilämpötilasta, sademäärästä ja lumensyvyydestä. Sallan kunnassa sijaitseva Värriö on otettu tutkimukseen mukaan laajan lumilinja-aineistonsa vuoksi. Ilmastollisesti Värriö ei eroa merkittävästi Koillismaan alueesta. Kuusamon lentokentän ilmastoaineisto käsittää jakson 1959–1999. Ainoastaan lämpötilaa on mitattu vuoden 1999 jälkeen, joten Kuusamon lentokentän lämpötila-aineisto jatkuu vuoteen 2007 saakka ollen tutkimuksen pisin havaintosarja. Oulangan tutkimusaseman havaintoaineisto alkaa vuodesta 1967 mittauksen jatkuessa edelleen. Värriön tutkimusaseman pitkän lumilinjan



mittaukset on aloitettu vuonna 1968, mutta lämpötila- ja sademääräaineistoja oli saatavilla vain vuodesta 1974 lähtien. Lämpötila- ja sademääräaineisto on saatu Ilmatieteen laitokselta, ja mittauspaikkana on ollut Värriötunturin automaattinen mittauspiste. Myös Värriön aikasarjat ulottuvat vuoteen 2007 saakka. Aineistot koostuivat päivittäisistä havaintotiedoista ja niistä on muokattu koko havaintojakson käsittäviä taulukoita, joiden perusteella on laskettu kullekin muuttujalle kausittaisia lukemia, kuten keskiarvoja. Aineistojen perusteella on pyritty tekemään havainnollistavia kuvia niin vuotuisesta ilmastonvaihtelusta kuin kuukausittaisista havainnoista. Kuviiin on lisätty lineaarisia trendiviivoja tai polynomikäyriä sen mukaan, mikä trendin muoto kuvaa parhaiten aineistoa ja helpottaa kuvien lukemista. Tutkimuksessa on keskitytty erityisesti talvikauteen ja talvikuukausien havainnointiin. Talvikautena tutkimuksessa pidetään kuukausia lokakuusta toukokuuhun.

Tutkittavia muuttujia ovat olleet lämpötila, sademäärä, lumensyvyys, pakkaspäivien lukumäärä ja pysyvän lumen kesto. Jokaisen mittauspisteen aineistoja on tutkittu erikseen, sillä havaintojaksot ovat jokaisella mittauspaikalla eripituiset. Ilmastonvaihteluita on tutkittu pääasiassa kuvien, keskiarvolaskelmien ja korrelaatioanalyysin avulla. Havaintoaineistot on jaettu kahteen erilliseen jaksoon, mittauksen alkamisajankohdasta vuoteen 1989 ja kauteen 1990–2007. Perusteena jaolle on pidetty viimeisten vuosien ilmaston kehitystä Suomessa ja koko maapallolla. Tässä yhteydessä haluttiin saada selville, miten ilmasto on muuttunut juuri lähimenneisyydessä.

Tilastollinen tulkinta ennusteita laadittaessa on tehty korrelaatio- ja regressioanalyysien avulla. Korrelaatioanalyysin avulla valittiin sopivat muuttujat tarkempaan regressioanalyysiin, ja lineaaristen regressioyhtälöiden perusteella tehtiin yksinkertaiset ilmastoennusteet Kuusamon, Oulangan ja Värriön alueille. Ilmastoennusteissa on pyritty huomioimaan sekä lämpötilan että sademäärän muutokset ja saamaan ennusteisiin mahdollisimman suuri joukko lumisuutta kuvaavia muuttujia. Regressioanalyysin avulla on selvitetty, mitkä tekijät selittävät lumisuutta ja sen muutoksia sekä millainen rooli NAO-ilmiöllä on lumisuuden muutoksiin.

Tutkimuksessa tehtyjen ennusteiden pohjalla ovat FINSKEN-hankkeen koko Suomea koskevat



lämpötilaskenaariot. Ennustettu lämpötilanmuutos on lisätty vertailukauteen 1971–2000. Perusteena valitulle vertailukaudelle on pidetty Ilmatieteen laitoksen julkaisua Tilastoja Suomen ilmastosta 1971–2000 (Drebs ym. 2002). Teos on osa Euroopan maiden yhteistä hanketta, jossa pyrittiin kokoamaan Euroopan laajuinen ilmastoaineisto havaintojaksolle 1971–2000 ja näin yhdenmukaistamaan Euroopan maiden ilmastotilastoja (Drebs ym. 2002: 3). Ainoastaan Värriön tutkimusaseman ilmastotiedot alkavat vasta vertailukauden keskeltä, vuonna 1974, ja Värriön vertailukausi on tämän vuoksi muita lyhempi ja käsittää jakson 1975–2000.

FINSKEN-hankkeen lämpötila- ja sademäärämuutokset kolmelle eri kaudelle jaksolla 2010–2099 (taulukko 2) on lisätty kunkin aineiston vertailukauden keskiarvoon. Näin on saatu laskettua lämpötila- ja sademääräennusteet Kuusamon lentokentän, Oulangan tutkimusaseman ja Värriön tutkimusaseman aineistojen perusteella samoille ajanjaksoille kuin FINSKEN-hankkeessa. Näiden lämpötila- ja sademäärämuutosten avulla ennustettiin lumisuuden muutoksia, kuten pakkaspäivien lukumäärää, pysyvän lumikauden pituutta, pysyvän lumikauden alkamista ja lumensyvyyttä samoille ajanjaksoille. Ennusteissa on lisäksi pyritty huomioimaan syys- ja kevätkaudet, jotka vaikuttavat talvikauden pituuteen eniten.

3. Tulokset

3.1. Koillismaan ilmaston muuttuminen mitattuna ajanjaksona

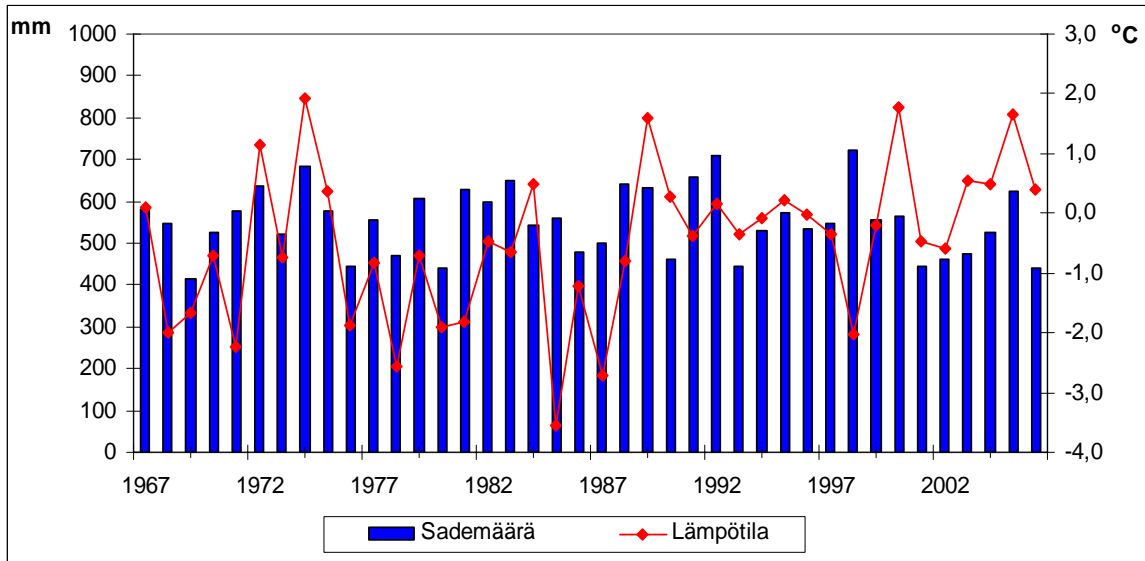
Korrelaatio- ja regressioanalyysien perusteella lumisuuden muutoksia selittää eniten lämpötilan vaihtelu. Pysyvän lumen kauden pituutta selittävät aineistosta riippuen talvikauden keskilämpötilan, talvikauden lumensyvyyden tai pakkaspäivien muutokset. Mitä enemmän lunta ja mitä kylmempää talvikauden aikana on, sitä kauemmin lumen sulaminen keväällä kestää. Lämpötila ja pakkaspäivien lukumäärä vaikuttavat lumensyvyyteen erityisesti lokakuussa ja huhtikuussa. Lokakuussa sade tulee lumena lähinnä vain pakkaspäivinä ja huhtikuussa lumi sulaa myöhemmin, jos pakkaspäiviä on paljon. Lokakuun lumensyvyys riippuu pääasiassa lokakuun lämpötilasta. Seuraavien kuukausien lumensyvyyksiin vaikuttavat lämpötilan lisäksi sademäärä



ja edellisinä kuukausina satanut lumi. Lämpötilan muutokset selittyvät osaltaksi NAO-ilmion muutoksilla. Vuotuisen NAO-indeksi vaihtelu selittää keskimäärin 30 prosenttia havaintopaikkojen vuotuisen keskilämpötilan vaihtelusta jokaisen aineiston perusteella. Näin NAO-indeksin vaihtelu heijastuu lämpötilan kautta lumisuuteen.

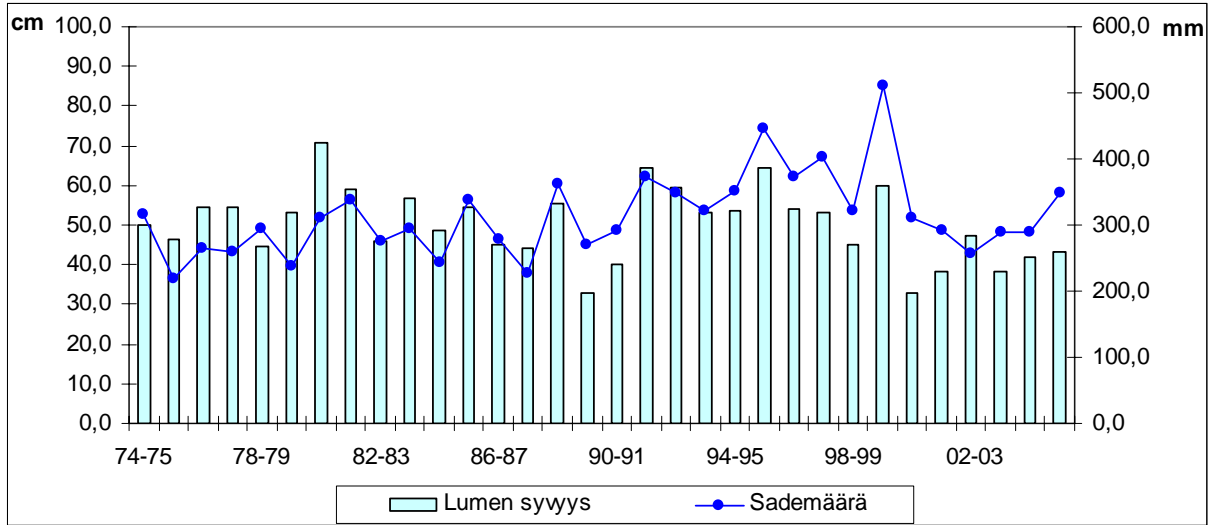
Valittujen havaintopaikkojen, Kuusamon lentokentän, Oulangan tutkimusaseman ja Värriön tutkimusaseman, aineistojen pitkäaikaistrendit poikkeavat toisistaan hyvin vähän. Verrattaessa mittauspaikkojen pitkäaikaisaineistoja talvikausien keskilämpötiloissa ja sademäärissä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, mutta lumisuudeltaan Värriön tutkimusasema erottuu muista. Talvikauden lumensyvyyydessä ja lumikauden pituudessa havaitaan tilastollisesti merkitsevä ero Värriön osalta, Kuusamon lentokentän ja Oulangan tutkimusaseman välillä tilastollisesti merkitsevää eroa ei ole. Kuusamon lentokentän, Oulangan tutkimusaseman ja Värriön tutkimusaseman vuotuinen lämpötila ja vuoden kokonaissadanta on vaihdellut mitattuna kautena samaan tapaan kuin koko Suomessa keskimäärin. Vuotuinen keskilämpötila on mittauspaikoilla vaihdellut ennen vuotta 1990 suuresti jokaisella havaintopisteellä. Sen jälkeen vuotuinen vaihtelu lämpötilassa on ollut vähäisempää, ja 1990–2000-luvuilla lämpötila on pääasiassa pysytellyt ajanjakson alkupuolta korkeammalla. Lämpimimmät vuodet eivät keskity Koillismaalla viime vuosikymmenille, vaan jakaantuvat tasaisesti koko tarkastelujaksolle. Vuotuinen keskilämpötila on jokaisella havaintopaikalla kohonnut noin asteen verran verrattaessa jaksoa 1990–2006 aikaisempaan tarkastelujaksoon (Liite 1). Sademäärän vaihtelussa ei ole nähtävissä selkeää trendiä, vaan vuosittainen vaihtelu on jokaisella havaintopaikalla suurta. Kuvassa 1 on esitetty vuotuisen keskilämpötilan ja kokonaissadannan vaihtelu Oulangan mittausasemalla.



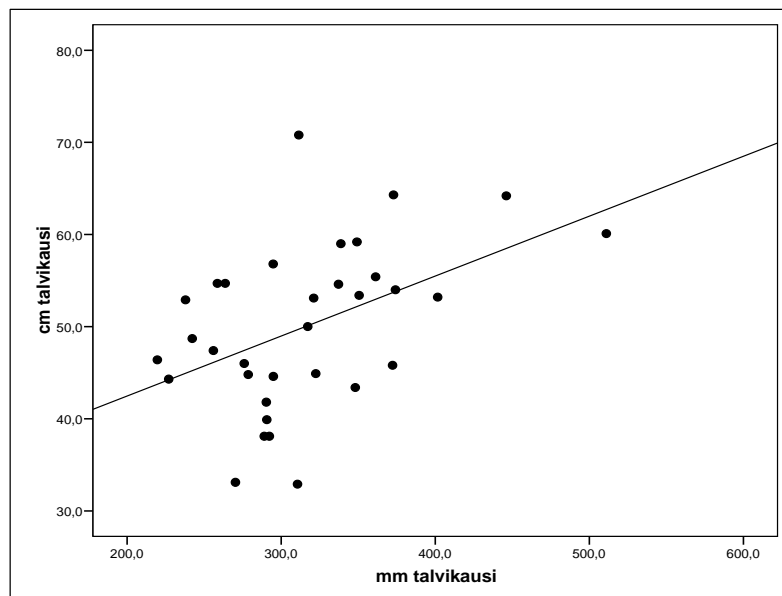


Kuva 1. Vuotuinen keskilämpötila ja kokonaissademäärä Oulangan tutkimusasemalla.

Myös talvikauden keskilämpötila on viime vuosina ollut kaikilla mittauspaikoilla tavallista korkeampi. Mittauspaikasta riippuen talvikauden lämpötila on kohonnut 0,8–1,2 astetta verrattessa jaksoa 1990–2007 aikaisempaan tarkastelujaksoon (Liite 1). Erityisen lämmintä on ollut 1980-luvun lopun ja 1990-luvun alkupuolen talvina sekä 2000-luvun alussa. Juuri 1980-luvun lopulla ja 1990-luvun alussa NAO-indeksi on ollut positiivinen. Talvikauden sademäärissä on suurta vuotuista vaihtelua. Sademäärissä havaitaan hieman tavallista sateisempi jakso 1990-luvulla. Talvikauden lumensyvyys ei aineistojen perusteella korreloi talvikauden lämpötilan ja sademäärän kanssa muutoin kuin Värriön aineiston perusteella, jossa havaitaan positiivinen korrelaatio talvikauden sadesumman ja lumensyvyyden välillä. Kuvassa 2 on esitetty Värriön lumensyvyyksien keskiarvot talvikausittain ja talvikausien sadesumma, kuvassa 3 muuttujien korrelaatiota on havainnollistettu hajontakuviolla. 1990-luvun aikana lumensyvyydet ovat olleet suuria, kun taas 2000-luvulla lunta on ollut huomattavasti vähemmän. Ennen 1990-lukua lumensyvyyksissä on nähtävissä kohtalaista vuotuista vaihtelua. Lumensyvyydet eivät ole muuttuneet verrattaessa jaksoa 1990–2007 aikaisempaan tarkastelujaksoon (Liite 1).



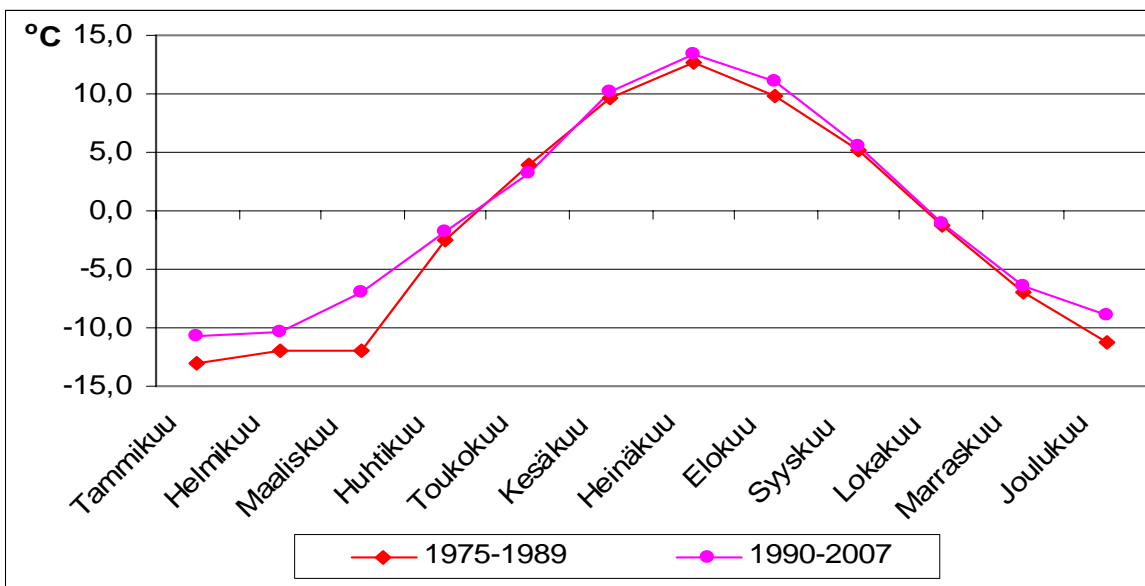
Kuva 2. Talvikauden lumensyvyuden keskiarvo Värriön pitkällä lumilinjalla ja talvikauden sadesumma Värriötunturin mittauspisteessä.



Kuva 3. Talvikauden sadesumman ja lumensyvyuden välinen hajontakuvi. (r -arvo 0,459, p -arvo 0,007)

Kun aineistojen havaintojaksot jaetaan kahteen osaan ja tarkastellaan kuukausittaisia lämpötiloja, talvikauden lämpeneminen näkyy selkeästi. Jaksolla 1990–2007 lämpötila on kohonnut erityisesti talvikuukausien aikana verrattuna aikaisempaan tarkastelujaksoon. Jokaisella

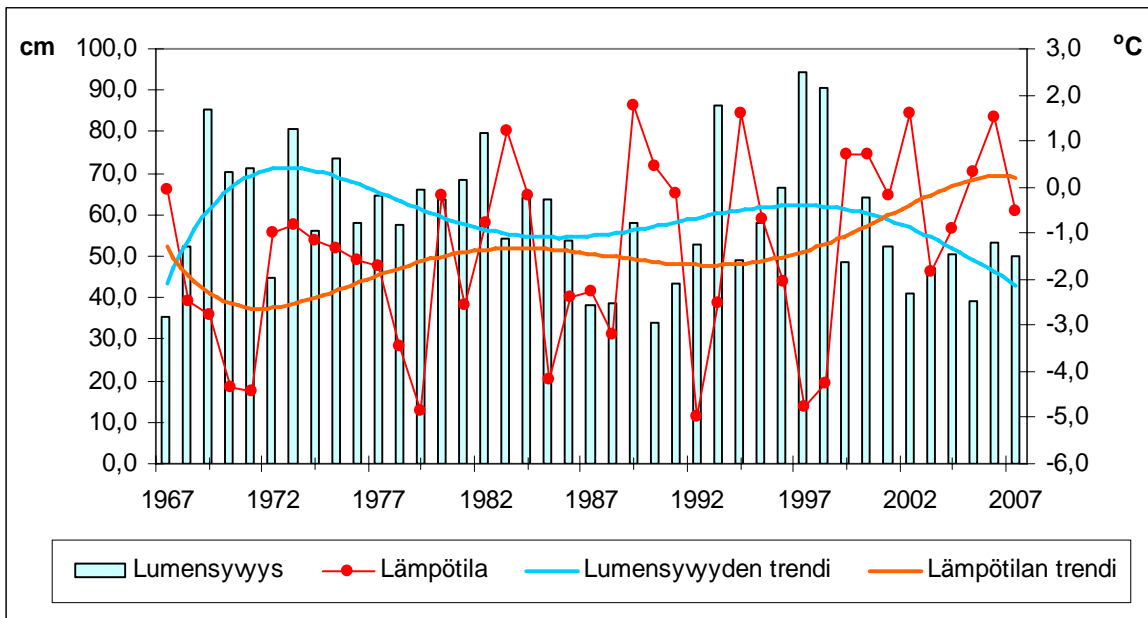
havaintopaikalla lämpötila on kohonnut eniten joului-maaliskuussa. Aineistojen perusteella kevätkauden lämpötila ei ole siis kohonnut eniten, vaikka maaliskuun suuri lämpötilanmuutos nostaa kevätkauden lämpötiloja. Koko Suomessa juuri kevätkaudella lämpötilat ovat kohonneet eniten viimeisten 150 vuoden aikana. Kuusamon lentokentällä, Oulangan tutkimusasemalla ja Värriön tutkimusasemalla huhti- ja toukokuun lämpötilat eivät jaksolla 1990–2007 juurikaan eroa aikaisemman havaintojakson lämpötiloista. Jaettaessa Värriötunturin havaintojakso kahteen osaan nähdään lämpötilan muutos jokaisen kuukauden osalta (kuva 4).



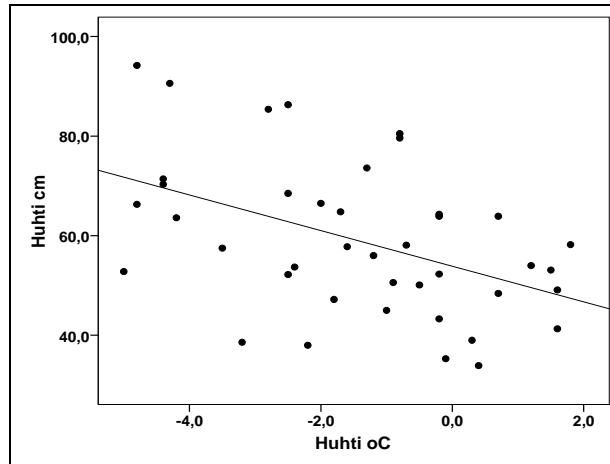
Kuva 4. Kuukausittaiset lämpötilan muutokset Värriötunturin mittausasemalla.

Lumensyvyys on kevätkaudella riippuvainen hyvin monesta seikasta. Huhtikuun lumensyvyyteen vaikuttavat suuresti edellisten kuukausien lumensyvyydet ja huhtikuun keskilämpötila. Myös huhtikuun sademäärä ja sateen olomuoto vaikuttavat lumensyvyyteen ja sulamisen alkamiseen. 2000-luvulla lumensyvyys on läpi talven ollut vähäinen ja huhtikuun keskilämpötila tavallista korkeampi. Ennen vuotta 2000 sekä huhtikuun lumensyvyydessä että keskilämmössä on havaintojakson viimeisiä vuosia selkeämpää vuotuista vaihtelua. Kuvassa 5 on huhtikuun lumensyvyys ja keskilämpötila Oulangan mittauspaikalla. Kuvaaajassa tiivistyvät koko talvikauden lämpötilojen ja lumensyvyyksien seuraukset, sillä huhtikuun lumensyvyyteen

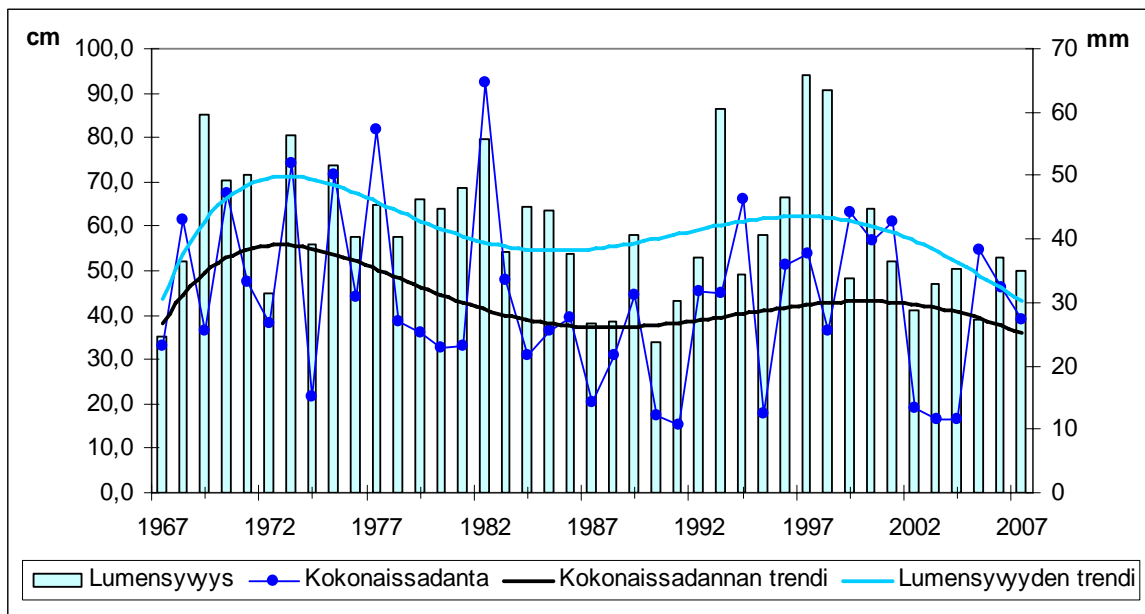
vaikuttavat eniten aikaisempien kuukausien lumensyvyudet ja huhtikuun keskilämpötila. Kuvan 6 hajontakuviossa on esitetty huhtikuun lämpötilan ja lumensyvyyden välinen negatiivinen riippuvuus. Kuvat 7 ja 8 puolestaan havainnollistavat lumensyvyyden ja sademäärän välistä riippuvuutta huhtikuussa. Mitä suurempi huhtikuun kokonaissadanta on ollut, sitä suurempi on huhtikuun lumensyvyys. Useina vuosina sademäärän ollessa korkea myös lumensyvyys on ollut suuri. Jokaisena vuonna tämä ei kuitenkaan päde sademäärien vaihdellessa mittauspisteittäin. Sademäärä selittää lumensyvyyttä lämpötilaa huonommin jokaisen aineiston perusteella.



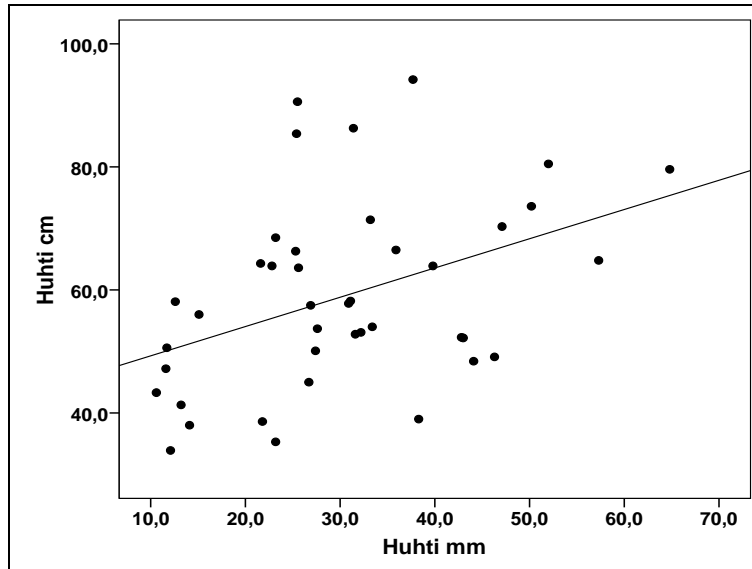
Kuva 5. Huhtikuun lumensyvyys ja keskilämpötila Oulangan mittausasemalla.



Kuva 6. Huhtikuun lumensyvyyden ja lämpötilan välinen hajontakuvio. (r-arvo -0,446, p-arvo 0,004)

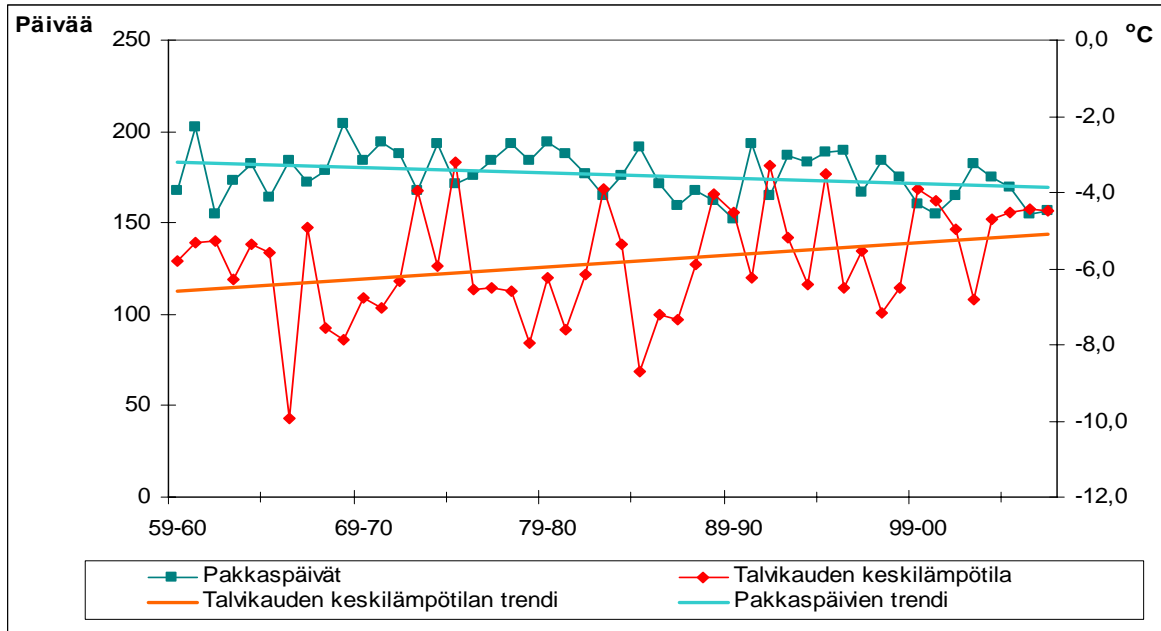


Kuva 7. Huhtikuun lumensyvyys ja kokonaissadanta Oulangan mittausasemalla.



Kuva 8. Huhtikuun lumensyvyuden ja sadesumman välinen hajontakuvio. (r-arvo 0,398, p-arvo 0,010)

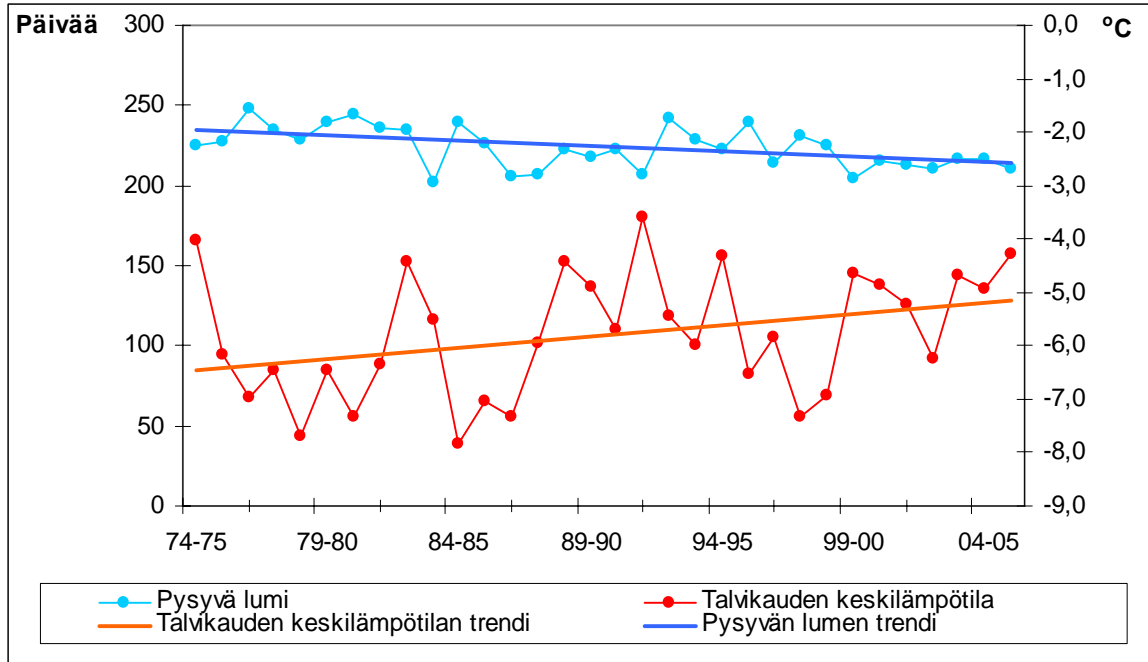
Pakkaspäivien lukumäärä on vaihdellut vuosittain jonkin verran. Kuusamon lentokentän aineiston mukaan pakkaspäivien lukumäärää on vähentynyt erityisesti viimeisinä vuosina (kuva 9). Talvikauden lämpötila on sen sijaan noussut. Kun verrataan jaksoa 1990–2007 aikaisempaan tarkastelujaksoon, pakkaspäivien lukumäärä on vähentynyt 4-11 päivällä mittauspaikasta riippuen (Liite 1). Pakkaspäivien ovat vähentyneet erityisesti loka- ja huhtikuussa sekä 2000-luvun alussa.



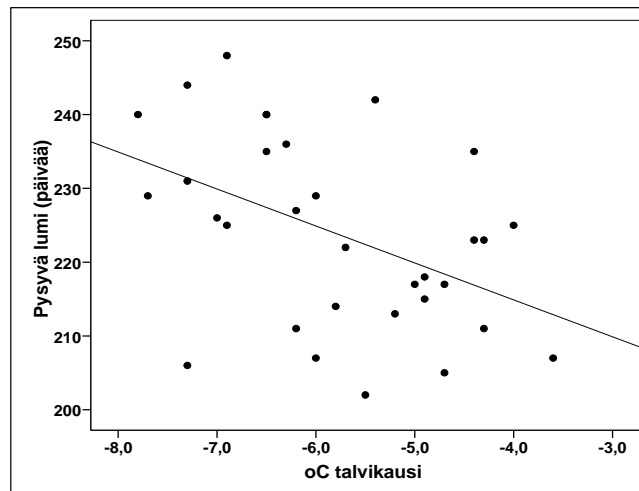
Kuva 9. Pakkaspäivien lukumäärä ja talvikauden keskilämpötila Kuusamon lentokentällä.

Pysyvän lumen kesto on erityisesti 2000-luvulla ollut muuta tarkastelujaksoa lyhyempi ja vuotuinen vaihtelu on ollut vähäisempää. Kuvassa 10 on esitetty Värriön pysyvän lumen kesto ja talvikauden keskilämpötila. Pysyvän lumen kesto on vaikuttaa lämpötilan lisäksi talvikauden aikana satanut lumi. Kun lunta on ollut vähän, myös pysyvän lumen kausi on ollut lyhyempi. Verrattessa jaksoa 1990–2007 aikaisempaan tarkastelujaksoon pysyvän lumen kausi ei ole ratkaisevasti lyhentynyt muualla kuin Värriössä, jossa kausi on lyhentynyt 11 päivällä (Liite 1). Oulangalla pysyvän lumen kausi on lyhentynyt kahdella päivällä, mutta Kuusamossa lumimäärän mittaaminen on päättynyt vuonna 1999, joten 2000-luvun alun vähälumiset vuodet eivät näy tarkastelussa, ja 1990-luvun suuret lumimäärät ovat pidentäneet pysyvän lumen kauden kesto (Liite 1). Keskimäärin pysyvän lumen kausi on Värriössä pidempi verrattuna muihin tarkastelupisteisiin. Tämä johtuu pitkälti Värriön suuremmasta lumimäärästä (Liite 1). Pysyvän lumikauden pituus korreloi Kuusamon lentokentän ja Värriön tutkimusaseman aineistojen perusteella pakkaspäivien lukumäärän kanssa r -arvon ollessa 0,56–0,665. Vain Värriön tutkimusaseman aineistojen perusteella pysyvän lumikauden pituus korreloi talvikauden keskilämpötilan kanssa. Talvikauden keskilämpötilan ja lumikauden pituuden välinen riippuvuus

on negatiivinen (kuva 11) eli mitä korkeampi talvikauden keskilämpötila on ollut sitä vähemmän aikaa pysyvän lumen kausi kestää.



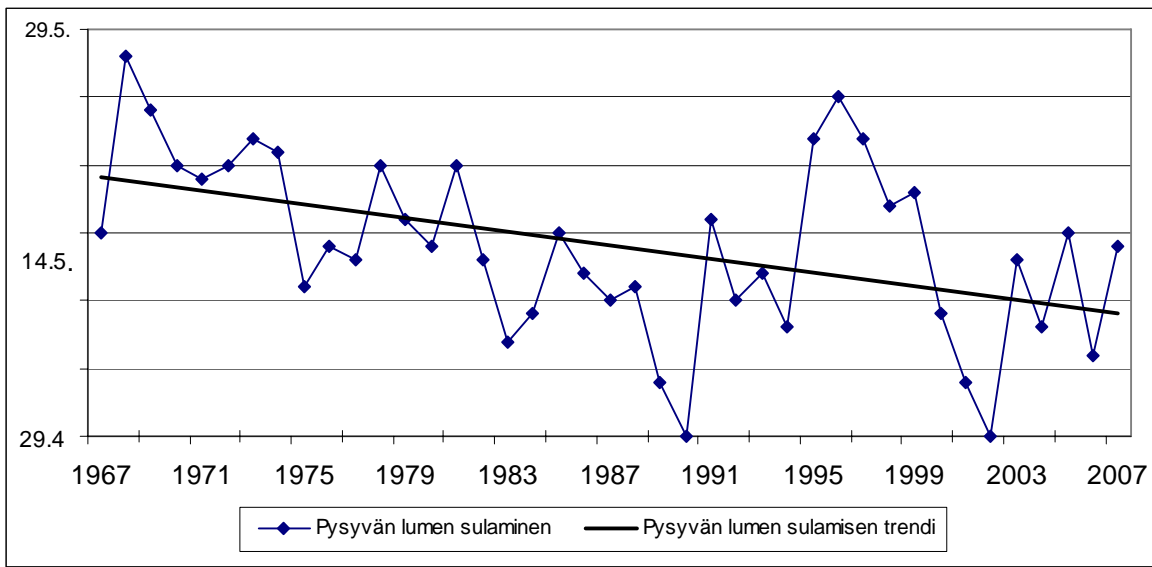
Kuva 10. Pysyvän lumikauden kesto ja talvikauden lämpötila Värriössä.



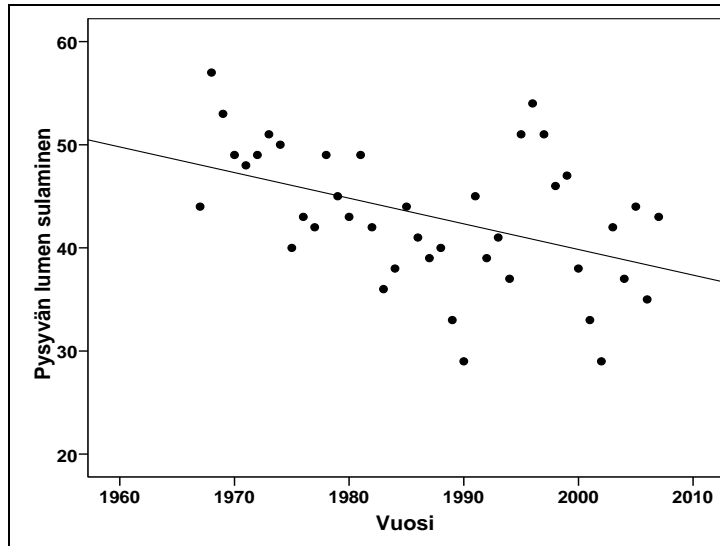
Kuva 11. Talvikauden keskilämpötilan ja pysyvän lumikauden pituuden välinen hajontakuvi Värriön aineiston perusteella. (r-arvo -0,472, p-arvo 0,006).

Talvikausien lyhenemiseen on vaikuttanut erityisesti lumen sulamisen aikaistuminen keväisin.

Kun tarkastellaan lumen sulamisen ajankohtaa Oulangan mittausasemalla jaksolla 1967–2007, havaitaan erityisesti tarkastelujakson alkupuolella selkeä laskeva trendi (kuva 12). 1990-luvulla pysyvä lumi on sulanut tavallista myöhemmin johtuen lumen suuresta määrästä, mutta 2000-luvulla lumen sulaminen on aikaistunut. Pysyvän lumen sulamisen ja vuosien välillä vallitsee tilastollisesti erittäin merkitsevä negatiivinen korrelaatio (kuva 13). Pysyvän lumen kesto on riippuvainen erityisesti talvikauden lumen määrästä sekä huhtikuun lämpötilasta. Tutkimuksen aineistojen perusteella pysyvän lumen tulossa ei ole tilastollisesti merkitsevää trendiä vuosien välisen vaihtelun ollessa suurta.



Kuva 12. Pysyvän lumen sulaminen Oulangan mittausasemalla.



Kuva 13. Pysyvän lumen sulamisen hajontakuvi Oulangan aineiston perusteella. (r-arvo -0,45, p-arvo 0,003).

3.2 Koillismaan lumisuuden muutokset tulevaisuudessa

On ennustettu, että ilmasto lämpenee koko maapallolla, erityisesti Arktisella alueella ja Koillis-Euroopassa (Ruosteenoja 2007, ACACIA 2000: 55), eli Suomessa ja Länsi-Venäjällä. Koillismaalla tähänastiset muutokset eivät ole olleet selkeitä. Erityisesti suuri vuosittainen vaihtelu on hankaloittanut trendien havaitsemista. Muutoksista kertoo selvimmin lämpötilojen kohoaminen (Liite 1), millä ei ole kuitenkaan vielä ollut selkeää vaikutusta lumisuuteen. Tulevaisuudessa Koillismaan ilmaston lämpeneminen vähentää alueen lumisuutta. Pakkaspäivät harvinaistuvat erityisesti syksyllä ja keväällä, mikä pienentää syksyn ja kevään lumen määrää lyhentäen pysyvän lumen kauden pituutta.

Taulukkoon 1 on koottu ennusteiden pohjalla olevien regressioanalyysien tulokset R^2 - ja p-arvoina. Lukuarvot voidaan muuttaa selitysprosentteiksi kertomalla R^2 -arvo sadalla. Lumisen kauden pituuden ja alkamisen arvioimiseksi on ensin ennustettu pakkaspäivien lukumäärä, sillä lähes jokaisen aineiston perusteella ainoastaan pakkaspäivien vaihtelu selittää pysyvän lumikauden pituuden vaihtelua. Vain Värriön tutkimusaseman aineiston perusteella pysyvän lumikauden pituutta on voitu selittää ja ennustaa talvikauden keskilämpötilalla. Samoin ainoastaan Värriön tutkimusaseman aineiston perusteella on voitu ennustaa talvikauden

keskimääräistä lumen syvyyttä. Sademäärää on voitu käyttää selittävänä muuttujana vain lumen syvyyttä arvioitaessa. Keskimääräinen lumensyvyys on voitu ennustaa huhtikuulle jokaisen mittauspaikan aineistojen perusteella sekä koko talvikaudelle Värriön tutkimusaseman aineistojen perusteella. Sekä keskilämpötilaa että sadesummaa on voitu käyttää vain huhtikuun keskimääräistä lumensyvyyttä ja Värriön talven lumensyvyyttä ennustettaessa (taulukko 1). Lokakuun lumensyvyyttä ei voitu arvioida, sillä aineisto rikkoi regressioanalyysin normaalijakaumaoletusta. Jokaisen aineiston perusteella lokakuun lämpötilalla ja lumensyvyydellä oli tilastollisesti merkittävä riippuvuus, sademäärä puolestaan ei korreloinut lämpötilan tai lumensyvyyden kanssa.

Taulukko 1. Regressioyhtälöiden muuttujien R²- ja p-arvot.

	Talvikausi °C	Talvikausi mm, Vuoden °C	Pakkaspäivät	Lokakuu °C	Huhtikuu °C ja Huhtikuu mm
Kuusamon lentokenttä					
Pakkaspäivät	R ² =0,27, p=0,000				
Pysyvän lumen kesto			R ² =0,32, p=0,000		
Lokakuun pakkaspäivät				R ² =0,82, p=0,000	
Huhtikuun pakkaspäivät	R ² =0,20, p=0,002				
Huhtikuun lumensyvyys (cm)					R ² =0,36, p=0,000
Oulangan tutkimusasema					
Pakkaspäivät	R ² =0,33, p=0,000				
Pysyvän lumen tulo			R ² =0,11, p=0,019		
Lokakuun pakkaspäivät				R ² =0,79, p=0,000	
Huhtikuun pakkaspäivät	R ² =0,21, p=0,003				
Huhtikuun lumensyvyys (cm)					R ² =0,35, p=0,000
Värriö tutkimusasema					
Pakkaspäivät	R ² =0,34, p=0,000				
Pysyvän lumen tulo			R ² =0,23, p=0,003		
Pysyvän lumen kesto	R ² =0,21, p=0,009				
Talvikauden lumensyvyys (cm)		R ² =0,38, p=0,000			
Lokakuun pakkaspäivät				R ² =0,69, p=0,000	
Huhtikuun pakkaspäivät	R ² =0,20, p=0,010				
Huhtikuun lumensyvyys (cm)					R ² =0,43, p=0,000

Kuusamossa vuoden keskilämpötila kohoaa tehtyjen analyysien perusteella vuoteen 2100 mennessä 2,2–7,2 asteeseen (taulukko 2). Talven keskilämpötila kohoaa samassa ajassa pahimmassa tapauksessa nollan yläpuolelle. Tämä vaikuttaa pakkaspäivien lukumäärään, joka vähenee regressioanalyysin mukaan 16–40 päivällä vuosisadan loppuun mennessä.

Pakkaspäivien väheneminen keskittyy syys- ja kevätkaudelle, mikä lyhentää pysyvän lumikauden pituutta lumen tulon viivästymisen ja aikaisemman sulamisen vuoksi. Analyysin perusteella lokakuun pakkaspäivät voivat hävitä kokonaan ajanjaksolla 2070–2099, ja huhtikuussa ne vähenevät 10–2 päivään. Pysyvän lumen kesto puolestaan voi lyhentyä 17–36 päivällä. Sademäärät kasvavat yleisesti Koillismaalla. Vuotuinen sademäärä Kuusamon lentokentän aineiston perusteella voi olla lähes 800 mm vuosisadan loppuun mennessä. Vaikka sademäärät kasvavat, voi huhtikuun lumensyvyys vähentyä johtuen lämpötilan suuresta noususta. Vuoteen 2100 mennessä huhtikuun keskilämpötila voi Kuusamon lentokentän aineiston perusteella nousta lähes kymmeneen asteeseen. Tarkemmat tiedot ajanjaksoittain ovat taulukossa 2.

Taulukko 2. Ennusteet lämpötilalle, sademäärälle ja lumisuudelle Kuusamon lentokentän aineistolle tehtyjen regressioanalyysien perusteella.

Kuusamon lentokenttä				
	1971–2000 Keskiarvo	2010–39	2040–69	2070–99
Vuoden keskilämpötila °C	-0,2	1,1–2,9	1,6–5,0	2,2–7,2
Vuoden sadesumma mm	583,5	595,2–676,9	589,3–746,9	618,5–799,4
Talven keskilämpötila °C	-5,0	-3,7(-1,9)	-3,2–0,2	-2,6–2,4
Talven sadesumma mm	309,4	315,6–358,9	312,5–396,1	328,0–423,9
Pysyvän lumen kesto (päivää)	194,0	181–174	179–166	177–158
Pakkaspäivät	177	166–157	164–147	161–137
Lokakuu °C	-0,1	0,8–2,8	1,4–5,1	2,0–7,0
Lokakuu pakkaspäivät	14	12-7	11-2	9-0
Huhtikuu °C	-2,0	-0,9–2,2	-0,5–5,8	0,2–9,7
Huhtikuun kokonaissadanta mm	32,1	31,5–40,1	32,4–44,0	33,4–50,1
Huhtikuu pakkaspäivät	18,7	12-9	11-5	10-2
Huhtikuu cm	65,2	58,0–48,1	56,6–33,6	53,9–18,8

Oulangalla talven keskilämpötila voi myös kohota nollan yläpuolelle tämän vuosisadan loppuun mennessä (taulukko 3). Kuten Kuusamossa, pakkaspäivät vähenevät ennusteen mukaan 13–41 päivällä harvinaistumisen keskittyessä erityisesti loka- ja huhtikuulle. Pysyvän lumen tulo voi viivästyä jo jaksolla 2010–2039 kahdella viikolla. Oulangalla huhtikuun keskilämpötila nousee mahdollisesti jopa yli 10 asteeseen vuosisadan loppuun mennessä, minkä vuoksi suuri osa huhtikuun sateista tulee luultavasti vetenä, ja lumensyvyys pienenee. Oulangalla sademäärä voi nousta lähes 800 millimetriin vuodessa. Tarkempi numeerinen tieto taulukossa 3.

Taulukko 3. Ennusteet lämpötilalle, sademäärälle ja lumisuudelle Oulangan tutkimusaseman aineistojen perusteella.

Oulangan tutkimusasema				
	1971–2000 Keskiarvo	2010–39	2040–69	2070–99
Vuoden keskilämpötila °C	-0,6	0,7–2,5	1,2–4,6	1,8–6,8
Vuoden sadesumma mm	568,3	569,5–659,2	574,0–727,4	602,4–778,6
Talven keskilämpötila °C	-6,4	-5,1(-3,3)	-4,6(-1,2)	-4,0–1,0
Talven sadesumma mm	306,8	312,9–355,9	309,9–392,7	325,2–420,3
Pakkaspäivät	168	161–151	158–139	155–127
Pysyvän lumen tulo	31.10.	14.11.–17.11.	15.11.–19.11.	16.11.–22.11.
Lokakuu °C	-0,1	0,8–2,8	1,4–5,1	2,0–7,0
Lokakuu pakkaspäivät	13	11-7	10-3	9-0
Huhtikuu °C	-1,6	-0,5–2,6	-0,1–6,2	0,6–10,1
Huhtikuun kokonaissadanta mm	31,0	30,4–38,8	31,3–42,5	32,2–48,4
Huhtikuu pakkaspäivät	17	16–13	16-9	14-5
Huhtikuu cm	61,4	55,6–48,5	54,6–37,4	52,5–26,2

Väriössä kehitys on hyvin samansuuntainen kuin Kuusamossa ja Oulangalla, vaikkakin luminen kausi on vertailukauden keskiarvon perusteella Oulangan ja Kuusamon kautta pidempi, ja lunta on Väriössä enemmän muihin havaintopaikkoihin verrattuna (taulukko 4).

Taulukko 4. Ennusteet lämpötilalle, sademäärälle ja lumisuudelle Väriön tutkimusaseman aineistojen perusteella.

Väriön tutkimusasema				
	1974–2000 Keskiarvo	2010–39	2040–69	2070–99
Vuoden keskilämpötila °C	-0,8	0,5–2,3	1,0–4,4	1,6–6,6
Vuoden sadesumma mm	592,4	604,2–687,2	598,3–758,3	627,9–811,6
Talven keskilämpötila °C	-5,9	-4,6(-2,8)	-4,1(-0,7)	-3,5–1,5
Talven sadesumma mm	317,8	324,2–368,6	321,0–406,8	336,9–435,4
Talven cm	52,0	45,1–39,8	42,5–32,6	40,8–24,2
Pysyvän lumen kesto (päivää)	226	218–209	215–198	212–187
Pakkaspäivät	193	184–173	181–161	177–148
Pysyvän lumen tulo	18.10.	21.10.–25.10.	22.10.–29.10.	23.10.–3.11.
Huhtikuu °C	-2,4	-1,3–1,8	-0,9–5,4	-0,2–9,3
huhtikuun kokonaissadanta mm	34,6	33,9–43,3	34,9–47,4	36,0–54,0
Huhtikuu pakkaspäivät	20	17–13	16-9	15-4
Huhtikuu cm	73,0	66,4–57,0	65,1–43,9	62,7–30,5

Alueen koko vaikuttaa ennusteiden laadintaan. Suurille maantieteellisille alueille on helpompi tehdä päteviä ennusteita kuin pienemmille, joten Koillismaan ilmastoennusteet ovat vain arvioita ilmaston tulevasta käyttäytymisestä. Lisäksi havaintopaikkoja oli tutkimusalueilla riittämättömän

vähän pätevien ennusteiden tekemiseen. Ennusteet tehtiin yksinkertaisten regressioyhtälöiden perusteella, joissa vain lämpötilan ja sademäärän muutoksen huomioiminen oli mahdollista. Kun ennusteissa huomioidaan vain lämpötilan ja sademäärän muutoksen vaikutus lumisuuteen, jäävät muut tekijät huomioimatta, ja ennuste on näin ollen hyvin epävarma. Esimerkiksi FINSKEN-skenaarioissa arvioitu lumen määrän lisääntyminen lähitulevaisuudessa talvikausien lämpenemisen ja sateiden lisääntymisen myötä ei näy Koillismaalle tehdyissä ennusteissa. KeMMI-hankkeen ennusteet lumisuuden muutoksille ovat kuitenkin mahdollisia ja hyvin samansuuntaisia kuin koko Suomelle tehdyt ennusteet. Tarkoituksena oli konkretisoida, miten tuleva ilmastonmuutos voi vaikuttaa Koillismaan lumitilanteeseen tämän vuosisadan aikana.



II OSARAPORTTI: Koillismaan matkailuelinkeinon sopeutuminen ilmaston muuttumiseen

Kaarina Tervo, Oulun yliopisto

1. Tutkimuksen tarkoitus, aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa selvitettiin Koillismaan matkailuelinkeinon tulevaisuutta ja sopeutumista ilmaston muuttumiseen erilaisten ilmastonmuutosskenaarioiden valossa. Tavoitteena oli arvioida matkailun tulevaisuuden kannalta keskeisten toimijoiden, matkailuyrittäjien, suhtautumista ja sopeutumisvalmiutta ilmastonmuutokseen tarkastelemalla muun muassa alueen luontomatkailutarjontaa, nykyisiä toimintaolosuhteita sekä matkailuaktiviteettien herkkyyttä ilmastollisille muutoksille. Tutkimus rakennettiin seuraavien tutkimuskysymysten ympärille:

1. Millaisia vaikutuksia ilmastonmuutoksella on talvimatkailuun Koillis-Suomessa?
2. Miten matkailualan toimijat suhtautuvat ilmastonmuutokseen ja sen vaikutuksiin?

Tutkimuksen aineisto koostuu talvimatkailuyrittäjille suunnatusta kyselystä sekä ensimmäisen osatutkimuksen yhteydessä esitellyistä ilmastonmuutosskenaarioista. Kyselyn suunnittelussa hyödynnettiin myös aiemmin toteutetun haastattelututkimuksen tuloksia luontomatkailuyrittäjien suhtautumisesta ilmastonmuutokseen (Saarinen ja Tervo 2006). Sekä avoimia että suljettuja kysymyksiä sisältäneet kyselylomakkeet lähetettiin 46 Koillismaalla toimivalle luontomatkailuyrittäjälle, joiden tarjontaan kuului talviaktiviteetteja kuten hiihtoa, laskettelua, moottorikelkkailua tai koiravaljakkoajeluita. Kyselyn avulla selvitettiin muun muassa matkailuyrittäjien nykyisiä toimintaolosuhteita, erilaisten matkailutuotteiden tarjontaa sekä eri matkailutuotteiden ja -alueiden tulevaisuutta ilmaston muuttuessa ja matkailuyrittäjien



asennoitumista ilmastonmuutosilmiöön.

Koska ei ollut varmaa, minkälaisia yrittäjien mielikuvat ilmastonmuutoksesta ovat, kyselyssä kuvattiin ilmaston muuttumista seuraavasti: ”Ennuste: Suomessa ilmastonmuutoksen arvioidaan näkyvän lämpötilojen kohoamisena ja sademäärän lisääntymisenä erityisesti talviaikaan. Talvet muuttuvat leudommiksi ja epävakaisemmiksi. Pitkällä aikavälillä sateet tulevat useammin vetenä, lumipeite ohenee ja lumikauden pituus lyhentyä koko maassa huomattavasti. Erityisesti talven alku siirtyy merkittävästi nykyistä myöhemmäksi.” Vastaajia pyydettiin vastaamaan kuvauksen pohjalta matkailun tulevaisuutta koskeviin ja muihin ilmastonmuutokseen liittyviin kysymyksiin.

Kyselyn vastaukset analysoitiin tilastollisin menetelmin ja sisällönanalyysia käyttäen. Aineiston pienen koon takia Koillis-Suomen aineistoa analysoitiin myös osana koko Suomesta kerättyä kyselyaineistoa, mikä mahdollisti tilastollisen testaamisen sekä vertailun erilaisten matkailutuotteiden välillä. Tarkasteltaessa pelkästään Koillismaan aineistoa vastauksia käsiteltiin yhtenä ryhmänä tai frekvenssianalyysin avulla, mutta niitä ei testattu tilastollisesti vastaajien pienen lukumäärän takia.

2. Tulokset

Kyselyyn vastasi Koillismaalta yhteensä 15 yrittäjää (vastausprosentti 31 %). Kaikkien vastaajien matkailutoiminta perustui lumen tai jään varaan rakennettuihin matkailutuotteisiin, mutta kahdessa yrityksessä talvi ei ollut tärkein toimintakausi (liikevaihdosta vähemmän kuin puolet sijoittui talveen). Parhaiten edustettuina olivat matkailuyritykset, joiden päätuotteita olivat erilaiset koira/huskytuotteet, poroajelut sekä hiihto ja lumikenkäily. Muita päätuoteryhmiä olivat moottorikelkkailu, talvikalastus (pilkkiminen) sekä laskettelu. Noin kahdessa kolmasosassa yrityksistä ulkomaiset matkailijat muodostivat valtaosan asiakkaista, ja muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta kaikkien matkailuyritysten asiakkaat olivat valtaosaltaan muita kuin yrityksiä tai niin kutsuttuja insentiivimatkailijoita. Yritykset olivat toimineet keskimäärin 13 vuotta, mutta muutama yritys oli aloittanut toimintansa vasta kyselyä edeltävänä vuonna ja toisaalta vanhin yritys oli ollut toiminnassa jo useita vuosikymmeniä.



Talvikauden ajoittuminen eri yrityksissä vaihteli, ja talvikauden aloituspäivämäärät ajoittuivat lokakuun puolestavälistä joulukuun puoleenväliin. Suurimmassa osassa yrityksistä talvikausi päättyi huhtikuussa, joskin osassa yrityksistä kausi jatkui toukokuun puolelle. Lyhimmillään talvikausi oli reilut 100 päivää ja pisimmillään noin 220 päivää (taulukko 1).

Taulukko 1. Talvikauden pituudet sekä talvikauden lyhentymisestä ja lumen määrän vähenemisestä havaintoja tehneiden osuudet (%) vastaajista Koillismaalla ja Pohjois-Suomessa.

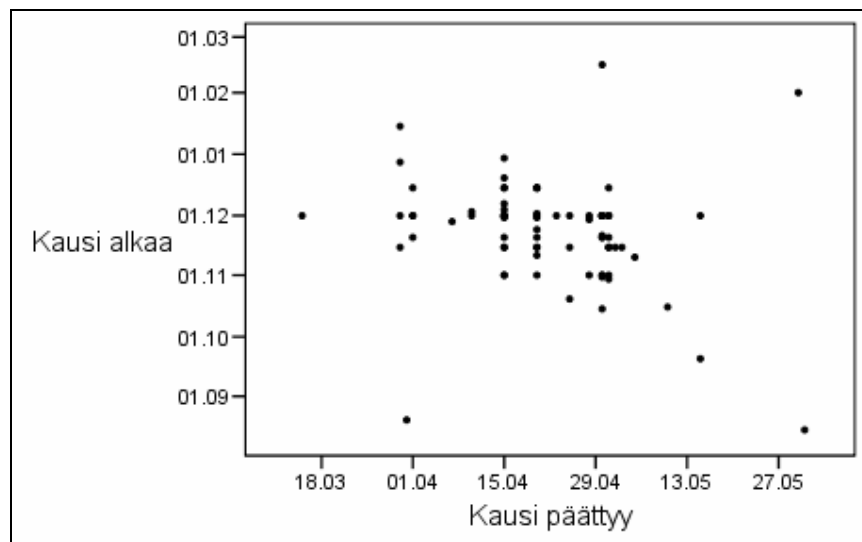
	Min. ja max. kauden pituus (päivää)	Keskim. kauden pituus (päivää)	Talvet lyhentyneet (%)	Lumi sataa myöhemmin (%)	Lumi sulaa aikaisemmin (%)	Vähemmän lunta (%)	N
Koillismaa	107-223	160	20	53	20	27	15
Pohjois-Suomi	74-289	150	55	73	45	36	91

Suurin osa vastanneista ei ollut havainnut toimintansa aikana merkittäviä muutoksia talvien pituuksissa (taulukko 1). Neljäsosa kertoi kuitenkin lumen määrän vähentyneen toimintansa aikana. Lumen satamisajankohdan myöhästymisestä oli tehty havaintoja joka toisessa yrityksessä ja joka viides yrittäjä oli havainnut lumen sulamisajankohdan aikaistuneen. Lisäksi viime vuosien säätilan vaihtelu oli vaikeuttanut toimintaa puolessa yrityksistä siten, että sovittu tuote oli jouduttu perumaan ainakin kerran. Kova pakkasen ja vuodenaikaan nähden korkea lämpötila olivat yleisimpiä perumiseen johtaneita syitä, mutta myös kovasta tuulesta ja vesisateista oli aiheutunut yrityksille haittaa.

Koko Pohjois-Suomesta (Lappi ja Pohjois-Pohjanmaa) vastauksia saatiin yhteensä 91 matkailuyrityksestä (vastausprosentti 35 %). Eniten vastauksia saatiin koiravaljakkotuotteita, moottorikelkkailua ja poroajeluja tarjoavista yrityksistä. Muita edustettuja tuoteryhmiä olivat hiihto ja lumikenkäily, laskettelu ja lumilautailu sekä erilaiset jääaktiviteetit ja usean eri talviaktiviteetin pakettituotteet. Yritysten keski-ikä Pohjois-Suomessa oli hieman alhaisempi kuin Koillismaalla, vajaat 11 vuotta. Kuten Koillismaallakin, hajonta oli kuitenkin suurta. Vajaa puolet Pohjois-Suomen yrityksistä oli aloittanut toimintansa alle 10 vuotta sitten ja vanhin yritys oli toiminut 50 vuotta. Noin 85 prosentissa yrityksistä vähintään puolet yrityksen liikevaihdosta keskittyi talveen ja noin 15 prosenttia yrityksistä toimi vain talvikaudella. Ulkomaisten matkailijoiden osuus oli suunnilleen sama kuin Koillismaan yrityksissä, noin kolmasosassa yrityksistä kotimaiset matkailijat muodostivat

tärkeimmän asiakasryhmän. Yritysmatkailijat olivat tärkein asiakasryhmä neljäsosalle matkailuyrityksistä.

Suurin osa yrityksistä ilmoitti aloittavansa talvikauden marraskuussa tai joulukuun alkupäivinä, mutta aloituspäivämäärät vaihtelivat huomattavasti (kuva 1). Kauden päätös ajoittui vastaavasti huhtikuulle, mutta noin viidesosa yrityksistä pystyi yleensä jatkamaan talvikauttaan toukokuun puolelle. Talvikauden pituus yrityksissä vaihteli huomattavasti, ei pelkästään eri yritysten välillä vaan myös yritysten sisällä. Tästä johtuen osa yrityksistä ei pystynyt määrittämään kauden aloitus- ja lopetuspäivämääriään yksiselitteisesti.



Kuva 1. Talvikauden aloitus- ja lopetuspäivämäärät Pohjois-Suomen yrityksissä (N=89).

Pohjois-Suomessa oli tehty enemmän havaintoja talvikauden olosuhteiden muutoksista kuin Koillismaalla. Muutoksia havainneiden vastaajien osuus kaikista vastaajista oli suurempi (taulukko 1). Esimerkiksi yli puolet yrittäjistä oli havainnut talvien lyhentyneen, kun Koillismaalla talven lyhentymistä oli havainnut joka viides yrittäjä. Talvet ovat lyhentyneet erityisesti alkupäästään, sillä pysyvän lumen satamisajankohta oli myöhästynyt enemmistön mielestä. Lumen sulamisajankohdan aikaistumisesta oli myös tehty havaintoja, mutta hieman vähemmän.

Noin puolet Pohjois-Suomen yrittäjistä kertoi käytössään olevan menetelmiä, joilla pystytään



turvaamaan yrityksen toiminta lumettomina kausina sekä vaikuttamaan talvikauden pituuteen. Kaikissa yrityksissä ei kuitenkaan oltu käytetty menetelmiä viimeisen kolmen vuoden aikana. Viidesosa yrittäjistä kertoi käyttäneensä lumitykkeitä ja siirtäneensä toimintaansa lumisemmille alueille. Muita käytettyjä menetelmiä olivat lumen varastoiminen ja siirtäminen, korvaavien tuotteiden tarjoaminen, toiminta-alueiden muokkaaminen lumiriippuvuuden vähentämiseksi esimerkiksi tasoittamalla uria sekä kylmälaitteiden käyttäminen lumirakenteiden säilyttämiseksi. Menetelmät olivat käytössä kaikissa tuoteryhmissä ja esimerkiksi lumitykkeitä oli käytetty laskettelon lisäksi myös muun muassa hiihdossa, moottorikelkkailussa sekä koiravaljakko- ja poro-ohjelmia tarjoavissa yrityksissä.

2.1. Suhtautuminen ilmastonmuutokseen Koillismaalla ja Pohjois-Suomessa

Koillismaalla toimivien yrittäjien suhtautuminen ilmastonmuutokseen vaihteli. Kolmasosa yrittäjistä luonnehti yrityksen päätuotteen tulevaisuutta ilmastonmuutoksen valossa huonoksi. Toisaalta sama määrä yrittäjiä uskoi ilmastonmuutoksen parantavan toimintaedellytyksiä, ja viidesosan mielestä ilmastonmuutoksella ei olisi vaikutusta yrityksen päätuotteen kannalta. Lyhyemmän aikaa toimineissa yrityksissä suhtautuminen oli kielteisempää kuin pitkään, yli kymmenen vuotta talvimatkailussa toimineissa yrityksissä. Yksittäisistä tuotteista kielteisimpänä nähtiin moottorikelkkailun tulevaisuus, mutta myös muiden talvituotteiden, kuten koiravaljakkojen, lumi- ja jäärallin sekä lumi- ja jäälinnojen arvioitiin kärsivän ilmastonmuutoksesta. Laskettelon ja lumilautailun, lumi- ja jäägolfin, lumikenkäilyn ja hiihdon, porosafarien, retkiluistelun ja talvikalastuksen ennakoitiin sen sijaan useimmiten olevan joko immuuneja ilmastonmuutoksen vaikutuksille tai jopa hyötyvän ilmaston lämpenemisestä.

Myös koko Pohjois-Suomessa suhtautuminen ilmastonmuutokseen vaihteli. Yli puolet yrittäjistä arvioi oman päätuotteensa tulevaisuuden huonoksi ja vastaavasti noin kolmasosa uskoi päätuotteensa tulevaisuudennäkymien olevan hyvät, mikäli ilmasto muuttuu kyselyssä kuvatulla tavalla. Reilun kymmenesosan mukaan ilmastonmuutos ei vaikuta päätuotteen tarjontaan millään tavalla. Eri-ikäisten ja eri päätuotteita tarjoavien yritysten välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja suhtautumisessa tulevaisuuteen. Yksittäisistä tuotteista huonoimmaksi arvioitiin jää- ja



lumilinnojen sekä moottorikelkkasafarien tulevaisuus, mutta yli puolet vastaajista suhtautui kielteisesti myös muiden tuotteiden tulevaisuuteen.

Yrittäjät arvioivat ilmastonmuutoksen valossa myös toimintamahdollisuuksiaan eri sesonkeina. Koillismaalla ensilumenkauden olosuhteiden arvioitiin heikkenevän eniten, muiden sesonkien toimintamahdollisuuksiin tulevaisuudessa matkailuyrittäjät suhtautuivat luottavaisemmin. Kaikista Pohjois-Suomen yrittäjistä melkein 80 prosenttia pelkäsi ensilumenkauden toimintaolosuhteiden heikkenemistä ja yli 60 prosenttia ajatteli samoin joulun toimintaolosuhteista tulevaisuudessa. Hiihtolomien tulevaisuus arvioitiin parhaaksi, sillä noin 82 prosenttia vastaajista arvioi, että ilmastonmuutos ei vaikuta toimintaolosuhteisiin hiihtolomasesonkina. Osa vastaajista katsoi muutoksen jopa parantavan olosuhteita tuolloin. Kokonaisuudessaan ilmastonmuutoksen ei arvioitu vaikuttavan Pohjois-Suomen talvimatkailuun tai vaikutukset ennustettiin hyviksi tai jopa erittäin hyviksi. Muulle Suomelle ennustettiin pääasiassa melko tai erittäin huonoa tulevaisuutta (taulukko 2).

Taulukko 2. Pohjois-Suomen yrittäjien (N=88-89) arviot talvimatkailun tulevaisuudennäkymistä eri alueilla ilmaston muuttuessa.

	Erittäin hyvä	Melko hyvä	Ei muutosta	Melko huono	Erittäin huono
Pohjois-Suomi (%)	23	35	17	23	-
Etelä-Suomi (%)	-	2	3	38	51
Itä-Suomi (%)	-	13	28	41	7
Länsi-Suomi (%)	-	2	7	39	44

Pohjois-Suomessa enemmistö yrittäjistä uskoi ilmaston muuttuvan (taulukko 3). Suurimmalle osalle ilmaston muuttuminen merkitsi myös sitä, että yrityksen toiminnan jatkaminen vaatii sopeutumistoimenpiteitä. Valtaosan mielestä ilmastonmuutos on seurausta ihmisen toiminnasta, mutta reilu kolmasosa oli silti sitä mieltä, ettei matkailuyrityksissä pystytä vaikuttamaan muutoksen voimakkuuteen. Koillismaalla suhtautuminen ilmiöön oli samansuuntaista koko Pohjois-Suomen kanssa. Suurempi osuus Koillismaan yrittäjistä totesi kuitenkin, että matkailuyritykset pystyvät omalla toiminnallaan vaikuttamaan ilmastonmuutoksen voimakkuuteen.

Taulukko 3. Matkailuyrittäjien asennoituminen ilmastonmuutokseen Pohjois-Suomessa (N=89–90).

	Ilmasto ei muutu	Ilmastonmuutos vaikuttaa toimintaan, sopeutumista vaaditaan	Ilmastonmuutos ei aiheudu ihmistoiminnasta	Yritykset eivät voi vaikuttaa ilmastonmuutokseen
Täysin/osittain samaa mieltä (%)	3	76	10	38
Ei samaa, ei eri mieltä (%)	17	13	6	8
Täysin/osittain eri mieltä (%)	80	11	84	54

2.2. Talvimatkailun tulevaisuus Koillismaalla

Yrittäjien kokemukset ilmasto-oloissa tapahtuneista muutoksista voivat heijastua heidän käsityksiinsä yrityksen tulevaisuudesta muuttuvassa ilmastossa. Suomessa yleinen ilmaston vuosittainen vaihtelu vaikeuttaa kuitenkin ilmasto-oloissa tapahtuneen muutoksen arviointia suhteessa yrittäjien havaitsemiin muutoksiin. Ilmasto-olot vaihtelevat hyvin pienilläkin alueilla ja esimerkiksi Rovaniemen merenpinnan tasoon nähden matala alue eroaa korkeammalla sijaitsevasta lähiympäristöstään huomattavasti. Myös Koillismaan alueen yrittäjät ovat tehneet vastaavia havaintoja pienilmastojen eroavaisuuksista.

Toisaalta myös yritysten toimintaikä voi vaikuttaa muutosten havaitsemiseen ja niihin reagoimiseen. Vuosikymmeniä toiminnassa olleiden yritysten vertailupohja on huomattavasti laajempi kuin aivan viime vuosina toimintansa aloittaneiden yritysten, eikä kahteen perättäiseen poikkeukselliseen talveen reagoida eri-ikäisissä yrityksissä samalla tavalla. Esimerkiksi Värriön aineiston mukaan talvikauden lumensyvyys ei ole muuttunut merkittävästi kahden tarkastelukauden välillä. Lumen määrä on kuitenkin vaihdellut vuosittain ja 2000-luvun alussa on ollut useita vähälumisia talvia. Verrattuna 1990-luvun runsaslumisiin talviin tämä on voinut luoda kuvan lumimäärän vähenemisestä, vaikka vähälumisia talvia on ollut aikaisemminkin.

Suurin osa vastaajista Pohjois-Suomessa pitää oman päätuotteensa tulevaisuutta huonona, mikäli ilmasto lämpenee. Kun verrataan Pohjois-Suomen talvimatkailun tulevaisuutta muun Suomen



kanssa, alueen talvimatkailuun suhtaudutaan kuitenkin luottavaisemmin. Talvimatkailun tulevaisuudennäkymiä pidetään muuttumattomina ja selvästi muiden alueiden tulevaisuutta parempina, vaikka ilmasto muuttuisikin. Ilmastonmuutoksen vaikutukset eivät tunnukaan Koillismaalla lähitulevaisuudessa, mutta esimerkiksi ennustettu pysyvän lumen myöhästyminen jopa kahdella viikolla seuraavan parinkymmenen vuoden aikana voi vaikuttaa talvikauteen huomattavasti. Kovat pakkaset ovat Pohjois-Suomessa yksi yleisimpiä perumisiin johtaneita syitä. On mahdollista, että keskilämpötilojen kohoaminen vähentää äärimmäisten kylmien pakkaspäivien lukumäärää ja siten myös perumisia talvimatkailussa. Ilmastoennusteissa on kuitenkin esitetty, että äärimmäisten sääilmiöiden esiintyminen yleistyy. Näin ollen lämpeneminen ei mahdollisesti tuokaan odotettua helpotusta Pohjois-Suomen matkailuyrittäjille.

Alun perin ilmaston luonnollisena pidetystä vaihtelusta aiheutuvien ongelmien torjumiseen kehitettyjen menetelmien käyttö on yleistynyt. Tästä kertoo esimerkiksi lumitykkien käytön lisääntyminen myös muissa kuin laskettelua tarjoavissa matkailuyrityksissä. Vaikka menetelmien käyttöä saatetaan perustella tarpeella pidentää kautta entisestään, lähitulevaisuudessa niiden merkitys nykyisen toimintakauden turvaajina lisääntynee.



III OSARAPORTTI : Hiihtokeskusten vesistövaikutukset

Heidi Määttä, Oulun yliopisto

1. Tutkimuksen tarkoitus

KeMMI -hankkeen kolmannessa osatutkimuksessa tarkastellaan hiihtokeskusten vesistövaikutuksia. Tutkimuksessa on selvitetty Rukan hiihtokeskuksen lähialueen vesistöjen tilaa sekä maankäytön vaikutuksia veden laatuun. Tarkemmat tutkimuskysymykset ovat olleet:

- 1) Millainen on Rukan lähialueen vesistöjen tila?
- 2) Millaisia ovat hiihtokeskuksen rinteiltä valuvien purojen ravinnepitoisuudet verrattuna kontrollipuroon?
- 3) Mitkä valuma-alueen ominaisuudet vaikuttavat veden laatuun?

Tutkimuksessa on pyritty selvittämään matkailukeskusten vaikutuksia vesistöihin, mutta lisäksi on haluttu pohtia miten vesistöjen vedenlaatu vaikuttaa matkailuun.

2. Aineisto ja menetelmät

Rinnekeskusjärvien veden laadun tarkastelu on suoritettu parittaisena vertailuna eli rinnejärvien vedenlaatua on tarkasteltu suhteessa luonnonpiirteiltään samankaltaisiin kontrollijärviin.



Tutkimuksen kohteeksi on valittu neljä Rukan hiihtokeskuksen lähialueen järveä: Kesäjärvi, Talvijärvi, Saarualampi ja Vuosselijärvi. Lisäksi on valittu kolme kontrollijärveä, joiden valuma-alueilla on vain muutamia kesämökkejä tai vähän muuta asutusta. Kustakin järvestä on otettu vesinäytteet Ruttner-näytteenottimella vuosina 2006 ja 2007. Vesinäytteiden otto on tapahtunut Rukalla ensimmäisenä vuonna neljä kertaa: jääpeitteen aikana, tulva-aikaan, kuivana kautena ja syysateiden aikaan. Seuraavana vuonna näytteitä otettiin viidesti eli samoin kuin edellisellä vuonna, mutta tulva-ajalta otettiin kahdet näytteet viikon välein tulva-aikaisen veden laadun vaihtelun selvittämiseksi. Kustakin järvestä on otettu pinnanläheinen näyte noin yksi metri veden pinnasta sekä pohjanläheinen näyte arviolta järven syvimmästä kohtaa metri pohjasta. Suurimmista järvistä on otettu pintanäytteitä useista kohdista, jotta veden yleislaatu saataisiin selvitettyä. Näytteistä on analysoitu useita vedenlaatumuuttujia (taulukko 1).

Taulukko 1. Näytteistä analysoidut vedenlaatumuuttujat.

MUUTTUJA	YKS.	LYH.	MUUTTUJA	YKS.	LYH.
Liukoisien hapen määrä	mg/l	O ₂	Kokonaistyyppi	µg/l	TotN
Hapen kyllästysaste	%	O ₂ %	Nitriitti-nitraatti tyypinä	µg/l	NO ₂₃ N
Sähkönjohtavuus	mS/m	SJK	Ammonium tyypinä	µg/l	NH ₄ N
pH		pH	Kokonaisfosfori	µg/l	TotP
Alkaliniteetti	mmol/l	Alkal.	Fosfaatti fosforina	µg/l	PO ₄ P
Väriluku	mg Pt/l	Väri	A-klorofylli	µg/l	Kloro-A

Lisäksi vuoden 2007 näytteistä on analysoitu kemiallinen hapenkulutus (mg/l; CODMn), ja klooripitoisuus (mg/l; Cl) sekä huhtikuun näytteistä formiaatti (mg/l; Fo).

Tutkimusjärvien yleistilan selvittämiseksi järvet on luokiteltu vedenlaadun perusteella. Luokitus perustuu Vesi- ja ympäristöhallituksen (1988) määrittämiin arvoihin. Luokituksessa on otettu huomioon yleisluokituksen lisäksi kalavesiluokitus, jotta voitaisiin tarkastella myös pH:n ja happipitoisuuden vaihteluita. Yleisluokituksen osalta tutkimusjärvien luokittelussa tarkastellaan kesäajan (toukokuun lopulta syyskuulle) pintanäytteen keskimääräistä kokonaisfosfori- ja a-klorofyllipitoisuutta järvien rehevyytason selvittämiseksi. Happipitoisuuden vaihtelu perustuu koko vuoden pintanäytteen hapen kyllästysasteeseen sekä pohjanläheisen hapen määrään. Happamuustason



vaihtelussa tarkastellaan niin ikään koko vuoden pH-arvoja pintanäytteestä. Hapen kyllästysasteen ja pH:n vaihtelu kertovat mahdollisesta levätuotannosta, pohjanläheisen hapen määrän tarkastelu puolestaan kertoo järven yleisilasta. Rinnekeskusjärviä luokituksessa käsitellään yksittäisinä, mutta kontrollijärvistä on muodostettu yksi verrokkiryhmä. Muutamien muuttujien kohdalla verrokiksi on otettu vain yksittäinen kontrollijärvi.

Parittaista, rinnekeskus- ja kontrollijärvien tilastollista vertailua varten jokaisen järven kullekin muuttujalle on laskettu mediaanit vuosien 2006 ja 2007 analyysituloksista. Pinta- ja pohjanäytteet on käsitelty erikseen. Mediaani kuvaa keskimääräistä vedenlaatua keskiarvoa paremmin, sillä se ei ota huomioon erityisen pieniä tai suuria arvoja, jolloin voidaan tarkastella veden yleislaatua eikä satunnaisia vuodenaikaisvaihteluun liittyviä vaihteluita. Määritysrajan alapuolelle jääville pitoisuuksille on laskutoimituksia varten annettu kiinteä arvo jakamalla määritysraja kahdella. Rinnekeskus- ja kontrollijärvien veden laadun vertaileminen mediaanien perusteella on tehty SPSS-ohjelmassa ei-parametrisellä kahden riippumattoman otoksen Mannin-Whitneyn U-testillä. Oletetaan, että veden laadun ero on johonkin tiettyyn suuntaan, esimerkiksi ”rinne-käsittely” nostaa ravinnepitoisuuksia, joten yksisuuntainen analyysi on riittävä kuvailemaan ryhmien välisiä eroja. Vertailua varten järvistä on muodostettu kaksi ryhmää, niin sanotut rinnekeskusjärvet (N=4) sekä kontrollijärvet (N=3). Aineiston tarkastelu ja järviryhmien tilastollinen vertailu painottuvat niihin muuttujiin, joissa on havaittavissa merkitseviä eroja vertailuryhmien välillä – näitä ovat pääosin ravinnemuuttujat.

Järvinäytteiden lisäksi Rukalta on otettu myös pintavaluntanäytteet rinteiltä valuvista pienistä puroista lumensulamis- ja valumavesien laadun määrittämiseksi. Tulva-aikana näytteet otettiin Rukan molemmiin puolin, länsipuolelta yhdestä kohtaa ja itäpuolelta kahdesta (näytepaikat Ruka1 ja Ruka2). Kesällä ja syksyllä näytteet otettiin vain itärinteiltä valuvista puroista, sillä länsipuolen puron ympäristö oli tasoitettu, jolloin puron uoma oli hävinnyt kokonaan. Puronäytteille kontrolliksi on otettu näyte myös yhteen kontrollijärveen laskevasta purosta. Pintavalunnan veden laadun selvittämiseksi puronäytteistä on vertailtu ravinnepitoisuuksia. Tuloksista on laadittu kuvia Excel-ohjelmalla.



Valuma-alueen ominaisuuksien ja veden laadun välistä riippuvuutta on testattu korrelaatioanalyysillä. Tarkastelussa on käytetty Spearmanin järjestyskorrelaatiokerrointa. Valuma-alueet on määritetty ArcGIS-ohjelmalla alueiden korkeusmalleista. Samoin maanpeitteen ja maankäytön osuudet kunkin valuma-alueen pinta-alasta on saatu kyseisen ohjelman avulla. Maankäyttömuodot on määritetty CORINE Land Cover 2000 paikkatietoaineistosta, joka kuvaa Suomen maankäyttöä ja maanpeitettä vuoden 2000 molemmin puolin. Tutkimuksessa keskitytään valuma-alueen ominaisuuksien ja ravinnekuormituksen väliseen riippuvuuteen.

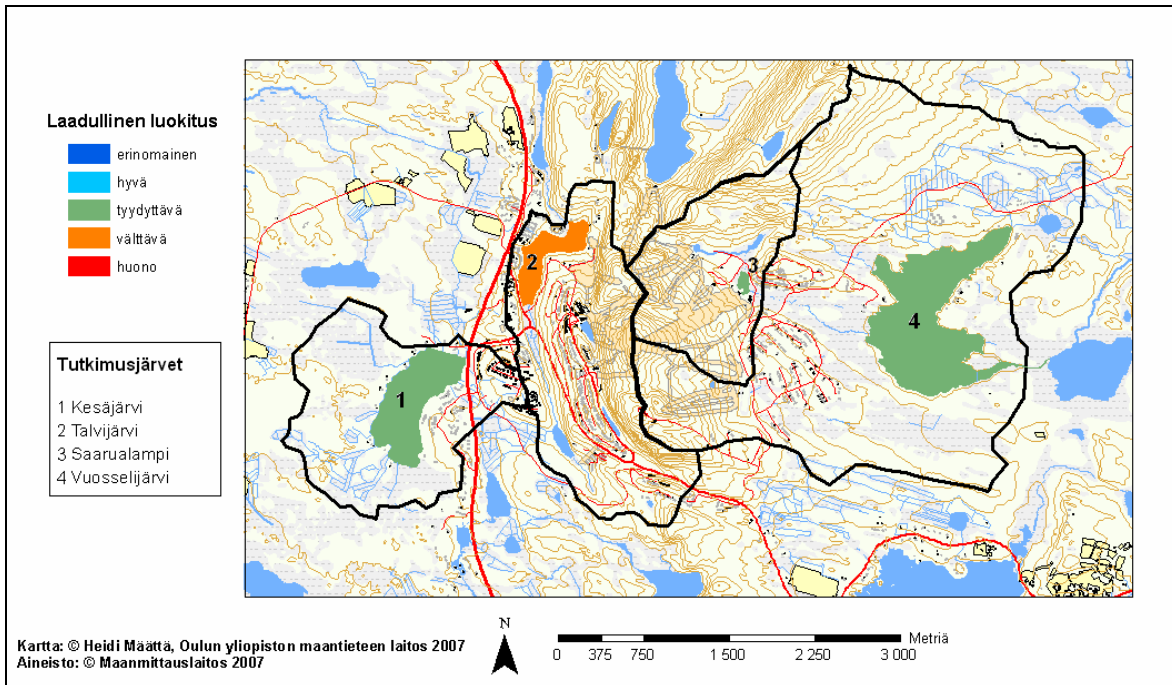
3. Tulokset

3.1 Veden laatu Rukan hiihtokeskuksen lähialueen järvissä

3.1.1 Järvien laatuluokitus ja veden laadun vertailu

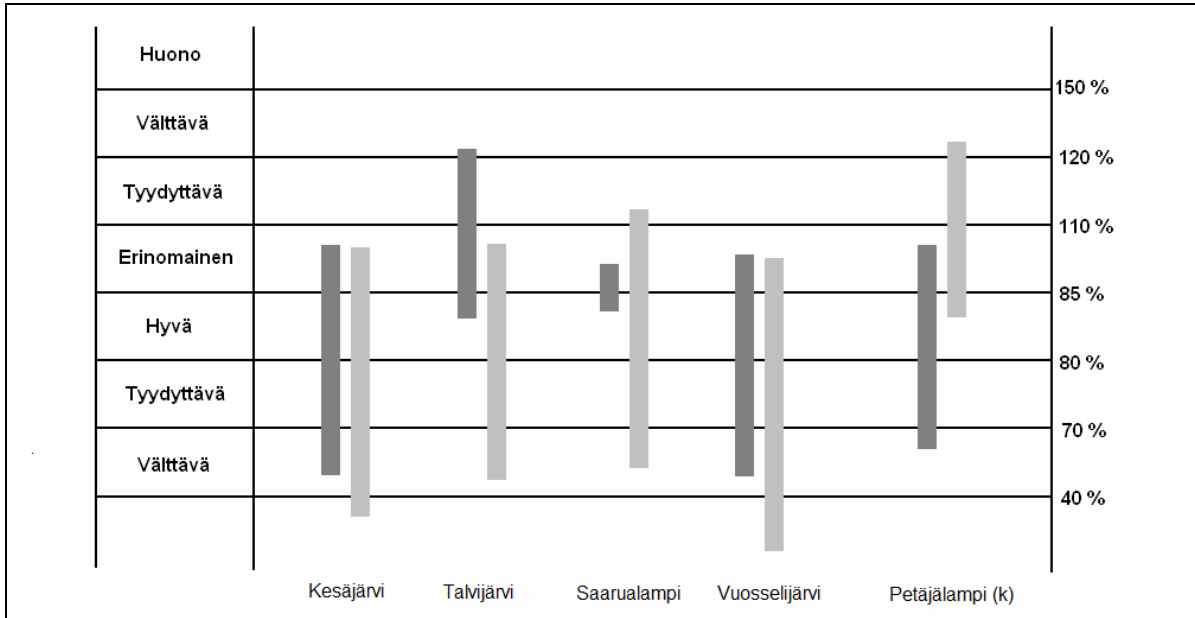
Tutkimusjärvistä Talvijärvi on vedenlaadultaan välttävä, muiden Rukan hiihtokeskuksen lähialueen järvien vedenlaatu on tyydyttävä (Kuva 1). Myös verrokkiryhmä (N=3) on luokitukseltaan tyydyttävä, mutta ryhmässä on sisäistä vaihtelua, koska kontrollijärvien veden laatu poikkeaa hieman toisistaan.





Kuva 1. Veden laatu Rukan hiihtokeskuksen lähialueen järvissä. Kuvaan on merkitty myös järvien valuma-alueiden rajat.

Tutkimusjärvien hapen kyllästysaste vaihtelee suuresti (Kuva 2). Kyllästysaste on ollut pienimmillään jääpeitteen aikana, jolloin ilmasta ei liukene veteen lisää happea, mutta sitä kuitenkin kuluu. Suurimmillaan kyllästysaste on ollut pääasiassa kesä-heinäkuussa, jolloin Talvijärvessä, Saarualammessa ja vertailuun valitussa kontrollijärvessä on esiintynyt jopa ylikyllästystä. Rehevissä järvissä voimakas perustuotanto voi aiheuttaa sen, että veteen vapautuu happea enemmän kuin siihen voi liueta.

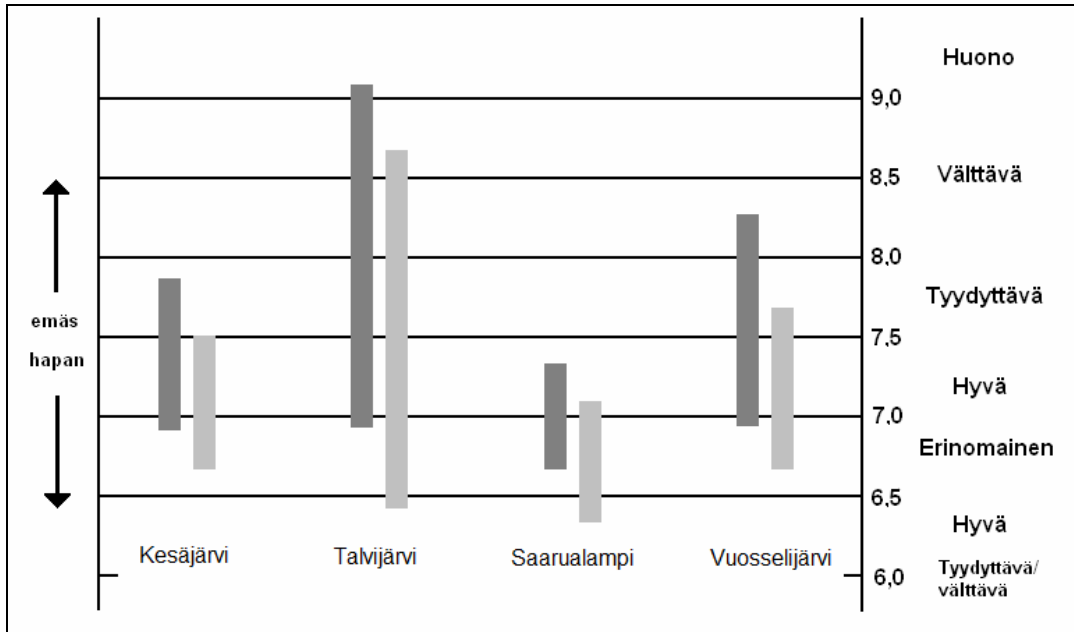


Kuva 2. Hiihtokeskusjärvien ja kontrollijärvistä Petäjälammen hapen kyllästysasteen vaihtelu pintavedessä molempina tutkimusvuosina (tumma=2006, vaalea=2007) ja sen luokitus.

Jo pinnanläheisen näytteen hapen kyllästysasteen tarkastelulla voidaan päätellä muutamien tutkimusjärvien kärsivän talvisin hapen vähyydestä. Hapen kyllästysasteen taso on ollut lähestulkoon kaikissa jääpeitteen aikaisissa näytteissä tyydyttävä tai välttävä. Poikkeuksen muodostavat vain Talvijärven ja Saarualammen vuoden 2006 näytteet sekä kontrollijärven toisen tutkimusvuoden näyte, jolloin taso on ollut hyvä. Vaikka pinnanläheisyydessä happipitoisuus onkin ollut hyvä, pohjan happipitoisuus on kuitenkin ollut Talvijärvessä ja Saarualammessa alle 0,2 mg/l, joten järvet ovat olleet voimakkaasti kerrostuneita. Tarkasteltaessa pohjanläheisen hapen määrää koko vuoden aikana huomataan hapettomuuden olevan Talvijärvessä yleistä ja vedenlaatu on hapen määrän osalta huono. Esimerkiksi vuonna 2007 pohjan hapen määrä oli alle määritysrajan 0,2 mg/l muulloin paitsi heinäkuussa pohjan happipitoisuus oli 2,8 mg/l. Kesäjärvessä ja Saarualammessa hapettomuutta esiintyy jääpeitteen aikaan, Vuosselijärvessä ja kontrollijärvissä pohjan hapettomuus on satunnaista.

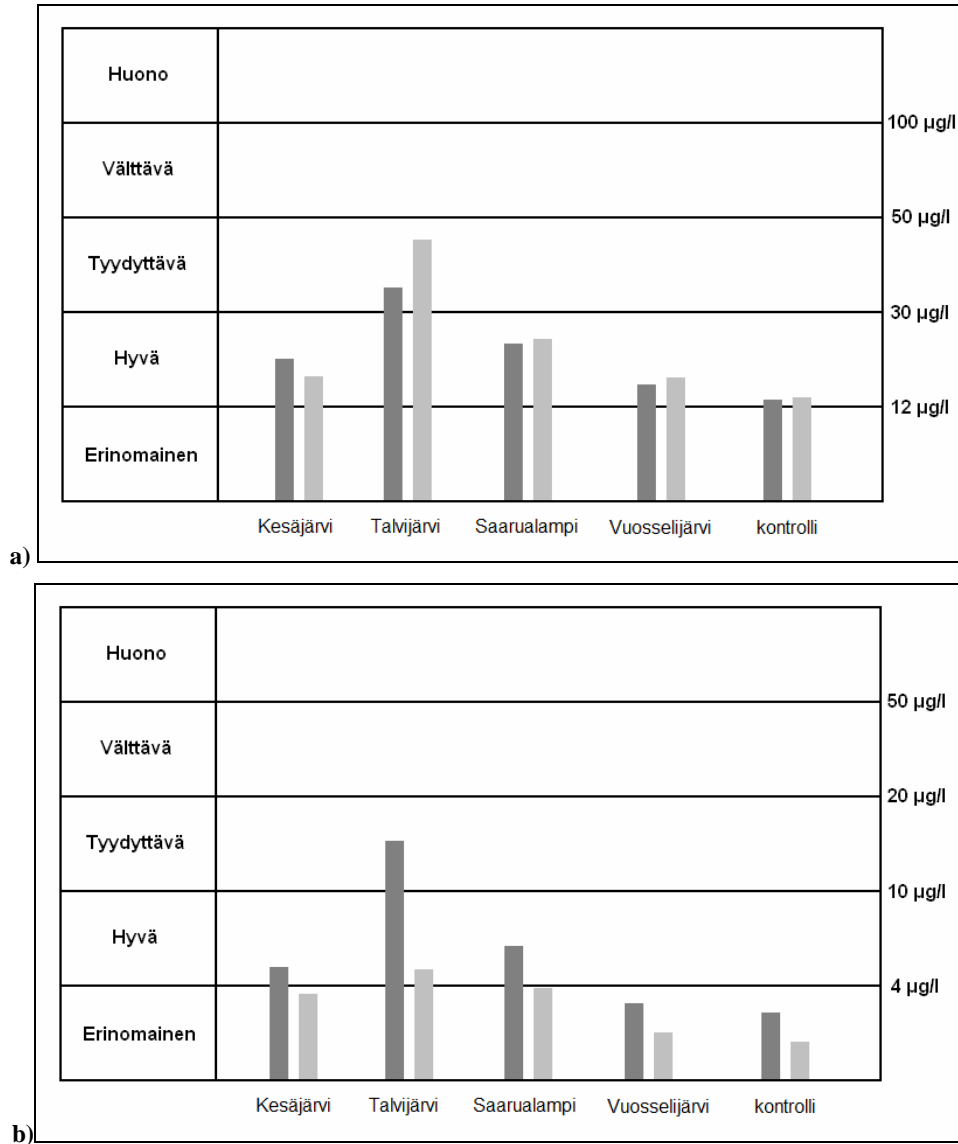
Happamuustasoltaan hiihtokeskusjärvet ovat pääosin erinomaista tai hyvää tasoa (Kuva 3). Pintanäytteiden koko vuoden pH:n vaihteluiden tarkastelu paljastaa kuitenkin, että kesäajan pH:n nousu huonontaa etenkin Talvijärven vedenlaatua. Kesäjärvessä ja Saarualammessa pH:n vuodenaikainen vaihtelu on alle yhden yksikön, Vuosselijärvessä alle 1,5 yksikköä. Talvijärvessä

vaihtelua on jopa yli kaksi yksikköä. Kontrollijärvistä Petäjälammessa pH:n vaihtelu on Talvijärven kaltaisesti suurta. Vuonna 2006 vaihtelua on jopa hieman yli kaksi yksikköä, mutta seuraavana vuonna vain 1,3 yksikköä. Ropakkojärven happamuustason vaihtelu on puolestaan kaikista tutkimusjärvistä pienin, esimerkiksi ensimmäisenä tutkimusvuotena vaihtelua on vain 0,4 yksikköä.



Kuva 3. Happamuustason vaihtelu ja sen luokittelu hiihtokeskusjärvissä molempina tutkimusvuosina.

Kokonaisfosfori- ja a-klorofyllipitoisuuksiltaan Kesäjärvi, Saaruolampi ja Vuosselijärvi sekä verrokkiryhmä kuuluvat erinomaiseen tai hyvään luokkaan (Kuva 4). Talvijärvi on puolestaan ravinteikkuudeltaan tyydyttävä.



Kuva 4. Hiihtokeskusjärvien ja verrokkiryhmän a) kokonaisfosforipitoisuus ja b) a-klorofyllipitoisuus kesäkaudella pintanäytteessä.

Luokittelussa on tarkasteltu vain pinnanläheisen näytteen kokonaisfosforipitoisuuksia. Pohjan kokonaisfosforipitoisuudet ovat kuitenkin muutamissa hiihtokeskusjärvissä eri suuruusluokkaa pinnan pitoisuuksiin verrattuna. Esimerkiksi Talvijärvessä jääpeitteen aikana fosforipitoisuus on ollut metri järven pohjasta mitattuna ensimmäisenä tutkimusvuonna 160 µg/l ja toisena vuonna jopa 980 µg/l. Saarualammessa pohjan kokonaisfosforipitoisuuden maksimiarvo 110 µg/l mitattiin toisen

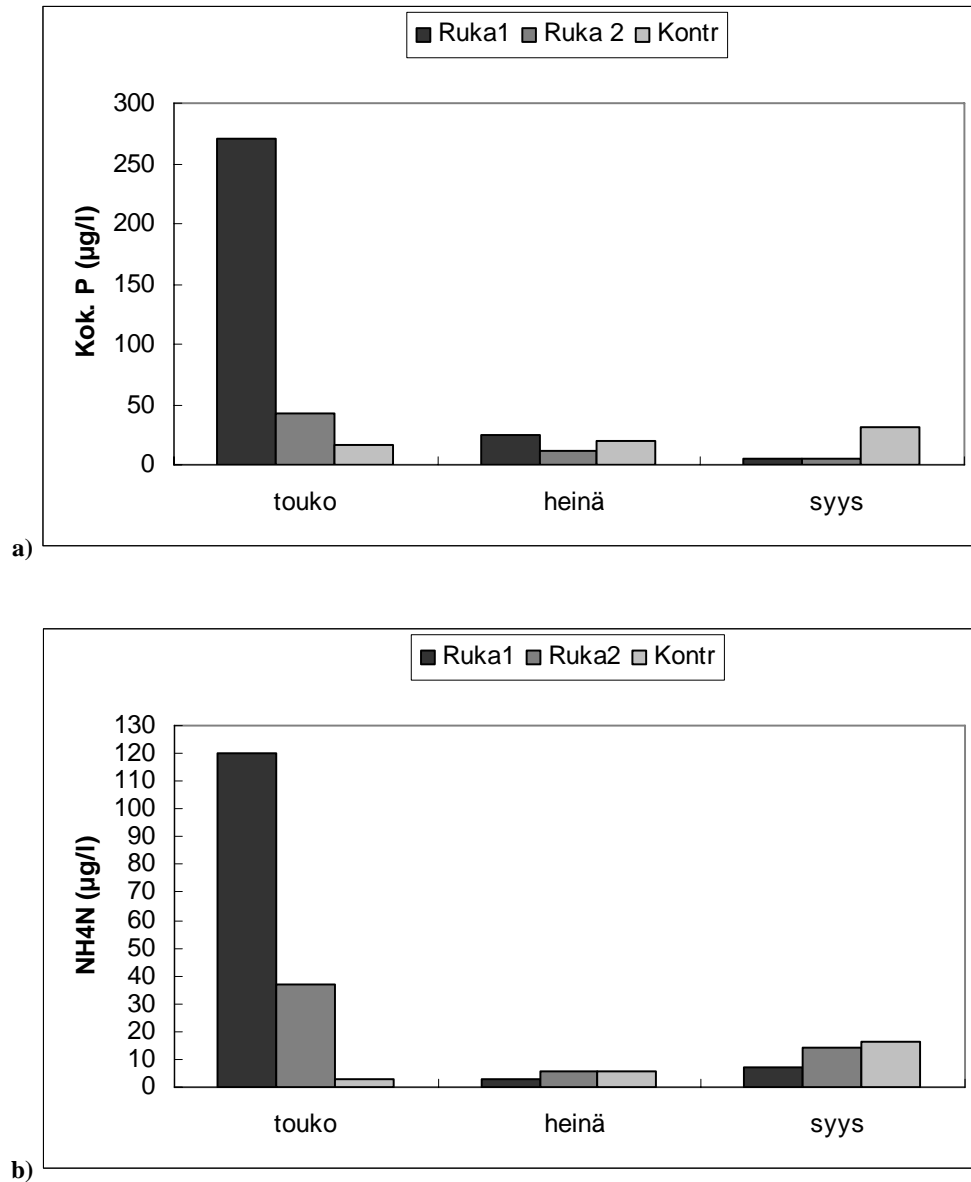
vuoden heinäkuussa. Vaikka pohjanläheinen kokonaisfosforipitoisuus vaihtelee rinnekeskusjärvissä paljon, eivät rinnekeskusjärvien ja kontrollijärvien väliset erot fosforipitoisuuksissa ole tilastollisesti merkitseviä tarkasteltaessa koko vuoden pitoisuuksia.

Luokittelussa ei ole otettu huomioon typpipitoisuuksia, koska fosforia pidetään useimmiten vesistöissä kasvua rajoittavana minimitekijänä (Pietiläinen ja Räike 1999). Yksisuuntaisen Mann-Whitney U -testin perusteella hiihtokeskusjärvet ja kontrollijärvet eroavat sekä pinnanläheisen että pohjanläheisen näytteen typpipitoisuuksiltaan merkitsevästi (pinta: $p=0,017$; pohja: $p=0,0155$). Merkitseviä ovat myös erot pohjanläheisen ammoniumtyypen määrässä ($p=0,017$) ja sekä pinnan kloridipitoisuudessa ($p=0,0385$).

3.1.2 Pintavalunnan ravinnepitoisuudet ja niiden vuodenaikaisvaihtelu

Toisena tutkimusvuotena otetuissa pintavaluntanäytteissä on havaittavissa lumensulamisvesien vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen. Toukokuun näytteenotokerralla lumet olivat sulaneet lähestulkoon kokonaan muualta paitsi Rukan kesärinteeltä, jonka alapuolisesta purosta näyte Ruka1 on otettu. Esimerkiksi kokonaisfosforin ja ammoniumtyypen pitoisuudet ovat rinnepuroissa suurimmillaan juuri lumen sulamisen aikaan, kontrollipurossa maksimiarvo puolestaan ajoittuu syysateisiin (Kuva 5). Myös fosfaattifosforin määrä on suurimmillaan rinnepuroissa keväällä ja kontrollipurossa syksyllä.

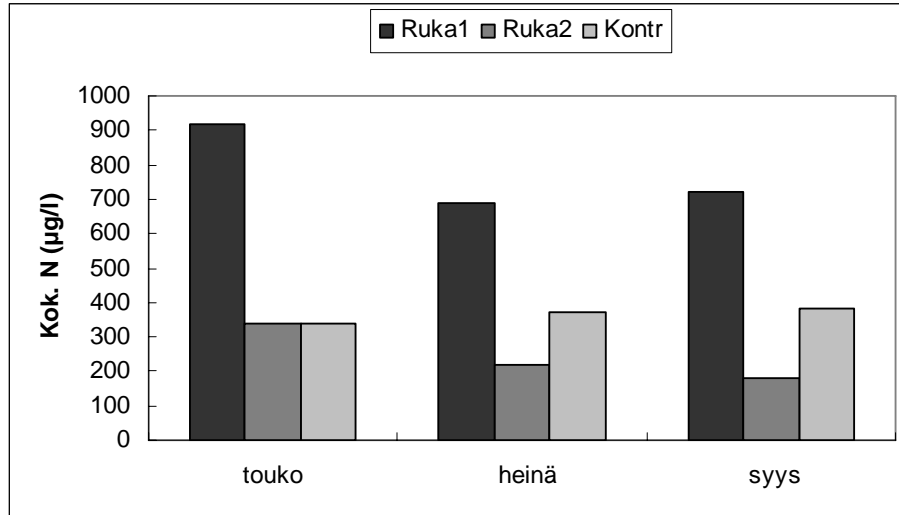




Kuva 5. a) Kokonaisfosforin ja b) ammoniumtyypen pitoisuudet pintavaluntanäytteissä.

Kokonaistyyppipitoisuus on kaikilla näytteenottokerroilla suurin näytteessä Ruka1 (Kuva 6). Toisessa rinnepurossa tyyppipitoisuus on jopa pienempi kuin kontrollipurossa. Myös kokonaistyyppipitoisuuden vuodenaikainen vaihtelu on samankaltaista kuin kokonaisfosforin ja ammoniumtyypen: rinnepuroissa pitoisuus saa maksimiarvon toukokuun näytteessä, kontrollipuron suurin pitoisuus ajoittuu

syyskuulle. Typpipitoisuuden vuodenaikaisvaihtelu on kuitenkin hyvin pientä, lukuun ottamatta kesärinteen purosta (Ruka1) toukokuussa otetun näytteen pitoisuutta (920 µg/l).

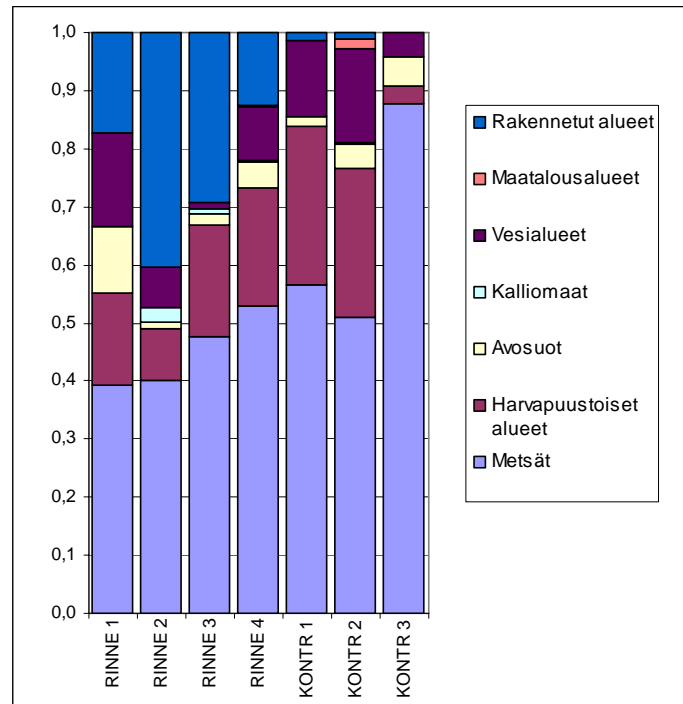


Kuva 6. Kokonaistyyppipitoisuus pintavaluntanäytteissä.

Nitriittinitraattitypen vuodenaikainen vaihtelu poikkeaa muiden ravinteiden vaihtelun säännönmukaisuudesta. Rinnepuroissa suurin nitriittinitraattipitoisuus ajoittuu syyskuulle. Esimerkiksi näytepaikalla Ruka1 toukokuun pitoisuus on alle määrittäysrajan 5 µg/l, mutta heinäkuussa pitoisuus on 620 µg/l ja syyskuussa 640 µg/l. Näytepaikalla Ruka2 näytteenotokertojen ero ei ole yhtä suuri kuin toisella rinnepurolla, sillä nitriittinitraattitypen pitoisuuden maksimi on vain 11 µg/l. Kontrollipurossa nitriittinitraatin määrä on kaikilla näytteenotokerroilla alle määrittäysrajan.

3.2.3 Valuma-alueiden maankäytön ja maanpeitteen rakenteen suhde vedenlaatuun

Rukan lähialueen järvien valuma-alueita luonnehtii rakennettujen alueiden suhteellisen suuri osuus. Rakennettuihin alueisiin on luokiteltu muun muassa asuinalueet, kesämökit sekä urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet, joihin laskettelurinteet kuuluvat. Vaikka hiihtokeskusjärvillä rakennettuja alueita onkin paljon, kaikkien tutkimusjärvien valuma-alue koostuu pääosin metsämaista (Kuva 7). Avosoiden ja kalliomaiden osuus on melko pieni. Avosoita on suhteellisesti eniten Kesäjärven valuma-alueella (11,6 %) ja kalliomaita Talvijärven valuma-alueella (2,4 %). Maatalousalueita on vain Ropakkojärven (1,7 %) ja Vuosselijärven (0,3 %) valuma-alueilla.



Kuva 7. Maankäyttö- ja maanpeiteluokkien osuudet tutkimusjärvien valuma-alueesta. (RINNE 1=Kesäjärvi, 2=Talvijärvi, 3= Saarualampi, 4= Vuosselijärvi; KONTR 1= Petäjälampi, 2= Ropakkojärvi, 3= Hiidenlampi)

Taulukkoon 2 on koottu ravinnetasoa kuvaavien muuttujien ja kloridipitoisuuden riippuvuus maanpeitteestä ja maankäytöstä. Tarkasteltaessa hiihtokeskusjärviä luonnehtivien rakennettujen alueiden suhdetta kokonaistypen pitoisuuteen voidaan havaita riippuvuuden olevan positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä ($p=0,012$) – rakennettujen alueiden osuuden kasvaessa kasvaa myös kokonaistypen määrä. Samoin kuin kokonaistypen myös kokonaisfosforipitoisuuden ja rakennettujen alueiden osuuden välinen riippuvuus on positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä ($p=0,020$). A-klorofyllipitoisuus puolestaan korreloi voimakkaasti rakennettujen alueiden lisäksi myös metsien osuuden kanssa, joskin riippuvuus on negatiivinen. Voidaan siis sanoa, että a-klorofyllipitoisuus on sitä suurempi mitä enemmän valuma-alueella on rakennettuja alueita ja sitä pienempi mitä enemmän metsämaita. Kloridipitoisuus noudattelee samaa kaavaa a-klorofyllipitoisuuden kanssa, joskin muuttujien välinen riippuvuus ei ole niin voimakasta. Mitä enemmän vesistön valuma-alueella oli kalliomaita, sitä korkeampi oli kloridipitoisuus ($p=0,001$).

Taulukko 2. Maanpeitteen ja maankäytön suhde (riippuvuus +/-) pinnan ravinnetasoa kuvaaviin muuttujiin (ammonium tyypinä, nitriitti-nitraatti tyypinä, kokonaistyyppi, fosfaatti fosforina, kokonaisfosfori ja a-klorofylli) sekä kloridipitoisuuteen. Korrelaatiot perustuvat vedenlaatumuuttujien vuosimediaaneihin ja maankäyttöluokkien %-osuuksiin koko valuma-alueen pinta-alasta.

PINTA	metsät	harvapuust	avosuot	kalliomaat	vesialueet	maatalous	rakennetut
NH4N	- *	- *	+	+	-	- **	+
NO23N	- *	-	+	+	-	-	+
kok_N	- **	-	0	+	+	-	+
PO4P	-	- **	-	+	- **	-	+
kok_P	- *	- **	-	+	- *	- **	+
a-kloro	- ***	-	-	+	+	-	+
Cl	- *	+	-	+	-	+	+

Merkitsevyystasot: * P < 0,1, ** P < 0,05, *** P < 0,01

4. Matkailu vaikuttaa veden laatuun - vaikuttaako veden laatu matkailuun?

Tässä tutkimuksessa tehtyjen kirjallisuuskatsauksen ja tapaustutkimuksen perusteella hiihtokeskusten toiminnot vaikuttavat vesistöihin rehevöittävästi. Yksittäisten toimintojen, kuten lumetuksen tai lannoituksen merkitystä vedenlaatua huonontavana tekijänä on vaikea selvittää, sillä erilaiset toiminnot vaikuttavat ympäristöön ja vesistöihin monella eri tavalla, sekä välittömästi että välillisesti. Lisäksi vesistöt ovat monimutkaisia ekosysteemejä. Pelkästään valuma-alueen ominaisuudet, kuten maa- ja kallioperä tai maankäyttö eivät määritä vedenlaatua vaan siihen vaikuttaa myös ilmasto sekä kunkin järven historia. Jos järvi on kärsinyt aiemmin voimakkaasta ulkoisesta kuormituksesta, ovat ravinteet varastoituneet hapellisissa oloissa järven pohjasedimenttiin. Rehevöityessä järvi alkaa useimmiten kärsiä happikadosta. Hapettomuus puolestaan palauttaa pohjaan varastoituneet ravinteet takaisin perustuotannon käyttöön, jolloin järvi kuormittuu osittain samoilla ravinteilla. Tutkimusjärvistä Talvijärvi on tällainen sisäkuormitteinen järvi.



Usein hiihtokeskusten läheisyydessä sijaitsevat järvet toimivat virkistyskäytössä, joten hyvä vedenlaatu olisi matkailun näkökulmasta erittäin tärkeää, jotta vesistön hyödyntäminen olisi mielekästä eikä aiheuttaisi terveyshaittoja. Edelleen esimerkiksi sinileväkukinnoista kärsivä järvi on esteettinen haitta. Tutkimuksessa tehty vedenlaatuluokittelu perustui kokonaisfosforin ja a-klorofyllin raja-arvoilta vesistöjen laadulliseen yleisluokitukseen ja hapen määrä sekä hapenkyllästysasteen ja happamuustason vaihtelu kalavesiluokitukseen. Esimerkiksi virkistyskäyttöluokituksessa leväkukintojen esiintymisen yleisyys on yksi tarkkailtava muuttuja, mutta tutkimusjärvistä leväseurantaa on tehty vain Talvijärvestä. Vuoden 2006 heinäkuun loppupuolella Talvijärvessä esiintyi levää jopa runsaasti ja seuraavan vuoden kesällä leväesiintymiä oli viiden viikon ajan vähän (Valtion ympäristöhallinto 2007). Rehevöityneiden järvien ongelmia ovat leväesiintymien lisäksi muun muassa arvokalojen vähentyminen, kalojen makuvirheet, verkkojen ja rantakivien limoittuminen sekä veden paha haju ja maku (Lappalainen 1990: 111). Rehevöityminen voi täten rajoittaa ja ajoittain jopa estää järven virkistyskäytön kuten uimisen ja kalastuksen.



Yhteenveto

Kestävä matkailu muuttuvassa ilmastossa (KeMMI) -hanke toteutettiin yhteistyössä Oulun yliopiston NorTech Oulu -yksikön, maantieteen laitoksen, Oulangan tutkimusaseman sekä kehittämissyhtiö Naturpolis Oy:n kanssa. Hankkeen on rahoittanut Euroopan sosiaalirahasto (ESR). Tutkimus oli jaettu kolmeen osatutkimukseen, joissa selvitettiin ilmaston ja lumisuuden muutoksia Koillismaalla ja niiden vaikutuksia matkailuelinkeinoon sekä Rukan matkailukeskuksen vesistövaikutuksia. Tavoitteena oli luoda kokonaiskuva muuttuvan ilmaston asettamista haasteista matkailulle.

Koillismaalla lämpötilaa, sademäärä ja lumensyvyyttä on mitattu 60-luvulta lähtien. Tänä aikana talvikauden lämpötilat ovat nousseet noin yhden asteen, mutta lumisuudessa ja sademäärissä selkeitä muutoksia ei ole nähtävissä vuosittaisen vaihtelun ollessa suurta. Ilmastonmuutos tulee näkymään Koillismaalla pääasiassa ilmaston lämpenemisen, talvikauden sademäärän lisääntymisen ja lumipeitteen vähenemisen muodossa. Lumisuus voi alussa määrällisesti lisääntyä sademäärien kasvun myötä, mutta lämpötilan nousu lyhentää lumisen kauden pituutta merkittävästi tällä vuosisadalla. KeMMI-hankkeen ennusteiden mukaan lumen tulo tulee viivästyämään kahdella viikolla jo tulevan 30 vuoden aikana, ja vuosisadan loppuun mennessä pysyvän lumikauden kesto lyhenee noin 30 päivällä. Vuosisadan loppupuolella lumensyvyys laskee noin puoleen nykyisestä. Tulokset ovat samansuuntaisia koko Suomelle tehtyjen skenaarioiden kanssa.

Talvimatkailulle muutokset lumisuudessa ovat erityisen haastavia, sillä useille Koillismaan matkailuyrittäjille lumi on toiminnan edellytys. Osatutkimuksessa I todettiin, että talven keskilämpötila, pakkaspäivien lukumäärä ja lumensyvyys vaikuttavat eniten lumisuudessa tapahtuviin muutoksiin ja siten talvikauden pituuteen. Vaikka Koillismaan lämpötilat ovatkin olleet kahden tarkastelujakson jälkimmäisellä jaksolla korkeampia, eivät korkeimmat talven keskilämpötilat silti ajoitu vain viime vuosille vaan jakautuvat tasaisesti koko tarkastelujaksolle. Tämä voi selittää Koillismaalla talvien lyhentymistä havainneiden matkailuyrittäjien suhteellisen pientä osuutta verrattuna koko Pohjois-Suomessa vastaavia havaintoja tehneiden osuuteen.

KeMMI-hankkeen tutkimustulosten perusteella Rukan hiihtokeskuksen lähialueen vesistöistä



Kesäjärven, Saarualammen ja Vuosselijärven vedenlaatu on tyydyttävä, Talvijärvi on puolestaan vedenlaadultaan välttävä. Vesistöjen ongelmana on rehevöityminen, joka ilmenee pohjan hapettomuutena etenkin jääpeitteen aikaan. Talvijärvi on sisäkuormitteinen eli ulkoisen kuormituksen lisäksi vesistöä kuormittaa pohjan ravinnekuorma. Rehevöitymisen takia Talvijärvessä esiintyy kesällä levätuotantoa, joka nostaa pinnan pH-arvoa sekä aiheuttaa hapen ylikyllästystä pintavedessä. Pintavalutanäytteiden perusteella rinteiltä valuvien purojen ravinnepitoisuudet ovat kontrollipuron ravinnepitoisuuksia suuremmat. Lumipeitteen ollessa rinteillä paksumpi, myös valunta on suurempaa, mikä näkyy rinnepurojen ravinnepitoisuuksien maksimin ajoittumisessa keväälle. Kontrollipurossa ravinnepitoisuudet ovat suurimmillaan syysateiden aikaan.

Mitä enemmän tutkimusjärvien valuma-alueella oli rakennettuja alueita, sitä suurempia olivat kokonaistypen ja -fosforin määrä sekä a-klorofylli- ja kloridipitoisuudet. Vesistöt ovat kuitenkin monimutkaisia ekosysteemejä, joten ei voida tarkkaan määritellä vedenlaatuun vaikuttavia tekijöitä. Ilmaston lämpenemisen ja lumisuuden vähenemisen myötä matkailukeskusten toimintamuodot saattavat kuitenkin muuttua, millä voi olla vaikutuksia myös lähialueen vesistöihin. Esimerkiksi lumetuksen merkityksen kasvaessa lumetukseen tarvittavan veden määrän lisääntyminen voi näkyä järvissä vedenpinnan alenemisena. Myös lumiaktiiviteettien vaihtuminen lumesta riippumattomiksi toiminnoiksi voi vaikuttaa vesistöihin, sillä maaperän kulutuksen voimistuminen voi lisätä aineksen valuntaa vesistöihin.

Kirjallisuus



- Abegg, B., U. König, R. Bürki & H. Elsasser (1998). Climate impact assessment in tourism. *Applied geography and development* 51: S, 81–93.
- Arctic climate impact assessment (ACIA) (2004). *Impacts of a warming arctic*. Cambridge university press. Cambridge. 139 s.
- Autio, J. & O. Heikkinen (1999). Pohjois-Suomen ilmasto. *Teoksessa* Westerholm J. ja P. Raento (toim.) *Suomen kartasto*. WSOY. Porvoo. 202 s.
- Beniston, M. (1997). Variations of Snow depth and duration in the Swiss Alps over the last 50 years: links to changes in large-scale climatic forcings. *Climate Change* 36: 281-300.
- Brown, R. (2000). Northern hemisphere snow cover variability and change, 1915–97. *Journal of climate* 13: 2339–2355.
- Bürki, R. (2000). *Klimaänderung und Anpassungsprozesse im Wintertourismus*. 206 s. Ostschweizerischen Geographischen Gesellschaft, St. Gallen.
- Cohen, J. & D. Ring (1991). The effect of snow cover on the climate. *Journal of climate* 4: 689-706.
- Drebs, A. (2002). *Tilastoja Suomen ilmastosta 1971-2000*. Ilmatieteen laitos. Helsinki.
- Fahey, B. & K. Wardle (1998). Likely impacts of snow grooming and related activities in the West Otago ski fields. *Science for Conservation*: 85.
- Fogelberg, P. & M. Seppälä (1986). Geomorfologinen aluejako. *Suomen kartasto, vihko Maanpinnan muodot* 121-122: 17. Maanmittauslaitos/Suomen maantieteellinen seura.
- Gimelo, L., L. de la Torre, R. Nieto, R. Garcia, E. Hernandez & P. Ribera (2003). Changes in the relationship NAO-Northern hemisphere temperature due to solar activity. *Earth and Planetary Science Letters* 206: 15-20.
- Helminen, V. A. (1987). Lämpöolot. *Suomen kartasto, vihko Ilmasto* 131: 4-10. Maanmittauslaitos/Suomen maantieteellinen seura.
- Hurrell, J. (2001). The North Atlantic Oscillation. *Science* 291 nro. 5504: 603-604.
- Ilmastonmuutos ja Suomi (1996)*. Tiivistelmä suomalaisen ilmakehänmuutosten tutkimusohjelman (SILMU) tuloksista. Yliopistopaino. Helsinki.
- Ilmatieteen laitos (2007)*. Suomen keskilämpötilan muutokset. <http://www.fmi.fi/tutkimus_ilmasto/ilmasto_35.html> Viitattu 24.7.2007.
- IPCC, (2007): Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jaagus, J. (1997). The impact of climate change on the snow cover pattern in Estonia. *Climatic Change* 36: 65–77.
- Jylhä, K., H. Tuomenvirta & K. Ruosteenoja (2004). Climate change projections for Finland during the 21st century. *Boreal environmental research* 9 nro 2: 127-152. 7.3.2004.
- Jylhä, K., K. Ruosteenoja ja H. Tuomenvirta (2005). Ilmastonmuutosskenaarioita Suomelle. Seminaarijulkaisussa Riikonen, J. ja E. Vapaavuori (toim): Ilmasto muuttuu - mukautuvatko metsät, *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja*, 944, 21–29.
- Karl, T., P. Groisman, R. Knight & R. Heim Jr. (1993). Recent variations of snow cover and snowfall in North America and their relation to precipitation and temperature variations.



- Journal of climate* 6: 1327–1342.
- Keskitalo, J. (2005). *Maapallon muuttuva ilmasto*. Gummerus kirjapaino Oy. Jyväskylä. 255 s.
- Ketola, H. (2007). Ruka saa lumetusveden Vuosselijärvestä. *Sanomalehti Kaleva* 28.4.2007.
- Koscielny, M., I. Thévenin & R. Cojean (2005). Analysis of man-caused alterations of the water balance in montaneous catchments resulting from the development of ski areas (Les Arcs winter sport resort, Savoie, France). *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 7, 06783.
- Kuusisto, E. & J. Käyhkö (2004). *Globaalimuutos*. Otavan kirjapaino. Keuruu. 169 s.
- Kälkälä, T. (2007). *Laskettelurinteiden maisemoinnin kasvillisuus- ja ympäristövaikutukset Rukalla*. Pro gradu -tutkielma. Biologian laitos, Oulun yliopisto.
- König, U. (1998). Tourism in a warmer world. Implications of climate change due to enhanced greenhouse effect for the ski industry in the Australian Alps. 229 s. *Wirtschaftsgeographie und Raumplanung* 28.
- Laari, M. <manu.laari@ruka.fi> (2007). Lisäinfoa KeMMI -projektiin. Henkilökohtainen sähköpostiviesti 14.5.2007.
- Lappalainen, K. M. (1990). Kunnostusta ja hoitoa vaativat ongelmat. *Teoksessa Ilmavirta, V. (toim.) Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet*. Yliopistopaino, Helsinki.
- Leikoski, E. (2005) (toim.). *Ruka – Ensimmäiset 50 vuotta*. Karisto Oy:n kirjapaino.
- Levin ensilumenlatu (2006). Levin talvi: rinteet ja ladut. <<http://www.levi.fi/pages/index.php?id=269&language=fin>> Viitattu 25.7.2007.
- Lumilajit tunneleissa 2007. Tekemiset ympärivuotisesti. <http://www.vuokatti.fi/index.php?id=6_46_100&la=fi> Viitattu 27.9.2007.
- Marttila, V., H. Granholm, J.Laanikari, T. Yrjölä, A. Aalto, P. Heikinheimo, J. Honkatukia, H. Järvinen, J. Liski, R. Merivirta, M. Paulio (2005). *Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia*. Vammalan kirjapaino Oy.
- Mieczkowski, Z. (1985). The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism. *The Canadian Geographer* 29: 3, 220–233.
- Molles, M. & J. Gosz (1980). Effects of a ski area on the water quality and invertebrates of a mountain stream. *Water, Air, and Soil Pollution* 14: 187-205.
- Parry, M.L. (toim.) (2000). *Assesment of potential effects and adaptations for climate change in Europe: The Europe ACACIA project*. Jackson Environment institute, University of East Anglia, Norwich, UK. 320 s.
- Parviainen, M. (2007). Rukakeskus Oy. Suullinen tiedonanto 21.3.2007.
- Pietiläinen, O-P. & A. Räike (1999). Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. *Suomen ympäristö 313*. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Rixen, C., V. Stoeckli & W. Ammann (2003). Does artificial snow production affect soil and vegetation of ski pistes? A review. *Perspectives on Plant Ecology, Evolution and Systematics*: Vol. 5, Nr. 4, pp. 219-230.
- Ruka-Kuusamo Matkailuyhdistys (2007). Rukan talvisivut. <<http://www.ruka.fi/talvi/>> Viitattu 25.7.2007.
- Ruka-Kuusamo Matkailuyhdistys (2007). Rukan talvisivut. <<http://www.ruka.fi/talvi/>> Viitattu 25.7.2007.
- Ruuhijärvi, R. (1988). Suomen kasvillisuuden pääpiirteet. *Suomen kartasto, vihko Elävä luonto, luonnonsuojelu* 141-143: 1-3. Maanmittauslaitos/Suomen maantieteellinen seura.
- Rämet, J. & P. Kauppila (2001). *Kuusamon talvi- ja kesämatkailijat ja heidän rahankäyttönsä vuonna 2000*. Tutkimuksia 1/2001. Naturpolisjulkaisu.







- Saarinen, J. & K. Tervo (2006). Perceptions and adaptation strategies of the tourism industry to climate change: the case of Finnish nature-based tourism entrepreneurs. *International Journal of Innovation and Sustainable Development* 1: 3, 214–228.
- Scott, D. (2006). US ski industry adaptation to climate change. *Teoksessa* Gössling, S & C. M. Hall (toim.): *Tourism and global environmental change. Ecological social, economic and political interrelationships*, 262–285. Routledge, Oxon.
- Scott, D. ja G. McBoyle (2006). Climate change adaptation in the ski industry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*.
- Scott, D., G. McBoyle & A. Minogue (2006a). Climate change and Quebec’s ski industry. *Global Environmental Change*.
- Scott, D., G. McBoyle, B. Mills & A. Minogue (2006b). Climate Change and the Sustainability of Ski-based Tourism in Eastern North America: A Reassessment. *Journal of Sustainable Tourism*, Vol. 14, No. 4, 376-398.
- Scott, D. & G. McBoyle (2007). Climate change adaptation in the ski industry. *Mitigation and adaptation strategies for global change* 12: 8, 1411–1431.
- Scott, D., J. Dawson & B. Jones (2007). Climate change vulnerability of the US Northeast winter recreation- tourism sector. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*.
- SHKY (2006). Tilannetiedot: Hiihtokeskusfaktat. <<http://www.ski.fi/kohdetiedot>> Viitattu 26.7.2007.
- Sievänen, T., K. Tervo, M. Neuvonen, E. Pouta, J. Saarinen & A. Peltonen (2005). Nature-based tourism, outdoor recreation and adaptation to climate change. FINADAPT Working Paper 11. *Finnish Environment Institute Mimeographs* 341.
- Smith, K. (1990). Tourism and climate change. *Land Use Policy* 7:2,
- Smolinski, K. (2004). Interrelationships Among Large-Scale Atmospheric Circulation Regimes and Surface Temperature Anomalies in the North American Arctic. <<http://66.102.1.104/scholar?hl=fi&lr=&scoring=r&q=cache:8M82ZqJeoHIJ:etd.library.gatech.edu/dspace/handle/1853/5026+interrelationships+among+large-scale+atmospheric>>
- Solantie, R. (1987). Sade- ja lumiolot. *Suomen kartasto, vihko Ilmasto* 131: 18-22. Maanmittauslaitos/Suomen maantieteellinen seura.
- Strahler, A., & A. Strahler (2002). *Physical geography*. Second edition. John Wiley and sons. New York. 748s.
- Suomen ilmatieteen laitos (2007). Suomen keskilämpötilan muutokset. <http://www.fmi.fi/tutkimus_ilmasto/ilmasto_35.html>
- Tilastokeskus (2007). *Matkailutilasto*. Liikenne ja matkailu 2007. Helsinki.
- Valtion ympäristöhallinto (2007). Leväseurannan tulokset, kesä 2006 ja 2007. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. <<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=6757&lan=fi>> Viitattu 12.12.2007.
- Vasari, Y. (1977). *Kuusamon luonto ja sen kehitysvaiheet*. Erikoispainos Kuusamon historia 1 1978.
- Vesi- ja ympäristöhallitus (1988). Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen. *Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja* 20. Valtion painatuskeskus, Helsinki.
- Visbeck, M. (2007). North Atlantic Oscillation. <<http://www.ldeo.columbia.edu/NAO/>>
- Wardle, K. & B. Fahey (1999). Environmental effects associated with snow grooming and skiing at Treble Cone Ski Field. Part 1. Vegetation and soil disturbance. *Science for Conservation* 120A: 1-48.
- Wemple, B., J. Shanley, J. Denner, D. Ross & K. Mills (2007). Hydrology and water quality in two



mountain basins of the northeastern US: assessing baseline conditions and effects of ski area development. *Hydrological Processes* 21, 1639-1650.

LIITE 1. Kuusamon lentokentän, Oulangan tutkimusaseman ja Värriön tutkimusaseman muuttujien keskiarvot jaksolta 1971–2000 sekä jokaisen mittauspaikan havaintojakso jaettuna kahteen tarkastelujaksoon.

<u>Kuusamon lentokenttä</u>				
Lämpötila	1971–2000 Keskiarvo	1959–1989	1990–2006	Muutos
		- 67 -		

MUUTTUVA ILMASTO – HAASTE MATKAILULLE

Vuoden keskilämpötila °C	-0,2	-0,5	0,4	+0,9
		1959–1989	1990–2007	
Talven keskilämpötila °C	-5,0	-6,2	-5,2	+1,0
Kevään keskilämpötila °C	-1,4	-1,7	-1,1	+0,6
Pakkaspäivät	177	178	174	-4
Sademäärä		1959–1989	1990–1999	
Vuoden sadessumma mm	583,5	567,6	566,0	-1,6
Talven sadessumma mm	309,4	299,6	307,2	+7,6
Kevään sadessumma mm	107,6	105,0	102,9	-2,1
Lumi		1959–1989	1990–2000	
Pysyvän lumen kesto (päivää)	194	188	198	+10
Talven lumensyvyys cm	39,5	38,5	42,2	+3,7
Kevään lumensyvyys cm	49,7	48,4	52,7	+4,3

Oulangan asema				
Lämpötila	1971–2000 Keskiarvo	1967–1989	1990–2006	Muutos
Vuoden keskilämpötila °C	-0,6	-0,9	0,1	+1,0
		1967–1989	1990–2007	
Talven keskilämpötila °C	-6,4	-6,9	-5,7	+1,2
Kevään keskilämpötila °C	21,6	-1,2	-0,9	+0,3
Pakkaspäivät	167,9	173	162	-11
Sademäärä		1967–1989	1990–2006	
Vuoden sadessumma mm	568,3	557,3	545,3	-12,0
		1967–1989	1990–2007	
Talven sadessumma mm	306,8	295,5	303,9	+8,4
Kevään sadessumma mm	105,3	104,4	100,8	-3,6
Lumi		1966–1989	1990–2007	
Pysyvän lumen kesto (päivää)	194	194	192	-2
Talven lumensyvyys cm	37,0	36,1	36,2	+0,1
Kevään lumensyvyys cm	47,4	46,5	44,7	-1,8

Värriön asema				
Lämpötila	1974–2000 Keskiarvo	1974–1989	1990–2006	Muutos
Vuoden keskilämpötila °C	-0,8	-1,1	-0,2	+0,9
		1974–1989	1990–2007	
Talven keskilämpötila °C	-5,9	-6,2	-5,4	+0,8
Kevään keskilämpötila °C	-2,0	-2,0	-1,8	+0,2
Pakkaspäivät	193	193	189	-4
Sademäärä		1974–1989	1990–2006	
Vuoden sadessumma mm	592,4	560,3	614,3	+54,0
		1974–1989	1990–2007	
Talven sadessumma mm	317,8	283,1	347,0	+63,9
Kevään sadessumma mm	117,7	107,6	127,8	+20,2
Lumi		1974–1989	1990–2006	
Pysyvän lumen kesto (päivää)	226	228	220	-8
	1971–2000	1968–1989	1990–2007	
Talven lumensyvyys cm	52,0	51,3	49,1	-2,2
Kevään lumensyvyys cm	61,5	61,0	56,1	-4,9