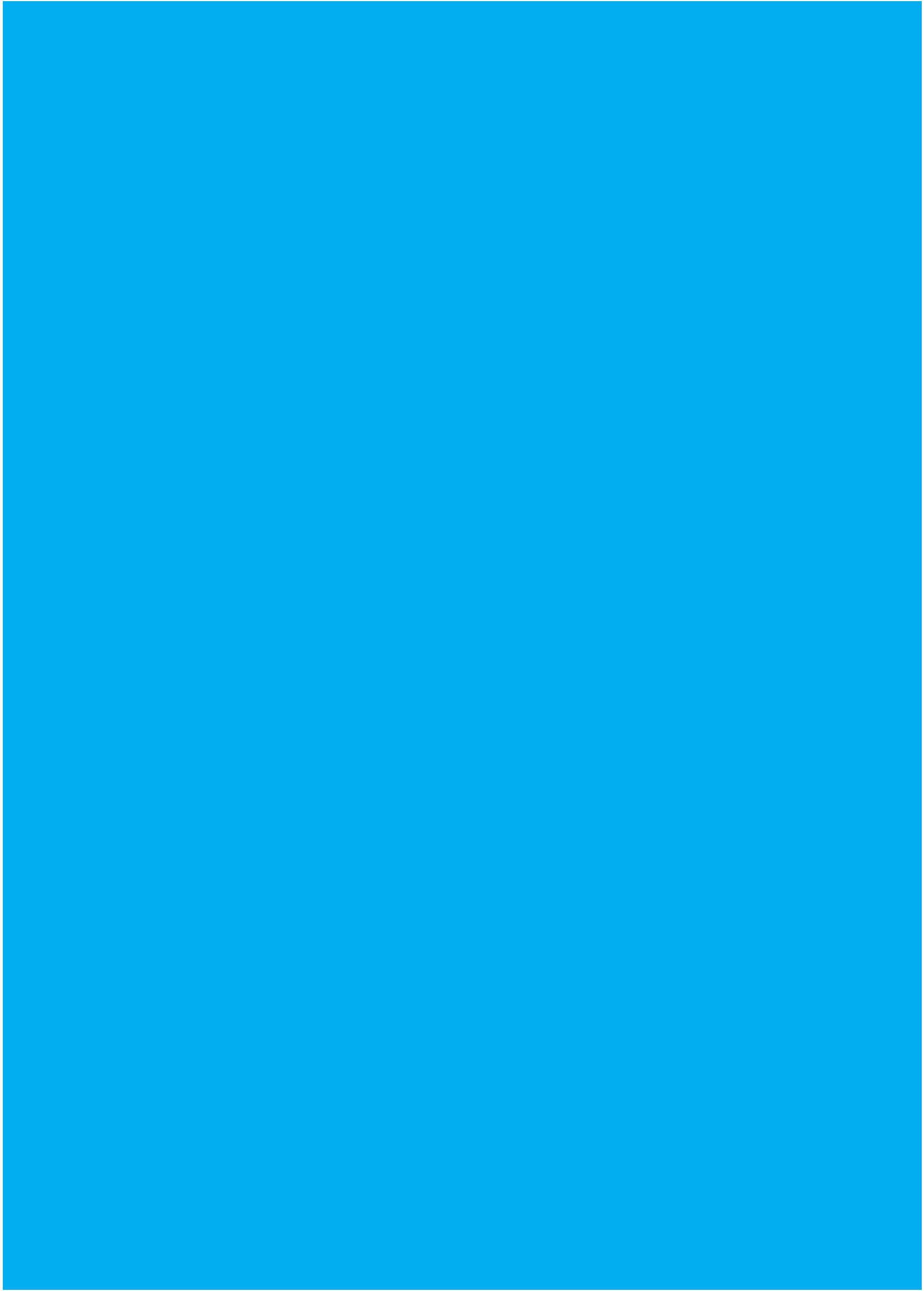


Liite 5

Ilman ja ilmaston perustilatutkimus



Northland Exploration Finland Oy

Pajalan ja Kolarin rautamalmiprojektit

Ilman ja ilmaston perustilatutkimus

Copyright © Pöyry Environment Oy

Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai mitään sen osaa ei saa kopioida tai tuottaa uudelleen ilman kirjallista lupaa Pöyry Environment Oy:ltä.

Copyright © Pöyry Environment Oy

Sisäinen asiakirjakontrolli

Asiakas
Otsikko
Projekti
Vaihe

Projekti Nro.

Luokitus
Piirustus/Rek./Sarja Nro.

Tiedoston nimi	Climate_air_quality_1.0-fin_tarkistettu.doc
Tiedoston sijainti	
Järjestelmä	Microsoft Word 2003

Ulkoinen osuus
Sisäinen osuus

Avustus
Vastuullinen BU

Tarkistukset:**Alkuperäinen**

Asiakirjan päiväys
 Kirjoittaja/sijainti/allekirjoitus

Hallinnan päiväys
 Tarkastaja/sijainti/allekirjoitus

A

Asiakirjan päiväys	13.6.2008
Kirjoittaja/sijainti/allekirjoitus	Pekka Tuomela

Hallinnan päiväys
 Tarkastaja/sijainti/allekirjoitus

B

Asiakirjan päiväys	8.10.2008
Kirjoittaja/sijainti/allekirjoitus	Taina Eloranta

Hallinnan päiväys	10.10.2008
Tarkastaja/sijainti/allekirjoitus	Pekka Tuomela

Muutos viimeisessä tarkistuksessa

Tausta

Yhteyshenkilö

Urheilukatu 5-7

FI-96100 Rovaniemi

Finland

Kotipaikka Helsinki, Finland

Y-tunnus 0196118-8

Puh. +358 10 33280

www.environment.poyry.fi

Pöyry Environment Oy

Yhteenveto

Northland Resources Inc. kehittää Stora Sahavaaran ja Tapulin malmikaivoksia Pajalassa, Ruotsissa ja Hannukaisen rautamalmikaivosta Kolarissa, Suomessa. Tämä tutkimus keskittyy ilmasto-olosuhteisiin Pajala-Kolarin alueilla. Käytettävissä olevat tiedot on kerätty SMHI:ltä (Ruotsin ilmatieteen ja hydrologian laitos) ja Ilmatieteen laitokselta (Suomen Ilmatieteenlaitos). Valunnan arviointi on tehty käyttäen tavanomaisia valunta-arvoja jotka on esitetty kirjallisuudessa. Vuosittaiset vaihtelut valunnassa on arvioitu käyttäen Suomen ympäristökeskuksen hydrologista mallia. Ilmanlaadun mittaukset on suoritettu Pallaksen asemalla Suomessa. Ilmastomuutos ja arvioidut vaikutukset ilmastoon tarkastellaan lyhyesti perustuen kirjallisiin tutkimuksiin. Jotta saataisiin kokonaiskuva ilmastosta, tämä tutkimus kattaa vuodet 1971-2007.

Keskimääräinen vuotuinen sademäärä Pajalassa on 609 mm/a, Kaunisvaarassa 581 mm/a ja Pellossa 490 mm/a. Sadannan kehitys on selvästi kasvussa tarkkailujakson aikana. Heinä- ja elokuun aikana sadanta on suurinta ja helmi-, maaliskuu- ja huhtikuu ovat kuivimmat kuukaudet. Lunta on maassa loka/marraskuun – huhtikuu/toukokuun välisenä aikana. Lumen syvyys on suurimmillaan maaliskuun lopussa, tällöin lunta on keskimäärin 70 cm.

Keskimääräinen vuotuinen lämpötila Pajalassa on -0,1 °C ja Pellossa 0,3 °C. Vuosien aikana on selvää nousua keskilämpötiloissa. Kylmin kuukausi on tammikuu ja lämpimin heinäkuu. Suurimmat osat tuulista puhaltavat eteläkaakosta ja pohjoisluoteesta. Vuosittainen keskimääräinen tuulen nopeus Pellon asemalla on 2,6 m/s.

Ilmanlaatu alueella (Pallaksen ilmanlaatuasema) on hyvä. Keskimääräiset SO₂-, NO₂- ja pienhiukkaspitoisuudet ovat alhaiset.

Sisällysluettelo

Tausta

Yhteenveto

1	JOHDANTO	4
1.1	Tutkimuksen tavoitteet	4
2	ILMASTO PAJALAN ALUEELLA	6
2.1	Sademäärät	6
2.1.1	Vuosittainen sademäärä	6
2.1.2	Kuukausittainen sademäärä	7
2.2	Lumi	7
2.3	Lämpötila	8
2.4	Tuuli	8
2.5	Valunta	9
3	ILMASTO KOLARIN ALUEELLA	12
3.1	Sademäärä	12
3.1.1	Vuosittainen sademäärä	12
3.1.2	Kuukausittainen sademäärä	13
3.2	Lumi	14
3.3	Lämpötila	14
3.4	Tuuli	15
3.5	Valunta	15
4	ILMANLAATU PAJALA-KOLARI ALUEELLA	17
5	ILMASTONMUUTOS	20
5.1	Havaitut muutokset	20
5.2	Tulevaisuuden skenaariot	20
5.2.1	Suomi	20
5.2.2	Ruotsi	21
6	LÄHTEET	24

Lista kuvista ja taulukoista

Kuva 1. Sääasemat projektialueiden lähellä	5
Kuva 2. Keskimääräinen vuosittainen sademäärä Pajalassa (1971-2007) ja Kaunisvaarassa (1961-2007).	6
Kuva 3. Keskimääräiset vuosittaiset lämpötilat Pajalassa 1971-2007.	8
Kuva 4. Vallitsevat tuulensuunnat ja nopeudet Pajalassa 1997-2006.	9
Kuva 6. Kaunisjoen valuma-alue ja sen ala-altaat.	11
Kuva 7. Keskimääräinen vuosittainen sademäärä Pellossa(1980-2007)	13
Kuva 8. Keskimääräiset vuosittaiset lämpötilat Pellossa 1971-2007.	14
Kuva 9. Keskimääräiset tuulensuunnaat Pellossa	15
Kuva 10. Valuma-alueet Kolarissa	17
Kuva 11. Alkuaineiden As, Cd ja Ni ilmalaskeumat Suomessa	19
Kuva 12. Vuosittaiset keskimääräiset lämpötilat ja sademäärät Ruotsissa vuosina 1860-2006.	22
Kuva 13. Muutos Suomen keskimääräisessä lämpötilassa (yllä) ja sademäärässä (alla) hajontana verrattuna keskiarvoihin ajanjaksolla 1961-1990.	23
Taulukko 1. Keskimääräiset vuosittaiset ja kuukausittaiset sademäärät Pajalassa	7
Taulukko 2. Lumen syvyys Pajalassa talvikauden aikaan	7
Taulukko 3. Keskimääräiset vuosittaiset ja kuukausittaiset lämpötilat Pajalassa	8
Taulukko 4. Virtausvoimakkuudet Kaunisjoen valuma-alueella ja sen ala-altailla	10
Taulukko 5. Kuukausittaiset korjauskertoimet Pellolle ja Kolarille	12
Taulukko 6. Keskimääräinen vuosittainen ja kuukausittainen sademäärä Pellossa	13
Taulukko 7. Lumen syvyys Pellossa ja Kolarissa talvikauden aikaan	14
Taulukko 8. Keskimääräiset vuosittaiset ja kuukausittaiset lämpötilat Pellossa	15
Taulukko 9. Valuma-alueet ja virtausvoimakkuudet Kolarin alueella	16
Taulukko 10. Osavaluma-alueet Hannukaisessa	16
Taulukko 11. Taustailmanlaatu Pallaksen sääasemalla	18
Taulukko 12. Pallaksen ja Norrbottenin asemien keskiarvojen vertailu	18
Taulukko 13. Valittujen alkuaineiden ilmanlaskeuma Pallaksella	19

1 JOHDANTO

Northland Resources Inc. (Northland Exploration Sweden AB, Northland Exploration Finland Oy) kehittää Stora Sahavaaran ja Tapulin malmikaivoksia Pajalassa, Ruotsissa ja Hannukaisen rautamalmikaivosta Kolarissa, Suomessa. Kaivosten lisäksi tullaan kehittämään rikastamoja ja niihin liittyviä kuljetuksia sekä muuta kaivosinfrastruktuuria sekä Sahavaarassa että Hannukaisessa. Kaivostoiminta edellyttää rikastushiekan käsittelyä ja varastointia, sivukiven läjittämistä ja muuta tarvittavaa kaivosinfrastruktuuria kaikkiin kohteisiin. Rikaste Tapulin, Stora Sahavaaran ja Hannukaisen kaivoksista käytetään mahdollisesti syötteenä pelletointiin. Pellettilaitokset sijoitetaan niin lähelle jokaista kaivosta kuin on mahdollista.

Mahdollisia pellettitehtaan sijoituspaikkoja ovat tällä hetkellä Rautuvaara ja Äkäsjokisuu Suomessa ja Kaunisvaara Ruotsissa. Muita sijoituspaikkoja voidaan harkita projektin kehittyessä. Lopullista päätöstä pellettitehtaiden sijainnista ei ole tehty tätä raporttia kirjoitettaessa.

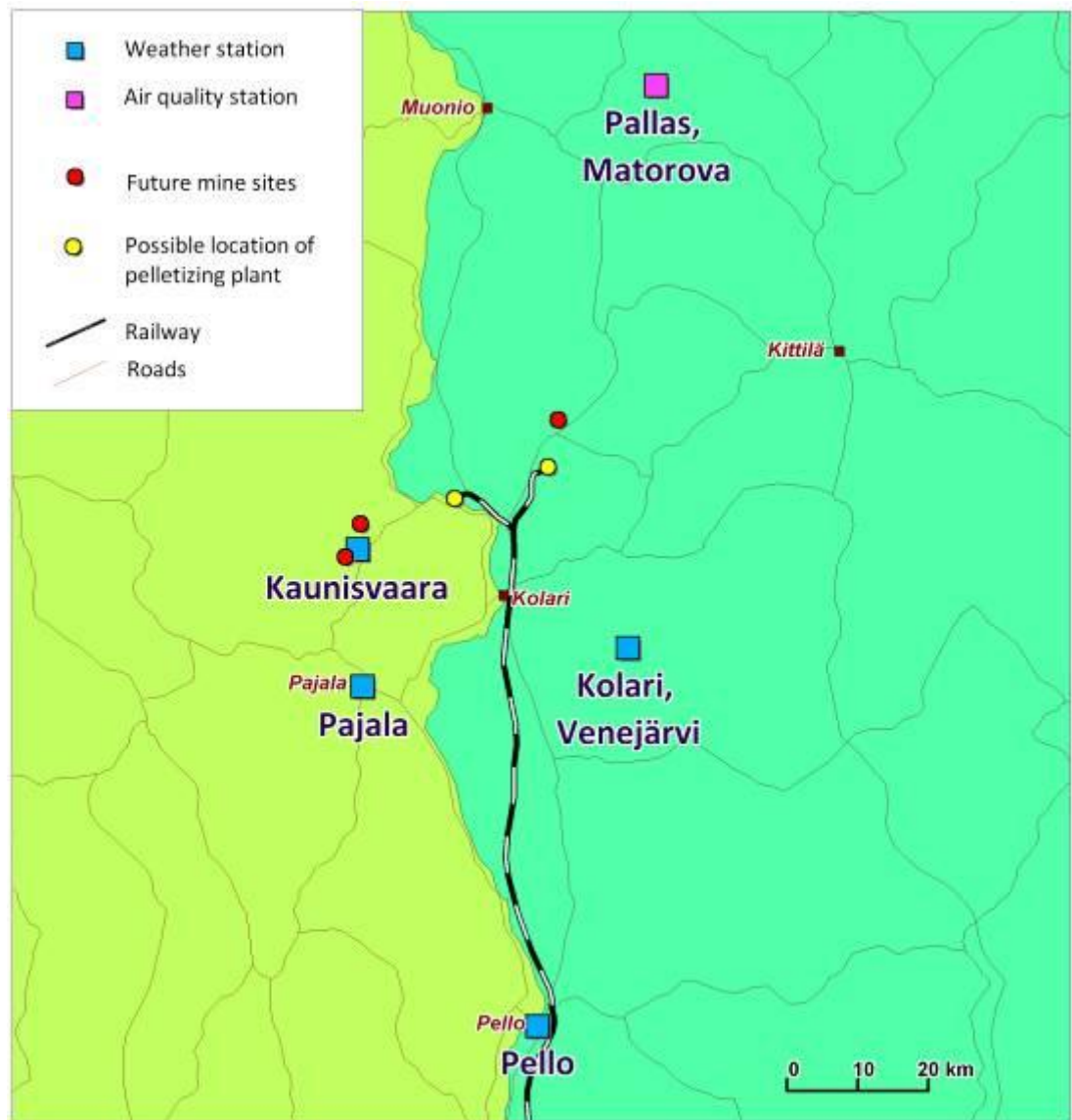
1.1 Tutkimuksen tavoitteet

Tämä tutkimus keskittyy ilmastoon ominaisuuksiin Pajala-Kolarin alueilla. Käytettävissä olevat tiedot on kerätty SMHI:ltä (Ruotsin ilmatieteen ja hydrologian laitos) ja Ilmatieteen laitokselta (Suomen Ilmatieteenlaitos). Lähimmät sääasemat sijaitsevat keskellä Pajalan ja Kaunisvaaran aluetta Ruotsissa. Suomessa lähin asema on Kolarissa, mutta saatavilla olevat tiedot ovat rajoitettuja. Laajempaa tietoa on saatavilla Pellon asemalta, joita on myös hyödynnetty tässä tutkimuksessa (kuva 1).

Jotta saadaan arvio valuntatiedoista tutkimusalueella, valuma-alueet on jaettu pienvaluma-alueisiin. Valunnan arviointi on tehty käyttäen tavanomaisia kirjallisuudessa esitettyjä valunta-arvoja. Vuosittaiset vaihtelut virtauksessa on arvioitu käyttäen Suomen ympäristökeskuksen hydrologista mallia.

Ilmanlaadun mittaukset on suoritettu Pallaksen asemalla Suomessa. Ilmastomuutos ja sen arvioitavat vaikutukset ilmastoon tarkastellaan lyhyesti kirjallisuuskatsauksen perusteella.

Meteorologiassa on tapana käyttää niin sanottua kansainvälistä vertailukautta, joka käsittää tyypillisesti 30 vuoden ajanjakson. Viimeisin "virallinen" kansainvälinen vertailujakso on ollut 1961–1990, mutta esimerkiksi Suomessa ajanjaksona käytetään yleisesti vuosia 1971–2000. Yhtenä syynä tähän ovat nykyiset ja ennakoitavat ilmastomuutosvaikutukset ja vaihtelevat ilmasto-olosuhteet. Jotta saataisiin kokonaiskuva ilmastomuutoksesta tällä hetkellä, tämä tutkimus kattaa vuodet 1971–2007.



Kuva 1. Sääasemat projektialueiden lähellä.

2 ILMASTO PAJALAN ALUEELLA

Ilmastotiedot hankittiin Pajalasta ja Kaunisvaarasta. Pajalan aineisto käsittää vuodet 1971–2007 ja ne on mitattu Pajalan sääasemalla (18376) joka sijaitsee Pajalan keskustassa. Tietoihin kuuluvat sademäärä, lämpötila, lumen syvyys ja tuulet. Kaunisvaaran sääasema (18381) on lähin tulevaisuuden kaivostoimintaa ajatellen. Kaunisvaaran aineisto koostuu kuitenkin vain sadantatiedoista aikajänteellä 1961–2007.

2.1 Sademäärät

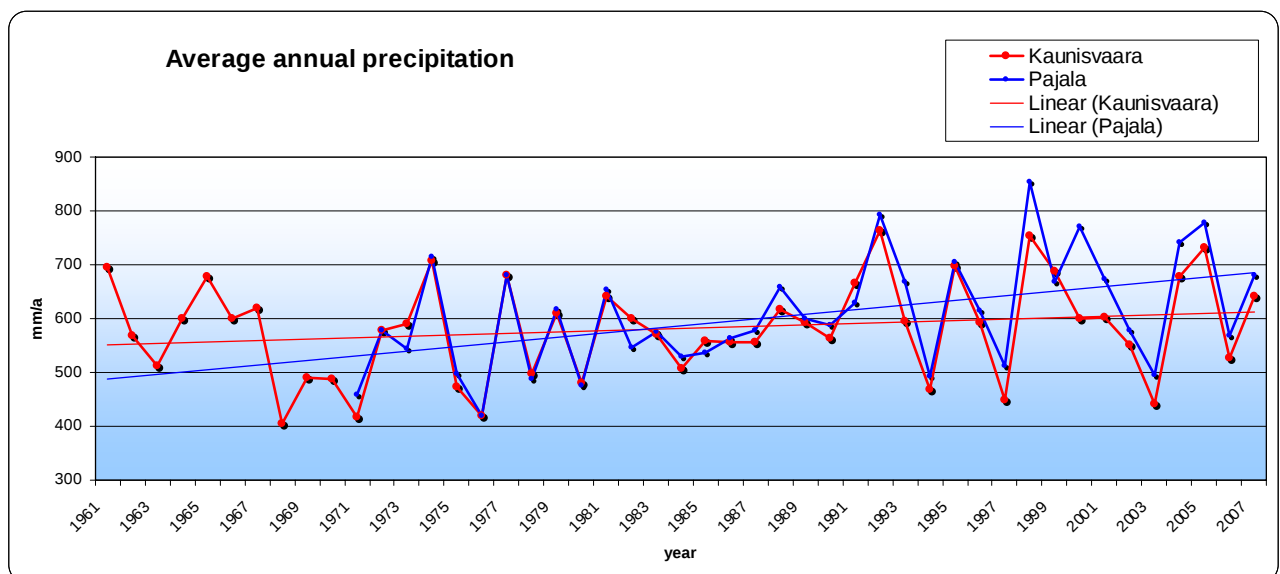
Ruotsalaiset sademäärämittaukset joudutaan korjaamaan todellisen sadannan arvioimiseksi. Virheitä mittaustuloksissa aiheuttavat tuuli, kostuminen ja haihtuminen. Jokaiselle sääasemalle on määritetty asemakohtainen korjauskerroin, jonka avulla sadantaa voidaan tarkastella luotettavasti. Yksityiskohtainen kuvaus käytetyistä menetelmistä löytyy Alexanderssonin raportista (2003). Korjauskertoimet ovat 1,1 Kaunisvaarassa ja 1,08 Pajalassa. Kaikki luvut Ruotsin mittauksissa, jotka esitellään myöhemmin tässä raportissa, ovat korjattuja tilastoja.

Sademäärän huippuarvoja on hankittu teknisiin tarkoituksiin ja nämä arvot esitetään muissa raporteissa.

2.1.1 Vuosittainen sademäärä

Keskimääräinen sademäärä Pajalassa on 609 mm/a. Vuotuiset maksimi- ja minimiarvot tarkastelujaksolla ovat olleet 855 mm/a (1998) ja vastaavasti 420 mm/a (1976). Sadannan kehitys on ollut selvästi kasvussa tarkkailujakson aikana (kuva 2).

Keskimääräinen sademäärä Kaunisvaarassa on 581 mm/a. Vuotuiset maksimi- ja minimiarvot ajalla ovat olleet 764 mm/a (1992) ja vastaavasti 405 mm/a (1968). Sadannan kehitys on ollut vähän kasvussa tarkkailujakson aikana (kuva 2).



Kuva 2. Keskimääräinen vuosittainen sademäärä Pajalassa (1971–2007) ja Kaunisvaarassa (1961–2007).

Ero keskimääräisissä vuotuisissa sademäärissä Pajalan ja Kaunisvaaran välillä on 27 mm/a, vaikka korrelaatiotekijä Kaunisvaaralle on korkeampi.

2.1.2 Kuukausittainen sademäärä

Keskimääräiset vuotuiset ja kuukausittaiset sademääräarvot on esitetty taulukossa 1. Arvot on korjattu perustuen vuosina 1971–2007 tehtyihin mittauksiin. Heinä- ja elokuussa sadanta on ollut suurinta ja vastaavasti helmi- ja maaliskuussa sadanta on ollut vähäisintä. Vertailuksi tiedot samalta tarkasteluväliltä (1961–1990) Kaunisvaaran ja Pajalan sääasemalta on esitetty myös taulukossa 1.

Taulukko 1. Keskimääräinen vuosittainen ja kuukausittainen sademäärä (mm) vastaavilla minimi- ja maksimiarvoilla.

	Tam	Hel	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou	Vuosi
Keskiarvot													
Pajala 71-07	40,0	32,0	35,4	35,5	43,1	59,8	84,6	76,3	59,6	51,2	51,3	39,8	608,7
Kaunisvaara 61-07	38,0	29,4	31,4	34,1	38,1	57,2	81,4	77,9	56,0	53,0	50,1	36,9	581,4
Pajala 61-90	35,0	29,0	32,0	34,0	39,0	59,0	76,0	79,0	62,0	56,0	51,0	37,0	590,0
Kaunisvaara 61-90	37,0	29,0	30,0	33,0	34,0	55,0	72,0	75,0	54,0	53,0	49,0	35,0	556,0
Pajala 1971-2007													
Min	6,6	6,0	7,3	8,9	4,9	5,5	29,9	25,4	17,0	19,9	19,3	5,3	420,2
Max	73,5	79,7	70,2	93,1	105,6	111,6	217,6	179,7	139,8	101,0	100,1	112,8	854,6
Kaunisvaara 1961-2007													
Min	7,9	7,2	2,1	6,8	0	11,2	21,1	28,9	16,0	16,4	14,5	5,9	405,4
Max	73,6	76,8	71,3	95,5	101,0	136,0	203,6	180,1	136,6	120,5	93,8	100,0	764,1

2.2 Lumi

Keskimääräinen lumen syvyys vuosina 1971–2007 on esitetty taulukossa 2. Tiedot on kerätty kuukauden 15. ja kuukauden viimeisenä päivänä, jolloin on ollut lunta. Tämä on tavanomainen tapa lumen mittaukseen. Tarkasteluajanjakson aikana lumen syvyys on yli 100 cm viidesti: maaliskuu-huhtikuussa 1980, 1981 ja 1997.

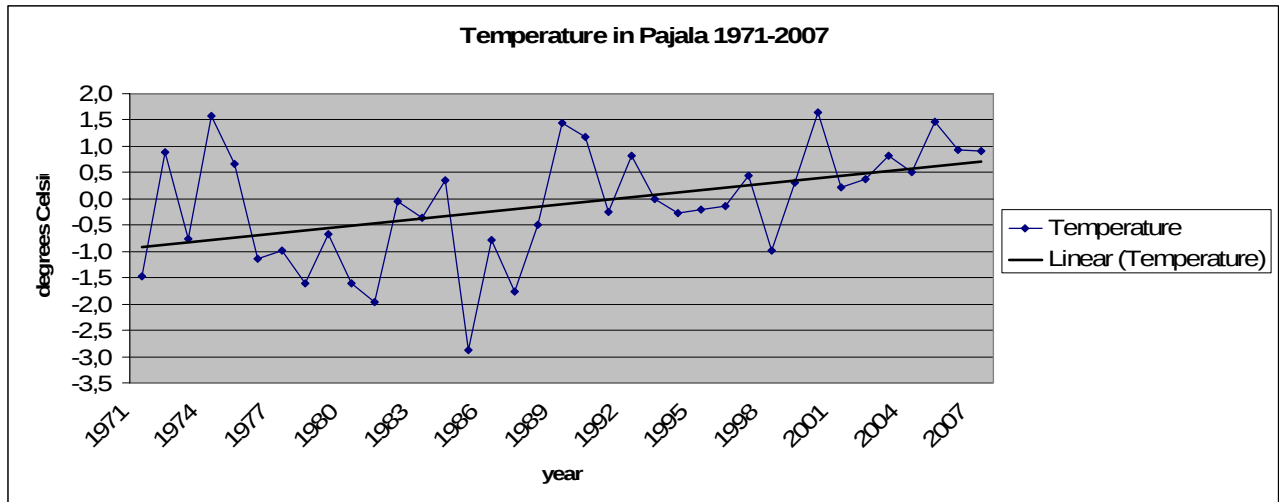
Taulukko 2. Lumen syvyys Pajalassa talvikautena.

Kuukausi	15. päivä (cm)	Kuukauden viimeinen päivä (cm)
Tammikuu	51,1	60,2
Helmikuu	67,3	68,9
Maaliskuu	71,8	72,3
Huhtikuu	60,8	38,4 [#]
Toukokuu	9,1 [#]	-
Kesäkuu	-	-
Heinäkuu	-	-
Elokuu	-	-
Syyskuu	-	-
Lokakuu	5,1 [#]	8,1 [#]
Marraskuu	17,5	27,2
Joulukuu	33,7	43,4

[#] Tieto ei ole luotettavaa, koska lumi on maassa vain satunnaisesti.

2.3 Lämpötila

Keskimääräinen vuotuinen lämpötila Pajalassa on $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lämpimin vuosi tarkasteluajanjakson aikana oli vuosi 2000 ($1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) ja kylmin vuosi 1985 ($-2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$). Vuosien aikana on havaittavissa selvää nousua keskilämpötilassa. Lämpötilakaavio on esitetty kuvassa 3. Kuukauden keskiarvojen ja vaihteluiden minimi ja maksimi on esitetty taulukossa 3. Kylmin kuukausi tarkastelujakson aikana on ollut helmikuu 1985 ($-24,3\text{ }^{\circ}\text{C}$) ja lämpimin kuukausi heinäkuu 2003 ($18,5\text{ }^{\circ}\text{C}$).



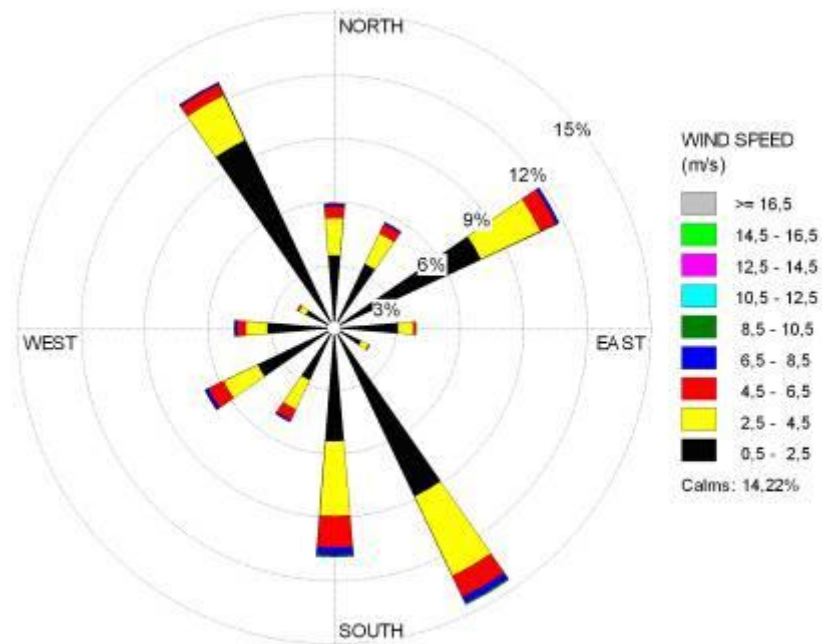
Kuva 3. Keskimääräiset vuosittaiset lämpötilat Pajalassa 1971–2007.

Taulukko 3. Keskimääräiset vuosittaiset ja kuukausittaiset lämpötilat ($^{\circ}\text{C}$) vastaavilla minimeillä ja maksimeilla.

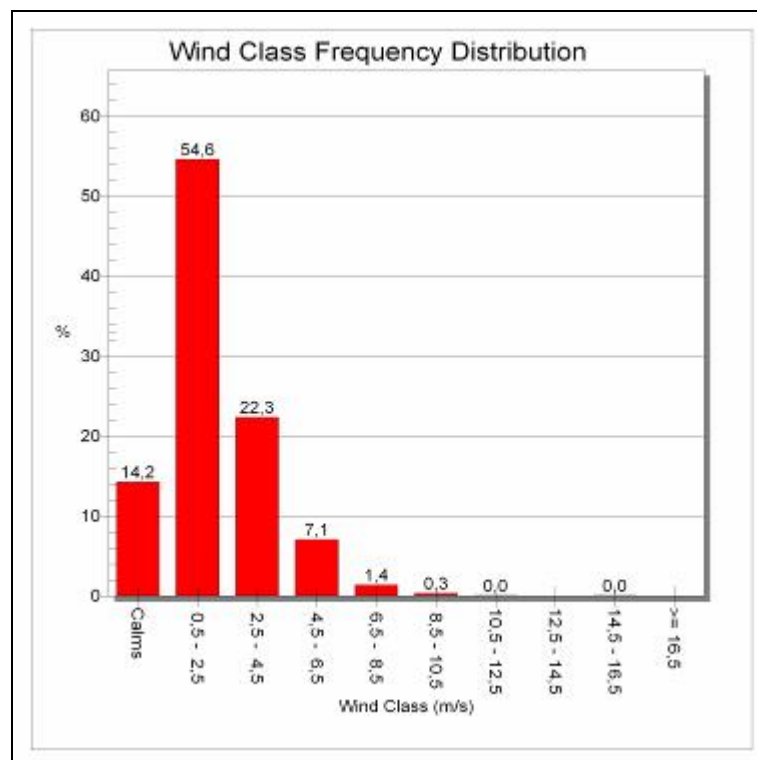
	Tam	Hel	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou	Vuosi
Keski m.	-13,3	-12,1	-6,9	-0,7	6,1	12,2	14,7	12,0	6,3	-0,3	-7,6	-11,7	-0,1
Min	-21,8	-24,3	-13,9	-4,3	3,6	8,3	12,4	9,4	3,2	-7,7	-13,1	-21,1	-2,9
Max	-7,2	-2,6	-2,1	2,6	9,8	15,4	18,5	15,5	8,7	5,1	-1,5	-4,3	1,7

2.4 Tuuli

Vallitsevat tuulen suunnat ja tuulen nopeus Pajalassa on esitetty kuvan 4 mukaisesti, perustuen mittauksiin Pajalan sääasemalla vuosina 1997–2006. Havaintoja on tehty joka 3. tunti, anturi sijoitettuna 10 metrin korkeudelle. Tulosten esittämisessä on käytetty 10 minuutin keskiarvotuulta. Tuuliluokan frekvenssijakauma on esitetty kuvan 5 mukaisesti. Yli 90 % ajasta tuulen nopeus on pienempi kuin $4,5\text{ m/s}$.



Kuva 4. Vallitsevat tuulensuunnat ja nopeudet Pajalassa 1997-2006.



Kuva 5. Tuulen frekvenssijakauma.

2.5 Valunta

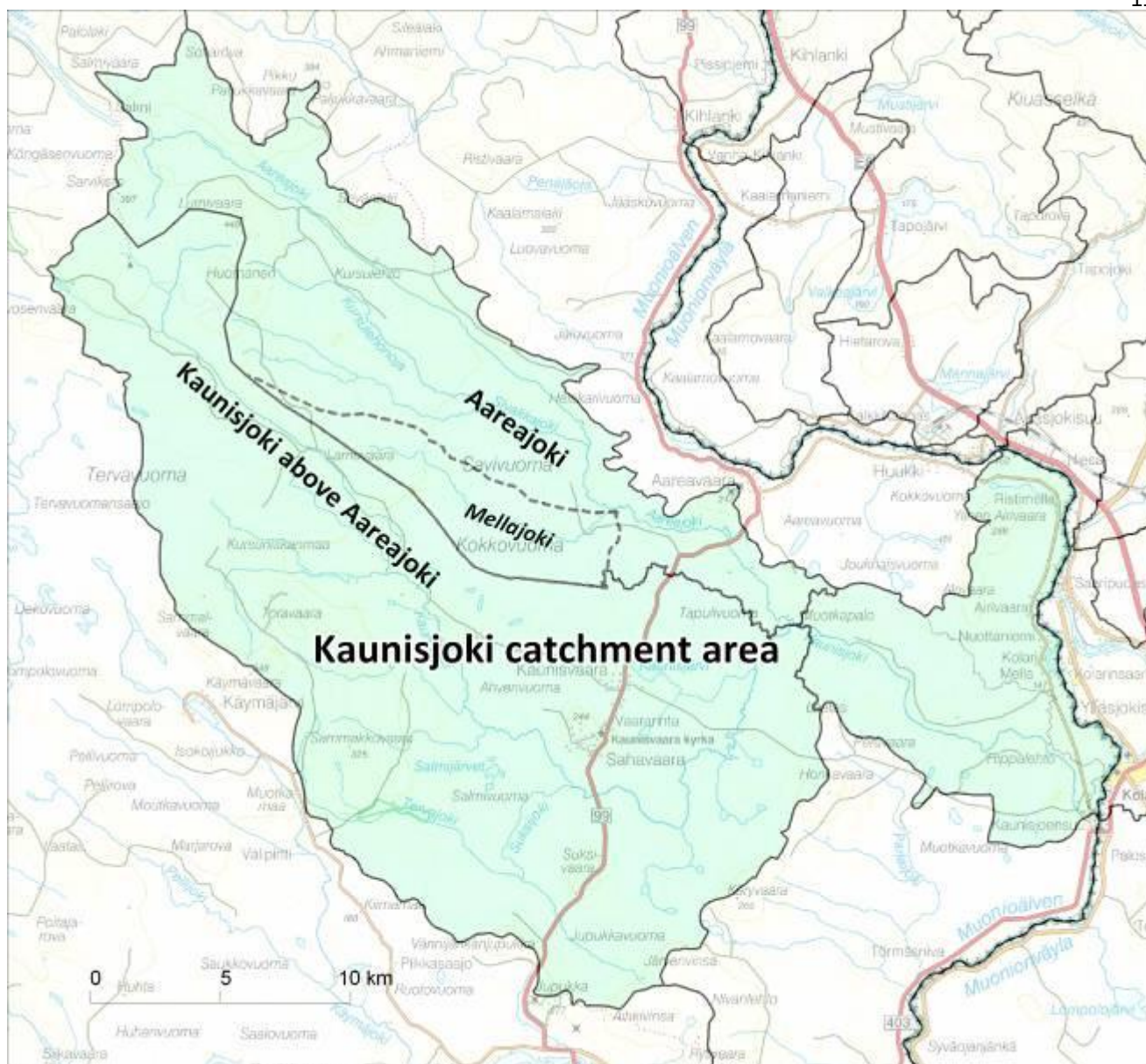
Sahavaara-Kaunisvaaran alue kuuluu Kaunisjoen valuma-alueeseen (658 km²), joka on esitetty kuvassa 6. Aareajokisuun yläpuolinen valuma-alue on jaettu kahteen pienvaluma-alueeseen, jotka ovat pinta-aloiltaan 190 km² ja 375 km². Mellajoki on pieni sivujoki Aareajoessa, jonka likimääräinen valuma-alue on 30 km². Valuma-alueen pääpiirteet Kaunisjoelle on hankittu Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) hydrologisesta mallista. Aareajoen ja Mellajoen

linjaukset on piirretty alueen topografisten tietojen pohjalta. Tiedon laatu on paikoittain virheellistä, joten arviossa on jonkin verran epävarmuutta. Arvioidut valuma-alueiden virtaamat on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Keskimääräinen (MQ), alin (MNQ) ja ylin (MHQ) virtaama Kaunisjoen valuma-alueella ja sen osa-alueilla.

	Alue	MQ	MNQ	MHQ
Mellajoki	30 km ²	0,3 m ³ /s	0,1 m ³ /s	4,1 m ³ /s
Aareaajoki	190 km ²	1,9 m ³ /s	0,7 m ³ /s	26 m ³ /s
Kaunisjoki Aareaajoen yläpuolella	375 km ²	3,9 m ³ /s	1,4 m ³ /s	51 m ³ /s
Kaunisjoki, alavirta	660 km ²	6,8 m ³ /s	2,4 m ³ /s	90 m ³ /s

Keskimääräisen valunnan arvioidaan olevan noin 10,3 l/s km². Keskimääräinen alinvirtaama (MNQ) lasketaan kertomalla MQ tekijällä 0,35 ja keskimääräinen ylivirtaama (MHQ) vastaavasti kertomalla MQ tekijällä 13,2. Kertoimet perustuvat Äkäsjoen virtauksen voimakkuuteen (1990–2007) ja ne on saatu Suomen ympäristökeskuksen hydrologisesta mallista. SYKE ylläpitää valtakunnallista vesistömallijärjestelmää, jota käytetään vedentason ja virtaamisen ennustamiseen ja tulvavaroituksiin. Ennusteet perustuvat hydrologiseen seurantaverkostoon, Ilmatieteenlaitoksen säähavaintoihin ja satelliitin avulla saatuihin lumitietoihin. Äkäsjoen ja Kaunisjoen valuma-alueet poikkeavat toisistaan verrattain paljon, mikä aiheuttaa epävarmuutta MNQ ja MHQ-arvioihin. Virtaamisen vaihtelu voi olla hieman lievempi Kaunisjoella kuin Äkäsjoella, johtuen suuremmasta minimivirtauksesta ja matalammasta maksimivirtauksesta.



Kuva 5. Kaunisjoen valuma-alue ja sen osalueet.

3 ILMASTO KOLARIN ALUEELLA

Ilmastotiedot hankittiin Pellosta ja Kolarista. Pellon (asema 7307) tiedot käsittävät vuodet 1971–2006. Tietoihin kuuluvat sademäärä, lämpötila, lumen syvyys ja tuulet. Sadannan mittarityyppiä muutettiin vuonna 1980: tietoja, jotka koskevat vuosia 1980–2006 käytetään tilastoissa.

Kolarin (Venejärvi, asema 7310) sääasema on lähin tulevaisuuden kaivostoimintaan ajatellen. Aineisto koostuu kuitenkin vain sateesta ja lumesta aikajänteellä 1996–2007. Kolarin asema suljettiin lokakuussa 2008.

3.1 Sademäärä

Suomessa mitatut sademääräarvot esitetään ilman korjausta. Suomessa ei ole paikkasidonnaisia korjauskertoimia kuten Ruotsissa (Alexandersson 2003). Suomessa korjaus perustuu käytetyn laitteen tyyppiin ja mittausalueeseen. Korjausmenetelmä on epävirallinen (Vesiyhdistys, 1986) ja tästä syystä sekä korjatut että mitatut arvot esitetään. Käytetyt korjaustekijät ovat taulukossa 5.

Sademäärän huippuarvot voidaan arvioida kirjallisuuden ohjeiden mukaan (Maa- ja metsätalousministeriö, 1997, Vesihallitus, 1986) kun alueelle suunniteltujen rakenteiden pinta-alat ovat tiedossa (esim. rikastushiekan läjitysalue).

Tam	1.37	Huh	1.28	Hei	1.07	Lok	1.23
Hel	1.37	Tou	1.15	Elo	1.08	Mar	1.3
Maa	1.36	Kes	1.08	Syy	1.09	Jou	1.33

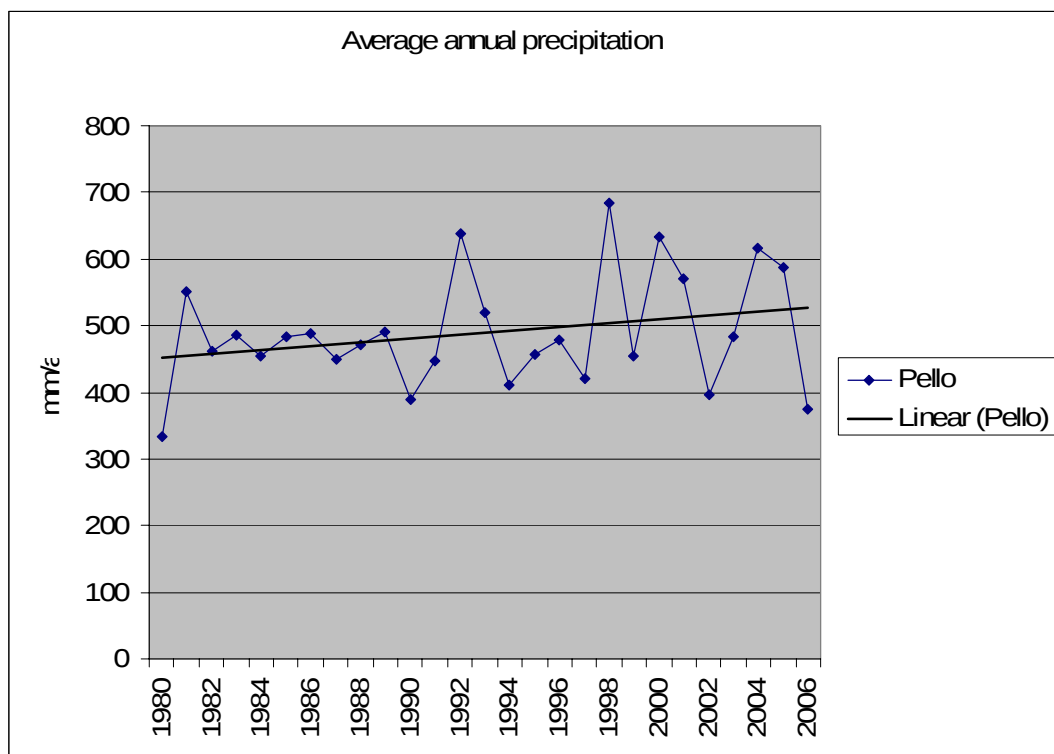
Taulukko 5. Kuukausittaiset korjauskertoimet (Vesiyhdistys, 1986)

3.1.1 Vuosittainen sademäärä

Keskimääräinen sademäärä Kolarissa on 806,9 mm/a. Vuotuinen suurin ja pienin arvo tarkastelujaksolla on ollut 1 266,9 mm/a (2005) ja 604,7 mm/a (1997). Kaikki esitettävät arvot edustavat mitattuja arvoja, jotka on virallisesti raportoitu.

Keskimääräinen sademäärä Pellossa on 490,1 mm/a. Vuotuinen suurin ja pienin arvo tarkastelujaksolla on ollut 638,3 mm/a (1992) ja 333,1 mm/a (1980). Sadannan kehitys on noussut hieman tarkkailujakson aikana (kuva 7).

Kolarin tilastot sisältävät poikkeuksellisen suuria sademääräarvoja, joita ei voida selittää tässä vaiheessa. Lisätietoja kysyttiin Ilmatieteenlaitokselta mutta asiaan ei löytynyt selitystä. Ilmatieteenlaitos ehdotti, että havaitut suuret sademäärät voivat olla paikallinen poikkeama ja siten ei sen katsota edustavan Kolarin aluetta yleensä. **Siksi Pellon tilastojen katsotaan edustavan Kolarin aluetta kokonaisuudessaan paremmin.**



Kuva 6. Keskimääräinen vuosittainen sademäärä Pellossa (1980-2007)

3.1.2 Kuukausittainen sademäärä

Keskimääräiset vuotuiset ja kuukausittaiset sademääräarvot on esitetty taulukossa 6, jossa on sekä korjatut että mitatut arvot. Heinä- ja elokuussa esiintyvät kuukauden suurimmat sademäärät ja helmi-, maaliskuu- ja huhtikuussa vastaavasti alhaisimmat.

Taulukko 6. Keskimääräinen vuosittainen ja kuukausittainen sademäärä (mm) vastaavilla minimi- ja maksimiarvoilla.

	Tam	Helmi	Maa	Huhti	Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	Mar.	Joulu	Vuosi
Keskiarvot													
Kolari 1996-06 korj.	83,9	76,0	47,4	63,7	49,8	74,5	145,5	88,7	75,4	71,7	108,1	86,1	944,1
Kolari ei korjattu	61,2	55,4	34,8	49,7	43,3	68,9	135,9	82,2	69,1	58,3	83,1	64,8	806,9
Pello 80-06 korj.	46,9	36,9	41,1	33,3	37,3	48,5	76,5	68,2	49,6	53,2	51,2	42,9	573,5
Pello ei korjattu	34,2	27,0	30,2	26,0	32,4	44,9	71,5	63,2	45,5	43,2	39,7	32,3	490,1
Kolari 1996-2006													
Min korjattu	33,3	33,6	16,3	13,8	14,4	4,0	47,4	27,6	23,3	33,6	22,4	29,5	707,5
Max korjattu	200,3	151,8	76,4	116,4	129,6	139,5	273,7	128,8	149,4	119,6	264,9	207,9	1482,3
Min ei korjattu	24,3	24,5	12	10,8	12,5	3,7	44,3	25,6	21,4	27,3	17,2	22,2	604,7
Max ei korjattu	146,2	110,8	56,2	90,9	112,7	129,2	255,8	119,3	137,1	97,2	203,8	156,3	1266,9
Pello 1980-06													
Min korjattu	11,6	9,6	7,2	9,6	3,7	5,4	12,8	12,6	11,6	17,5	17,4	12,8	389,7
Max korjattu	86,2	76,7	83,8	72,6	112,0	85,5	179,7	132,0	111,3	95,7	94,6	99,0	746,8
Min ei korjattu	8,5	7,0	5,3	7,5	3,2	5,0	12,0	11,7	10,6	14,2	13,4	9,6	333,1
Max ei korjattu	62,9	56,0	61,6	56,7	97,4	79,2	167,9	122,2	102,1	77,8	72,8	74,4	638,3

3.2 Lumi

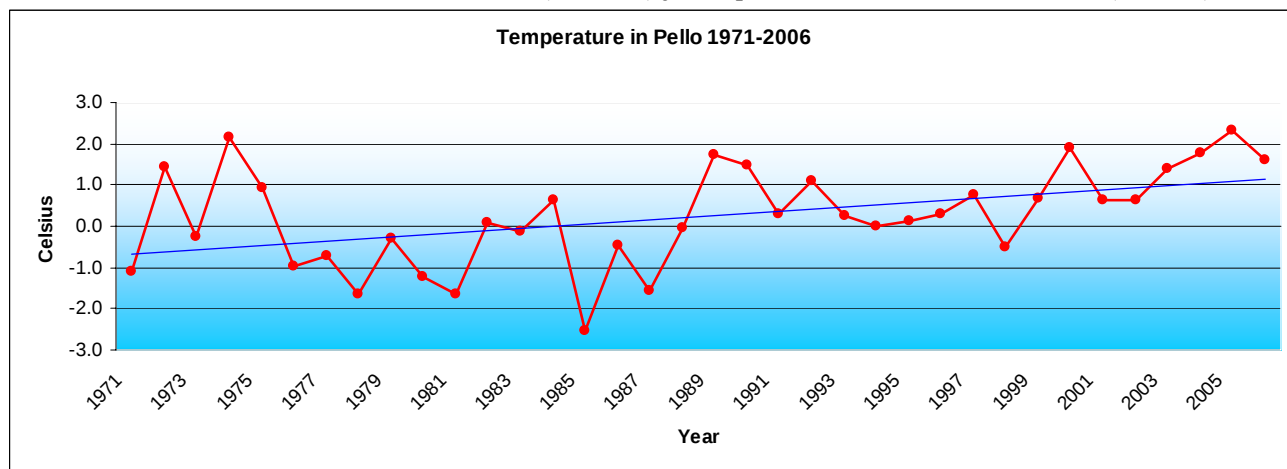
Keskimääräinen lumen syvyys vuosina 1971–2007 on esitetty taulukossa 7. Tiedot on kerätty kuukauden 15. ja viimeinen päivä, jolloin on lunta. Tämä on tavanomainen tapa lumen syvyyden mittaukseen. Tarkasteluajanjakson aikana lumen syvyys on yli 100 cm 8 kertaa Pellon asemalla: helmi-huhtikuussa 1973, maaliskuussa 1981 ja maaliskuussa 1984. Kolarin asemalla lumen syvyys on ylittänyt 100 cm viisi kertaa: maaliskuussa 1997 ja helmi-maaliskuussa 1998.

Taulukko 7. Lumen syvyys Pellossa ja Kolarissa talvikauden aikaan.

Kuukausi	Pello		Kolari	
	15. päivä (cm)	Kuukauden viimeinen päivä (cm)	15. päivä (cm)	Kuukauden viimeinen päivä (cm)
Tammikuu	44,9	54,3	50,9	62,5
Helmikuu	62,5	64,6	75,1	76,0
Maaliskuu	69,0	70,0	75,6	74,9
Huhtikuu	57,8	31,4	69,1	28,7
Toukokuu	-	-	-	-
Kesäkuu	-	-	-	-
Heinäkuu	-	-	-	-
Elokuu	-	-	-	-
Syyskuu	-	-	-	-
Lokakuu	2,6	5,8	-	6,8
Marraskuu	11,8	20,8	14,8	24,6
Joulukuu	26,1	35,8	28,5	42,4

3.3 Lämpötila

Vuoden keskilämpötila Pellossa on 0,3 °C. Lämpimin vuosi tarkasteluajanjakson aikana tapahtui vuonna 2005 (2,3 °C) ja kylmin vastaavasti vuonna 1985 (-2,5 °C). Vuosien aikana on selvää nousua keskilämpötilassa. Lämpötilakaavio on esitetty kuvassa 8. Kuukausikeskiarvojen ja vaihteluiden minimi ja maksimit on esitetty taulukossa 8. Kylmin kuukausi tarkasteluajanjakson aikana on ollut helmikuu 1985 (-24,1 °C) ja lämpimin kuukausi heinäkuu 2003 (19,2 °C).



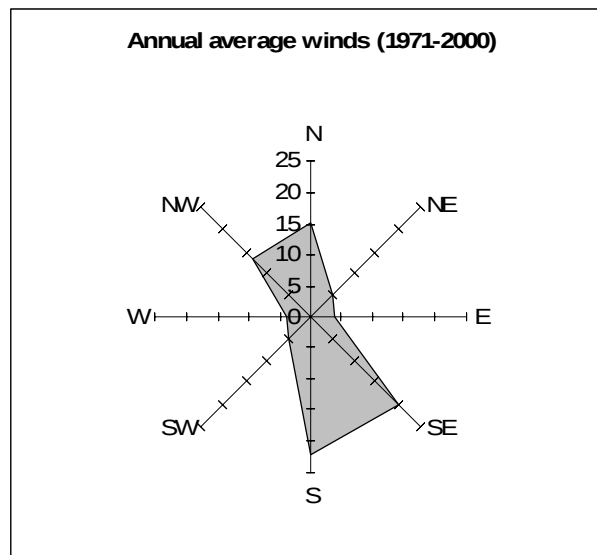
Kuva 7. Keskimääräiset vuosittaiset lämpötilat Pellossa 1971–2007.

Taulukko 8. Keskimääräiset vuosittaiset ja kuukausittaiset lämpötilat (°C) vastaavilla minimeillä ja maksimeilla.

	Tam	Hel	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou	Vuosi
Keski m.	-13,2	-12,0	-7,1	-0,5	6,5	12,7	15,3	12,5	6,8	0,2	-6,8	-11,6	0,3
Min	-22,3	-24,1	-14,9	-4,0	4,4	9,1	12,7	9,9	3,3	-7,3	-12,9	-21,4	-2,5
Max	-6,9	-2,3	-2,2	2,7	10,2	16,0	19,2	16,6	9,4	5,7	-0,7	-4,0	2,3

3.4 Tuuli

Vallitsevat tuulten suunnat Pellossa on esitetty kuviossa 9. Tuuliruusu perustuu mittauksiin Pellon sääasemalla vuosina 1971–2000. Vuotuinen keskimääräinen tuulen nopeus on 2,6 m / s. Suurin osa tuulista puhaltaa etelästä ja kaakosta (22 % ja 20 %) sekä pohjoisesta ja luoteesta (15 % ja 13 %) Korkeimmat kuukausittaiset keskimääräiset tuulennopeudet havaitaan huhti-, touko- ja kesäkuussa (3,3 - 3,4 m/s), nämä voimakkaat tuulet puhaltavat pohjoisesta. Joulukuu ja tammikuu ovat tyyniä kuukausia, 22–23 % ajasta tuuli ei puhalla ollenkaan. Touko- ja kesäkuu ovat kuukausia, joilla on vähiten tuulettomia aikoja (5 %).



Kuva 8. Keskimääräiset tuulensuunnat Pellossa.

3.5 Valunta

Kolarin alueella on useita valuma-alueita, jotka on esitetty kuviossa 10. Suuret valuma-alueet ovat Äkäsjoki (67,34) ja Rautuvaara / Niesajoki (67,36). Lisäksi Hannukaisen alueella on seuraavat osavaluma-alueet (taulukko 10). Valuma-alueet perustuvat Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) tietoihin.

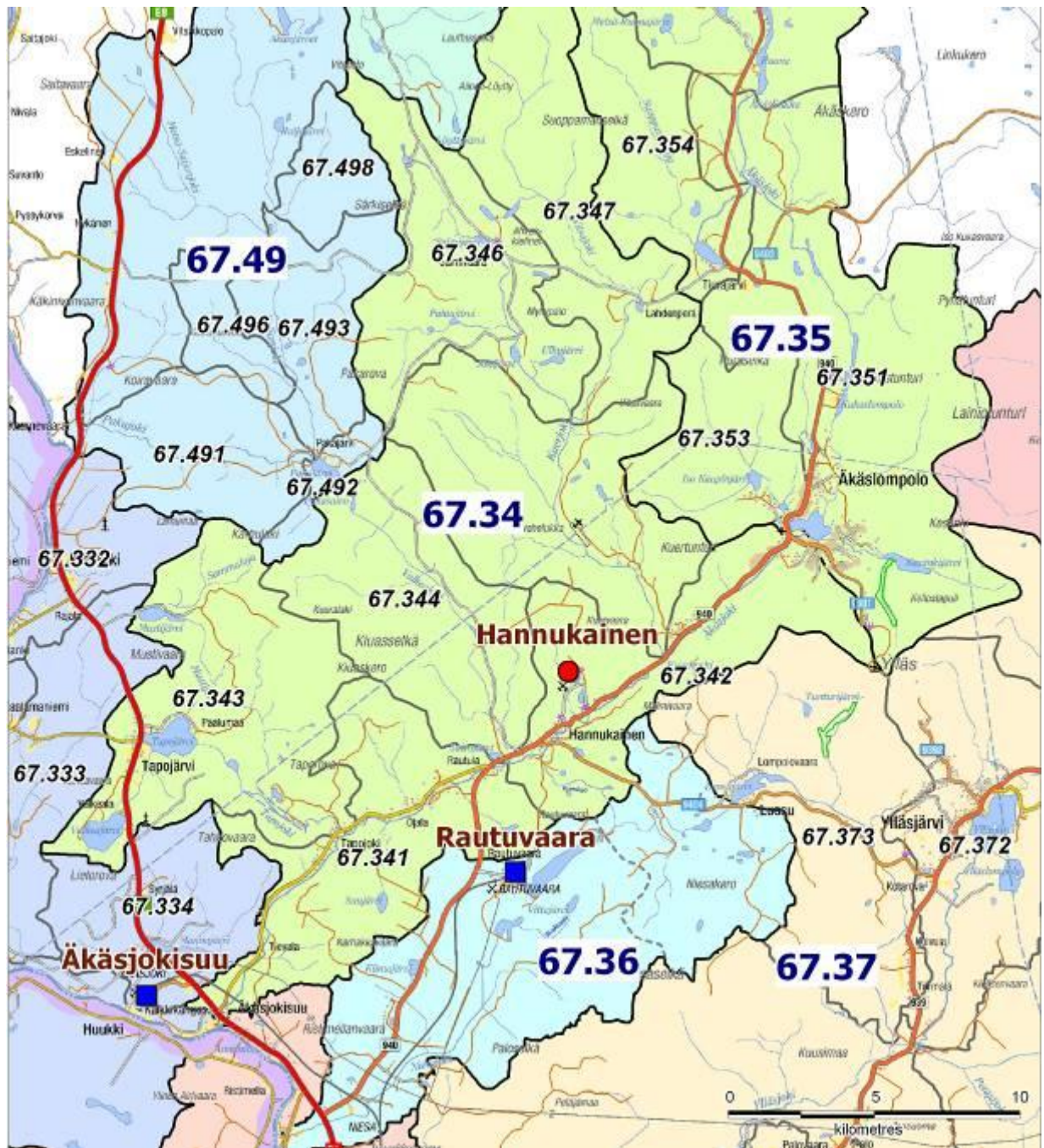
Virtaamat pohjautuvat Suomen ympäristökeskuksen hydrologiseen malliin. Keskimääräinen virtaama Äkäsjoen alueella on 6 m³/s ja Niesajoen alueella 0,9 m³/s. Vastaavat keskimääräiset valunta-arvot olivat 9,2 l s⁻² km⁻² ja 12 l s⁻² km⁻².

Taulukko 9. Valuma-alue ja sen virtaama vuosina 1961-2007.

Valuma- alue	Alueen nimi	Alue km ²	MQ m ³ /s	MNQ m ³ /s	MHQ m ³ /s
67.34	Äkäsjoki	649	6,0	2,1	88
67.36	Rautuvaara/ Niesajoki	75	0,9	0,4	8,0

Taulukko 10. Alavaluma-alueet Hannukaisessa.

Osa-alue	Nimi	Alue km ²
67.341	Hannukainen	59,57
67.342	Hannukainen	51,64
67.343	Hannukainen	68,86
67.344	Hannukainen	53,22
67.345	Hannukainen	61,33
67.334	Äkäsjokisuu	35,40



Kuva 9. Valuma-alueet Kolarissa.

4

ILMANLAATU PAJALA-KOLARI ALUEELLA

Lähin pysyvä ilmanlaadun mittausasema sijaitsee Pallaksella (Sammaltunturi) ja sitä hoitaa Ilmatieteenlaitos. Asema kuuluu GAW verkkoon (Global Atmosphere Watch): maailmanlaajuinen ohjelma kemiallisen koostumuksen seurannassa ja arvioinnissa sekä niihin liittyviin globaalin taustailman fyysisiin ominaisuuksiin. Pallaksen asema sijaitsee 50 km päässä Hannukainen alueesta ja 70 km päässä Tapuli - Sahavaara alueesta pohjoisessa / koillisessa (kuva 1). Muita ilmanlaadun mittausasemia ovat Esrange ja Pålkem Ruotsissa. Esrange sijaitsee 110 km koilliseen päin ja Pålkem 140 km lounaaseen Tapuli-Sahavaara alueesta. Kun vallitsevat tuulensuunnat ja etäisyydet otetaan huomioon, Pallaksen asema on paras vaihtoehto ilmanlaadun vertailuun sekä Pajalan että Kolarin alueella.

Seuraavat tiedot saatiin Ilmatieteenlaitokselta

- SO₂ ja O₃, vuodet 2001-2006
- NO₂, vuodet 2003-2006
- PM₁₀, vuodet 2004-2006
- Zn, Pb, Cu, Cd, Cr, Fe, Ni, Mn, V, As, Al, Co, vuodet 2000-2007

Keskimääräiset arvot näille parametreille on esitetty taulukossa 11 vaihteluvälin mukaisesti. Keskiarvot ovat: 0,85 µg/m³ (SO₂), 1,06 µg/m³ (NO₂), 2,94 µg/m³ (PM₁₀) and 71,7 µg/m³ (O₃).

Taulukko 11. Taustailmanlaatu Pallaksen sääasemalla

SO ₂ µg/m ³		PM ₁₀ µg/m ³	
Mean	0,85	Mean	2,94
Median	0,4	Median	2,6
Minimum	-0,2	Minimum	-0,4
Maximum	56,5	Maximum	207,5
NO ₂ µg/m ³		O ₃ µg/m ³	
Mean	1,06	Mean	71,7
Median	0,8	Median	72
Minimum	-0,1	Minimum	15
Maximum	13,6	Maximum	167

Ilmanlaatu Pallaksella edustaa hyvälaatuista taustailmaa. Keskimääräiset pitoisuudet (SO₂, NO₂ ja hiukkaset) ovat alhaiset. Rikkidioksidipitoisuudet ovat korkeimmillaan, kun tuuli puhaltaa idästä, ja ilmansaasteiden kulkeutuminen Kuolan niemimaalta voi lisätä SO₂-pitoisuuksia kymmenen kertaa korkeammiksi, kuin keskimääräiset pitoisuudet alueella. Viime vuosina otsonipitoisuus on ylittänyt 120 µg/m³ (raja-arvo terveyden suojelemiseksi) pari kertaa vuodessa. Tällainen tilanne liittyy yleensä korkeapainealueisiin, jolloin saastunutta ilmaa Euroopasta virtaa Suomeen ja lämpiminä aikoina, jolloin otsonin muodostus on voimakasta.

Yleensä ilmanlaatu Suomen ja Ruotsin Lapissa on hyvä. Monien ilmansaasteiden pitoisuuksien osalta Lapin katsotaan edustavan tausta-alueita, jossa pitoisuudet ovat paljon alhaisempia kuin maiden eteläosissa.

Vertailu Ruotsista saatujen arvojen kanssa on esitetty taulukossa 12. Norrbottenin arvot mitataan Esrangen ja Pålkeimin asemilta. Arvot raportoitiin SO₂-S ja NO₂-N- muodossa, vastaavat SO₂ ja NO₂ arvot on laskettu. PM₁₀-arvot eivät ole käytettävissä Norrbottenissa, lähimmät arvot hankealueella ovat Västerbottenista, Vildeln asemalta (www3.ivl.se). Luftguiden (Naturvårdsverket 2006) mukaan tausta-arvot Norrbottenissa ovat 0,5-2,0 µg/m³ NO₂:lle ja 50-70 µg/m³ O₃:lle.

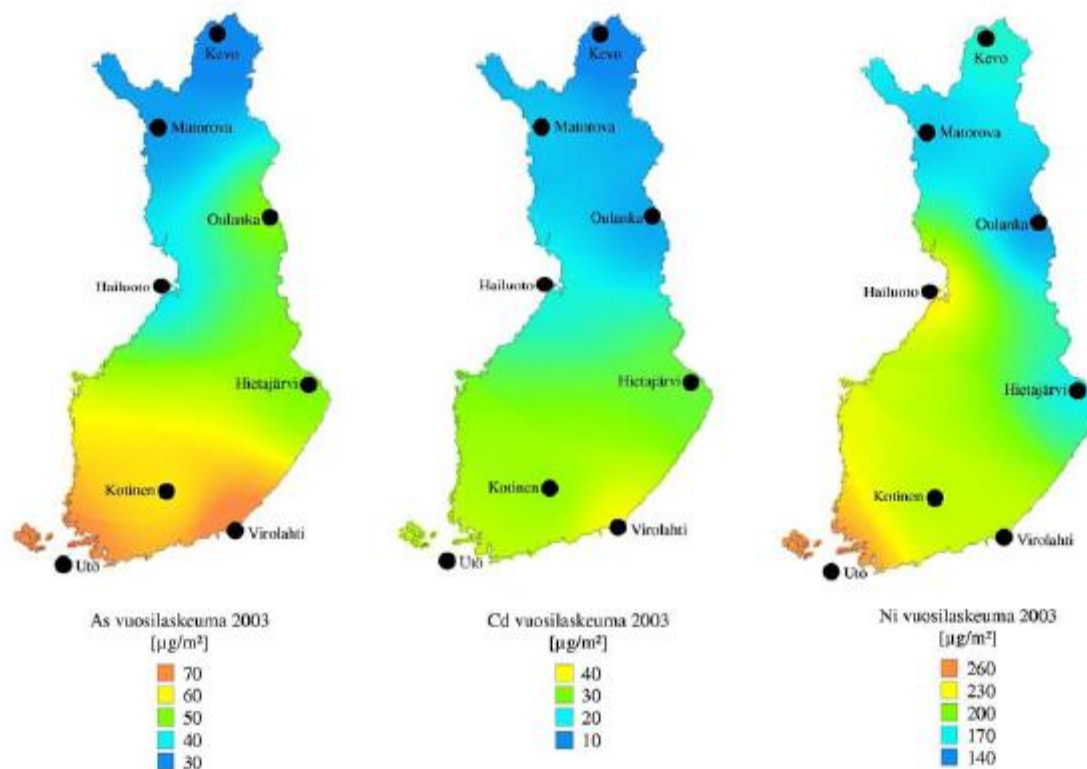
Taulukko 12. Pallaksen ja Norrbottenin keskiarvojen vertailu.

		vuodet	Pallas	Norrbotten	Norrbotten (alkup)	Västerbotten
SO ₂	µg/ m ³	2001-2006	0.85	0.48	0.24 (SO ₂ -S)	
NO ₂	µg/ m ³	2003-2006	1.06	0.49	0.15 (NO ₂ -N)	
PM ₁₀	µg/ m ³	2004-2006	2.94			8.13
O ₃	µg/ m ³	2001-2006	71.7	66.8		

Taulukko 13 näyttää mittaustulokset valittujen alkuaineiden ilmanlaskeumista Pallaksen asemalla. Laskeumaa (<15 mikrometriä) kerätään viikko kerrallaan ja analysoidaan ICP-MS:llä. Tulokset on esitetty kuukausi- ja vuosikeskiarvoina. Laskeuma on pieni verrattuna arvoihin muualla Suomessa (ks. kuva 11.).

Taulukko 13. Valittujen alkuaineiden ilmanlaskeumat Pallaksella (Matorova).

Year	Prec. mm	Zn $\mu\text{g}/\text{m}^2$	Pb $\mu\text{g}/\text{m}^2$	Cu $\mu\text{g}/\text{m}^2$	Cd $\mu\text{g}/\text{m}^2$	Cr $\mu\text{g}/\text{m}^2$	Fe $\mu\text{g}/\text{m}^2$	Ni $\mu\text{g}/\text{m}^2$	Mn $\mu\text{g}/\text{m}^2$	V $\mu\text{g}/\text{m}^2$	As $\mu\text{g}/\text{m}^2$	Al $\mu\text{g}/\text{m}^2$	Co $\mu\text{g}/\text{m}^2$
2000	548,8	950	360	380	13,0	49	4200	93	770	104	67		
2001	514,1	1140	260	340	10,0	21	3600	62	750	82	37		
2002	332,3	920	240	310	8,0	37	4500	63	590	53	18		
2003	423	1420	252	520	16,0	61	7740	162	580	69	33	2730	7
2004	752	2230	433	570	18,0	93	8250	193	918	114	55	2440	7
2005	648	1600	362	650	12,0	70	8520	129	884	137	47	2740	6
2006	496	1070	201	580	9,0	32	5290	96	835	98	28	2900	5
2007	610	930	183	570	11,0	43	4870	53	634	94	15	1990	4
Average	540,5	1282,5	286,4	490	12,1	50,8	5871	106	745	94	37,5	2560	5,8



Kuva 10. Alkuaineiden As-, Cd- ja Ni- ilmalaskeumat Suomessa (2003). Lähde Alaviippola ym. 2007.

5 ILMASTONMUUTOS

5.1 Havaitut muutokset

Suomi

Seuraavat tiedot perustuvat KTM: n raporttiin: The Report on demonstrable progress under the Kyoto protocol Finland (2006).

Lineaaristen trendien mukaan mitattuna keskilämpötila Suomessa kasvoi 0,76 °C 1900-luvulla. Lämpeneminen tapahtui kahden ensimmäisen ja viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana, kun pieni, mutta tilastollisesti merkityksetön jäähtyminen tapahtui niiden välillä. On myös jonkin verran näyttöä lämpenemisestä myöhään 1900-luvulla, mutta havaintopaikkojen määrä oli liian pieni luotettavaan analyysiin.

Suurin osa lämpenemisestä tapahtui keväällä. Keskilämpötila maaliskokuussa koko maassa oli 1,8 °C korkeampi vuosina 1963–2002 verrattuna vuosiin 1847–1876. Pääosin kevätajan lämpötilan vuorokausivaihteluista oli tullut vähäisempää. Samankaltaista kehitystä sekä pilvisyyden kasvua on havaittu laajasti maa-alueilla pohjoisella pallonpuoliskolla.

Lämpimin mitattu vuosi oli 1938, kun keskiarvo koko maassa oli vertailujakson aikana 2,4 °C korkeampi kuin keskimääräinen lämpötila vuosina 1961–90. Toiseksi lämpimin vuosi oli 1989, kolmanneksi lämpimin 2000. Ylivoimaisesti kylmin oli vuosi 1867, suuren nälänhädän vuosi, jossa valtakunnallinen keskiarvo oli 3,4 °C alle vertailukauden.

Merkittävää valtakunnallista sadannan kehitystä ei löytynyt. Sateisin vuosi on ollut Suomessa vuonna 1974 ja valtakunnallinen keskiarvo on 740 mm, kun taas kuivin on ollut 194, jolloin sadannan keskiarvo oli vain 394 mm. Mitä tulee lumitilanteeseen, on melko vahvaa näyttöä siitä, että lumen määrä on lisääntynyt Itä- ja Pohjois-Suomessa 1980-luvun lopulta alkaen. Eteläisessä ja läntisessä osassa maata se on puolestaan vähentynyt.

Ruotsi

Viimeisten 15–20 vuoden ajan lämpötila on noussut Ruotsissa etenkin talvella ja keväällä. Talven sademäärä on myös kasvussa verrattuna edelliseen kauteen 1900-luvulla. Sama koskee myös kevät- ja kesäajan sademääriä. 1991–2005 välinen aika oli melkein 1 °C lämpimämpi verrattuna kauteen 1961–1990. Sadanta lisääntyi noin 7 % samalla ajanjaksolla. Vuositasolla tarkasteltuna, viime vuosien lämpötila on verrattavissa alueellisiin lämpövuosiin 1930-luvulla. Havaitulla sademäärän kasvulla ei ole samanlaista historiallista vertailukautta. Aikaisemmat tiedot on esitetty kuvassa 12. (Miljövärdsberedningen 2007)

5.2 Tulevaisuuden skenaariot

5.2.1 Suomi

Ensimmäinen Ilmastonmuutoksen skenaariot Suomelle kehitettiin SILMU:lle, Suomen Ilmastonmuutoksen tutkimusohjelma, vuonna 1991. SILMU oli Suomen Akatemian monitieteinen ohjelma ja yhteiset skenaariot olivat tarpeen, jotta saataisiin erilaisten tutkimushankkeiden tuloksista vertailukelpoisia. Kolme skenaariota lämpötilan ja sademäärän muutoksista kehitettiin. Uusi laajempi joukko skenaarioita Suomen tulevaisuuden ilmastosta ja sen vaikutuksista kehitettiin FINSKEN hankkeessa.

Projektissa kehitettiin vuoteen 2100 ulottuen skenaariot neljälle keskeiselle ympäristön ominaisuudelle:

- ilmasto
- merenpinta
- pintaotsoni
- rikki- ja typpilaskeuma

Lisäksi viides skenaarioryhmä rakennettiin kuvaamaan tulevaa sosioekonomista kehitystä Suomessa, koska niiden katsottiin olevan tärkeitä määritettäessä yhteiskunnan sopeutumiskykyä vastaamaan maailmanlaajuisen muutoksen haasteisiin.

Yksi keskeisistä tavoitteista FINSKEN projektissa oli kehittää skenaarioita, jotka ovat keskenään johdonmukaisia. Johdonmukaisuutta haettiin suhteuttamalla kaikki skenaariot samoihin globaalisesti vaikuttaviin tekijöihin. FINSKEN kuvasi kahdenlaiset tulevaisuuden maailmat, verrattavissa IPCC skenaarioihin: kuluttaja-pohjainen "A-maailma" ja yhteisö-pohjainen "B-maailma".

A-maailmassa Suomessa on voimakas talouskasvu seuranaan nopea nousu CO₂ pitoisuuksissa, otsonisaasteissa ja typpilaskeumassa sekä nopea ilmaston lämpeneminen ja sadannan lisääntyminen

B-maailma näyttää hitaampaa talouskasvua kuin A-maailma, ja hitaampaa kasvua CO₂-pitoisuuksissa, lämpötiloissa ja sademäärissä. Alkuvaiheen kasvun jälkeen, otsoni ja laskeumat eivät todennäköisesti ylitä nykytasoa ja ovat todennäköisesti paljon pienempiä vuosisadan loppuun mennessä. Vuosina 2010–2030 kasvavien kasvihuonekaasupitoisuuksien ennustetaan vahvistavan ilmakehän lämpenemistä.

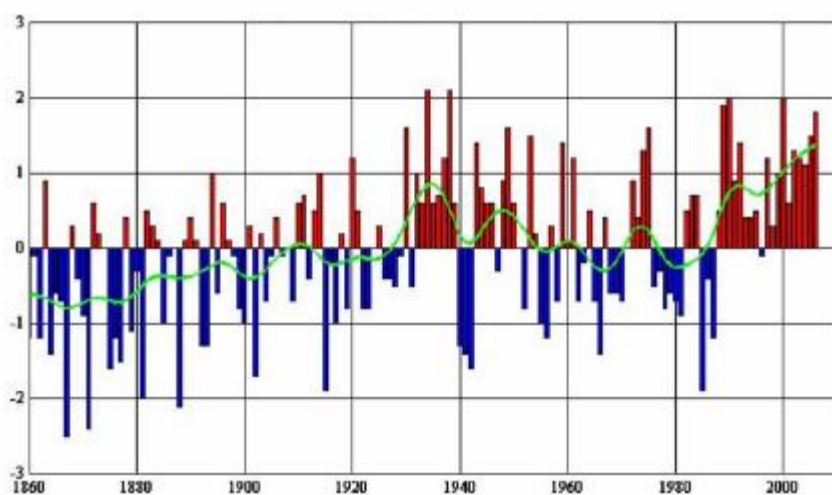
Vaikka lämpötilojen ja sademäärien skenaariot osoittavat selviä eriäväisyyksiä suomalaisessa ilmastossa vuosina 1961–1990, luonnollinen vaihtelu ilmastossa on kuitenkin samaa suuruusluokkaa kuin odotettavissa olevat muutokset. Tämä tarkoittaa että ilmaston luonnollinen vaihtelu voi vielä huomattavasti vähentää tai päinvastoin lisätä vahvistuvan kasvihuoneilmiön aiheuttamia muutoksia.

Vuoteen 2025 mennessä keskilämpötilan arvioidaan nousevan hieman yli 2°C suhteessa vuosiin 1961-1990. Vuosina 2030-2080 alati kasvavien kasvihuonekaasujen pitoisuuksien arvioidaan muuttavan sekä maailman että Suomen ilmastoa merkittävästi. Näiden muutosten voimakkuuksissa on joitakin eroja, ja nämä erot riippuen vaihtoehtoisista päästöskenaarioista: Suomessa keskilämpötilan arvioidaan nousevan 4-6 asteella ja keskimääräisen sademäärän 15-25 prosentilla 2080-luvulle mennessä, verrattuna vuosiin 1961-1990. Lämpötilat nousevat eniten talvella ja sademäärä lisääntyy myös erityisesti talvella. Kokonaissademäärän kesällä ei odoteta kasvavan yhtä paljon kuin talvella, jotkut ilmastomallit jopa väittävät sen laskevan hieman. Ennustetut ilmastomuutosskenaariot lämpötilassa ja sademäärissä on esitetty kuvassa 13.

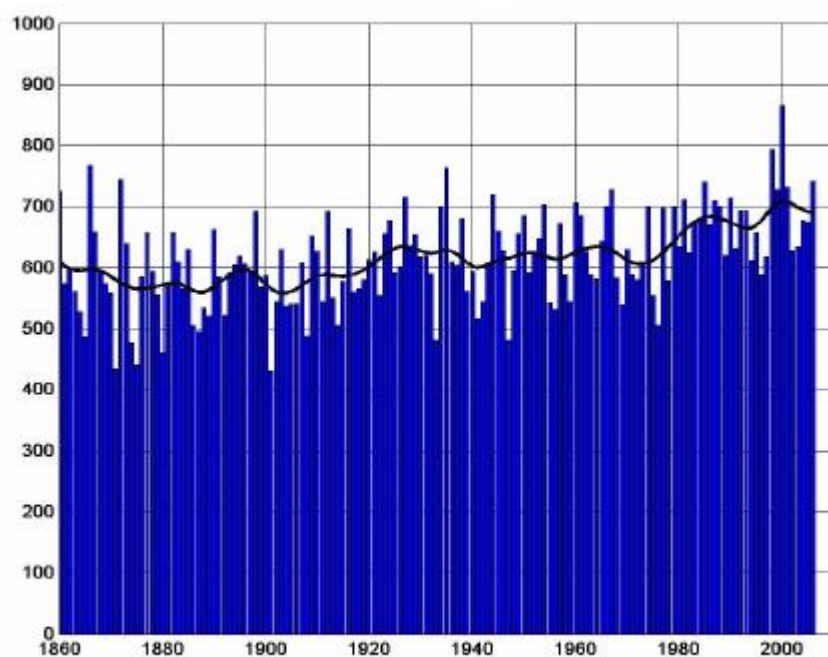
5.2.2 Ruotsi

Maailmanlaajuisella ilmastomuutoksella yhtä suuri vaikutus ilmastoon Ruotsissa, kuin muualla Euroopassa. Vuotuisen keskilämpötilan odotetaan kasvavan enemmän kuin maailman keskimääräinen lämpötila nousee. Lämpötilan muutos tulee olemaan merkittäväntä talviaikaan. Vuoristoalueilla jäätiköt ovat pienenemässä ja saattavat kadota kokonaan. Samalla lumen määrät vähenevät. Kesällä koetaan suurin lämpötilan nousu Etelä-Ruotsissa.

Sademäärä kasvaa 10-20 % suurimmalla lisääntymisen tapahtuessa kylmänä vuodenaikana. Kesäajan sademäärän ei odoteta muuttuvan merkittävästi Pohjois-Ruotsissa. Ilmastomallit osoittavat myös taipumusta vahvistuviin länsituuliin talvella. (Miljövärdberedningen 2007)

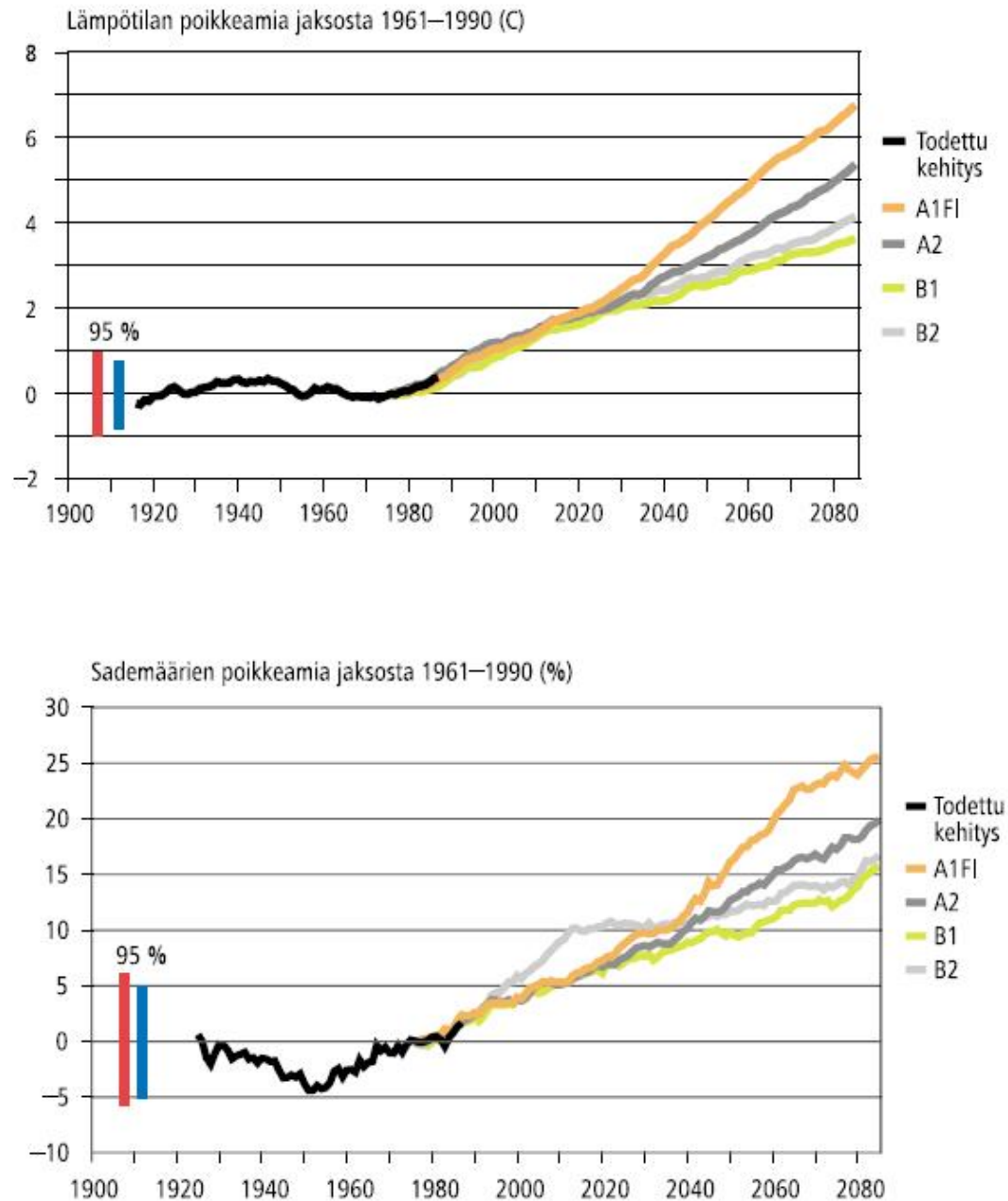


Källa: Baserad på data från SMHI.



Källa: Baserad på data från SMHI.

Kuva 11. Vuosittaiset keskimääräiset lämpötilat ja sademäärät Ruotsissa vuosina 1860-2006. Lämpötilavariaatio on annettu keskimääräisten asteiden hajontana ajanjaksolta 1961-1990.



Kuva 12. Muutos Suomen keskimääräisessä lämpötilassa (yllä) ja sademäärässä (alla) hajontana verrattuna keskiarvoihin ajanjaksolla 1961-1990. Käyrät esittävät kolmenkymmenen vuoden vaihtuvia keskiarvoja. Havaitut muutokset esitetään mustalla. Neljä tulevaisuuden FINSKEN-skenaariota (A1F1, A2, B2, B1) esitetään erilaisilla väreillä. Pystysuorat viivat (sininen ja punainen) esittävät luonnollista vaihtelua 95 % varmuudella 30 vuoden ajanjaksoilta kahden eri mallin mukaan.

6

LÄHTEET

Alaviippola, B., Pietarila, H., Hakola, H., Hellen, H., Salmi, T., 2007, Ilmanlaadun alustava arviointi Suomessa, Ilmatieteen laitos

Alexandersson, H., 2003, Korrektion av nederbörd enligt enkel klimatologisk metodik. Nr 111, 2003, SMHI Norrköping

Aneblom, T., Thunholm, B., Rurling, S., Gierup, J., 2005. Beskrivning till kartan över grundvattnet i Norrbottens län. SGU Serie Ah nr 24

Finnish Meteorological institute, 2001, The preliminary assessment under the EC air quality directives in Finland SO₂, NO₂/NO_x, PM₁₀, Lead

Maa- ja metsätalousministeriö, 1997. Patoturvallisuusohjeet.

Miljövårdsberedningen, 2007, Vetenskapligt underlag för klimatpolitiken, Rapport från Vetenskapliga rådet för klimatfrågor, Miljövårdsberedningens rapport 2007:03

Ministry of Trade and Industry, 2006, The Report on demonstrable progress under the Kyoto protocol Finland

Naturvårdsverket, 2006, Luftguiden, Handbok 2006:2

Vesihallitus, 1986. Maankuivatuksen suunnittelu, Tiedotus 278.

Vesiyhdistys ry, 1986. Sovellettu hydrologia. Vesiyhdistys ry:n julkaisuja nro 1. 503 p.