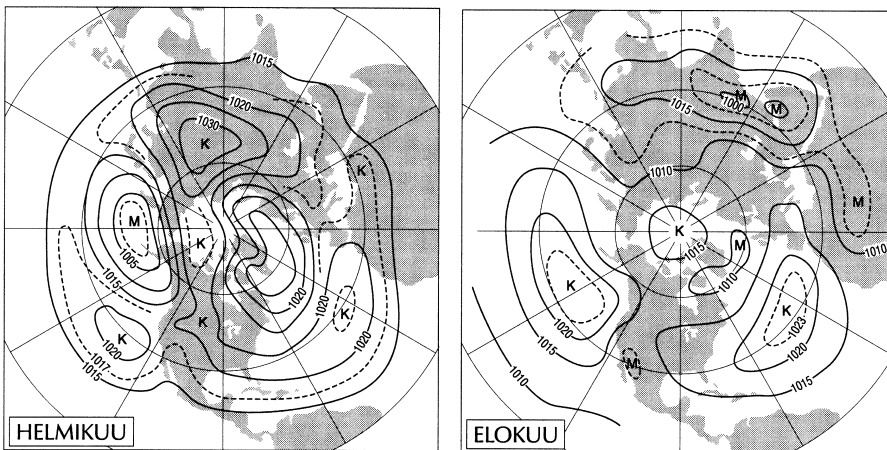


## Arktisen alueen tuuliolot

MINNA HARTIKAINEN

*Maantieteen laitos, Helsingin yliopisto*

Talvella arktisen korkeapaineen keskus sijoittuu napa-alueella hieman Alaskan rannikon suuntaan (kuva 1). Alaskan vuoristot estävät lämpimämpien ilmassojen kulkeutumisen Tyyneltämereltä ja Euraasian mantereen läpäisevät lämpimämmät ilmassat ovat etäällä, joten vakaa kylmän ilman



Kuva 1. Pohjoisen pallonpuoliskon ilmanpaineolot merenpinnan tasolla (Petterssen 1958: 175, 177).

keskus pystyy syntymään. Pohjois-Amerikan kylmän mantereen yllä on suhteellisen kapea korkeapaineen vyöhyke, joka ulottuu Kalliovuorten itäpuolelta mantereen itärannikolle. Se pyrkii muodostamaan sillan arktisen korkeapaineen ja Atlantin subtrooppisen korkeapaineen vyöhykkeiden väliin. Aasian mantereelle syntyyvä korkeapaine on hyvin voimakas ja se yhdistyy täysin subtrooppiseen korkeapaineen vyöhykkeeseen. Atlantilta mantereelle pääsee lähes esteettömästi lämpimämpiä ilmassoja ja Aasian korkeapaineen keskus onkin sijoittunut lännemmäksi Siperiaan (Petterssen 1958).

Mantereiden voimakkaan jäähtymisen vuoksi pohjoiselle pallonpuoliskolle ei talvella synny selvää subpolaarista matalapaineen vyötä, kuten maapallon ilmanpainejärjestelmän malli olettaisi. Koska meret ovat talvella suhteellisen lämpimiä, matalapaineen keskukset ovat Tyynenmeren ja Atlantin pohjoisosissa. Islannin ja Aleutien matalapaineet voimistavat subpolaarista matalan vyöhykettä, joka mantereilla on saanut syrjäytyä voimakkaiden korkeapaineen alueiden tieltä (Petterssen 1958).

Kesällä merten ja mantereiden väliset lämpötilaerot ovat vähäisemmät, ja korkea- ja matalapaineet sijoittuvat symmetrisemmin arktiselle alueelle (kuva 1). Arktista korkeapainetta ympäröi epäyhtenäinen matalapaineiden vyöhyke 60:n leveyspiirin tuntumassa. Mantereiden yllä vallitsevat matalapaineet. Merien ylle on syntynyt selvät korkeapaineen keskukset (Petterssen 1958). Voimakkaasti jäähtyvän Grönlannin jäätikön yllä vallitsee vuodenajasta riippumatta pysyvä korkeapaine (Martyn 1992).

Etenkin Keski-Siperiassa kesän ja talven ilmanpaine-erot ovat suuret. Ilmanpaine laskee kesäksi 20–25 millibaria. Pohjoisella Tyynellämerellä ja

Atlantilla vuotuiset ilmanpaine-erot ovat keskimäärin noin 10 millibaria. Laajojen ilmassojen siirtymisen vaikutukset keväisin ja syksyllä ovat selvät (Petterssen 1958).

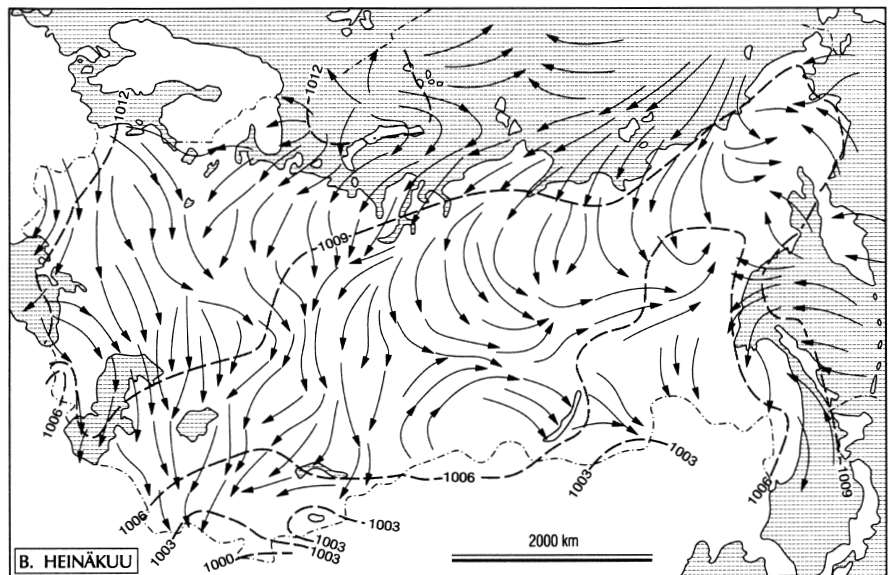
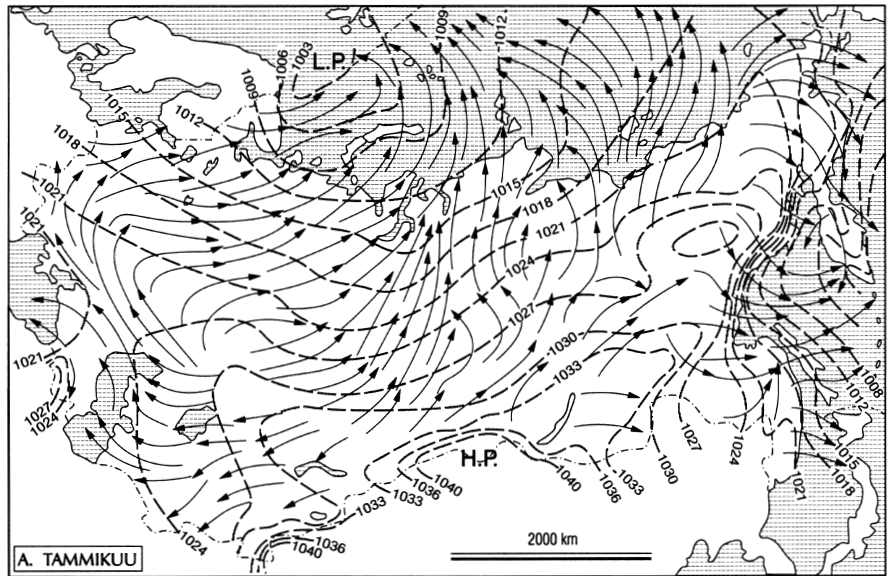
### Vallitsevat tuulensuunnat

Pohjoisella pallonpuoliskolla tuulet puhaltavat pääosin isobaarien mukaan niin, että matalapaine jää vasemmalle puolelle. Pinnan aiheuttaman kitkan vaikutuksesta tuulten suunta kääntyy kohti matalapainetta (Petterssen 1958). Tuulten suuntaan vaikuttavat alueellisten ja paikallisten painevaihteluiden lisäksi orografia ja mantereisen ja mereisen ilman yhtyminen (Martyn 1992). Useilla arktisilla alueilla tuuliolot ilmentävät enemmän paikallisten tekijöiden ja topografian vaikutusta kuin laajempaa alueellista suuntausta (Sater ym. 1971).

Koska pohjoisen pallonpuoliskon ilmanpainejärjestelmä ei ole yksinkertainen, ei ole syntynyt selvää itätuulten järjestelmää. Itätuulia esiintyy pääasiassa polaaristen matalapaineen alueiden pohjoispuolella Pohjois-Atlantilla ja pohjoisella Tyynellämerellä (Barry & Chorley 1968).

Pohjoiset ja luoteiset ilmavirtaukset ovat valloillaan Kanadan arktisessa saaristossa lähes koko vuoden. Hudsoninlahdella tuulet ovat luoteisia. Vain kesän yksittäiset myrskyt häiritsevät vallitsevaa suuntaa (Martyn 1992). Alaskassa maanpinnan läheisistä tuulista 71 prosenttia on itä- tai luoteistuulia (Sater ym. 1971).

Beringinsalmen alueella ilma pääsee vapaasti virtaamaan arktisen lähdealueen ja Beringinmeren välillä. Talvella Aleutien matalapaine on muodostunut ja vallitsevat tuulet ovat pohjoisia tai koillisia (Martyn 1992). Baffininsaaren eteläosan Amadjuakjärvellä, joka edustaa arktisen sisämaan



Kuva 2. Entisen Neuvostoliiton alueen ilmapaineolot ja vallitsevat tuulet (Dewdney 1979: 19).

ja alangon tuulioloja, hallitsee kylmältä mantereelta puhaltava etelätuuli. Kesällä ja syksyllä kaakoistuulet ovat voimakkaimpia (Jakobs ym. 1997).

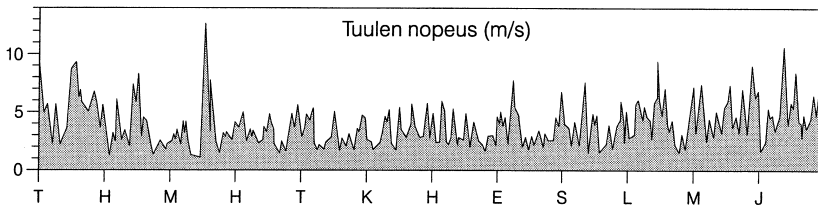
Talvella Grönlannin itärannikolla puhaltavat pohjois- ja koillistuulet. Joskus kylmä arktinen ilma kiertää Grönlannin, jolloin tuulet sen länsirannikolla ovat länsi- tai luoteistuulia (Martyn 1992). Kesällä yleisimpiä ovat lounaistuulet (Nielsen ym. 1998).

Euroopan ja Aasian arktisilla manneralueilla talvella vallitsevat länsituulet (Martyn 1992). Rannikolla tuulet kääntyvät luoteeseen kohti Islannin matalapainejärjestelmää. Itä-Siperiassa ja Venäjän

Kaukoidässä tuulet kääntyvät kaakkoon kohti Aleutien matalapainetta (Dewdney 1979). Kesällä tuuliolot kääntyvät päinvastaisiksi, kun Siperian korkeapaineen korvaa matalapaineen vyöhyke (Dewdney 1979). Manneralueita vallitsevat tuulet ovat kääntyneet itätuuliksi (Martyn 1992). Myös Siperian arktisella rannikolla tuulet ovat pääosin itätuulia (kuva 2).

### Arktinen rintama

Arktinen rintama muodostaa rajan kylmän arktisen ilman ja leudomman mereisen polaarisen il-



Kuva 3. Tuulennopeus Godhavnin arktisella asemalla 1997 (Nielsen ym. 1998: 81).

man välillä (Petterssen 1958). Talvella arktiset rintamat muodostuvat Pohjois-Atlantin ja pohjoisen Tyynenmeren ylle. Kesällä rintama mukailee Siperian ja Pohjois-Amerikan arktista rannikkoa (Barry & Chorley 1968).

Useimmiten arktinen rintama syntyy polaaririntaman matalapainekehityksen seurauksena, mutta joskus arktiseen rintamaan muodostuu myös matalapaineita (Karttunen ym. 1997). Luoteis-Kanadan arktisen rintaman vyöhyke, missä Alaskanlahden mereinen ilma kohtaa kylmän ja kuivan mantereisen ilman, on syklonien syntyalueita. Rannikon yläkõ lisää ilmassojen kohottavaa vaikutusta (Barry & Chorley 1968). Islannin ja Huippuorten tienoilla arktinen rintama synnyttää joskus voimakkaita mutta pienikokoisia matalapaineita, joihin liittyvät sadealueet ovat enimmäkseen vain lumikuurovyöhykkeitä (Karttunen ym. 1997). Talvimyrskyt liikkuvat yleensä Islannista kohti Barentsinmerta, mutta jatkavat joskus Siperian rannikkoa myöten syvemmälle itään (Petterssen 1958).

Kuten polaaririntamassa, arktisessa rintamassa kohtaavien ilmassojen lämpötilaerot ovat suuret ja tuulet kääntyvät voimakkaasti myötäpäivään, mutta arktinen rintama on usein selvästi kehittynyt vain ilmakehän alimpaan, 1–3 kilometriä paksuun kerrokseen. Arktinen rintama yhdistyy usein pitkään okluusioon, jolloin rintama on samanaikaisesti polaaririntaman okluusio ja arktinen rintama (Karttunen ym. 1997).

### Tuulennopeudet

Jäämeren yllä tuulten nopeudet eivät ole kovin suuria. Kun ilmakehän alakerros erottuu selvästi nopeammin liikkuvasta yläilmasta ja topografian vaikutus puuttuu, voimakkaita tuulia on vähän. Voimakkaimmat tuulennopeudet ja suurin määrä myrskyjä koettelevat avoimia rannikkoasemia lähellä syklonireittejä. Alaskan sisämaassa Fairbanksissa esiintyy vuodessa keskimäärin yksi myrsky, kun Barrowin rannikkoasemaa koettelee 19 ja Itä-Siperian meren Wrangelinsaarta 50 myrskyä vuodessa (Sater ym. 1971).

Talvella Grönlannin etelä- ja kaakkoispuolella sykloneita syntyy runsaasti, kesällä sykloninmuo-

dostus on vähäisempää (Martyn 1992). Tuulennopeudet ovat talvella suurempia, vaikka vuodenaikainen vaihtelu onkin vähäistä (Sater ym. 1971). Godhavnin arktisella asemalla Länsi-Grönlannin rannikolla vuoden 1997 keskimääräinen tuulennopeus oli 3,9 m/s. Korkein päivän keskiarvo oli 17,9 m/s, mikä oli laskettu maaliskuun puolivälissä föhn-tilanteen ja itätuulen vallitessa. Joulukuun 12. päivänä tuulen voimakkuus oli 26 m/s (kuva 3).

Alaskassa ja Siperiassa sisämaan matalapaineen takia kesällä myrskyt ovat yleisiä, rannikolla taas harvinaisempia. Jyrkimmät painegradientit sijoittuvat Länsi-Alaskaan ja Pohjois-Amerikan arktisen saariston itäosiin, etenkin Grönlannin rannikon tuntumaan. Alueita koettelevat voimakkaat tuulet. Kun Grönlannin itärannikon Angmagssalikissa kuukausien keskimääräiset tuulennopeudet eivät ole yli 2 m/s, Pohjois-Alaskan Barrowissa jokaisena kuukautena tuulee keskimäärin vähintään 10 m/s. Ellesmeren saaren Alertissa kesäkuukausina tuulee keskimäärin voimakkaimmin (ks. Martyn 1992).

### Paikalliset tuulet

Useilla arktisilla alueilla voimakkaisiin painegradientteihin liittyviä tuulia voimistavat topografian paikalliset vaikutukset. Itä-Siperian Verhojanskin kaupungin suojaiseen laaksoon ei pintatuulia pääse helmikuusta toukokuuhun käytännössä juuri lainkaan (Sater ym. 1971).

Grönlannin rannikoilla, Islannissa, Novaja Zemlijassa ja Kanadassa esiintyy föhn-tuulia, jotka ajoittain kohottavat lämpötiloja jopa 20 celsiusasteella ja voivat laskea ilman suhteellisen kosteuden jopa 13 prosenttiin. Föhn-tuulet ovat yleisempiä talvella, ja niiden vaikutus voi ulottua 30–40 kilometriä merelle (Martyn 1992).

Bora-tuulia esiintyy etenkin Alaskassa, Kanadassa, Skandinaviassa ja Huippuvuorilla. Rinteitä laskeutuvat kylmät tuulet voivat viilentää ilman lämpötilaa 10–20 celsiusastetta. Katabaattiset tuulet hallitsevat myös lähes koko Grönlantia, jossa kylmät tuulet laskeutuvat jäätikön keskustasta kohti rannikkoa (Martyn 1992).

### Katabaattiset tuulet Grönlannin jäätiköllä

Kylmät laskutuulet hallitsevat Grönlannin jäätikköä talvella, kun taivas on kirkas. Jäätikön muoto pitkälti määrää pintatuulien suunnan. Tuulet puhaltavat jäätikön loivarinteiseltä keskiosalta kohti jyrkkenevää rannikkoa (kuva 4). Jäätikön keskiosassa tuuli puhaltaa heikkona tai kohtalaisena, mutta voimistuu rinteen jyrkentyessä. Rannikolla tuulennopeudet ovat suurimmillaan (Bromwich ym. 1996). Esimerkiksi Thulen ja Narssarsuaikin paikallisia tuulia voimistavat sisämaasta laskeutuvat kylmät ilmassat (Sater ym. 1971). Rannikkoalueilla vuonoihin ajautuvat tuulet yhdistyvät, ja vuonoihin syntyy voimistuneet tuuliolot (Bromwich ym. 1996).

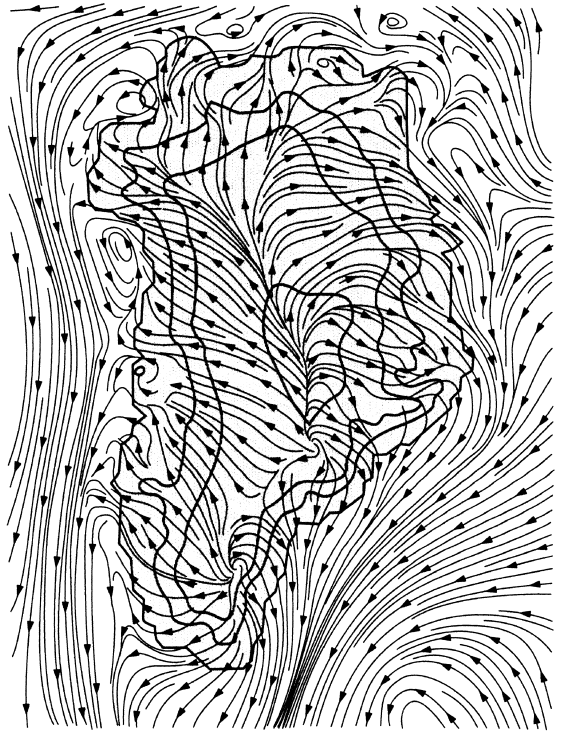
Keskisen Grönlannin länsirannikolla sijaitsevan Coloradon yliopiston aseman (69°34' N/49°17' W; 1 157 mpy) mittauksissa keskimääräinen tuulennopeus on 13,8 m/s ja vallitseva tuulensuunta kaakko. Keski-Grönlannissa Barberin mitta-asemalla (71°40' N/38°10' W; 3 170 mpy) vallitseva tuulensuunta on sama, mutta tuulen voimakkuus on keskimäärin vain 3,6 m/s (Bromwich ym. 1996).

Grönlantia ympäröivien ilmassojen kierto vaikuttaa itse jäätikön tuulioloihin vain kohtalaisesti. Jäätiköllä pilvisuus ja vaihtelevat painegradientit määräävät tuulen suunnan.

### Arktiset syklonit ja Siperian leudommat talvet

Pohjois-Atlantin ilmakehän kierron muutosten ja Siperian viime vuotisten ilmastovaihtelujen välillä lienee yhteys. Koillis-Atlantilille sekä Barentsinmerelle ja Karanmerelle tunkeutuvien voimakkaiden syklonien määrä on lisääntynyt (Rogers & Mosley-Thompson 1995).

Koilliseen suuntaavat suhteellisen voimakkaat syklonit ja matalapaineen alueen ulottuminen syvemmälle koilliseen tuovat lauhempia ilmassoja ja Keski-Siperiaan asti. Lisääntynyt sykloniaktiivisuus on yhteydessä arktisen Siperian leudompiin talviin. Lämpiminä talvina Novaja Zemljan keskustaa hallitseva matalapaine on poikkeuksellisen voimakas, kylminä talvina on vallalla tavallista korkeampi paine. Syvimmät syklonit ajoittuvat lämpimimpiin kuukausiin. Kylminä kuukausina syklonien reitit ovat eteläisempiä. Ne kulkevat selvästi 55° N eteläpuolelta ja kiertävät usein ensin Välimeren alueen kautta. Vaikka päivittäiset paineet ovat talvikuukausina korkeampia, paine-erot kesäkuukausiin ovat silti suhteellisen pieniä. Näistä ilmanpainetilanteiden vaihteluista johtuen lämpiminä talvina Koillis-Siperiassa puhaltavat länsituulet ja kylminä talvina joko huomattavasti hei-



Kuva 4. Tuulensuunnat Grönlannin jäätikön yllä. Korkeuskäyrät kilometrin välein (Bromwich ym. 1996; 1943).

kommat länsituulet tai jopa itätuulet (Rogers & Mosley-Thompson 1995).

### KIRJALLISUUS

- Barry, R. G. & R. J. Chorley (1968). *Atmosphere, Weather and Climate*. 319 s. Methuen, London.
- Bromwich, D., Yang Du & K. M. Hines (1996). Wintertime surface wind over the Greenland ice sheet. *Monthly Weather Review* 124: 9, 1941–1947.
- Dewdney, J. C. (1979). *A Geography of the Soviet Union*. 3. p. 175 s. Pergamon, London.
- Jakobs, J. D., A. N. Headley, L. A. Maus, W. N. Mode & E. L. Simms (1997). Climate and vegetation of the interior lowlands of Southern Baffin Island: long-term stability of the low Arctic limit. *Arctic* 50: 2, 171.
- Karttunen, H., J. Koistinen, E. Saltikoff & O. Manner (1997). *Ilmakehä ja sää*. 365 s. Tähtitieteellinen yhdistys URSA, Helsinki.
- Martyn, D. (1992). *Climates of the World*. 435 s. Elsevier, Amsterdam.
- Nielsen, N., O. Humlum & B. U. Hansen (1998). Meteorological observations 1997 at the Arctic Station, Qeqertarsuaq (69 deg. N), Central West Greenland. *Geografiska Tidsskrift* 98: 1, 81–83.

Petterssen, S. (1958). *Introduction to Meteorology*. 2. p. 327 s. McGraw-Hill, New York.

Rogers, J. C. & E. Mosley-Thompson (1995). Atlantic Arctic cyclones and the mild Siperian winters of the

1980s. *Geophysical Research Letters* 22: 7, 799–802.  
Sater, J. E., A. G. Ronhovde & L. C. Van Allen (1971). Arctic Environment and Resources. 310 s. The Arctic Institute of Northern America, Washington, DC.