

Metlan työraportteja 25: 42–48

Poronhoito ja muuttuva ilmasto

Timo Helle

1 Johdanto

Klassisessa lumiekologiaa esittelevässä työssään Formozov (1948) kuvaa poron ja sen villit sukulaiset (*Rangifer tarandus*) ”luntasietäväksi” lajiksi sen monien lumisopeutumien vuoksi. Sopeutumaiset ovat sekä rakenteellisia että käyttäytymiseen liittyviä. Kriittiset kynnsarvot ylitettyään lumipeitteen syvyys ja kovuus lisäävät kuitenkin liikkumisen ja ravinnon kaivamisen energiakustannuksia (Thing 1977, Helle 1984). Poronhoidossa lumen ratkaiseva merkitys ilmenee runsaana saamenkielisenä lumisanastona (Ryd 2001). Ravinnon saannin vaikeutuminen voi johtua lumipeitteen paksuudesta (Pruitt 1979, Helle 1984) tai sen saa aikaan jääkerros, joka syntyy maan tai hangen pintaan suojasään kostuttaman lumen jäätyessä (Reimers 1977, Aenes ym. 1999, Helle ym. 2001, Heggberget ym. 2002). Avomaastossa myös kovat tuulet saattavat kovettaa lumen (Bergerud 1974, Skogland 1986, Collins ja Smith 1991). Lumen myöhäisestä sulamisesta puolestaan seuraa, että vihreän, korkealaatuisen ravinnon (kevätvihanta) saanti viivästyy, mikä alentaa poronaaraan maidon tuotantoa ja heijastuu vasojen kasvuun (Caughley ja Gunn 1993, Post ja Klein 1998).

Toinen kriittinen vaihe poron vuosikierrossa ajoittuu keskikesään. Syynä ovat vertaimevät tai porossa loisivat hyönteiset. Reimersin (1983) esittämä hypoteesi, jonka mukaan hyönteisten aiheuttama häiriö lisää eläinten liikkuvuutta ja vähentää ruokailuun käytettävää aikaa, on saanut tukea monista myöhemmistä tutkimuksista. Kuumien keskikesän vaikutukset näkyvät pahimmillaan korkeana vasakuolleisuutena ja yleisesti alhaisina syyspainoina (Helle ja Kojola 1994, Wladji ym. 2003). Hyönteishaitta, räkkä, on pahimmillaan, kun vuorokauden keskilämpötila ylittää + 15° C (Helle ja Aspi 1984).

Useimpien tämänhetkisten mallien tai skenaarioiden mukaan ilmasto lämpenee voimakkaimmin pohjoisilla alueilla (Tuomenvirta ja Drebs 2006). Lämpötilan nousu koskee kaikkia vuodenaikojia, erityisesti kuitenkin talvea. Pitkällä aikavälillä seurauksena on kasvillisuusvyöhykkeiden siirtyminen kohti pohjoista. Sateisuuden on ennustettu lisääntyvän, mikä merkitsee pohjoisilla alueilla lisääntyvää lumimäärää lähivuosisikymmenien aikana.

Tässä kirjoituksessa tutkitaan ilmastonmuutoksen oletettuja vaikutuksia poroon ja poronhoitoon testaamalla seuraavat hypoteesit:

1. Talvisateiden kasvaessa lumipeite vahvenee lähitulevaisuudessa, mistä on seurauksena porojen ravinnon saannin vaikeutuminen, mikä ilmenee alhaisena vasaprocenttina ja korkeana kuolleisuutena (Gunn ja Skogland 1997, Heggberget ym. 2002, Weladji ym. 2002).
2. Talvi-ilmaston lämmitessä riski suojasään jälkeen hangen pintaan muodostuvasta jääkerroksesta kasvaa, mikä vaikeuttaa porojen ravinnon saantia (Gunn ja Skogland 1997, Heggberget ym. 2002).
3. Luminen aikaa lyhenee sekä syksystä että kevästä, mikä helpottaa porojen ravinnon saantia. Vihreää ravintoa on kesällä varhain saatavilla, mikä parantaa porojen kuntoa (Caughley ja Gunn 1993, Post ja Klein 1998).
4. Kesälämpötilojen nousu lisää vertaimevien hyönteisten määrää ja aktiivisuutta, mistä seuraa porojen kunnan heikkeneminen (Weladji ym. 2003).

2 Aineisto ja menetelmät

Hypoteesien testaaminen edellyttää pitkiä aikasarjoja, sillä säiden vuosivaihtelut ovat suuret ja porokannan kehitykseen erityisesti vaikuttavia poikkeusoloja esiintyy suhteellisen harvoin. Artikkelit perustuu osin jo aiemmin julkaistuihin tuloksiin (Helle ja Kojola 1994, Helle ym. 2001) ja osin vielä julkaisemattomaan käsikirjoitukseen (Helle ja Kojola 2006). Lumipeitteen vaikutusta vasaprocenttiin ja kuolleisuuteen on tutkittu Käsivarren paliskunnassa Enontekiöllä vuosina 1960–2000. Analyysissä käytetyt säätiedot ovat peräisin Ilmatieteen laitoksen Kilpisjärven sääasemalta. Poroa koskeva tilastotieto on koottu virallisista poroluetteloista. Lisäksi alkuperäis-tutkimuksissa on käyty läpi paliskunnan vuosikertomukset, joihin sisältyy luonnehdintoja sää-oloista; erityisen tarkasti on kuvattu poikkeuksellisen vaikeat lumitalvet. Fenologiset havainnot koivunlehden tulosta hiirenkorvalle vuosina 1959–1983 on tehty Kilpisjärvellä Metsäntutkimus-laitoksen toimesta.

Vuosina 1960–2000 Käsivarren paliskunnan poroluku (sisältää aikuiset ja vasat) vaihteli 4 700 ja 20 400 välillä, mikä vastaa 1,0–4,2 porotiheyttä maapinta-alaa kohti laskettuna. Paliskunnan poronhoito on kokenut monia muutoksia viimeisten 40 vuoden aikana. Niistä merkittävin tämän analyysin kannalta koskee porojen lisäruokintaa poikkeuksellisen vaikeina lumitalvina 1997–98 ja 1998–99. Koska tarkoitus oli tutkia nimenomaan lumitekijöiden vaikutusta, ruokintaa harjoitaneet porokylät jätettiin näinä vuosina analyysin ulkopuolelle.

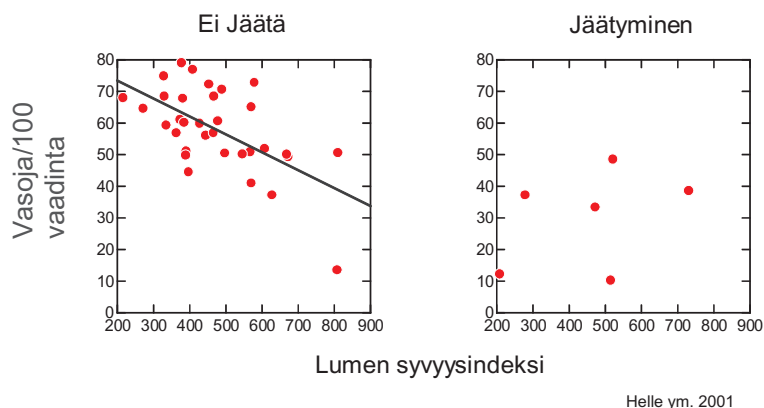
Räkän vaikutusta porojen painoihin on selvitetty Kaldoaivin paliskunnassa Utsjoella vuosina 1974–1990 ja 2002–2004. Painot koskevat satunnaisesti valitun 50 urosvasan teuraspainoja. Analyysissä on käytetty Ilmatieteen laitoksen Kevon sääaseman tietoja.

3 Tulokset

3.1 Lumipeitteen vaikutus vasaprocenttiin ja kuolleisuuteen

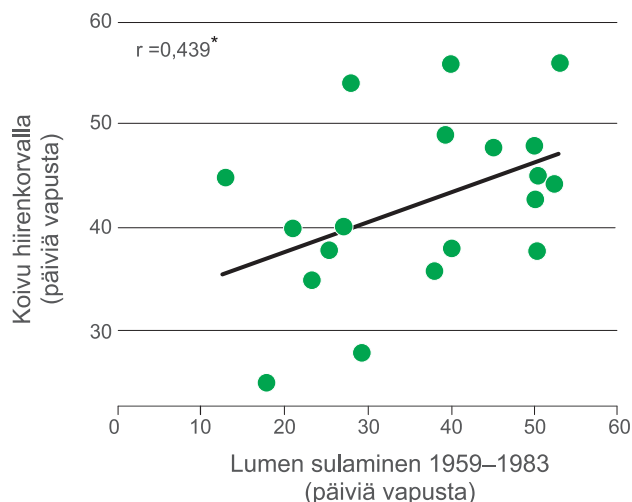
Käsivarren paliskunnan vasaprocentti ei ollut riippuvainen porotiheydestä suoraan tai 1–3 vuoden viiveellä. Sen sijaan vasaprocentti korreloi negatiivisesti loka-huhtikuun sademäärän (-0,337*), kovien tuulten (>10 m/sek) esiintymisfrekvenssin (-0,406*) ja lumen sulamisajankohdan kanssa (-0,335*). Suojasäitä keskitalvella (tammi-maaliskuu) esiintyi harvoin eikä niillä ollut vaikutusta vasaprocenttiin. Tutkimuksessa käytettyyn 41 vuoden aikasarjaan sisältyi kuusi ”jätikkötalvea”, jotka saivat alkunsa, kun suojasään kostuttama lumi jäätyn alkutalven vaihtelevissa sääoloissa.

Jäätikkötalvien jälkeen vasaprocentti (43, SD = 0,08) oli merkitsevästi alhaisempi kuin ”normaalitalvien” (58, SD 0,13) jälkeen (ANOVA, $F = 7,1$, $P = 0,012$). Kun jäätikkö- ja ”normaalitalvia” tarkasteltiin erikseen, havaittiin, että ”normaalitalvina” vasaprocentti oli riippuvainen lumipeitteen vahvuutta kuvaavasta lumi-indeksistä, kun taas ”jäätikkövuosina” lumi-indeksi oli alhaisempi eikä sillä ollut vaikutusta vasaprocenttiin (kuva 1).



Kuva 1. Vasaprocentin riippuvuus lumen syvyydestä ja alkutalvella muodostuneesta kovasta jääkerroksesta Käsivarren paliskunnassa 1960–2000 Helteen ym. (2001) mukaan. Lumen syvyyssindeksi on saatu laske-malla yhteen kunkin talvikuukauden 15. päivänä mitatut lumen syvyydet Ilmatieteen laitoksen Kilpisjärven sääasemalta.

Kun vasaprocentin vuosivaihtelua tutkittiin GLM-mallien (Generalized Linear Model) avulla, lumi-indeksi ja jäätyminen selittivät 57,3 % vaihtelusta. Malli, johon sisältyi lumi-indeksin lisäksi lumen sulamisajankohta oli selitysasteeltaan heikompi (selitysaste 40,1 %), joskin tilastollisesti merkitsevä. Lumi hävisi vuosina 1959–83 toukokuun 14. päivän ja kesäkuun 24. päivän välillä. Lumen sulamisajankohdan ja koivun hiirenkorvalle tulon välillä oli positiivinen korrelaatio (kuva 2), mikä kuvaa kevätvihannan saatavuuden riippuvuutta lumen sulamisajankohdasta yleisemminkin. Sitä, että lumen sulamisajankohdalla on itsenäinen ekologinen merkitys, tukee myös havaittu positiivinen korrelaatio lumen sulamisen ja vuotuisen populaatiomuutoksen välillä.

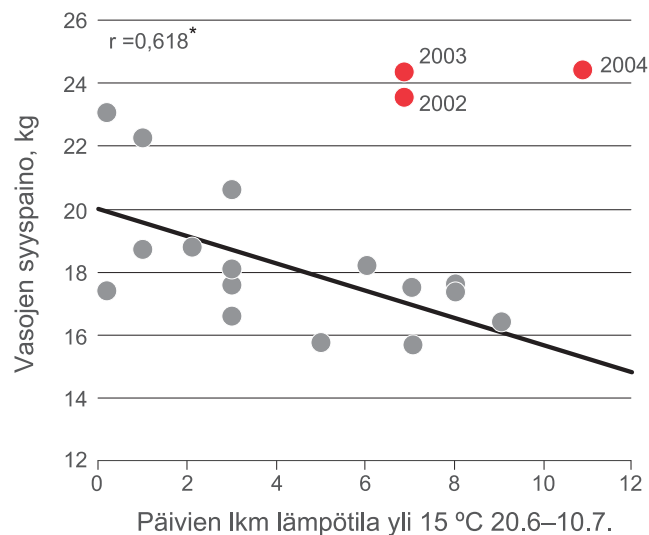


Kuva 2. Lumipeitteen häviäminen ja koivun tulo hiirenkorvalla Kilpisjärvellä 1959–1983 (Metsäntutkimuslaitos, julkaisematon aineisto).

Kuolleisuus oli lievästi porotiheydestä riippuvainen, mutta aikaviiveitä ei havaittu. ”Jäätikkötalvina” kuolleisuus oli trendinomaisesti korkeampi kuin ”normaalitalvina” (21,3 vs 14,1, parittainen t-testi, $P = 0,061$) ja ero oli merkitsevää, kun huomioon otettiin myös seuraavan talven kuolleisuus ($P = 0,050$). Selitys on ilmeisimmin se, että osa ”jäätikkötalven” jälkeen heikkokuntoisina syntyneistä vasoista selviää keskimääräistä heikommin ensimmäisestä talvestaan. Lumi-indeksillä tai muilla lumeen liittyvillä muuttujilla ei ollut vaikutusta kuolleisuuteen.

3.2 Keskikesän lämpötilojen vaikutus painoihin

Kaldoaivin paliskunnan urosvasojen teuraspainon riippuvuus keskikesän lämpötiloista on esitetty kuvassa 3. Vuosina 1974–90 parhaaksi selittäjäksi osoittautui niiden päivien lukumäärä 20.6.–10.7., jolloin vuorokauden keskilämpötila ylitti $+15^{\circ}$. Vuosien 2002–04 keskikesät olivat keskimääräistä lämpimämmät, mutta keskipainot olivat odotusten vastaisesti tarkastelujakson korkeimpia. Tämä selittyy sillä, että noina kolmena kesänä räkkää ei ollut käytännöllisesti katsoen lainkaan, jolloin myöskään hyönteisten aktiivisimman lentoajan sinänsä suotuisilla lämpötiloilla ei voinut olla vaikutusta keskipainoihin. Syynä hyönteisten puuttumiseen oli mitä ilmeisimmin varhaisesta lumen sulamisesta ja toukokuun vähäateisuudesta johtuva kuivuus, joka kuivatti pienet lammikot ennen kuin hyttysten ja paarmojen toukat/kotelot ehtivät kehittyä aikuisiksi. Sama koski myös jokien ja purojen vesirajaan kotoituneita mäkärän toukkia, sillä kevättulvan nostama vedenpinta laski kesäkorkeuteen viikkoja normaalia aikaisemmin (Kalevi Kuusela, suull. ilmoitus).



Kuva 3. Poron urosvasojen keskimääräinen syksyinen teuraspaino Kaldoaivin paliskunnassa 1974–1990 ja 2002–2004 (Helle ja Kojola, julkaisematon aineisto).

4 Tulosten tarkastelu

Artikkelissa testattiin neljä yleisesti esitettyä ja tärkeimpänä pidettyä hypoteesia lumipeitteen ja kesälämpötilojen vaikutuksesta porojen vasomistulokseen, kuolleisuuteen ja painoihin. Tulokset tukivat esitettyjä hypoteeseja. On kuitenkin huomattava, että ilmastonmuutoksen vaikutuksia voidaan arvioida edes suhteellisen luotettavasti ainoastaan, jos historiallisen säätelijöiden vaihtelu

todetussa empiirisessä aineostossa kattaa edes suunnilleen tulevan ilmaston säätekijöiden vaihteluvälin. Tämän vuoksi arviot pätevät todennäköisesti vain muutamina tulevina vuosikymmeninä.

Parhaiten vasaprocentin ja osin myös kuolleisuuden vuosivaihtelua selittivät koko talven lumen-syvyyttä kuvaava lumi-indeksi ja maan pintaa kattavan jääkuoren syntyminen alkutalven vaihtelevissa sääoloissa. Ennustettu talvisen sademäärän kasvu merkitsee porojen ravinnon saannin vaikeutumista. Lämpötilan nousu puolestaan lisää riskiä jääkuoren muodostumisesta, sillä se edellyttää suojasään ja pakkasen vaihtelua alkutalvella. Keskitalven (tammi-maaliskuu) suojasääät olivat Käsivarressa harvinaisia ja lämpötila nousi enimmilläänkin ja vain lyhyeksi ajaksi yli + 2 °C, mikä ei aiheuttanut poroa haittaavaa jääkerrosta. Suojasään todennäköisyys keskitalvella on sidoksissa keskilämpötilaan. Ilmatieteen laitoksen mukaan tammi-maaliskuun keskilämpötila on Keski-Suomessa (Jyväskylä) kolme astetta korkeampi kuin Lapissa (Sodankylä). Keski-Suomessa on tammi-maaliskuussa keskimäärin kuusi suojapäivää, mutta Lapissa vain yksi (www.fmi.fi/saa/tilastot). On siis todennäköistä, että talvien leudontuessa riski keskitalven suojasäiden aiheuttamista lumen kovettumisista kasvaa Lapissakin.

Ongelma koskee erityisesti arktisia ja subarktisia alueita, missä porojen on kaivettava kaikki ravinto lumen alta. Lumen kovettuminen on kuitenkin ilmiö, joka ei tule ilmi sääasemilla tehtävissä lumensyvyysmittauksissa, vaan se joudutaan päättämään suojapäivien perusteella (Aanes ym. 1999). Käsivarren kaltaisissa olosuhteissa, joille ovat tyypillisiä suuret korkeusvaihtelut, menetelmään sisältyy riski, että alhaalla sijaitsevalla sääasemalla sekä lämpötilat että lumensyvyydet käyttäytyvät eri tavalla kuin varsinaisella tunturiylängöllä, jossa porot pääasiallisesti talvisin laiduntavat. Niinpä alhaalla suojasää saattaa sulattaa kaiken lumen, mutta lumi säilyy ylempänä, ja siihen syntyy seuraavan pakkasen aikana kova jääkerros. Ilmiö voi tapahtua myös toisin päin: suojasää kostuttaa lumen alhaalla, mutta tunturiylängöllä lämpötila pysyy koko ajan pakkasen puolella eikä jääkerrosta synny. Tämän vuoksi käyttämämme paliskunnan vuosikertomukset talvea koskevina luonnehdintoineen ovat olleet suureksi avuksi, sillä ne kuvaavat lumioloja porojen pääasiallisilla laitumilla.

Toiseksi keskeiseksi muuttujaksi nousi lumen sulamisajankohta. Varhainen lumen häviäminen paransi vasomatulosta ja alensi kuolleisuutta. ”Kevätvihantakoulukunnan” mukaan juuri loppukevät on kriittisin ajankohta poron villien sukulaisten vuosikierrossa (Caughley ja Gunn 1993, Post ja Klein 1998). Käsivarren aineistossa lumi-indeksin ja lumen sulamisajankohdan välillä oli positiivinen korrelaatio, ts. jos talvella lunta oli paljon, se sulii myöhään keväällä. Keskinäiskorrelaatiosta johtuen niiden suhteellisen merkityksen tarkka arviointi on vaikeaa. Poroille vaikeina ”jäätikkötalvina” tai erityisen vahvalumisina talvina heikko vasomatulos oli kuitenkin nähtävissä jo helmi-maaliskuussa, kun osa nälkiintyneistä vaatimista abortoi sikiönsä. Abortointi on yleistä vastaavissa olosuhteissa, mistä ovat osoituksena monet sitä kuvaavat sanat sekä suomalaisessa että saamelaisessa poronhoitoterminologiassa.

Kevään tulo on jo aikaistunut erityisesti Keski-Euroopassa ja siitä on nähtävissä merkkejä myös Etelä-Suomessa (Tuomenvirta ja Drebs 2006). Seurauksena on ollut mm. lintujen kevätmuuton ja pesinnän varhaistuminen (Forchhammer ym. 1998). Porolla yhtä selvää lisääntymisfenologian muutosta ei ole odotettavissa, sillä syksyn kiima-ajan määräävät muut tekijät kuin lämpötila eikä kantoajan ole todettu juurikaan vaihtelevan (Skjenneberg 1965). Porojen kuntoa ennakoitavissa oleva kevään tulon varhaistuminen kuitenkin parantaa. Lumen häviäminen helpottaa ja tarkentaa ravinnon valintaa, minkä lisäksi lumenlähtö ennakoii myös kevätvihannan ilmestymistä, kuten Kilpisjärven koivua koskevat fenologiset havainnot osoittivat. Näyttää kuitenkin ilmeiseltä, että

varhainen kevään tulo ei pysty kompensoimaan erityisen runsaasta lumesta tai maanpinnan jäätymisestä johtuvia ongelmia.

Kaldoaivin paliskunnassa Utsjoella keskikesän korkeat lämpötilat alensivat odotuksen mukaisesti urosvasojen syyspainoa vuosina 1974–1990. Tämä tukee hypoteesia, jonka mukaan hyönteishaitta tulee kasvamaan ilmaston lämmitessä (Weladji ym. 2003). Vuosina 2002–04 painot olivat korkeammat kuin kertaakaan aiemmin tutkimusjakson aikana keskimääräistä lämpimämistä keskikesistä huolimatta. Pääasiallisesti syyksi esitettiin poikkeuksellisen kuivista keväistä johtuva vertaimevien hyönteisten lähes täydellinen puuttuminen. Osaltaan korkeita painoja selitti Käsivarressa merkitykselliseksi osoittautunut varhainen kevään tulo ja ohutluminen talvi. Merkillä pantavaa kuitenkin on, että talvisen lisäruokinnan taso ei ole noussut 1990-luvun puolivälin jälkeen. Näiltä osin analyysia on syytä tarkentaa.

Kaldoaivin vasojen painot ovat kuitenkin erinomainen esimerkki siitä, että tietyn muuttujan (keskikesän lämpötila) selitysvoima saattaa kokonaan hävitä, jos samanaikaisesti jokin toinen kriittinen muuttuja muuttuu (kevään kuivuus). Ilmiötä kutsutaan ilmastomuutoksen epäsymmetriaksi, ts. kaikki vuodenaajat eivät muutu suhteellisesti samalla tavalla. Siitä tiedetään vielä vähän. On vielä aivan ennen aikaista sanoa, että pahat räkkäkesät ovat Utsjoella ohi ja että viime kesien porojen huippupainot olisivat pysyvä ilmiö.

Kiitokset

ansaitsevat Aarno Niva ja Raimo Pikkupeura monenlaisesta teknisestä avusta käsikirjoituksen valmistelussa. Lisäksi olen saanut vapaasti käyttää Ilpo Kojolan kanssa keräämiämme aineistoja.

Kirjallisuus

- Aanes, R., Saether B. & Öritsland N. 2000. Fluctuations of an introduced population of Svalbard reindeer: the effects of density dependence and climatic variation. *Ecography* 23: 437–443.
- , Saether, B-E., Smith, F., Cooper, E., Wookey, P. & Öritsland, N. 2002. The Arctic Oscillation predicts effects of climate change in two trophic levels in a high-arctic ecosystem. *Ecology Letters* 5: 445–453.
- Adamczewski, J., Gates, C., Soutar, B. & Hudson, R. 1988. Limiting effects of snow on seasonal use and diets of caribou (*Rangifer tarandus groenlandicus*) on Coats Island, Northwest Territories, Canada. *Canadian Journal of Zoology* 66: 1986–1996.
- Bergerud, A. 1974. Relative abundance of food in winter for Newfoundland caribou. *Oikos* 25: 379–387.
- Caughley, G. & Gunn, A. 1993. Dynamics of large herbivores in deserts: kangaroos and caribou. *Oikos* 67: 47–55.
- Collins, W. & Smith, T. 1991. Effects of wind-hardened snow on foraging by reindeer. *Arctic* 44: 217–222.
- Créte, M. & Huot, J. 1993. Regulation of a large herd of a migratory caribou: summer nutrition affects calf growth and body reserves of dams. *Canadian Journal of Zoology* 71: 2291–2296.
- Forchhammer, M., Post, E. & Stenseth, N. C. 1998. Breeding biology and climate. *Nature* 391: 29–30.
- Formozov, A. 1948. Snow as an integral factor of the environment and its importance in the ecology of mammals and birds. English translation 1969. Boreal Institute of University of Alberta, Occas. Publ. 1: 1–141.
- Gunn, A. & Skogland, T. 1996. Responses of Caribou and Reindeer to Global Warming. In: Oechel, W., Callaghan, T., Gilmanov, T., Holten, J., Maxwell, B., Molau, U. & Sveinbjörnsson, B. (toim.). Global Change and Arctic Terrestrial Ecosystems. *Ecological Studies* 124: 189–200.

- Heggberget, T. M., Gaare, E. & Ball, J. 2002. Reindeer (*Rangifer tarandus*) and climate change: Importance of winter forage. *Rangifer* 22 (1): 13–32.
- Helle, T. 1984. Foraging behaviour of semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in relation to snow in Finnish Lapland. Reports from the Kevo Subarctic Research Station 19: 35–47.
- & Aspi, J. 1984. Do sandy patches help reindeer against insects? Reports from the Kevo Subarctic Research Station 19: 57–62.
- & Kojola, I. 1994. Body mass variation in semidomesticated reindeer. *Canadian Journal of Zoology* 72(4): 681–688.
- & Kojola, I. 2006. Demography in an alpine reindeer herd: effects of density and winter weather. *Käsi-
kirjoitus*.
- , Kojola, I. & Timonen, M. 2001. Lumipeitteen vaikutus Käsivarren porolukuihin: mikä on Pohjois-Atlantin säävaihtelun (NAO) merkitys? *Suomen Riista* 47: 75–85.
- LaPerriere, A. & Lent, P. 1977. Caribou feeding sites in relation to snow characteristics in northeastern Alaska. *Arctic* 30: 101–108.
- Post, E. & Klein, D. 1999. Caribou calf production and seasonal range quality during a population decline. *Journal of Wildlife Management* 63(1): 335–345.
- Pruitt, W. 1979. A numerical “Snow Index” for reindeer (*Rangifer tarandus*) winter ecology (*Mammalia, Cervidae*). *Annales Zoologici Fennici* 16: 271–280.
- Reimers, E. 1977. Population dynamics in two subpopulations of reindeer in Svalbard. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 9: 369–381.
- 1982. Winter mortality and population trends of reindeer on Svalbard, Norway. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 14: 295–300.
- 1983. Growth rate and body size differences in Rangifer, a study of causes and effects. *Rangifer* 3: 141–149.
- Ryd, Y. 2001. *Snö*. Stockholm, Ordfront. 326 s.
- Sjenneberg, S. 1965. *Rein og reindrif*. Lesjaskog. 326 s.
- Skogland, T. 1978. Characteristics of the snow cover and its relationship to wild mountain reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.) feeding strategies. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 10 (3): 569–580.
- Thing, A. 1977. Behaviour, mechanics and energetics associated with winter cratering by caribou in north-western Alaska. *Biologica Papers of the University of Alaska* 18: 1–41.
- Tuomenvirta, H. & Drebs, A. 2006. Muuttuva Lapin ilmasto. Metlan työraportteja xx: 7–13.
- Weladji, R. & Holand, Ö. 2003. Global climate change and reindeer: effects of winter weather on the autumn weight and growth of calves. *Oecologia* 136: 317–323.
- , Holand, Ö. & Almöy, T. 2003. Use of climatic data to assess the effect of insect harassment on autumn weight of reindeer (*Rangifer tarandus*) calves. *Journal of Zoology* 260: 79–85.
- , Klein, D., Holand, Ö. & Mysterud, A. 2002. Comparative response of reindeer/caribou and other northern ungulates to climatic variability. *Rangifer* 22: 33–50.