Turun yliopisto
University of Turku

TURUN YLIOPISTON MAANTIETEEN JA GEOLOGIAN LAITOKSEN JULKAISUJA
PUBLICATIONS FROM THE DEPARTMENT OF GEOGRAPHY AND GEOLOGY, UNIVERSITY OF TURKU

No. 2

DEN GLOBALA FÖRÄNDRINGENS INVERKAN PÅ RENNÄRINGEN PÅ NORRA FENNOSKANDIENS TUNDRA

Redaktörer:
Jukka Käyhkö & Tim Horstkotte

TURKU 2017

Den globala förändringens inverkan på rennäringen på norra Fennoskandiens tundra

Redaktörer: Jukka Käyhkö & Tim Horstkotte

Åbo 2017
Åbo universitet
Institutionen för geografi och geologi
Geografiska avdelningen

TUNDRA författarteamet:

Antti Aikio
Sametinget i Finland, Rovaniemi, Finland

Bruce Forbes
Arktiska centret, Lapplands universitet, Rovaniemi, Finland

Tim Horstkotte
Institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap, Umeå universitet, Sverige

Jane Uhd Jepsen
Norska institutet för Naturforskning, Tromsø, Norge

Bernt Johansen
NORUT-Tromsø, Norge

Sonja Kivinen
Institutionen för geografiska och historiska studier, Östra Finlands universitet, Joensuu, Finland

Jukka Käyhkö
Institutionen för geografi och geologi, Åbo universitet, Finland

Lauri Oksanen
Institutionen för arktisk och marin biologi, UiT Norges Arktiska Universitet, Alta, Norge

Johan Olofsson
Institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap, Umeå universitet, Sverige

Tove Aagnes Utsi
Institutionen för arktisk och marin biologi, UiT Norges Arktiska Universitet, Alta, Norge

Jarmo Vehmas
Finland Futures Research Centre, Åbo universitet, Finland

Kapitelbidrag:
Kapitel 1: Jukka Käyhkö
Kapitel 2: Tim Horstkotte & Antti Aikio
Kapitel 3: Sonja Kivinen, Bernt Johansen & Jukka Käyhkö
Kapitel 4: Lauri Oksanen, Tim Horstkotte, Johan Olofsson & Jane Jepsen
Kapitel 5: Tim Horstkotte, Bruce Forbes, Tove Aagnes Utsi, Sonja Kivinen & Jukka Käyhkö
Kapitel 6: Jukka Käyhkö, Jarmo Vehmas, Tim Horstkotte & Lauri Oksanen

Cover illustration:
Tim Horstkotte

Numbered photographs:
Dagmar Egelkraut Fig. 19b
Lauri Oksanen Figs. 16b; 19a; 23a
Moritz Klinghardt Fig. 16d
Tim Horstkotte Figs. 9; 16a,c; 20; 23b; 24

Non-numbered photographs:
Anne Riiser pp. 55, 56, 61
Jukka Käyhkö pp. 8, 12, 32, 36, 51, 58, 72
Tim Horstkotte pp. 4, 18, 26
Tove Aagnes Utsi p. 6

Översättning från engelskan av Lingsoft Language Services Oy

ISBN 978-951-29-6708-7 (tryckt)
ISBN 978-951-29-6709-4 (elektronisk)
ISSN 2489-2319 (tryckt)
ISSN 2324-0369 (elektronisk)
Painosalama Oy – Åbo, Finland 2017

Sammanfattning

Nordic Centre of Excellence (NCoE) TUNDRA (*"How to preserve the tundra in a changing climate"*) har varit ett femårigt projekt (2011–2015) inom ramen för Toppforskningsinitiativet (TRI) vid NordForsk. Denna rapport sammanställer de viktigaste resultaten och en översikt över NCoE TUNDRA med tidigare forskning för att ge intressenterna en helhetsbild av samspelet mellan ekosystemet på tundran, klimatförändringen och rennäringen.

De senaste klimatprognoserna tyder på att temperaturen år 2070 är tillräckligt hög (> 10 °C i genomsnitt under sommarmånaderna) för att träd ska kunna växa i nästan hela norra Fennoskandien, med undantag endast för de allra högst belägna områdena i Skanderna. Tack vare det allt varmare klimatet kommer buskar och träd att växa fortare, vilket minskar området med tundra betydligt. Enligt prognosen kommer den höjda temperaturen om våren att öka snösmältningen. I kombination med utbredningen av en allt tätare buskvegetation kan detta innebära en avsevärd minskning av reflexionsförmågan (albedo), vilket har en positiv inverkan på den globala klimatuppvärmningen. Genom att förebygga förbuskningen och bevara den cirkumpolära tundran med sin höga albedo kan man alltså bidra till att minska klimatförändringen.

Herbivorer (växtätare) har en stor inverkan på vegetationssamhällena. De viktigaste herbivorerna i norra Fennoskandien är stora däggdjur (ren), små däggdjur (gnagare) och insekter (mätare). Den exakta effekten av djuren varierar emellertid mellan olika djurgrupper och påverkas av populationsdynamiken, årstiderna, väderleken och vegetationssamhällena, samt beror också på den kombinerade inverkan av dessa djurgrupper. I synnerhet renbete kan motverka förbuskningen på grund av klimatet. Inverkan på vedväxterna är maximal om renar får beta i ett område under den tidiga vegetationsperioden i juni och början av juli. Betet påverkar också den biologiska mångfalden bland växterna. Renarna bidrar till att hålla tundran öppen genom att förebygga spridningen av träd, höga buskar och örter. Detta är en förutsättning för att många mindre, arktiska växtarter ska överleva. Trots att bete eventuellt stör också dessa växtarter, kan nettoeffekten av intensivt sommarbete bli positiv på populationsnivå.

Ur ett transdisciplinärt perspektiv är tundran inte endast en biom, utan även ett socio-ekologiskt system (SES) som inkluderar människor och deras aktiviteter, bland annat rennäringen. Beslutsfattandet innefattar olika sidor av detta komplicerade socio-ekologiska system och är därför alltid en kompromiss och en fråga om värderingar och åsikter. Det finns avsevärda juridiska och administrativa skillnader mellan Finland, Norge och Sverige inom lokal-, regional- och statsförvaltningen i frågor som gäller rennäringen. De förutspådda klimatförändringarna och förändringarna i samhällena kräver att rennäringen

anpassar sig till omvälvningarna. Framtiden är inte förutbestämd utan utfallet beror på en kedja av beslut och handlingar. Olika framtidsscenarier för de socio-ekologiska systemet i norra Fennoskandien – inklusive rennäringen – kan alltså förutses beroende på omständigheter, beslut och handlingar.

Det rådande spända förhållandet mellan intressenterna – inklusive renskötare, andra markanvändare, samer och andra privatpersoner och förvaltningen – härrör från skillnader i värderingar som gäller ekologiska, kulturella, sociala och ekonomiska frågor. Spänningarna kan utgöra ett hinder för en givande dialog och genomförbara beslut, och kan leda till en framtid som är icke önskvärd för många eller rentav alla parter. För närvarande är interaktionen bristfällig och dialogen mellan intressenterna är varken tillräcklig eller likvärdig. Ur renskötarens synvinkel utgör den mångtydiga lagstiftningen och bristen på självbestämmande hot mot näringen. I syfte att förbättra kvaliteten på beslutsfattandet borde framtidens markanvändning och näringar planeras och åtgärder vidtas i samarbete mellan de olika intressenterna. Den historiska misstänksamheten mellan parterna kunde överbryggas genom att inrätta en neutral gränsorganisation som medlare.

Förord

Hösten 2008 startade ett flertal nordiska organisationer och nationella institutioner i de nordiska länderna ett omfattande gemensamt forsknings- och innovationsprojekt, *Toppforskningsinitiativet* (TRI). I det femåriga initiativet ingick sex delprogram, av vilka ett var Effektstudier och anpassning till klimatförändringar (ADAPT). De övergripande syftena med ADAPT-programmet var att ge ökad kunskap om

- effekterna av klimatförändringar,
- hur samhället kan anpassa sig till dessa och
- risker men även möjligheter som klimatförändringar kan innebära för den nordiska regionen.

Tre Nordic Centres of Excellence (NCoE) inom delprogrammet ADAPT finansierades för en femårsperiod 2011–2015 med totalt 100 miljoner NOK (ca 11 miljoner €). NCoE TUNDRA "How to preserve the tundra in a warming climate" var ett av dessa. I denna rapport har de viktigaste resultaten och en översikt över NCoE TUNDRA sammanställts med tidigare forskning för att ge intressenterna en helhetsbild av samspelet mellan ekosystemet på tundran och rennäringen. För att hålla rapporten koncis och lättfattlig har vi utelämnat många detaljer som läsaren i stället kan hitta via förteckningen över vetenskaplig litteratur i slutet av rapporten.

Trots att klimatförändringen har varit i fokus i delprogrammet ADAPT, har vi använt oss av en bredare infallsvinkel på förändring som även inkluderar andra typer av omvandling, såsom förändringar i samhället och förvaltningen som kan påverkar människors liv mer än enbart klimatet.

Tillsammans utgör dessa omvandlingar potentiella framtida utvecklingsvägar eller scenarier. Vad utfallet i sista hand blir beror på de beslut som fattas av intressenterna. Vi hoppas att den här vetenskapliga kunskapsbasen kan utgöra ett verktyg för intressenterna när de överväger i vilken riktning utvecklingen ska styras.

Jukka Käyhkö
Tim Horstkotte

Författarnas tack

Vi vill tacka NordForsk och TRI ADAPT-programmet för finansieringen av vår forskning. Ett stort tack går till Senior Advisors Harry Zilliacus och Jostein Sundet vid NordForsk för deras goda råd och stöd under programperioden. Den vetenskapliga rådgivande kommittén och programkommittén bidrog till att förbättra verket med årliga utvärderingar och förslag. Vårt systerprojekt NCoE Nord-Star och det separat finansierade gemensamma delprojektet APRES har förstärkt och förbättrat många delar av vår forskning. Nationella institutioner i Finland, Norge och Sverige har finansierat och/eller jämnat vägen för individuella arbetsprojekt eller forskare under hela programperioden. Dessa inkluderar värdinstitutionerna Åbo universitet (koordinator), Lapplands universitet, Uleåborgs universitet, Umeå universitet, UiT Norges Arktiska Universitet, Høgskolen i Finnmark, Meteorologiska institutet i Finland och NORUT-Tromsø. Finansiärer är Finlands Akademi, FRAM – Nordområdesenter for klima- og miljøforskning, FORMAS, Naturvårdsverket, forskningsrådet Norwegian Research Council, Stiftelsen för Åbo universitet samt Reindriftsforvaltningen och många privata stiftelser. Även EU och Europeiska rymdorganisationen har bidragit med finansiering.

Ett särskilt stort tack till personalen vid Kevo forskningsstation i Utsjoki för underhållet av vår fältutrustning och hjälpen med logistiken: Esa Karpov, Otso Suominen, Ilkka Syvänperä, Elina Vainio

Vi vill även tacka alla renskötare i Finland, Norge och Sverige för den tid och möda de har lagt ned på att medverka i våra workshopar, där de har delat med sig av sina kunskaper och gett oss en värdefull inblick i rennäringen:

Anders M. Lango, Aslak M. Utsi, Berit Karen Utsi, Birger Thelin, Brita Marja Nutti, Carina Nutti Sikku, Ellen Inga Kristine Hætta, Ellen Merete Utsi, Elli Mari Nutti, Erkki Magga, Esko Hirvasvuopio, Hannu Magga, Hannu Ranta, Iisaki Magga, Inger Marie Nilut, Iver M. Utsi, Jari Pulska, Johan Blind, Johannes Matti, John Andreas Utsi, Jouni Näkkäläjärvi, Juha Magga, Karen E.M. Utsi, Kristoffer Parfa, Lemet-Ante Näkkäläjärvi, Mauri Magga, Niilo Hirvasvuopio, Nils Gustav Blind, Nils Petter Labba, Nils-Heikki Magga, Nils-Ola Sikku, Osmo Hirvasvuopio, Osmo Pokuri, Pekka Aikio, Per Åke Labba, Per Johnny Skum, Per Jonas Parfa, Per-Anders Påve, Svein Pulk Sven-Ingvar Blind, Veikko Magga

Ett varmt tack för de produktiva diskussionerna går även till deltagarna i workshopen för intressenter i Rovaniemi:

Jaako Raunio, Jukka Salmela, Päivi Lundvall, Pentti Lähteenoja, Tarja Pasma och Tuomi-Tuulia Ervasti

Tolkar: Kaija Anttonen, Silja Somby, John Erling Utsi, Mariela Utsi och Joonas Vola

norden

Top-level Research Initiative

Nordic Center of Excellence
TUNDRA

NCoE TUNDRA

http://ncoetundra.utu.fi

Ledningsteam och administration:

Projektledare: Jukka Käyhkö

Vetenskaplig ledare: Lauri Oksanen

Projektchef: Pekka Niemelä 2011–14, Hans Våg 2014–16

Projektkoordinator: Elina Koivisto 2011–14, Mika Orjala 2014–15

Ledare för arbetsprojekt:

Annamari Markkola, Bernt Johansen, Bruce Forbes, Cecile Menard, Erkki Korpimäki, Jane Jepsen, Johan Olofsson, Jouni Pulliainen, Jukka Käyhkö, Lars Ericson, Lauri Oksanen, Tarja Oksanen, Tove Aagnes Utsi

Seniora forskare:

Annu Ruotsalainen, Jarmo Vehmas, Juha Tuomi, Philip Burgess, Risto Virtanen, Rolf Anker Ims, Sami Aikio, Susanna Pirnes

Postdoktorander:

Anu Eskelinen, Elina Kaarlejärvi, Elina Koivisto, Judith Sitters, Karita Saravesi, Katrine Hoset, Lise Ruffino, Mariska Te Beest, Martin Biuw, Mysore Tejesvi, Ole Petter L. Vindstad, Patrick Saccone, Piippa Wäli, Sonja Kivinen, Tim Horstkotte

PhD kandidater:

Antti Aikio, Dagmar Egelkraut, Hélène Barthelemy, Henni Ylänne, Juval Cohen, Karoliina Huusko, Liisa Huttunen, Maarit Kaukonen, Malin Ek, Maria Tuomi, Miia Kauppinen, Nirmalee Hengodage, Pauliina Wäli, Saija Ahonen, Tuija Pyykkönen, Åsa Larsson Blind

ARCTIC CENTRE

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

NINA
Norsk institutt for naturforskning

norut
NORTHERN RESEARCH INSTITUTE

UNIVERSITY of OULU
OULUN YLIOPISTO

UNIVERSITY OF TROMSØ
UiT / THE ARCTIC UNIVERSITY OF NORWAY

Turun yliopisto
University of Turku

UMEÅ UNIVERSITET

Innehåll

Sammanfattning 3

Förord 5

Författarnas tack 7

NCoE TUNDRA 9

Innehåll 10

Bakgrund 13
Rapportens struktur 13

1 Rennäringen som ett socio-ekologiskt system 15

2 Sápmi och rennäringen 19
Från jakt till rennäring 19
Gränser och hinder 19
Industriell utveckling i Sápmi och modernisering av rennäringen 20
Rennäringen och klyftan mellan kultur och produktion 20
Rennäringen i de nordiska länderna idag 21
Finland 23
Norge 25
Sverige 25
Dynamiken i renpopulationer 27
Rennäringen och annan markanvändning 27

3 Klimat och vegetation i norra Fennoskandien 29
Klimatförhållanden idag 29
Vegetationszoner 30
Typer av vegetation i norra Fennoskandien 30
Framtidens klimat och tundravegetation 31
Klimatprognoser 31
Förbuskning och förändringar i albedon 33

4 Betande djur och deras inverkan på trädgränsen och tundran 36
Nyckelarter och deras inverkan på den arktiskt-alpina vegetationens dynamik 36
Gnagarnas inverkan på tundran 37
Gnagarnas inverkan på vedväxter vid trädgränsen 39
Renar och deras inverkan på vegetationssamhällen på tundran 39
Mätare och deras inverkan på trädgränsen 40
Renar och deras inverkan på den biologiska mångfalden bland arktiska växter 43

5 Mänskliga aktörer i det socio-ekologiska systemet 45
Renskötarnas synpunkter på förändringarna i det socio-ekologiska systemet 45
Miljö och Resurssystem 45
Aktörer och Styrsystem 47
Handlingssituation: avslutande workshop för intressenter 48
Rennäringen idag 48
Rennäringen i framtiden 49
Rennäringen som ett verktyg för naturvård 50

6 Potentiella framtidsscenarier 52
Scenariometoden 52
Scenarioberättelser 54
Traditionell transhumans 54
Varierande renskötselpraxis och annan markanvändning (business-as-usual) 55
Ranchuppfödning av renar 55
Renuppfödning 56

Slutsatser 59

Sammanfattning av de huvudsakliga resultaten 60

Referenser 62

Bilaga 1 66

Bilaga 2 68

Ordlista 70

Bakgrund

Norra Fennoskandien frammanar mängder av starka bilder: vidsträckta, till synes orörda landskap, biologisk mångfald som i allt högre grad hotas av klimatförändringen, samernas hemland och den ikoniska rennäringen eller en region med tilltagande ekonomisk aktivitet och utvinning av naturresurser. I verkligheten existerar ingen av dessa separat. Istället är de stadigt sammanflätade genom betydelsefulla återkopplingar sinsemellan. Dessa återkopplingar för samman det dynamiska naturliga systemet och den sociala miljön med sina varierande värderingar, prioriteter och praxis. En sådan enhet bestående av människor och deras miljö kallas ett socio-ekologiskt system.

Social mångfald ger upphov till olika uppfattningar om miljön samt på vilket sätt, för vad och hur landskapet, dess naturresurser och relationen mellan olika intressen borde förvaltas och ledas. Naturvård, utvinning av naturresurser och samernas näringsfång med dess särskilda rättigheter hör till de viktigaste typerna av resursförvaltning i norra Fennoskandien. Dessa påverkar alla varandra och är en utmaning med tanke på att främja och styra deras samexistens. Klimatförändringen bidrar dessutom till att de socio-ekologiska systemen i norr förändras och påverkar olika komponenter i systemen på många olika sätt.

Den akademiska världen strävar efter att förbättra vår kännedom om dessa miljöförändringar och sociala omvälvningar och deras konsekvenser. Vidare vill vetenskapsmännen också stöda letandet efter optimala lösningar för proaktiv ledning av denna dynamik och på så sätt förbättra anpassningsförmågan i de socio-ekologiska systemen i norr.

Rennäringen är ett särskilt belysande exempel på ett socio-ekologiskt system: eftersom den är beroende av de naturliga betesförhållandena, måste rennäringen reagera på förändringar i väderleken och de tydliga årstidsväxlingarna i de nordligaste regionerna, medan konsekvenserna av klimatförändringen i allt högre grad blir verklighet på lokal nivå. På grund av det enorma området som krävs för renskötsel måste näringen dela landskapet med många andra former av markanvändning. Dessa överlappande intressen kräver strategier som möjliggör en gemensam och hållbar framtid för folk och ekosystem i norr.

Rapportens struktur

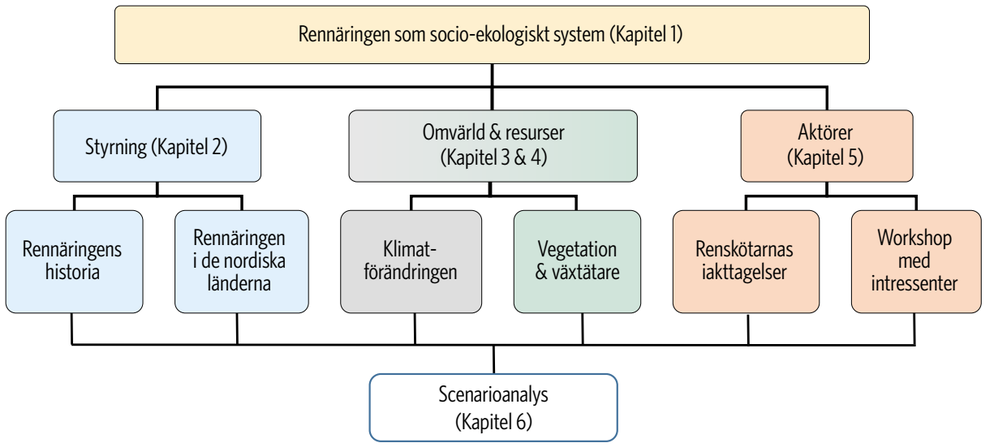
Vi betonar de förändringar som den fennoskandiska tundran för närvarande genomgår samt rennäringen, som är en av de dominerande – men inte den enda – markanvändaren i regionen. Rapporten börjar med att beskriva rennäringen inom ett socio-ekologiskt system, SES (Kapitel 1). Trots att det är en förenkling av verkligheten är syftet med ett SES att åskådliggöra komplexiteten i näringen, bland annat med avseende på beslutsprocessen och interaktionen med andra former av markanvändning. På grund av de olika betesmarker som renarna använder under olika årstider innefattar ramen också områden utanför tundran.

Rapporten ger detaljer om det socio-ekologiska systemet genom att sammanfatta rennäringens historia i norra Fennoskandien och jämföra den befintliga förvaltningen i de tre länderna (Kapitel 2). Därefter granskas de abiotiska och biotiska miljöprocesserna (Kapitel

3 och 4) med betoning på växelverkan mellan klimat, vegetation och ekologin hos nyckelarter som påverkar tundran.

Den socio-ekologiska analysen avrundas med en granskning av de mänskliga aktörerna i det socio-ekologiska systemet, inklusive renskötare och andra intressenter (Kapitel 5). Vi belyser renskötarnas iakttagelser av förändringar i tundran samt behandlar renskötarnas och andra intressenters attityder och uppfattningar om nuvarande och framtida utmaningar.

Dessa kapitel sammanslås i en scenarioanalys som illustrerar olika hypotetiska framtidsscenarier för rennäringen, beroende på vilka policybeslut som fattats och deras inverkan på näringen (Kapitel 6). Scenarierna är avsedda som belysande verktyg för att fokusera på viktiga processer och beslut som kan komma att bli avgörande för rennäringens framtid.



Figur 1. Rapportens struktur som åskådliggör konceptet med socio-ekologiska system.

1
Rennäringen som ett socio-ekologiskt system

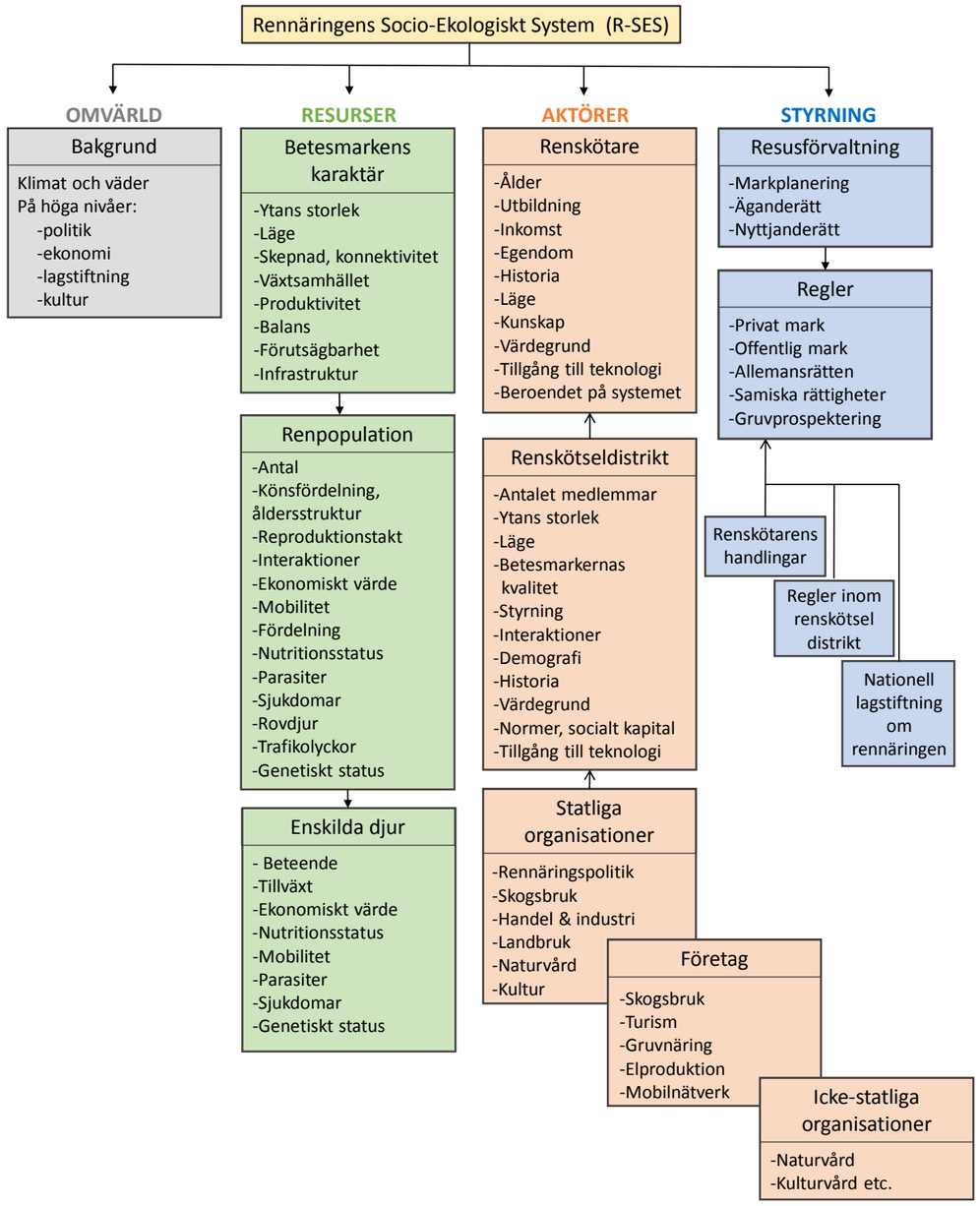
Den politiska ekonomen och mottagaren av Sveriges Riksbanks pris i ekonomisk vetenskap till Alfred Nobels minne 2009 professor Elinor Ostrom utforskade hur naturresurser av allmänt intresse, såsom skogar eller fiskevatten, borde förvaltas på ett hållbart men samtidigt lönsamt sätt. Hon utarbetade ett ramverk (Ostrom 2009; McGinnis & Ostrom 2014) för ett socio-ekologiskt system (SES), som sedermera har formaliserats av Hinkel et al. (2014). Vi använder Ostroms avancerade SES för att förstå rennäringen som ett socio-ekologiskt system.

Systemet har fyra allmänna nyckelkoncept: Miljö, Resurssystem, Aktörer och Styrsystem (Fig. 2). Dessa koncept har ett antal fallspecifika variabler som hör ihop med fallspecifika förhållanden.

Ett socio-ekologiskt systems exakta konfiguration beror på fallet i fråga och i synnerhet på forskningsfrågan som ska besvaras. Det finns alltså inte endast en enda utan ett flertal potentiella konfigurationer för ett tundra SES (jfr Forbes 2013). Exempelvis med tanke på målen för bevarandet av tundran är hypotesen att ett omsorgsfullt planerat och genomfört säsongsbetingat betestryck från renar kan förebygga förbuskning som konsekvens av en förlängrad vegetationsperiod (se Kapitel 3 och 4). Ur ett socialt perspektiv får rennäringens anpassningsförmåga i en föränderlig värld samtidigt stöd av omsorgsfull planering av betesutnyttjandet i samarbete mellan renskötarna, förvaltningen och forskarna (Kapitel 5). Man bör också inse det faktum att rennäringens upplägg som det är idag kanske inte är idealiskt och att det därför kan vara värt besväret att överväga hela näringens struktur på nytt.

Genom att formalisera och förstå vad ett socio-ekologiskt system består av och hur det fungerar blir man bättre rustad att fatta riktiga beslut om förvaltningen av rennäringen. Därför har vi utarbetat ett SES där vi antar att medvetna val av människor individuellt eller i samarbete potentiellt kan påverka det framtida utfallet avsevärt ur både ekologisk och social synvinkel. Vi antar helt enkelt att utfallet (om tundran kommer att bevaras eller inte) bestäms av attribut som kan tillskrivas både det ekologiska systemet (exempelvis klimat, vegetation, betesförhållanden) och det sociala systemet (exempelvis renskötarnas preferenser, förändringar i den samiska kulturen, bestämmelser som påverkar näringen). Vi börjar med att analysera de fyra nyckelkoncepten i systemet i detalj.

"**Miljö**" avser externa faktorer i bemärkelsen att de inte direkt påverkas av variablerna i det socio-ekologiska systemet, trots att de tillsammans bildar en mer omfattande bakgrund till systemet i fråga. I verkliga livet är skillnaden en gråzon, eftersom allting i slutändan hänger ihop. För att kunna avgöra vilka faktorer som är externa och vilka som är interna måste man också förstå tidsperspektivet i fråga. I SES-studier betraktas klimatet ofta som en extern faktor, som påverkar systemet utan någon större återkoppling. I vår



Figur 2. Det socio-ekologiska systemet (SES) inom ramen för ekosystemet på tundran och rennäringen.

givna situation, med norra Fennoskandiens spatiala omfattning och tidsperioden på flera decennier, kan klimatet betraktas som en extern faktor som påverkar tundran, men även påverkas av komplex global växelverkan och inte direkt av tundran eller rennäringen. Vi antar emellertid att de förändringar som påverkar den enorma cirkumpolära tundraregionen kommer att inverka på klimatet på lång sikt, åtminstone på norra halvklotet men eventuellt också globalt. Mer omfattande politiska, ekonomiska och juridiska system påverkas inte heller direkt av det socio-ekologiska system som rennäringen utgör och betraktas därför som externa faktorer. Förändringar i naturen sker normalt gradvis, medan förändringar i samhället som orsakas av administrativa beslut kan ske plötsligt. Denna skillnad mellan spatiotemporala skalor i fråga om ekologisk och socialadministrativ inverkan på ett SES (Keskitalo et al. 2016) gör det ofta komplicerat att utarbeta ett SES.

”**Resurssystem**” hänför sig till resursbasen för näringen som helhet. Detta koncept omfattar betesmarken och dess egenskaper, såsom storlek, läge, gränser, produktivitet, förutsägbarhet och uppförda anläggningar. En del är enkla egenskaper, såsom betesmarkens potentiella fysiska areal, medan andra är invecklade och svåra att fastställa, såsom betesmarkens produktivitet eller kvalitet. Resurssystemet för rennäringen kan studeras på flera hierarkiska nivåer: norra Fennoskandiens renbetesområde som helhet; nationella renbetesområden i Finland, Norge och Sverige; samebyar och deras (potentiella) mindre enheter, såsom sommar- eller vinterbeten och sitor. Ur en praktisk synvinkel är det normalt samebyn/ renskötseldistriktet som är den viktigaste nivån i systemet. Individuella renägare har vanligtvis begränsad behörighet att handla på resurssystemsnivån.

Resurssystemet består av ”resursenheter”, det vill säga renar. Viktiga attribut för renarna är deras antal, reproduktionstakt, samverkan, ekonomiskt värde, mobilitet och spatiotemporal spridning, samt andra särskiljande drag såsom köns- och åldersfördelning, kondition, parasiter, sjukdomar, predation, dödsfall i trafiken och tjuvskytte. Detta är den SES-skala där individuella renägares beslut är viktiga, även om de också styrs ovanifrån.

"**Aktörer**" är det tredje konceptet i ett socio-ekologiskt system. Aktörerna är olika grupper eller individer som är intressenter i ett SES, såsom renskötare i en sameby eller markägare i en kommun. Den exakta definitionen av en intressent är även här fallspecifik. Aktörerna varierar med tanke på antal, socioekonomiska attribut (ålder, utbildning, inkomst, egendomar m.m.), historia, plats, kunskap, status (ledarskap, entreprenörskap), teknik och beroende av systemet.

Den fjärde komponenten i systemet är ”**Styrsystem**", det vill säga systemets regler. Det faller sig helt naturligt att betrakta statliga organisationer, såsom ministerier och regionala myndigheter, som den högsta nivån i styrsystemet. Icke-statliga organisationer (t.ex. WWF), privata organisationer (t.ex. skogs- och gruvbolag) och organisationer inom samhällena (t.ex. renskötseldistrikt) är andra viktiga organisationer som utformar regler. Reglerna kan omfatta allt från konstitutionella regler till lokala normer och strategier. Reglernas och politikens spatiala skala, såsom befolkningen, inverkar också. Vissa regler kan gälla hela Europa, medan andra är nationella eller lokala. Ett särskilt system för styrning hänför sig till ursprungsfolkens rätt enligt internationella

fördrag (Förenta nationernas konvention ILO 169) och samiska frågor på nationell nivå. Aktörer kan också bilda "enheter" som utformar regler, så dessa två koncept inom ett SES överlappar ofta varandra.

Med dessa nyckelkoncept som bakgrund kommer vi att göra en detaljerad analys av de viktigaste faktorer som påverkar rennäringen idag, i synnerhet förvaltningsstrukturer och växelverkan med den biofysiska miljön.

2
Sápmi och rennäringen

Sápmi är det område i Sverige, Norge, Finland och på Kolahalvön där den samiska kulturen lever kvar (Fig. 4). Detta kapitel belyser i korthet rennäringens historiska utveckling till idag och betonar viktiga legislativa och administrativa skillnader som förekommer i förvaltningen mellan de tre länderna.

Från jakt till rennäring

I Sápmi har vildrenen varit en väsentlig resurs sedan den pleistocena epoken. Från och med medeltiden har nationalstaterna Norge, Sverige (som på den tiden omfattade Finland) och Ryssland gjort anspråk på territorium i norra Fennoskandien. Samerna betalade skatt genom att fiska, jaga pälsdjur och vildrenar samt erbjuda transporttjänster med renspann. Skatterna var ett sätt för samerna att skydda sin jakträtt mot nybyggare söderifrån samt för respektive stat att utse de landområden som beskattades till sitt territorium (Cramér & Ryd 2012). Renjakt och renskötsel existerade parallellt och tamrenar bidrog till hushållen bland annat som dragdjur eller för att locka till sig vildrenar vid jakt (Björklund 2013).

Dagens rennäring har sannolikt utvecklats genom en gradvis övergång från jakt till renskötsel som styrts av olika krafter, inklusive ekonomiska och sociala processer samt ekosystemprocesser (Bergman et al. 2013). Så småningom blev hjordarna av tamrenar allt större och under den senare hälften av 1600-talet blev nomadiserande renskötsel ett fullständigt utvecklat koncept i Sápmi (Lundmark 1982).

År 1751 fastställdes gränserna mellan kungarikena Norge-Danmark och Sverige-Finland. Renskötarnas rätt att röra sig fritt över dessa gränser under flyttningarna mellan sommarbetet i kustområdena och vinterbetet i skogarna inåt landet garanterades i Lappkodicillen, ett bihang till Strömstadstraktaten. Trots att man idag inte längre rör sig över gränserna i samma utsträckning som tidigare är detta dokument fortfarande viktigt med tanke på förvaltningen av rennäringen i Sverige och Norge (Regeringen 2009).

Gränser och hinder

Det var först i samband med de stora geopolitiska konflikterna i slutet av 1800-talet, inklusive Sveriges förlust av Finland till Ryssland, som gränserna mellan nationalstaterna började inverka på samernas möjligheter att utöva rennäring. Till slut skapade dessa händelser rättsliga hinder för rennäringen och det blev omöjligt att röra sig över gränserna.

För renskötarna var det en katastrof att gränsen stängdes mellan Ryssland-Finland och Norge 1852. De stod inför valet att antingen bli "norrmän" och förlora viktiga vinterbetesmarker i Ryssland-Finland eller "finländare" utan tillgång till betesmarker och fiskevatten i Norge (Cramér & Ryd 2012). En del av renskötarna hade fortfarande möjlighet att röra sig mellan Norge och Finland via Sverige, men efter att också gränsen mellan Ryssland-Finland och

Sverige stängdes 1889 hade inte heller ”svenska” samer tillgång till vinterbetesmarkerna i Ryssland-Finland. Följden var brist på betesresurser i norra Norge och Sverige. Nationsgränserna hade slutgiltigt satt stopp för de tidigare smidiga flyttningarna som främst orsakades av ekologiska faktorer och splittrat den traditionella kulturella enigheten. För att minska överbefolkningen i de norra delarna av Sápmi drevs till slut igenom en lösning där nordsamer förflyttades till sydligare områden utmed Skanderna – delvis genom tvång, delvis frivilligt (Fig. 3).

Industriell utveckling i Sápmi och modernisering av rennäringen

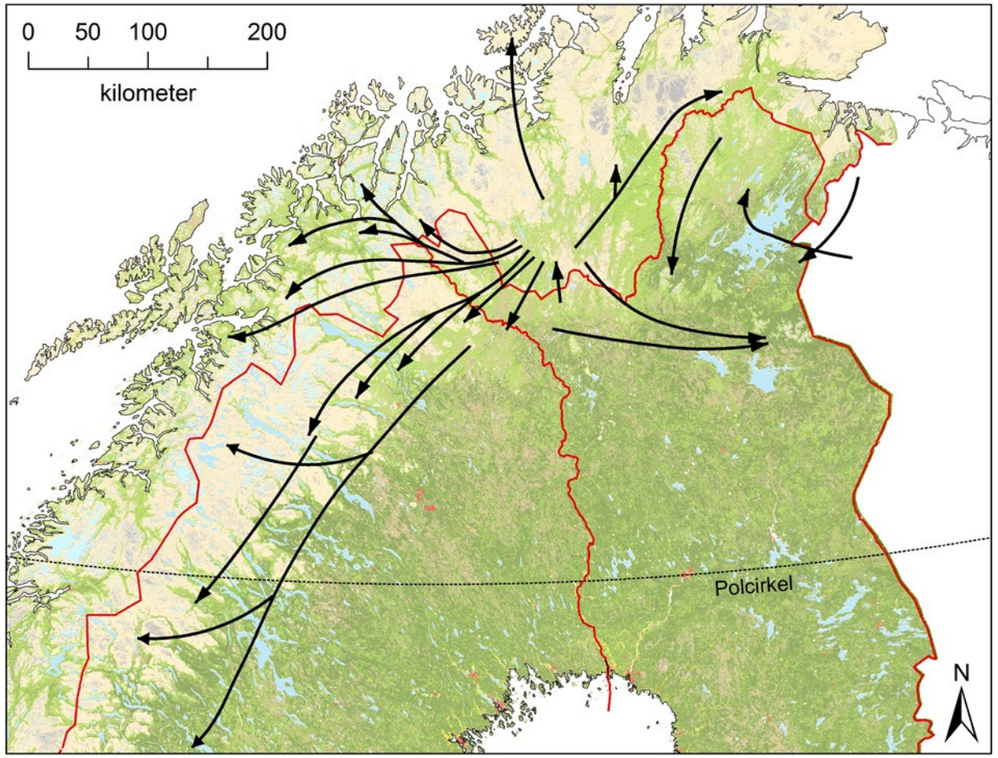
Den moderna historien, särskilt efter andra världskriget, kännetecknas av ökad bofasthet bland renskötarna och anpassning till köttmarknaden och dess ekonomi (Paine 1994). Denna rationalisering omfattar också ibruktagandet av tekniska uppfinningar som stöd för renskötseln, såsom ”snöskoterrevolutionen” på 1960-talet (Helle & Jaakkola 2008) och på senare år även användningen av GPS-halsband för att dokumentera hur renarna rör sig i landskapet (Löf 2013). Kumulativa landskapsförändringar på grund av skogsbrukets utvinning av naturresurser, gruvdrift och vattenkraftproduktion har i allt större utsträckning börjat inkräkta på renbetesmarkerna (Kivinen et al. 2010, Herrmann et al. 2014). Dessa förändringar i markanvändningen kräver konstant anpassning av rennäringen, ofta till höga kostnader och med ökad arbetsbörda (Löf 2013).

Nyligen införda åtgärder inkluderar kalvslakt för att öka produktiviteten, veterinärbehandlingar och stödutfodring. Den sistnämnda åtgärden varierar stort i Sápmi och är betydligt vanligare i Finland än i Sverige eller Norge, där den huvudsakligen vidtas under vintrar med svåra betesförhållanden, exempelvis om snötäcket är ogenomträngligt så att renarna inte når betesresurserna under snön.

Rennäringen och klyftan mellan kultur och produktion

Historien och de förändringar som rennäringen i Sápmi har genomgått visar att näringen hittills har anpassat sig till politiska, ekonomiska, sociala och ekologiska förändringar (Forbes et al. 2006; Tyler et al. 2007, Moen & Keskitalo 2010). Renskötselstrategierna har ofta ändrats och anpassats, men rennäringens identitet har fått vara orörd som en kulturell hörnsten fram till idag. Rennäringen är alltså fortsättningsvis ett förenande drag i den samiska kulturen, i samiska värderingar och förhållandet till miljön (bl.a. SSR 2012). Rennäringens betydelse ligger särskilt i kulturarvet som bärare av traditionell kunskap och som en koppling till landskapet. Av dessa anledningar är det olämpligt att jämföra näringen med jordbruksproduktion som är inriktad på att maximera produktion och lönsamhet (Reinert et al. 2015). Andra typer av traditionella sedvänjor som kombineras med rennäringen är jakt, fiske, traditionell sameslöjd (*duodij*) och på senare tid även turism.

Idag står rennäringen ofta inför klyftan mellan sin status som en traditionell näring och kravet på ekonomisk effektivitet. Rennäringen måste alltså hitta ett sätt att förena ekologisk, ekonomisk och kulturell hållbarhet. Det finns emellertid vissa skillnader mellan hur dessa definieras ur statens och samernas perspektiv (Benjaminsen et al. 2016). Ur ett nationellt



Figur 3. Omlokalisering av nordsamiska familjer efter stängningen av gränsen 1889. Bearbetad från Aarseth 1989.

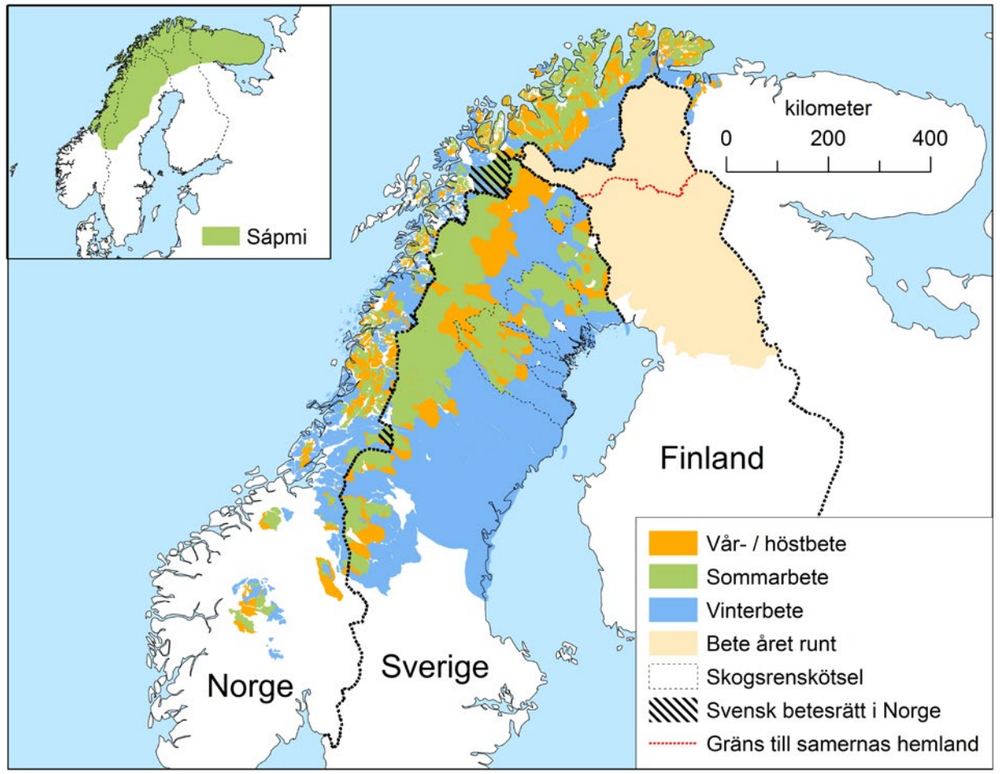
perspektiv är inkomsten från rennäringen i de tre länderna liten jämfört med andra former av markanvändning, såsom laxodling eller skogsbruk.

Rennäringen i de nordiska länderna idag

Idag omfattar rennäringsområdet i Finland, Sverige och Norge cirka 40 procent av arealen i respektive land (Fig. 4). Detta område är indelat i flera samebyar eller renskötseldistrikt (Fig. 5). Området som används av rennäringen delas med andra former av markanvändning såsom skogsbruk, gruvdrift, jordbruk, vattenkraftproduktion (reservoarer), vindkraft, torvutvinning och turism.

Ur ett rättsligt perspektiv har samernas rennäring i de tre nordiska länderna en gemensam historia. På grund av den historiska utvecklingen av statliga och administrativa faktorer finns det vissa skillnader mellan rennäringens situation i de tre länderna idag. De största skillnaderna förekommer mellan Finland och Norge/Sverige.

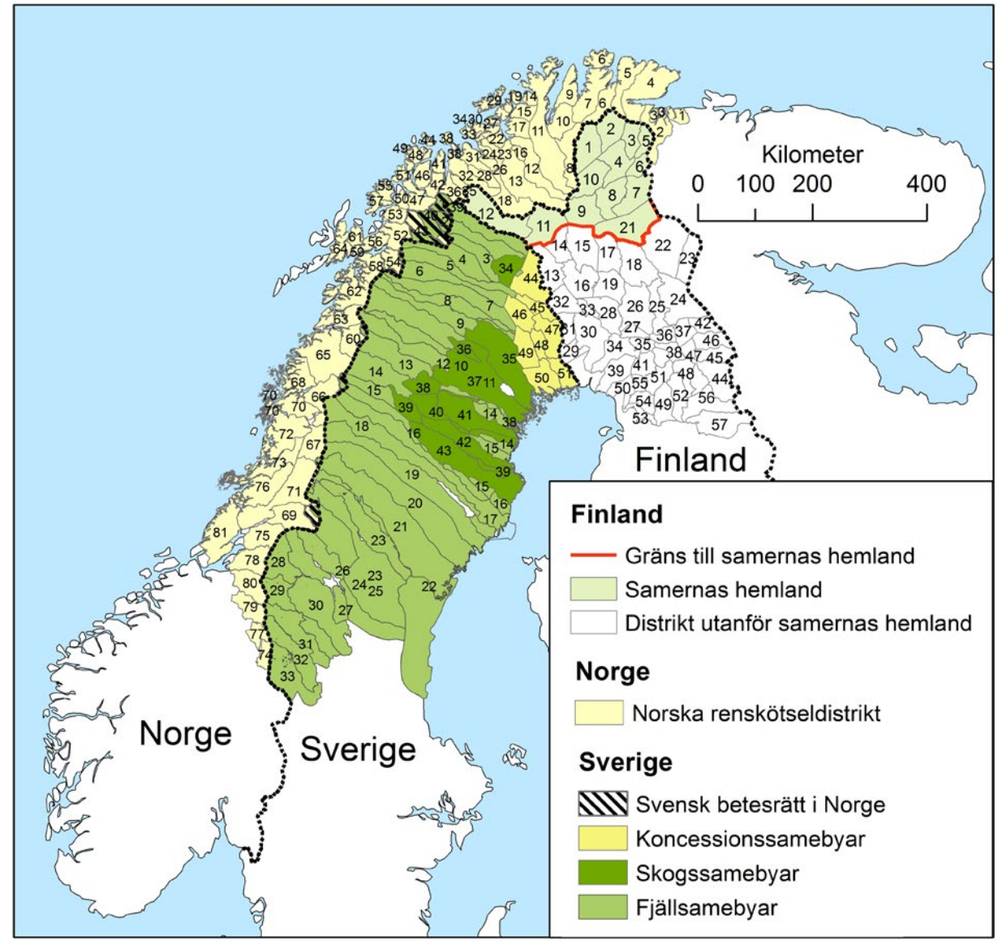
I alla tre länderna finns parlamentarisk lagstiftning som styr rennäringen: *Renskötsellagen* i Finland, *lov om reindrift* i Norge och



Figur 4. Renbetesmarkerna och Sápmis areal.

rennäringslagen i Sverige. Den mest påfallande skillnaden mellan rennäringslagstiftningen i Finland och Norge/Sverige är att den finländska författningen inte innehåller några hänvisningar till samerna. Rennäringslagstiftningen i Norge och Sverige tar först och främst upp skyddet av samekulturen och tillkännager samernas rättigheter som rättsgrundvalar. Exempelvis den svenska rennäringslagen lyder: *"renskötselrätten tillkommer den samiska befolkningen och grundas på urminnes hävd."* Även i den norska rennäringslagen konstateras rennäringens betydelse för samekulturen i första paragrafen: *"Reindriften skal bevares som et viktig grunnlag for samisk kultur og samfunnsliv."*

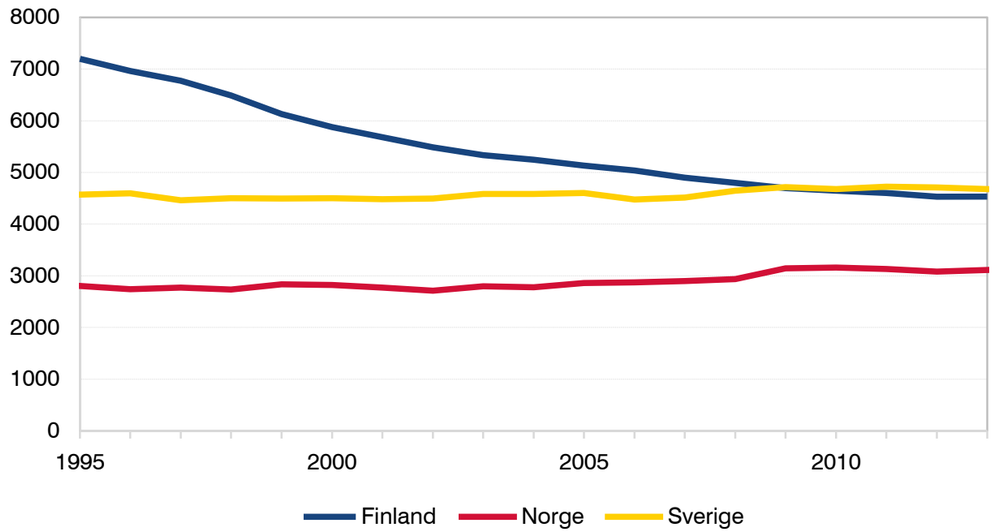
I Finland har samerna inte ensamrätt till rennäringen. Renskötsellagen i Finland nämner inte samerna över huvud taget. Istället för att skydda samernas ursprungliga rättigheter ger lagstiftningen i Finland alla medborgare inom det Europeiska ekonomiska samarbetsområdet rätt att utöva rennäring, så länge de är bosatta inom renskötselområdet i Finland. Därför råder i Finland den unika situationen att renskötsel utövas även av andra än samer. De icke-samiska renskötarna är dessutom i klar majoritet i landet. Idag uppgår antalet personer som sysslar med rennäring (genom att äga ett eget öronmärke) i de tre länderna cirka 14 000, med en markant minskning i Finland (Fig. 6).



Figur 5. Renskötseldistrikt i norra Fennoskandien. Nyckel till siffrorna finns i Bilaga 1.

Finland

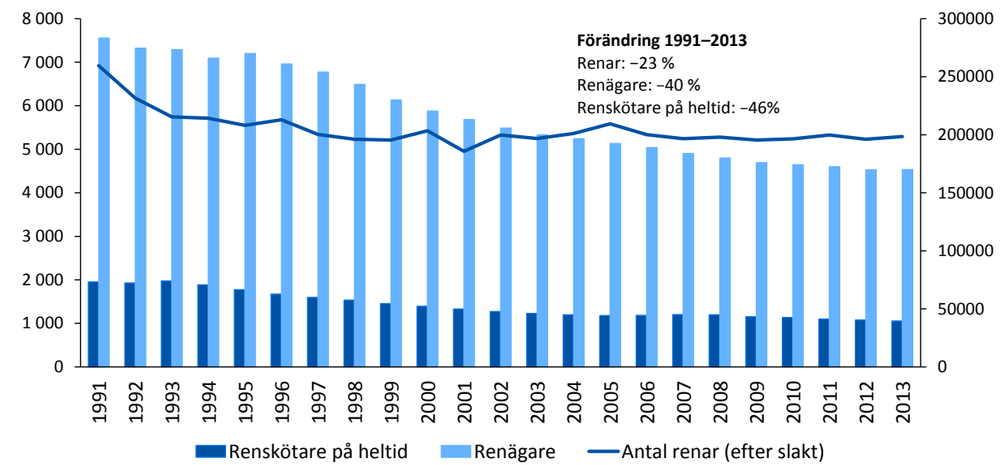
Det finns 56 renskötseldistrikt (i Finland även kallade *renbeteslag*, fi. *paliskunta*) i Finland (se Fig. 5). Alla renskötseldistrikt är medlemmar i renägarnas förening Paliskuntain yhdistys, som lyder under Jord- och skogsbruksministeriet. Föreningen har ansvaret för utvecklingen



Figur 6. Antal personer som sysslar med rennäring. I praktiken avser detta individer som äger ett öronmärke, men innebär inte nödvändigtvis praktiskt engagemang i den dagliga renskötseln (jfr Fig. 7). Data från Landbruksdirektoratet, Paliskuntain yhdistys och Sametinget.

av rennäringen och medlemmarnas intressen, men arbetar också med att verkställa regeringsbeslut och skydda renägarnas rättigheter (Ulvevadet & Klokov 2004). Trots att miljöförhållandena och de kulturella sedvänjorna varierar rejält inom renskötselområdet i Finland ska regeringsbesluten tillämpas på alla renskötseldistrikt.

De allra nordligaste renskötseldistrikt i Finland betraktas emellertid som ”samernas hemland” (se Fig. 4 och 5), där traditionell samisk rennäring är en grundläggande rättighet för samerna och skyddas mot exempelvis andra former av markanvändning. Samernas hemland omfattar kommunerna Utsjoki, Enare och Enontekis samt samebyn Lappi i Sodankylä (jfr Fig. 3). Jämfört med flyttningarna mellan sommarbeten och vinterbeten i Norge och Sverige är årstidsflyttningarna i de finländska renskötseldistrikten inte lika utpräglade, eftersom deras gränser grovt taget följer samhällenas administrativa gränser. I vissa av de nordligaste distrikt finns emellertid stängsel som delar in arealen i sommar- och vinterbetesmarker. År 2013 fanns cirka 4 530 renägare i Finland, av vilka 1 260 (28 procent) var bosatta i samernas hemland, där de ägde 42 procent av den finländska tamrenpopulationen (statistik från renägarnas förening *Paliskuntain yhdistys*). Alla renägare är ändå inte sysselsatta med renskötsel på heltid. Såväl antalet renägare som antalet heltidssysselsatta renskötare har minskat under de senaste decennierna, medan antalet renar har legat nära det maximala antalet 203 700 individer (perioden 2010–2020) (Fig. 7). Finländsk lagstiftning förbjuder all slags gränsöverskri-



Figur 7. Antal renägare och heltidssysselsatta renskötare (vänster axel) och levande renar (höger axel) i Finland 1991–2013. År 2015 hade antalet heltidssysselsatta renskötare minskat till 941. Data från renägarnas förening Paliskuntain yhdistys och Lantbruksföretagarnas pensionsanstalt LPA 2016.

dande förflyttning av renar mellan de nordiska länderna.

Norge

De norska samerna har traditionell rätt (“*alders tids bruk*”) att utöva rennäring. De norska samernas renskötselområde är indelat i cirka 71 samebyar, men antalet kan variera eftersom en del renbetesdistrikt går samman eller delas (Ulvevadet 2008). De flesta renskötseldistrikt i Finnmark har särskilda sommarbeten nära Atlantkusten, medan vinterbetena finns inåt land vid den finska gränsen. Rennäring utövas av andra än samer i de södra delarna av Norge, i ett koncessionsområde där rennäringen utövas med specialtillstånd. Enligt den norska *lov om reindrift* från 2007 indelas renskötseldistrikten i sitor som består av en eller flera familjer av renskötare som driver sina renar i en gemensam hjord. Dessa sitor indelas ytterligare i flera grupper (*siidaandeler*). Hur sitorna organiseras kan ändra under åren och årstiderna (Reindriftsforvaltningen, 2013). Idag finns det 99 sommarsitor och 150 vintersitor. Antalet *siidaandeler* 2015 var 534 och antalet personer med anknytning till dessa *siidaandeler* var 3 150. (Landbruksdirektoratet, 2016). Cirka 75 procent av den norska renpopulationen finns i Finnmark i norra Norge.

Sverige

Rennäringslagen (1971) ger samerna rätt att ”använda mark och vatten till underhåll för sig och sina renar”. Detta är en rätt som grundas på urminnes hävd, det vill säga att näringen har utövats under en så lång tid att den blev en rättighet (Allard 2011). I Sverige förekommer två typer av rennäring: fjällrenskötsel där renarna flyttas mellan sommarbetesmarker i fjällen och vinterbetesmarker i skogslandet (inforuta 1) och stationär skogsrenskötsel.

Inforuta 1: Renarnas årstidsflyttningar

Norra Fennoskandiens miljö med låg produktivitet och tydliga årstidsväxlingar speglas i renarnas ekologiska anpassningar. Renar föredrar alltså olika habitat med specifika resurser under olika årstider, för att maximera effektiviteten i födosök i fråga om upptagningen av näringsämnen. Samernas år är indelad i åtta årstider, nedan med sina nordsamiska namn.

- Med **våren** *giđđa* (från slutet av mars till början av maj) börjar flyttningen till kalvningslanden. Renarna betar mest lavar för att klara den energiförbrukande flyttningen.
- **Vårsommaren** *giđđageassi* (från början av maj till slutet av juni), då kalvarna föds, är en viktig period när renarna återställer näringsbalansen efter den långa vintern. Vajorna producerar mjölk till kalvarna fram till avvänjningen. Späda björk- och videlöv samt ny vegetation som spirar längs bäckar och myrar ger nu maximal mängd näring. Renarna är känsliga för att störas av rovdjur eller människor.
- Under **sommaren** *geassi* (från slutet av juni till början av augusti) betar renarna fritt av en mängd olika örter och gräs för att växa och bygga upp sina reserver inför vintern. Snöfläckar och vind lindrar insektsplågan. Under den här perioden samlas renarna tillfälligt ihop för märkning av kalvarna.
- Under **höstsommaren** *čakčageassi* (från början av augusti till slutet av september) äter renarna också allt mer svamp.
- Kvaliteten på och tillgången till grönfoder försämras under **hösten** *čakča* (från slutet av september till början av november). Det här är brunsttiden, då sarvarna använder en stor del av de resurser de har samlat under sommaren. Flyttningen till höst- och vinterbeten börjar.
- Björkskogar erbjuder vintergrönt gräs och ljung, och även på myrar kan det finnas grön vegetation under den tidiga **höstvintern** *čakčadálvi* (från början av november till slutet av december). Så småningom blir djuren tvungna att börja gräva fram sin föda under snön.
- Under **vintern** *dálvi* (från slutet av december till början av februari) fortsätter renarna att beta vintergrönt gräs och ljung i skogen så länge som möjligt. När snön blir djup och hård flyttar renarna till högre belägna beten där snötäcket är tunnare och till hedar där det finns rikligt med lavar. Marklavarna (*Cladonia* spp, *Cetraria* spp.) innehåller stora mängder kolhydrat och energi, men litet proteiner och mineraler.
- Under **vårvintern** (från början av februari till slutet av mars) kan snöförhållandena vara så svåra med djup, hårt packad snö eller skare att renarna inte lyckas hitta föda på marken. Hänglavarna (*Bryoria fuscescens, Alectoria sarmentosa)* i boreala skogar blir en viktig foderresurs. Betesresurserna under vintern och vårvintern utgör en kritisk flaskhals i rennäringens årscirkel, eftersom de påverkar hur renarna överlever vintern och hur kalvningen lyckas.

I vilken mån renarna flyttas mellan sommar- och vinterbeten, vilka sträckor de rör sig och hur flyttningen eller transporten sker varierar kraftigt inom hela Fennoskandien beroende på rennäringssystemet. I allmänhet är betesflyttningarna i Finland inte lika utpräglade som i Norge och Sverige (jfr Fig. 4).

Bland de 51 samebyarna i Sverige finns det 33 samebyar som utövar fjällrenskötsel och tio som utövar skogsrenskötsel. De återstående åtta samebyarna är koncessionssamebyar, där rennäringen utövas under särskilda omständigheter: renägarna kan vara andra än samer, men djuren sköts av samer. För att kunna utöva renskötsel måste en same vara medlem i en sameby. Samebyarna är alltså ekonomiska och administrativa enheter som styr rennäringen i ett specifikt område.

Renskötselområdet är indelat i året-runt-marker och vinterbetesmarker huvudsakligen i låglänta områden med boreal skog. Enligt rennäringslagen har renskötare rätt att låta sina renar beta på vinterbetesmarkerna under tiden 1 oktober–30 april. År 2014 fanns 4 657 registrerade renägare i Sverige (statistik från www.sametinget.se).

Dynamiken i renpopulationer

Stor variation i antalet renar har av olika orsaker noterats i Sápmi sedan förra århundradet. Bland de viktigaste orsakerna är omfattande klimathändelser och kortvariga väderfenomen, särskilt under vintern (Weladij & Holand 2003, Helle & Kojola 2006). Andra miljöbetingade faktorer inkluderar sjukdomar innan parasitbehandlingar introducerades, tillgång till betesresurser och förluster av renar till rovdjur, som i vissa delar av Sápmi kan vara omfattande (Åhman et al. 2014). Förvaltningspraxis, såsom slaktstrategier och statssubventioner kan starkt påverka antalet renar (Hausner et al. 2011, Uboni et al. 2016).

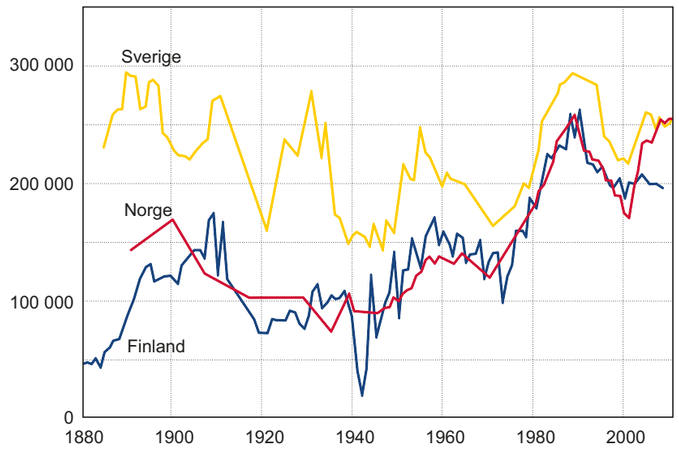
Numera fastställs maximala kvoter av renar för samebyarna av statliga myndigheter. Dessa är huvudsakligen baserade på vinterbetenas kapacitet. I Finland fastställs kvoten av Jord- och skogsbruksministeriet, i Norge av Reindriftsstyret och i Sverige av länsstyrelsen. I Norge är relationerna baserade på djurens vikt och lavarnas biomassa på vinterbetena (LMD 2008). I Finland har kvoterna ett tidsperspektiv på cirka tio år, medan renkvoten i Sverige härstammar från 1946 i Norrbotten och Västerbotten samt från 1973 i Jämtland. Idag är antalet tamrenar ungefär lika stort i Finland, Norge och Sverige; det varierar mellan 250 000 i Norge och Sverige och 200 000 i Finland efter höstslakten (Fig. 8). Ett historiskt maximum i antal renar nåddes i alla tre länder i början av 1990-talet.

Rennäringen och annan markanvändning

Utvinningen av naturresurser, såsom gruvdrift och vattenkraftproduktion inklusive dammar och konstgjorda sjöar, kan ha en tydlig inverkan på tundralandskapet. Utöver deras primära miljökonsekvenser på lokal nivå kan också infrastrukturen med anknytning till dessa aktiviteter, såsom vägar, järnvägar och kraftledningar, påverka tundrans ekosystem i större omfattning.

Skogsbruket är en viktig form av markanvändning i de boreala zonerna i norra Fennoskandien. Om klimatförändringen ökar skogarnas produktivitet genom att de på lång sikt sprider sig till tidigare trädlösa områden, kommer dess inverkan sannolikt att öka i nya regioner i framtiden. Skogsbruket påverkar också renarnas vinterbeten i Sverige och Finland. Därför är ändrad markanvändning med anknytning till skogsbruket en viktig faktor med tanke på rennäringens framtid (Fig. 9).

Många aktiviteter för turister, såsom fotvandring, hundslädåkning, mountainbikeåkning, jakt och snöskotersafarier, kräver dessutom specifika typer av infrastruktur och kan



Figur 8. Totala populationer av tamrenar i Sverige, Norge och Finland efter höstslakten (1880–2011). Efter kalvningen om våren är hjordarna betydligt större. Bearbetad från Bernes et al. 2015.

påverka rennäringens markanvändning lokalt (se Kapitel 5).

För närvarande är rättsskyddet för samekulturen inklusive andra traditionella samiska näringar svagt, i synnerhet i Finland. Med tanke på markanvändningen finns vissa tecken på en förbättring. I ett prejudicerande fall från början av 2016 vann *Girjas* sameby över svenska staten och samebyns enskamrätt till jakt och fiske inom byns område fastställdes. Detta beslut i en svensk domstol borde logiskt – på gemensam, historisk rättslig grund – ha efterverkningar även i Finland och Norge.

Figur 9. Skogsbruk är en annan form av markanvändning inom rennäringsområdet i norra Fennoskandien, särskilt i Sverige och Finland. Industriellt skogsbruk har bidragit till att landskapet splittrats (vänster) och att vinterbetesresurser gått förlorade, till exempel på grund av kraftig avverkning (höger). Fotografier från Sverige.

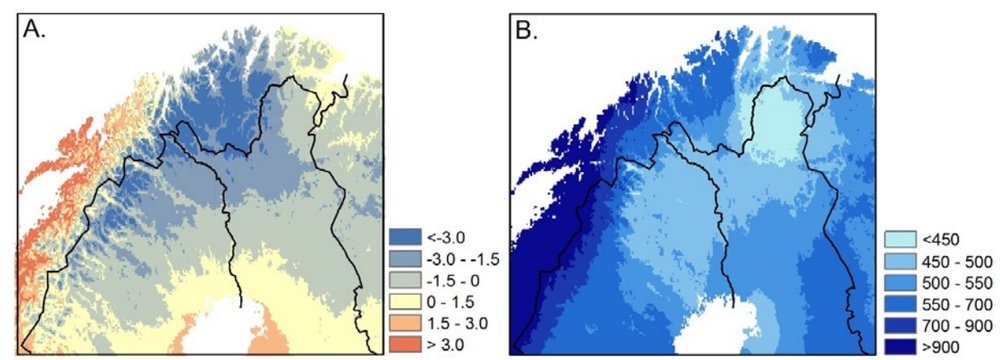
3
Klimat och vegetation i norra Fennoskandien

Klimatförhållanden idag

Klimatet varierar tydligt över norra Fennoskandien på grund av påverkan från Atlanten, Bottenviken, Skanderna och latitudgradienten. I allmänhet kännetecknas klimatet av en lång kall årstid med ett snötäcke som ligger kvar i 6–7 månader (Tuhkanen 1980; Tveito et al. 2001; Jylhä et al. 2008). Den årliga medeltemperaturen varierar från under -3°C i den nordligaste delen av regionen till 3–4°C vid norska västkusten med sitt havsklimat (Fig. 10a). Inlandsområdena i Finnmarksvidda i norra Norge har den lägsta vintermedeltemperaturen. Vegetationsperioden är kort (Karlsen et al. 2008) och sommarmedeltemperaturen är 4–14°C i regionen. Den minsta årliga nederbörden (< 450 mm) faller i norra Finland, medan Skandernas västra sluttningar får klart mest nederbörd (> 2000 mm) (Fig. 10b).

Snötäcket lägger sig normalt i slutet av oktober eller början av november och snön smälter i slutet av april eller maj (Jylhä et al. 2008). Vinden och topografin har en betydande inverkan på hur tjock snötäcket blir lokalt. Exempelvis fjällryggar och -toppar kan vara extremt vindpinade med ett tunt snötäcke som smälter tidigt på våren, medan dalar och sänkor kan samla snö som ligger kvar till hösten. Det årliga snötäcket spelar en viktig roll i ekosystemet i norra Fennoskandien, eftersom det styr mikroklimat och vegetation samt ger skydd under den kalla årstiden (Walker et al. 2001).

Eftersom hela jordklotets klimat blir varmare förekommer emellertid förändringar också



Figur 10a) Årlig medeltemperatur och b) nederbörd i norra Fennoskandien. Hijmans et al. 2005, Worldclim 2015.

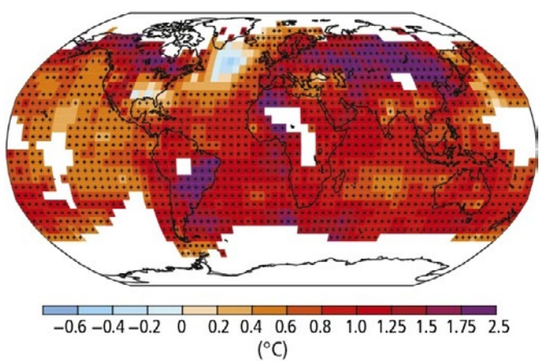
i norr. Medan den globala medeltemperaturen visar en uppvärmning om 0,85 °C mellan 1880 och 2012, har uppvärmningen i den norra cirkumpolära regionen varit ungefär dubbelt så stor (Fig. 11). Exempelvis i Finland har uppvärmningen varit 2,3 °C och under vintermånaderna nästan fem grader (Mikkonen et al. 2015). Det är mycket sannolikt att den största orsaken till den observerade uppvärmningen sedan mitten av 1900-talet har varit mänskligt inflytande.

Vegetationszoner

Norra Fennoskandien omfattar flera vegetationszoner över latitud- och altitudgradienterna. Vegetationszonerna fastställs huvudsakligen utifrån temperaturförhållandena, men ytterligare indelningar kan göras på basis av nederbörd som medför betydande skillnader i vegetationen längs den oceanisk-kontinentala gradienten från väst till öst, samt på basis av kontinental-oceaniska skillnader i klimatet (Ahti et al. 1968). Den nordliga boreala zonen domineras av björkskogar, i inlandet domineras skogar av tall (*Pinus sylvestris* (L.)). I söder och öster blir granskogar (*Picea abies* (L.)) vanligare i kombination med stora mossar och myrar i landskapet. Trädgränsen i norra Fennoskandien består normaltvis av fjällbjörk (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*). Fjällbjörksregionen sträcker sig från södra delen av Skanderna genom norra Norge och Sverige till de nordligaste delarna av Finland. Områden som ligger ovanför trädgränsen kännetecknas av arktisk och oro-arktisk tundra med dvärgbuskar, gräs, mossor och lavar (Virtanen et al. 2016). Gränsen mellan fjällbjörkskogar och tundra består ofta av en bred gränszon som kallas en skogstundra-ekoton. Utöver temperaturen påverkas trädgränsens läge också av andra abiotiska faktorer, såsom sluttningsgradient, sediment samt betande djur och mänsklig aktivitet (Holtmeier & Broll 2005).

Typer av vegetation i norra Fennoskandien

Spatialt och temporalt sammanhängande information om vegetationen behövs för att förstå de faktorer som påverkar den nuvarande och framtida fördelningen av olika vegetationssamhällen. Fjärranalysdata och metoder baserade på upprepade mätningar av reflekterad strålning från jordens yta är mycket viktiga för karteringen av vegetationen på stora områden.



Figur 11. Observerad förändring i den globala yttemperaturen mellan 1901 och 2012 härledd från temperaturtrender som fastställts med linjär regression. IPCC 2013a.

Satellitbilder har använts flitigt för att kartera vegetationens egenskaper och förändringar såväl lokalt som globalt (Xie et al. 2008).

TUNDRA-projektet producerade en vegetationsdatabas för norra Fennoskandien med hjälp av utvalda Landsat TM och ETM+ bilder från perioden 1994–2003 under sex driftsfaser: (1) spektral klassificering, (2) spektral likhetsanalys, (3) skapande av systematiska bildmosaiker, (4) kompletterande dataanalys och integration, (5) kontextuell korrigering och (6) standardisering av de slutliga kartprodukterna. Den spatiala upplösningen (pixelstorleken) på produkten är 30 m. På den mest detaljerade versionen av den utvecklade kartan har landtäckningen indelats i 21 klasser, medan den aggregerade versionen har 14 klasser (Fig. 12, Bilaga 2). Denna information om vegetationen har stött många forskningsaspekter, såsom en reviderad beskrivning av tundran i Skandinavien (Virtanen et al. 2016), förhållandet mellan snötäcket och vegetationens fördelning (Cohen et al. 2013) samt olika studier kring renskötselområden, klimatförändring och markanvändningsfrågor för renskötare.

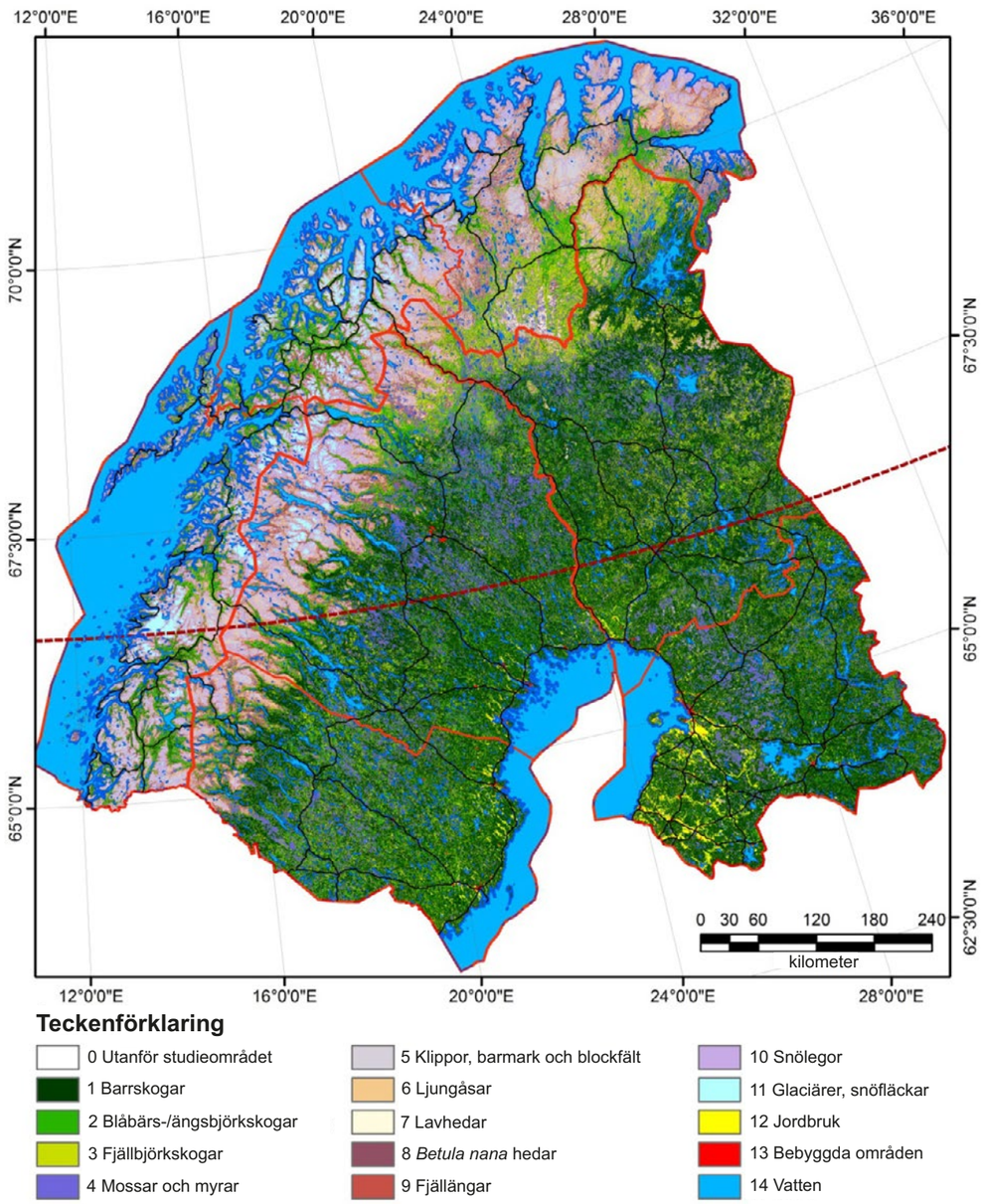
Framtidens klimat och tundravegetation

Klimatprognoser

Globala klimatmodeller används till att studera det rådande klimatet och göra upp prognoser för framtida klimatförhållanden. Fyra RCP-scenarier (från engelskans Representative Concentration Pathways) har tagits i bruk av FN:s klimatpanel (IPCC) och används i på-

Inforuta 2: Klimatväxlingar efter den senaste istiden

Klimatet och den tillhörande distributionen av vegetationszoner har varierat kraftigt efter den senaste istiden. Den nuvarande interglaciala epoken, Holocen, började för cirka 11700 år sedan. Kring 10000–9000 BP (före nutid) var klimatet svalare än idag och pionjärväxter, såsom dvärgbuskar och gräs, etablerade sig efter glaciäravsmältningen. Den relativt varma perioden 8000–5800 BP kallas *hypsitermal,* med årliga medeltemperaturer som var i genomsnitt två grader högre än idag. Tallskog fanns avsevärt längre norrut och på högre höjd än idag och många glaciärer smälte eller försvann. Kring 5000 BP blev klimatet svalare och mer varierande. Detta orsakade en gradvis minskning av tallskogarna, ökad utveckling av mossar och myrar samt växande glaciärer. De senaste 4000 åren har kännetecknats av ett svalare klimat med vissa temperaturväxlingar, såsom en varmare period kallad den *medeltida värmeperioden* 900–1300 f.v.t. och en svalare period kallad den *lilla istiden* 1500–1850 f.v.t. (Korhola et al. 2002; Lilleøren et al. 2012).



Figur 12. Karta över landtäckning-markanvändning i norra Fennoskandien baserad på Landsat data och kompletterande information. Denna version visa landtäckningen indelad i 14 klasser.

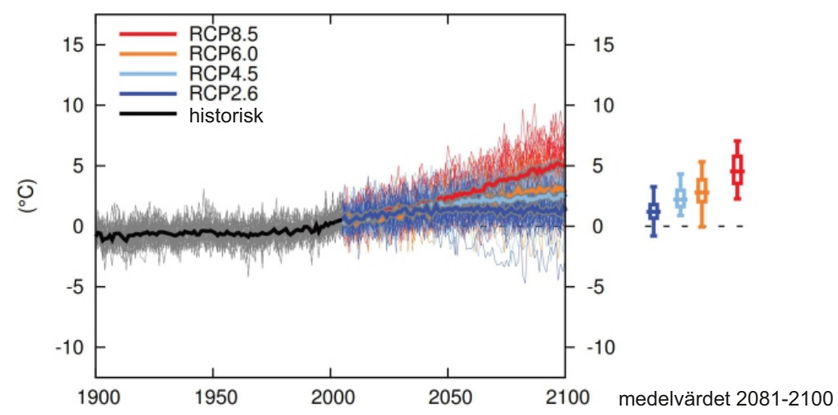
gående klimatforskning. RCP-scenarierna beskriver fyra potentiella framtida klimat som beror på hur stora utsläppen av växthusgaser är (IPCC 2013). Växthusgas bidrar till strålningsdrivningen, det vill säga ”obalansen” mellan mängden inkommande solinstrålning och mängden utgående infraröd strålning, som leder till stigande globala temperaturer. RCP-scenarierna betecknas med siffror som anger den strålningsdrivning de olika utvecklingsvägarna ger upphov till 2100 jämfört med förindustriella värden (+2,6; +4,5; +6,0 och +8,5 W/m^2; van Vuuren et al. 2011), och varje RCP ger olika uppvärmningstrender för Nordeuropa (Fig. 13).

Även med de lägsta värdena på strålningsdrivningen anger prognosen att klimatförhållandena och tillhörande vegetationszoner kommer att förändras märkbart i norra Fennoskandien (Fig. 14 och 15). Dagens trädgräns överensstämmer relativt väl med 10 °C isotermen för sommarmedeltemperatur. Klimatprognoserna visar att 2070 förekommer sommartemperaturer under 10 °C endast i områden på hög höjd i Skanderna, där det idag huvudsakligen finns glaciärer.

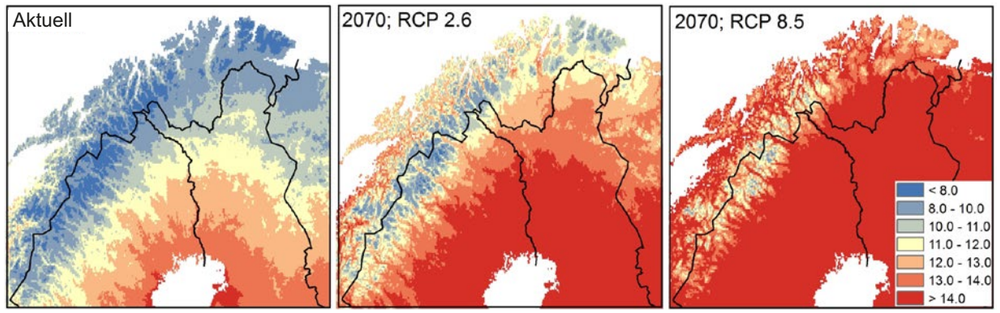
Förbuskning och förändringar i albedon

Infallande solstrålning som når jordens yta både reflekteras tillbaka ut i rymden och absorberas av ytan. Fraktionen av reflekterad solstrålning kallas albedo. Olika ytor reflekterar solljuset på olika sätt. Exempelvis nysnö reflekterar en stor del av den infallande solstrålningen och har en hög albedo (0,9), medan oceaner och barrskog reflekterar en mindre mängd solljus och har en låg albedo (0,06–0,15). Den absorberade strålningen värmer upp ytan och påverkar bland annat jordens energibalans (Dickinson 1983).

Tundran i norra Fennoskandien är snötäckt under mer än hälften av året. I terräng med busktundra bestäms albedon och energibudgeten av förhållandet mellan det fraktionella snötäcket och den vegetation som sticker upp ur snön (Menard et al. 2014b). Buskar som sticker upp ur snön minskar albedon och ökar absorptionen av solstrålning och värmefluxerna till atmosfären. Ändringar i snötäck-



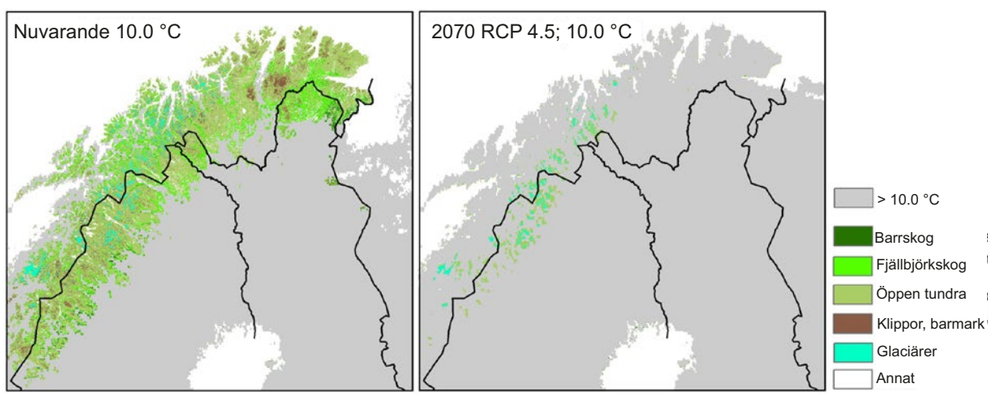
Figur 13. Tidsserie för sommarens (juni-juli-augusti) temperaturförändring under perioden 1900–2100 jämfört med perioden 1986–2005 i Nordeuropa för fyra olika RCP-scenarier (se detaljer i texten). IPCC 2013b.



Figur 14. Nuvarande medeltemperatur för det varmaste kvartalet (vänster) och beräknade temperaturer 2070 enligt RCP 2,6 (mitten) och RCP 8,5 (höger). Hijmans et al. 2005, Worldclim 2015.

ets omfattning och hur länge det ligger kvar på våren inverkar mest på mängden reflekterad strålning på höga latituder, eftersom den långa polarnatten inte bidrar mycket till strålningsbalansen. Enligt prognosen kan den höjda temperaturen om våren i kombination med utbredningen av en allt tätare buskvegetation avsevärt minska albedon och öka den globala klimatuppvärmningen (Menard et al. 2014a).

Snösmältningen har visat sig ske tidigare på betesmarker som inte används av renar under sommaren. I dessa områden, där inga renar betar under vegetationsperioden, förekommer fler och högre buskar och träd som sticker upp ur snön, jämfört med året-runt-marker där vegetationen är lägre och glesare. Detta resulterar i en lägre albedo under våren i områden som inte används för sommarbete (Cohen et al. 2013). Bete påverkar helt tydligt albedon även i fjällbjörkskogar som angripits av mätare. Exempelvis i fall där mätare har avlövat skogen har björkskogens återhämtning på året-runt-beten rapporterats resultera i en avsevärd ökning (5 %) av albedon under våren jämfört med områden med vinterbete (Biuw et al. 2014). Det bör observeras att variationer i snötäckets tjocklek och snösmältningen även påverkas av det regionala klimatet och topografin. Uppskattningen i större skala av konsekvenserna av förbuskning på energibudgeten på höga latituder borde alltså beakta faktorer som hur vinden driver snön, topografins inverkan samt hur buskar tyngs ned eller sticker upp, eftersom dessa påverkar variationerna i snötäcket (Menard et al. 2014).



Figur 15. Nuvarande och beräknade medeltemperaturer (RCP 4,5) för det varmaste kvartalet (Hijmans et al. 2005, Worldclim 2015) och befintliga vegetationstyper (jfr Fig. 10).

4
Betande djur och deras inverkan på trädgränsen och tundran

Nyckelarter och deras inverkan på den arktiskt-alpina vegetationens dynamik

De viktigaste herbivorerna som påverkar vegetationssamhällenas dynamik vid och över trädgränsen inkluderar ren (*Rangifer tarandus*), gnagare (*Arvicolinae*, sork och fjällämmel) och mätare (fjällhöstmätare *Epirrita autumnata*; mindre frostfjäril *Operophtera brumata*) (Fig. 16). Deras inverkan på vegetationen varierar med årstid, täthet, intensitet och geografisk spridning, beroende på deras rörlighet och hur deras föredragna vegetation växer (Tabell 1).

Figur 16. Herbivorer har en stor inverkan på vegetationssamhällena vid trädgränsen och på tundran i norra Fennoskandien; a) renar, b) gråsiding, c) fjällämmel, d) larv av fjällhöstmätare.

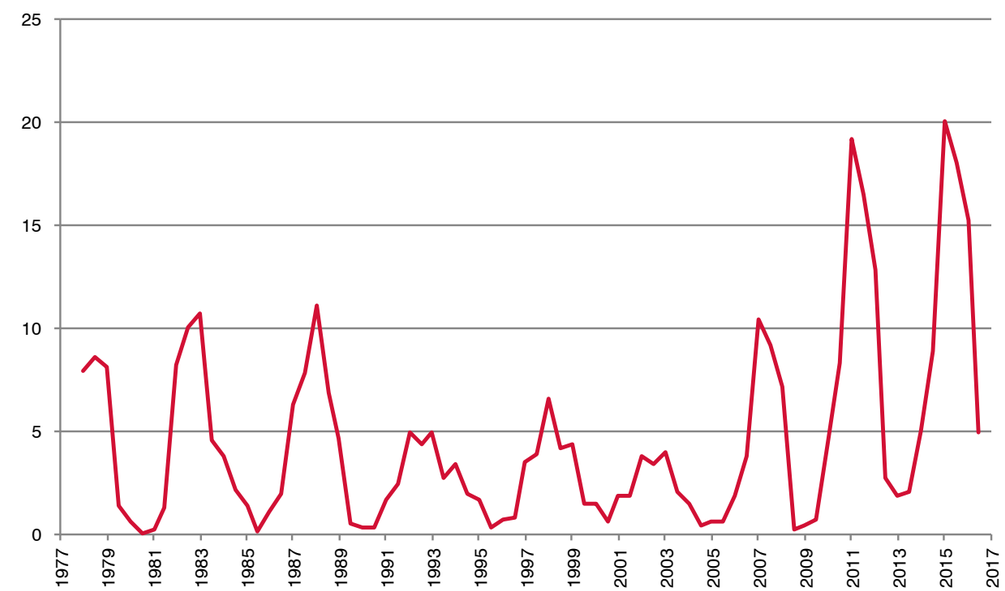
Tabell 1. Olika herbivorers inverkan på vegetationen vid trädgränsen och på tundran

	Tundra	Buskar och dvärgbuskar	Skog (björk)
Renar	stor inverkan[1]	påverkar mestadels stora buskar > 30 cm[1]	stor inverkan vid trädgränsen, när de förekommer under vegetationsperioden (året-runt-bete)[1]
Gnagare	stor inverkan, speciellt under gnagarår eftersom de inte hålls i schack av rovdjur[1]	påverkar mestadels mindre buskar > 30 cm, oberoende av deras smak[1]	hålls i schack av rovdjur, men stor inverkan under gnagarår[2]
Mätare	ingen inverkan[3]	påverkar dvärgbuskar under mätarår på oligotrofa hedar[3]	stor inverkan genom avlövning under mätarår[3]

Referenser: 1) Olofsson et al. 2009; 2) Aunapuu et al. 2008; 3) Karlsen et al. 2013

Gnagarnas inverkan på tundran

Gnagarpopulationerna kännetecknas av tydliga svängningar som är relativt regelbundna med fem års intervall (Fig. 17). De periodiska svängningarna uppkommer på grund av sorken, som i första hand förekommer nära trädgränsen. Fjällämmeln förekommer på högre höjd och lämmelåren är mindre regelbundna och följs av plötsliga krascher. Goda lämmelår



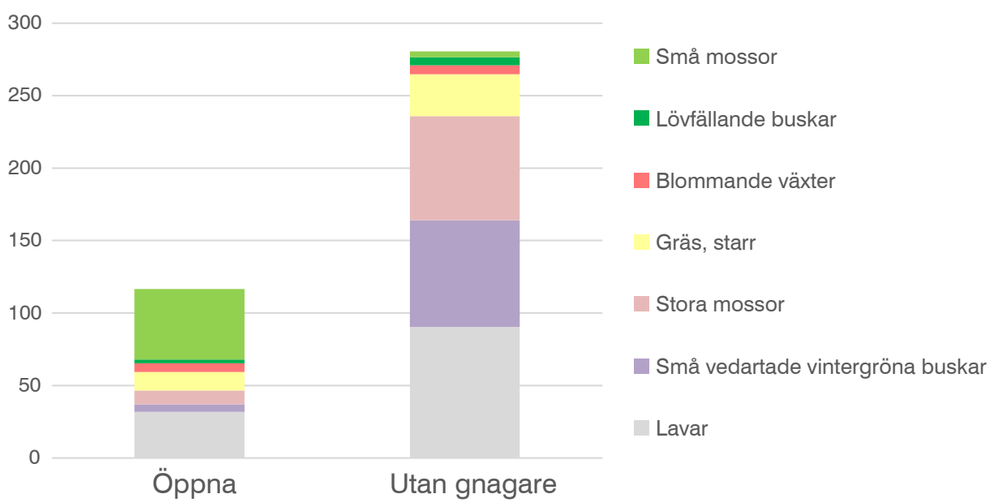
Figur 17. Svängningar i individtätheten hos sorkar och fjällämlar i norra Finnmarksvidda, Norge, under perioden 1977–2016. Indexvärdena (byte per 100 fällnätter) har utjämnats över tre på varandra följande fångstturer.

var 1978, 1988, 2007 och 2011 (Ekerholm et al. 2001, Olofsson et al. 2014, Ruffino et al. 2016). Mellan lämmelåren höll de återstående lämlarna till endast i snötäckta områden och på myrar. Vid trädgränsen hålls gnagarpopulationen i schack av små mårddjur, såsom *hermelin* (*Mustela erminea*) och vessla (*Mustela nivalis*), vilket gör inverkan liten under normala år (Turchin et al. 2000, Aunapuu et al. 2008) och sannolikt bidrar till att svängningarna är periodiska (Turchin et al. 2000, Ekerholm et al. 2001).

Fjällämlar betar i första hand mossor, gräs och starr. De kan inte äta lavar eller de träiga delarna av vedväxter, även om de äter bladen (Saetnan et al. 2009). Dessa växtgrupper, som lämlarna inte kan äta, lider emellertid maximalt av gnagarnas inverkan (Fig. 18). Deras huvudsakliga vinterföda, såsom små mossor, drar däremot nytta av lämlarnas bete (Olofsson et al. 2014, Virtanen 2000). Vintertid gräver sig lämlarna fram under snön till sin föda och allt som kommer i deras väg förstörs. Särskilt vintergröna växter, som lagrar största delen av sina resurser i växtdelar ovan jord, lider svårt. Små mossor å sin sida återhämtar sig med hjälp av basalceller. Utan fjällämmeln skulle dessa mossor slås ut av starkare konkurrenter, precis som gräs och starr på lång sikt (Saccone & Virtanen 2016). På sommaren är gnagarnas inverkan sällan skönjbar på grund av den snabbt växande vegetationen.

Fjällämlarnas inverkan är alltså viktig för underhållet av vegetationen i snölegor, där det finns mängder av örtväxter, gräs och starr samt läckra lövfällande dvärgbuskar.

På det hela taget har gnagare en enorm inverkan på tundravegetationen och därför också på näringscirkulationen och kolbalansen (Olofsson et al. 2004, Ylänne et al. 2015). Denna inverkan är särskilt stark i områden över trädgränsen, där den är synlig till och med från rymden (Olofsson et al. 2012).



Figur 18. Biomassan (g/m² torrvikt) hos olika växtgrupper i öppna områden och i inhägnader som inte är tillgängliga för gnagare i snötäcket på hedar 2008.

Gnagarnas inverkan på vedväxter vid trädgränsen

Trots att sorkar kan orsaka svåra skador på lövfällande dvärgbuskar såsom blåbär (*Vaccinium myrtillus*), är deras inverkan på ungträd som växer på tundran mycket mindre. Ungträd av eurasiatiska arter som växer vid trädgränsen överlevde experiment oberoende av gnagarnas inverkan. Trädarterna inkluderade fjällbjörk (*Betula pubescens*), lärkträd (*Larix larix*), tall (*Pinus sylvestris*) och gran (*Picea abies*).

Under goda sorkår uppvisade ungträden av gran det högsta överlevnadstalet. Gnagarnas inverkan på de överlevande ungträdens tillväxt var liten, även om de artspecifika skillnaderna var avsevärda. I medeltal växte tallarna bäst, och fjällbjörkarna och lärkträden sämst.

Med andra ord verkar den ursprungliga fjällbjörken inte vara den mest framgångsrika trädarten i inlandsklimatet i norra Fennoskandien, eftersom tre andra arter klarade sig bättre. I synnerhet unga granar har ett högt överlevnadstal, påverkas knappt alls av sorkar och betas inte heller ner av renar. Därför kan de bli den dominerade arten vid trädgränsen, särskilt med hjälp av stödplantering, såsom i norra Norge. Genom spridning av vintergröna barrträd vid trädgränsen kan albedon minskas dramatiskt och påverka snöförhållandena (se Kapitel 3).

Renar och deras inverkan på vegetationssamhällen på tundran

De flesta tamrenar i Sverige och Norge flyttar mellan fjällen vid kusten och skogarna i inlandet i syfte att dra nytta av tillgången till vegetation som växlar enligt årstiderna (jfr Fig. 4 och 12). Samernas rennäring har följt detta naturliga mönster och fortsätter att göra det i den mån det är möjligt med tanke på de restriktioner som införts av nationalstaterna (se Kapitel 2).

På vintern betar renarna lavar och kärlväxter, inklusive buskar och gräs (Storeheier et al. 2003). Där det förekommer renar över trädgränsen på vintern är deras inverkan koncentrerad till vindpinade, snöfria fjällryggar. Renarna inverkar mest på vedväxter och andra kärlväxter på sommaren, när de samlas i områden med hög växtproduktivitet. I början av sommaren inkluderar detta också områden med vide och fjällbjörk. Vide- och björklöv konsumeras i första hand under den korta period när löven är späda och mjuka, innan örter och gräs börjar ge maximal mängd näring (Fig. 19). Inverkan på vedväxterna är alltså maximal om renar betar i ett område i juni och början av juli. Senare under vegetationsperioden föredrar renarna fuktiga och näringsrika tundrahabitat eller vegetation nära snölegor. I dessa habitat kan betestrycket och indirekta verkningar, såsom nedtrampade växter och tillförsel av näringsämnen från urin och spillning, ha en större inverkan än genomsnittligt.

Inverkan på sommarbetet beror alltså inte endast på tidpunkten, utan också på de spatiala betesmönstren. Längs stängsel med hög individtäthet ersätts vedväxterna ofta av gräsvegetation (Olofsson et al. 2001, Fig. 19). En liknande effekt kan uppnås utan stängsel genom att hålla renarna i täta hjordar, vilket tidigare var vanligt i Skandinavien (Tømmervik et al. 2010) och fortfarande tillämpas i delar av Arktis (Forbes et al. 2009). Alla växter påverkas alltså av renarna, men inte hela tiden. När betet blir destruktivt ersätts vedväxterna av gräs och örter. Om betestrycket sedan minskas står gräsen och örter emot in-

Figur 19. Vänster: renar betar späda björklöv i slutet av juni; höger: ett renstängsel skiljer ett välanvänt sommarbete med gräsvegetation från ett höstbete med vedväxter. Raisduoddar, Norge.

vasionen av vedväxter och kan bli ett utmärkt sommarbete, ifall de växter som gror är fördragna betesarter. Trots att effekten är lokal, kan dessa förskjutningar i vegetationen förbli synliga i hundratals år, till och med efter att man upphört med aktiv renskötsel (Tømmervik et al. 2010). Konstant knaprande med samma genomsnittliga intensitet leder däremot till spridning av för renen svar nedbrytbara dvärgbuskar, vilket är en vanlig situation idag (Bråthen et al. 2007). Under myggsäsongen föredrar renarna högt belägna, blåsiga områden. Där renarna inte har tillgång till kustområden eller fjäll, leder detta till ständigt trampande över lavbevuxna höjder, som är viktiga vinterhabitat för renarna. När vädret är torrt blir lavarna förstörda av att trampas ned, vilket försämrar områdenas kvalitet i egenskap av vinterbetesmark.

Renarna kan också förhindra att högväxta örter sprids från mer låglänta områden till tundran till följd av klimatförändringen. Renarna gör alltså en viktig insats genom att förebygga att boreala växter konkurrerar ut de ofta mycket mindre arktiska arterna (Kaarlejärvi et al. 2013). Detta tyder på att välplanerade och inriktade renbetesperioder eventuellt kunde användas som ett verktyg för naturvård, i syfte att hålla utvalda tundrahabitat öppna och bevara växtmångfalden under framtida klimatförhållanden (Kaarlejärvi & Olofsson 2014).

Mätare och deras inverkan på trädgränsen

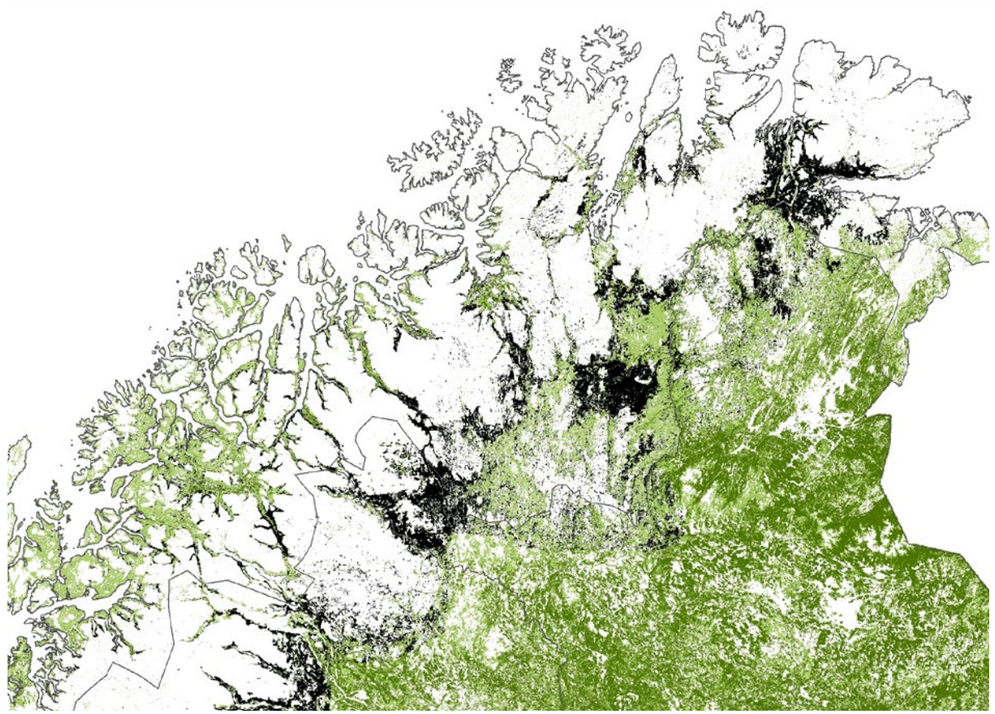
Lövätande insekter orsakar sällan synliga skador på tundran. Fjällbjörkskogarna avlövas emellertid regelbundet av mätarlarver, i inlandet i första hand av fjällhöstmätare (*Epirrita autumnanta*, Fig. 20) och vid kusten av mindre frostfjäril (*Operophtera brumata*) (Tenow 1972). Björkarna reagerar på avlövningen genom att producera nya löv under sensommaren, efter att larverna har förpuppats. Svår och upprepad avlövning kan döda både björkar och dvärgbuskar över stora arealer (Jepsen et al. 2013). En annan konsekvens är en enorm tillförsel av näringsämnen till skogsgolvet i form av larvspillning och döda larver, samt ökad ljuspenetration. På grund av det kan skogsgolvet omvandlas från ett dvärgbusksamhälle till ett gräsdominerat samhälle (Karlsen et al. 2013, Jepsen et al. 2013).

Mätarangrepp är ett naturligt inslag i fjällbjörkskogar (Tenow 1972). Under de senaste

Figur 20. Fjällbjörkskog i norra finska Lappland efter svår avlövning på grund av angrepp av fjällhöstmätare.

decennierna har det varmare klimatet med mindre extrem vinterkyla och gynnsammare förhållanden under våren emellertid lett till en ökning av utbredningen för mätarangrepp (Jepsen et al. 2008) till nordligare områden och inlandet (Fig. 21). Den observerade ökningen av utbredningen är sannolikt möjlig tack vare mindre extrem vinterkyla (Ammunet et al. 2012) och gynnsammare förhållanden under våren, som påverkar den fenologiska balansen mellan lövsprickningen och larvernas kläckning (Jepsen et al. 2011). Midvintertemperaturer under -36° C dödar *E. Autumnatas* ägg och fastställer en intervall av uthärdliga temperaturer för överlevnad mellan kalla luftmassor som samlas i sänkor, såsom älvdalar, och oskyddade fjällsluttningar på högre höjd (Tenow & Nilssen 1990, Ruohomäki et al. 2000), och utestänger mätarna från hela Finnmarksvidda (Tenow & Nilssen 1990, Jepsen et al. 2008). Högre vår- och sommartemperaturer gör dessutom angreppen svårare (Young et al. 2014). En ökning av överlappningen mellan utbredningen för mätarangrepp för de olika mätararterna leder till längre och svårare angrepp, eftersom de två arterna inte alltid når sin höjdpunkt samtidigt.

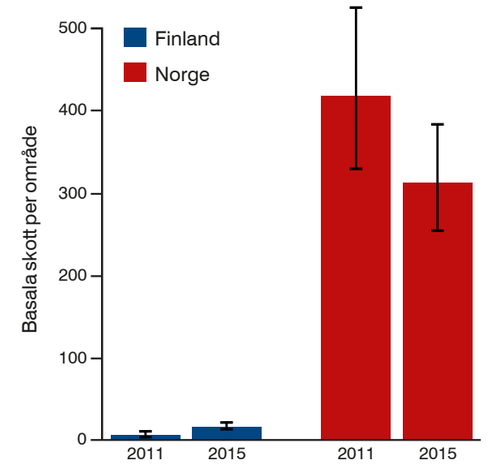
De varmare och längre somrarna har å sin sida gjort björkarna mer resistent mot avlövning, eftersom de har en bättre chans att kompensera förlusten av lövskruden genom



Figur 21. Under föregående cykel av mätarangrepp (2002–2010) i norra Fennoskandien, avlövades en tredjedel av björkskogsbältet under ett eller flera år (svart skuggat område). Detta motsvarar en million hektar björkskog. Björkdominerad skog med obetydlig eller ingen avlövning är ljusgrön, medan barrträdsdominerad skog är mörkgrön. Jepsen et al. 2009.

att producera nya löv. Fjällbjörkar kan också återhämta sig även om huvudstammen har dött genom att skjuta skott från roten. Det är ändå svårt att uppskatta den stigande temperaturens totala inverkan på fjällbjörkarnas förmåga att återhämta sig efter ett mätarangrepp. Exempelvis har det hävdats att termisk ackumulering inte i någon större utsträckning gynnar återhämtningen hos fjällbjörkar efter ett mätarangrepp (Huttunen et al. 2012, 2013). Efter ett mätarangrepp leder renars sommarbete till ökad mortalitet bland björkarna (Biuw et al. 2014). Vidare kan renarna också fördröja eller stoppa björkarnas återhämtning genom att beta de nya basala skotten (Fig. 22).

På sommarbeten håller växelverkan mellan mätare och renar alltså på att förändra slutna björkskogar till tundra eller till savannliknande vegetation – ett öppet landskap med spridda björkar och en tydlig beteslinje (Biuw et al. 2014). Detta fenomen förekommer överallt där sommarbetet har varit intensivt, såväl längs kusten i norska Lappland som i inlandet i finska Lappland (Fig. 23).



Figur 22. Inverkan på kort sikt av renbete på björkens återhämtning, efter mätarangreppen 2007–2008 som dödade majoriteten av alla björkar i Buolbmatområdet (Polmak, Pulmanki) vid den finsk-norska gränsen. Den norska sidan är ett vinterbete, medan den finländska sidan används året om. Områdets kondition analyserades 2011 och på nytt 2015 (tre och sju år efter händelsen) och kvantifierades som antalet basala skott per 30 x 30 m observationsområde. Källa: opublicerade data av Jepsen et al.

Renar och deras inverkan på den biologiska mångfalden bland arktiska växter

Renar bidrar till att hålla tundran öppen genom att förebygga spridningen av träd, höga buskar och örtväxter. Detta är en förutsättning för att många små arktiska växter ska överleva. Renarna inverkar emellertid på växter även på andra sätt. Särskilt de direkta, potentiellt destruktiva verkningarna (nedtrampande och bete) har fått mycket uppmärksamhet i medierna och gett upphov till allvarliga farhågor inom naturvården, vilket illustreras av förbudet mot renbete i Malla naturreservat i Kilpisjärvi, nordvästra finska Lappland, och ett liknande försök att förbjuda renar i Jávrioaivit naturreservat i Nordreisa, Troms, Norge.

I de norra delarna av Europa är den biologiska mångfalden bland arktiska växter starkt beroende av kalkrika områden (Dynesius och Jansson 2000, Pärtel 2002). Dessa habitat utgör

Figur 23. ”Björksavanner” som skapats av växelverkan mellan mätare och renar. Vänster: på ön Sievju/Seiland, norska Lappland; höger: vid randen av Kevo kanjon, finska Lappland.

Figur 24. Purpurbräcka (Saxifraga oppositifolia), Norrbotten, Sverige.

endast en bråkdel av den fennoskandiska tundran och ligger främst på relativt låg höjd. Den arktiska mångfalden är alltså akut hotad i hela Fennoskandien. Frågan är om renbete kan rädda dessa växter i ett klimat som blir allt varmare eller om det istället förvärrar problemet.

En jämförelse mellan den totala mångfalden och förekomsten av olika växtkategorier under dolomitklippor visade att det sammanlagda antalet rödlistade växter i Finland ökar linjärt med intensiteten på sommarbetet (Olofsson & Oksanen 2005). Den totala mångfalden påverkades inte av renbete.

Vissa sällsynta växter kan lida av intensivt bete, medan andra inte alls påverkas. Intensivt sommarbete är emellertid till fördel för många sällsynta arktiskt-alpina växter, såsom svartstarr (*Carex atrata*), purpurbräcka (*Saxifraga oppositifolia*, Fig. 24), sibirisk trift (*Armeria maritima* ssp. *Sibirica*) och polarsmörblomma (*Ranunculus sulphureus*). Vissa av dessa arter brukar tåla bete, men de konkurreras lätt ut om de lämnas i fred. Trots att bete eventuellt skadar också dessa sällsynta arktiska växter, kan nettoeffekten av intensivt sommarbete bli positiv på populationsnivå.

5
Mänskliga aktörer i det socio-ekologiska systemet

Renskötarnas synpunkter på förändringarna i det socio-ekologiska systemet

TUNDRA-forskningen inkluderar workshopar med renskötare i Sápmi, i syfte att samla synpunkter på de förändringarna i deras pastorala landskap. Frågor som diskuterades var bland annat förändringar i vegetationen, såsom fortare växande träd och buskar, växelverkan mellan ren och vegetation samt icke-ekologiska frågor såsom markanvändning och rennäringens sociala aspekter. Från varje land valde man ut två renskötseldistrikt (Fig. 25) för workshoparna.

Diskussionerna som fördes vid workshoparna producerade en mängd material, naturligtvis med varierande infallsvinklar och åsikter. Det var emellertid möjligt att identifiera de viktigaste gemensamma angelägenheterna som togs upp upprepade gånger i de sex renskötseldistrikt. Dessa diskuteras och analyseras nedan, men kan sammanfattas under de fyra SES nyckelkoncepten (se Kapitel 1) som följer:

Miljö

- Extrema väderförhållanden (heta somrar; påfrysning-smältning och regn på snö under vintern)

Resurssystem

- Markanvändningskonflikter

Aktörer

- Brist på självbestämmande

Styrsystem

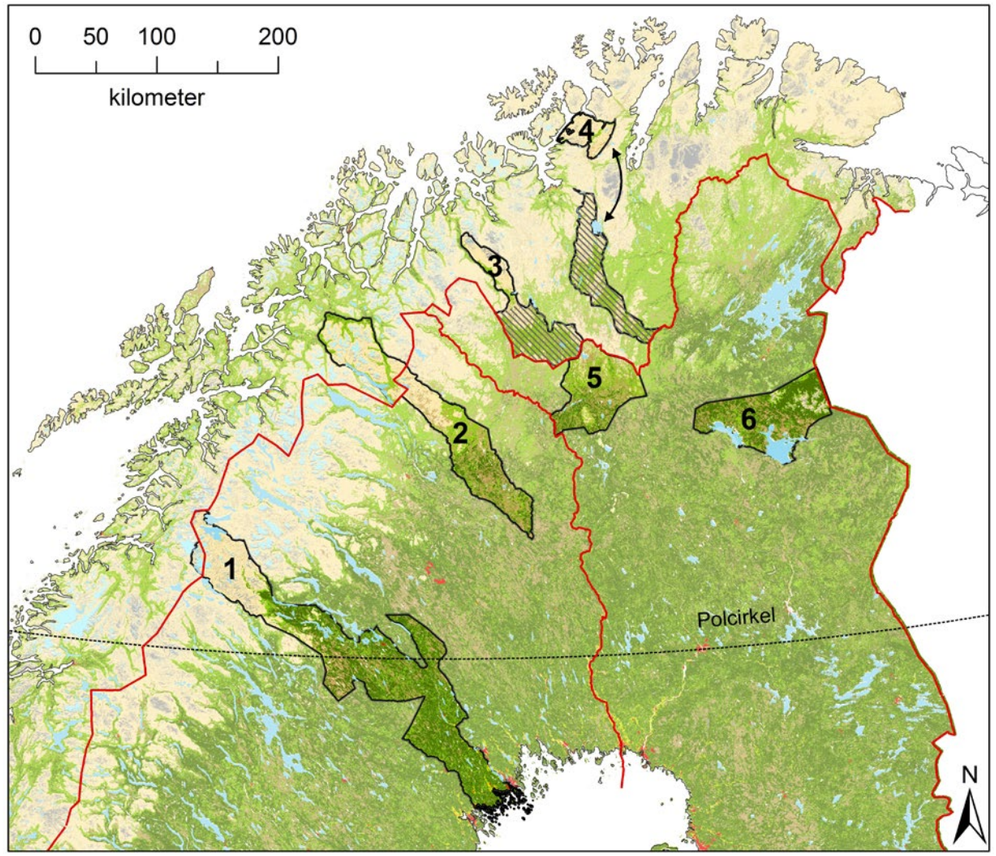
- Mångtydig, diffus lagstiftning på flera nivåer

Miljö och Resurssystem

I fråga om förändringar i landskapet rapporterades många liknande observationer i alla renskötseldistrikt, medan några processer var plats-specifika. I alla renskötseldistrikten upplevde man att årstider förändras. I synnerhet vintervädret rapporterades ha blivit mindre förutsägbart med stora temperaturväxlingar under korta tidsperioder, ofta förekommande cykler av smältning och påfrysning samt regn på snö. Heta somrar betraktades som ett exempel på nya extrema klimathändelser. Dessa effekter gör det svårare att planera renskötseln på förhand.

Alla renskötseldistrikt upplevde att andra former av markanvändning inkräktade på deras betesmarker, om än de specifika formerna av markanvändning varierade. Skillnaderna mellan länderna i fråga om system för årstidsflyttningar resulterade emellertid i olika åsikter om vilka betesmarker som var mest sårbara. I Tuorpon (Sverige) påverkas tillgången till vinterbetesresurser i den boreala skogen av modernt skogsbruk, medan Beahcegealli (Norge) kan förlora en del av sina sommarbeten till det planerade byggandet av Balsfjord kraftledning (Statnett 2015). Deltagarna uttryckte också en allmän oro över att alla betesmarker var i användning, med få områden i reserv.

Workshopdeltagarna i alla samebyarna hade observerat en ökning av mängden träd och buskar. Processens intensitet varierade



Figur 25. Interaktiva workshopar ordnades i sex renskötseldistrikt, två i varje land. Sverige: 1) Tuorpon och 2) Saarivuoma; Norge: 3) Beahcegealli och 4) Fiettar (med separata sommar- och vinterbeten); Finland: 5) Näkkälä och 6) Lappland. De skuggade områdena i de norska renskötseldistrikt anger vår-höstbeten och vinterbeten som delas med andra renskötseldistrikt.

emellertid mellan renskötseldistrikt och länderna, på grund av den stora variationen i fråga om i) betessystem och ii) regionala skillnader i biotiska och abiotiska faktorer. Därför rådde inget samförstånd om hur renbete påverkar buskar och träd över hela Fennoskandien. Där man observerat träd och buskar växande i tidigare trädlösa områden betraktades dessa processer emellertid i första hand som ogynnsamma i alla renskötseldistrikt. Mekanismerna bakom dessa ogynnsamma effekter varierade beroende på vilken renskötselpraxis och vilka aspekter på renens ekologi som de påverkar. Till exempel i renskötseldistrikten Fiettar, Beahcegealli (Norge) och Näkkälä (Finland) påverkar kraftigt växande björkar byarnas vinterbetesmarker. De allt flera träd leder till större anhopningar av snö, vilket gör det svårare för renarna att gräva fram växter och lavar under snötäcket. Workshopdeltagarna betonade därför behovet av ett varierat landskap med både öppna och skogbevuxna områden, så att det finns tillgängliga betesresurser under olika väderförhållanden också på vintern.

När betesmarkerna invaderas av björk och vide under den snöfria tiden, väljer renarna att beta på högre höjd. Trots de negativa konsekvenserna av kraftigt växande träd och buskar betraktades dessa förändringar i allmänhet inte som något större hot mot rennäringen, till skillnad från exempelvis de negativa följderna av andra former av markanvändning för betesmarkernas tillgänglighet.

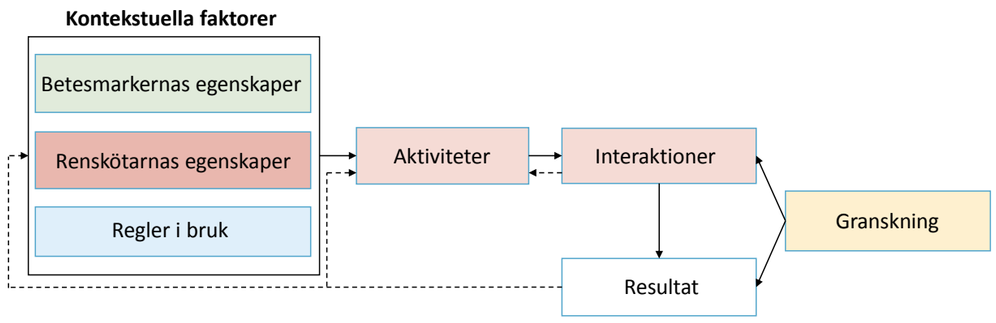
På motsvarande sätt var också betydelsen av de faktorer som bidrog till att utbredningen av träd och buskar mycket varierande bland renskötseldistrikten. Normalt rådde ändå samförstånd om de viktigaste faktorerna. Utöver inverkan av betande renar i särskilda abiotiska faktorer, hör också bland annat tillgången till vatten och det organiska jordlagrets tjocklek till de viktigaste faktorerna. Båda de sistnämnda ger gynnsamma växtförhållanden för björk och vide. Det faktum att man avstått från tidigare markanvändningspraxis betonades som en bidragande faktor till den ökade spridningen av träd och buskar. Exempelvis hugger man inte längre mycket ved som tidigare. Många av diskussionerna kretsade kring utmaningar och problemsituationer på grund av klimatförändringen och dess inverkan på ekosystemet. Det är ändå värt att betona att deltagarna från flera renskötseldistrikt framhävde att rennäringen har förmåga att återhämta sig och anpassa sig till ändringar.

Aktörer och Styrsystem

Deltagarna betonade att alternativen inom rennäringen påverkas starkt av den institutionella modellen i varje land, i kombination med särdrag som är specifika för de olika renskötseldistrikten. Motsättningar uppkommer av varierande orsaker, såsom maktfördelningen med andra former av markanvändning, externa regeringsbeslut som inte tillåter att renskötarna själva väljer antalet renar enligt sina preferenser och åsikter om betesmarkernas kapacitet, eller restriktioner angående hjordens sammansättning, som införts på grund av marknadsekonomin. Bestämmelserna om att röra sig över nationsgränser under flyttningar diskuterades, liksom också de administrativa gränserna som står i strid med renarnas naturliga beteende och därför begränsar möjligheten att välja ett visst habitat.

Det är alltså inte de extrema väderförhållandena eller andra ekologiska frågor som renskötarna betraktar som mest problematiska, utan istället sektorn resurser-aktörer-styrsystem. Därför hävdar vi att de största utmaningarna för dagens rennäring ligger i den bristfälliga dialogen mellan intressenterna. Denna fråga kan betraktas ur ett teoretiskt perspektiv med hjälp av ett så kallat IAD-ramverk för institutionell analys, som också utvecklats av Ostrom (2011) (Fig. 26). Inom IAD-ramverket samverkar miljön, det mänskliga samhället i fråga och reglerna för att utforma den rådande verkligheten.

I enlighet med IAD-ramverket kan vårt argument för en bristfällig dialog omformuleras så att det avser bristfälliga handlingssituationer och därefter bristande interaktion mellan intressenterna. Det finns många exempel på misstro mellan förvaltningen och olika näringar inom primärproduktionen, inklusive fiske, jordbruk och rennäring. Av dessa



Figur 26. IAD-ramverk för institutionell analys (bearbetat från Ostrom 2011) inom rennäringen.

är det rennäringen som uppvisar den längsta förteckningen över utmaningar, eftersom den flätar samman så många och komplexa parametrar – allt från gammalt kulturarv till konkurrerande intressen i fråga om markanvändning – som också diskuteras i exempelvis Forbes et al. (2006). Interaktionen är helt klart bristfällig och dialogen mellan intressenterna är varken tillräcklig eller likvärdig. Ur renskötarens synvinkel utgör den mångtydiga lagstiftningen och bristen på självbestämmande hot mot näringen.

För att förbättra kvaliteten på beslutsfattandet behövs mer och bättre interaktion mellan intressenterna. Framtidens markanvändning och näringar borde planeras och åtgärder vidtas i samarbete mellan de olika intressenterna. Den historiska misstänksamheten mellan parterna kunde överbryggas genom att inrätta en neutral gränsorganisation som medlare.

Handlingssituation: avslutande workshop för intressenter

TUNDRA ordnade en workshop för intressenter som representerar en handlingssituation enligt IAD-ramverket (jfr Fig. 26). Renskötare, representanter för olika ministerier och Sametinget samt regionala myndigheter från alla tre länder bjöds in till diskussioner i smågrupper med TUNDRA-forskare angående nuvarande och framtida inverkan på rennäringen i en samnordisk kontext. Deltagarna delades in i nationella smågrupper för att diskutera de tre frågorna av intresse som är angivna nedan. Resultaten av diskussionerna i smågrupper sammanställdes till koncisa redogörelser.

- Vilka faktorer inverkar mest på rennäringen idag?
- Vilka interna och externa faktorer kan förväntas inverka mest på rennäringen i framtiden?
- Är det rimligt att betrakta rennäringen som ett ”verktyg för naturvård” för att bevara tundran när klimatet blir allt varmare?

Rennäringen idag

Deltagarna formulerade de viktigaste faktorerna som inverkar på rennäringen idag som positiva, negativa eller variabla. Faktorerna betraktades som antingen långsiktiga (till exempel flera decennier) eller nya fenomen (till exempel förekommit under de senaste åren). Till slut angavs också om fenomenen uppvisar en växande, stabil eller avtagande trend.

Deltagarna diskuterade faktorer med både antropogent och naturligt ursprung. Diskussionen verkade helt naturligt fokusera på negativa faktorer, relativt stora regioner och långa tidsperioder. Många av faktorerna uppvisade en växande trend, vilket tyder på att trycket på rennäringen uppfattas öka i framtiden.

Miljöfaktorer som utgör en utmaning för rennäringen hör huvudsakligen ihop med väderförhållandena under de olika årstiderna, men med särskild betoning på vintervädret. Dessa inkluderar kortvariga händelser såsom snöförhållanden och cykler av smältning och påfrysning . Predation var en annan viktig faktor som ansågs variera beroende på årstiden (till exempel björnpredation på våren) eller öka på lång sikt på grund av ökande rovdjurspopulationer. Exempel på positiva faktorer är vind- och snöförhållanden som kan minska arbetsbördan eller assistera renskötarna med det praktiska arbetet med djuren, exempelvis under flyttningar mellan sommar- och vinterbeten. Stabila snöförhållanden uppfattas emellertid som allt mer sällsynta.

De antropogena faktorerna är mångskiftande. Negativa faktorer är frågor med direkt inverkan på renskötseln, såsom terrängtrafik och tryck från andra former av markanvändning samt gränser som utgör ett hinder för traditionell renskötsel. Indirekta konsekvenser är dubbeltydiga föreskrifter och minskat ekonomiskt stöd från staten, som hotar försämra rennäringens lönsamhet. Detta är en process som pågått en längre tid.

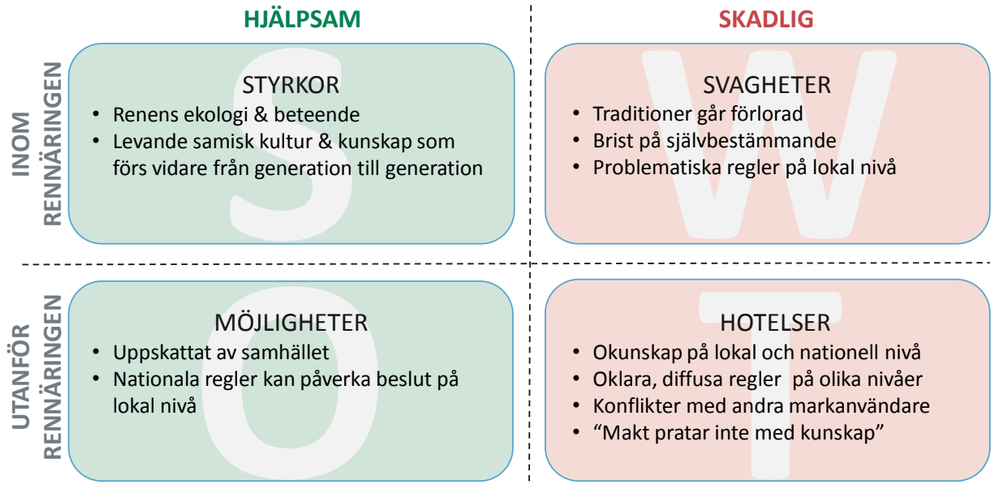
Positiva faktorer inkluderar en allt bättre inställning till rennäringen, uppskattning för dess betydelse för produktionen av ekosystemtjänster eller som ett ”varumärke” för hög miljökvalitet. Vissa föreskrifter som förbättrar samernas rättigheter (till exempel *Laponia* i Sverige) stöder möjligheterna att utöva rennäring regionalt. Jämfört med de negativa faktorerna är de positiva relativt nya fenomen.

Rennäringen i framtiden

Deltagarna reflekterade kring utvecklingen av näringen under de kommande 20–50 åren genom att producera en förteckning över styrkor, svagheter, möjligheter och hot – en så kallad SWOT-analys. ”Styrkor” är interna faktorer som påverkar näringen och stöder dess fortsatta existens, medan ”svagheter” kan utgöra ett hot mot den. Externa stödande faktorer kallas ”möjligheter”, medan tryck utifrån är ”hot” (Fig. 27).

Styrkorna hänför sig till djurens beteende och allmänna ekologi: deras förmåga att anpassa sig till olika miljöförhållanden och utnyttja olika typer av resurser. Renskötarnas kulturella bakgrund och folklig kunskap är en källa till anpassningsförmåga i fall av störningar eller chocker, medan förmågan att lära och anpassa sig till ny renskötselpraxis kan hjälpa renskötarna att reagera på framtida tryck. Samekulturen betraktas som levande och har förts vidare från generation till generation, vilket har gett näringen återhämtningsförmåga.

Svagheter inkluderar försvinnande traditioner som potentiellt kommer att undergräva rennäringens kunskapsbas. Detta tillskrevs den brist på självbestämmande som kunde inskränka renskötarnas möjligheter att utöva sin näring som de önskar. Potentiella negativa konsekvenser inkluderar problem på lokal nivå, till exempel i samband med årstidsflyttningarna mellan betesmarker, och fördelningen av beten mellan olika renskötargrupper.



Figur 27. Sammanfattning av nyckelvariablerna som ansågs påverka rennäringens framtid enligt de SWOT-analyser som utarbetades i samband med diskussionen i smågrupper vid workshopen för intressenter.

Ökad uppskattning från allmänheten erkändes som en av möjligheterna för en lönsam framtid för rennäringen. Den positiva bilden av näringen som producent av förstklassiga produkter med små miljökonsekvenser kan komma att förbättra rennäringens ekonomiska styrka och gynna kulturen. Nationell lagstiftning som i allt högre grad beaktar ursprungsbefolkningens anspråk kan komma att stärka näringen ytterligare. Lagstiftningen måste vara lyhörd i synnerhet för beslutsfattande på lokal nivå och minimera kohandeln med andra former av markanvändning.

Framtida hot mot en lönsam rennäring inkluderar diffus lagstiftning som förvärrar konflikter snarare än löser dem. Denna utveckling är möjlig om beslutsfattarna saknar kunskap om rennäringen och dess behov. I ett sådant fall skulle den invecklade återkopplingen och konsekvenserna av lagstiftningen inte förverkligas. Detta skulle i sin tur försämra rennäringens anpassningsförmåga.

Rennäringen som ett verktyg för naturvård

Idén att använda renbete som ett verktyg för naturvård för att bevara tundran var ny för deltagarna. Först uppfattade deltagarna det som svårt att tänka sig att använda renar för naturvård, eftersom det skulle kräva avsevärda ändringar av renskötselpraxis. Sådan anpassning skulle betraktas som ett resultat av externa beslut.

Vid närmare eftertanke övervägde deltagarna om sådan ny renskötselpraxis kunde etableras med utrymme för självbestämmande: den kunde införa praxis som fanns tidigare, såsom rätt att tidvis röra sig över den svensk-norska gränsen för att hitta lämpliga betesmarker. Möjligheten att använda renar som ett verktyg för naturvård kunde dra nytta av renens naturliga instinkt att röra sig mellan betesmarker.

Deltagarna motsatte sig idén om den skulle leda till ökade kostnader. Ekonomiska bidrag skulle vara nödvändiga för att stöda hjordens och renskötarnas rörlighet så att de kan uppnå målen för naturvården. Riktat bete skulle också medföra en potentiell risk för skador på känsliga lavar som trampas ned av hjorden, vilket skulle inverka negativt på de livsviktiga vinterbetesresurserna. Inlandet i Finnmark, där trädgränsen och lavbevuxna vinterbeten överlappar varandra, kan användas som ett exempel på detta. Exemplet visar tydligt de svåra kompromisser som krävs i förvaltningen av ekosystem och efterlysa nya lösningar inom miljöförvaltningen för att åstadkomma en socialt önskvärd och ekologiskt rimlig förvaltning.

6
Potentiella framtidsscenarier

Workshopen för intressenter visade tydligt betydelsen av beslutsfattande och politik när det gäller att påverka rennäringens framtid. Beslutsfattandet är en samhällsprocess som ofta kräver svåra val och kompromisser mellan olika mål och ambitioner, beroende på vilka intressenter som deltar i processen. För att underlätta beslutsprocessen och nå lösningar måste flera grundläggande krav uppfyllas. Dessa inkluderar inte enbart den kunskapsbas på vilken besluten ska byggas, utan också insikt i utmaningarna och behovet av handling samt villighet att handla och förändras.

Scenariometoden

Scenariometoden har visat sig vara ett användbart verktyg som uppmuntrar till debatt och skapar fördelaktiga förutsättningar för beslutsfattande. Scenarierna är inte beräkningar, förutsägelser eller prognoser – de är berättelser om framtiden med en logisk intrig och en redogörelse som styr på vilket sätt händelserna utvecklas (Schwartz 1991). Ett scenario kan beskrivas som en beskrivning av potentiellt långtgående avvikelser från vad vi ser idag, baserad på utveckling och inbördes beroenden som leder till nya potentiella omständigheter (Gallopin 2002). Det är alltså möjligt att identifiera förgreningspunkter, från vilka olika banor kan resultera i olika framtider. Scenarierna kan hjälpa olika intressegrupper – och i synnerhet beslutsfattare – att ”se skogen för alla träd” och hjälpa dem att stanna på rätt väg mot önskad framtid med en räcka små vardagliga beslut.

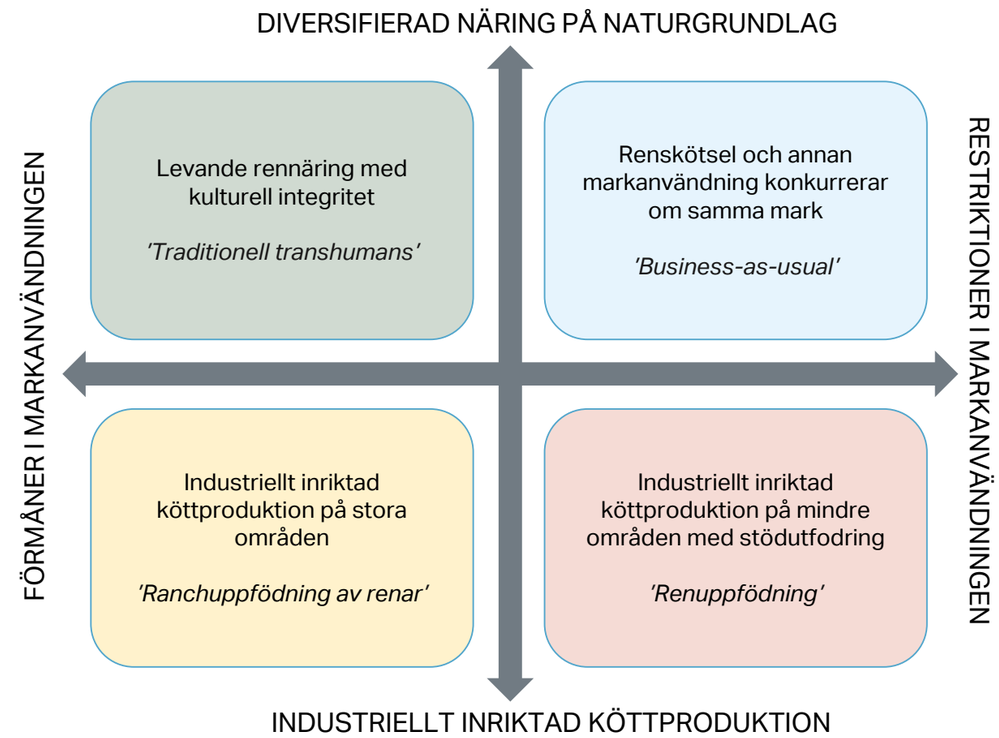
Genom att utveckla vad vi fick veta vid workshopen har vi byggt upp kvalitativa scenarier för potentiella framtida banor för rennäringen med anknytning till tundraregionerna i Fennoskandien. Dessa scenarier inkluderar en komponent som består av samiska traditioner och därför är de inte direkt tillämpliga på de södra delarna av renskötselområdet i Finland.

Det finns potential för rätt olika former av rennäring i framtiden, beroende vilka åtgärder som vidtas och vilka val som görs. Vi har byggt upp fyra scenarier baserade på två huvudsakliga parametrar med anknytning till rennäringen (Fig. 28):

- graden av konkurrens om markanvändningen mellan rennäringen och andra aktiviteter
- andelen av den industriella komponenten i näringen

Dessa parametrar valdes för deras relevans för politiken, med andra ord representerar de utvecklingsriktningar som kan styras med policybeslut särskilt på medellång och lång sikt under kommande decennier.

I scenarierna differentierar vi rennäringen mellan två extrempunkter på parametrarnas axlar. Näringsaxeln sträcker sig mellan industriellt inriktad köttproduktion (”renskötsel på löpande band”) och en diversifierad näring som in-



Figur 28. Fyra scenarier för rennäringens potentiella framtid i norra Fennoskandien. Ytterligare detaljer finns i texten.

kluderar och uppskattar traditionella (samiska) kulturvärden som stöds av de ekosystemtjänster som tundran erbjuder (”naturlig näringskälla”).

I sin industriella form liknar rennäringen en slags ranchuppfödning, där människor och djur lever mer separat och hjordarna hanteras med hjälp av teknik, med mindre årstidsflyttningarna mellan betesmarker och med artificiell utfodring för att minska beroendet av stora betesmarker (Ingold 1980, LaRocque 2014). I jämförelse omfattar diversifierad rennäring traditionell renskötsel med årstidsflyttningar och ser djur och människor som en mer sammanhängande social enhet, där renbetet styrs med mänsklig närvaro och arbete (Ingold 1980, LaRocque 2014). Rörliga renhjordar kunde potentiellt tjäna som det verktyg för naturvård som diskuterades ovan, och samtidigt motarbeta klimatförändringen och stöda den biologiska mångfalden i Fennoskandien. Vår fokus ligger på de renskötselsystem som använder områden på tundran och nära trädgränsen som sommarbeten, eftersom den här typen av system alltid har flyttat mellan betesmarker. Vi noterar emellertid också det faktum att vissa samekulturer utövar stationär renskötsel. Det är fallet särskilt bland skogssamerna, där sommarbeten (öppna myrar) och vinterbeten (torra, lavrika tallskogar

och granskogar med hänglavar) förekommer fläckvis i samma landskap.

Den andra axelns extrempunkter gäller fördelning av markanvändningen. Betesmarkerna och deras egenskaper (jfr Fig. 2) utgör den viktigaste resursen för renskötsel. Fördelningen av mark avspeglar sig särskilt i betesmarkens storlek, fragmentering och kvalitet, och är ofta också den primära orsaken till konflikter mellan intressenter. Fördelningen av mark är ett resultat av politiska beslut och förvaltningsåtgärder som grundar sig på beslutsfattarnas informationsnivå och värdegrund. Därför är det rimligt att man överväger fördelningen av mark mellan olika former av markanvändning; i vilken mån är landskapet reserverat för renskötsel, i motsats till andra aktiviteter såsom skogsbruk, gruvdrift, turism, energiproduktion (reservoarer, vindparker), logistik (kraftledningar, vägar, järnvägar), bebyggelse eller naturvård. Extrempunkterna på axeln sträcker sig från fördelning av mark för kontinuerlig användning för rennäring (”markanvändningsprivilegier”) till fördelning av mark för begränsad markanvändning för renskötsel (”markanvändningsrestriktioner”). Ändringar i fråga om fördelningen av mark syns ofta i renskötseln, till exempel i vilken mån renarna flyttas mellan sommar- och vinterbeten och behovet av stödutfodring. På ett liknande sätt kan emellertid också renskötseln och dess inverkan på landskapet (till exempel överbetning) och andra intressenter (till exempel skördeskador) skapa tryck på att ändra fördelningen av mark.

Scenarioberättelser

Det är viktigt att komma ihåg att scenarier inte har någon sannolikhetskomponent; vilken som helst av våra fyra scenarier eller en blandning av dem – eller något helt annat – kommer så småningom att utvecklas, beror på de beslut som ska fattas. Vilket scenario en person föredrar är en subjektiv bedömning beroende vilken informationsnivå och värdegrund personen har. Själva scenarierna innehåller inga värdeomdömen; de är hypotetiska, logiska exempel på en stor mängd olika möjliga alternativ. De val och handlingar som leder till en framtid är emellertid baserade på normativa värden. Den diskussionen omfattas ändå inte av vår vetenskapliga analys.

Traditionell transhumans

Scenariot med traditionell transhumans omfattar endast lite konkurrens från andra former av markanvändning. Liten konkurrens i fråga om markanvändning antyder att ingen ytterligare fragmentering eller andra former av försämring av betesmarkerna utgör hinder för flyttningen av djuren. Därför upprätthålls eller förbättras omständigheterna kring betesflyttningar mitt under och mellan årstiderna. Många av de utmaningar som renskötarna står inför idag – såsom osäkerheten kring köttpriset, förluster på grund av rovdjur och stödsystemet – skulle emellertid finnas kvar också i framtiden (Tabell 2). Det förekommer inget yttre tryck för att genomdriva viktiga förändringar i fråga om antalet renar och renskötare. Ett viktigt element är samarbetet mellan renskötare och representanter för andra former av markanvändning, såsom gruv- eller skogsbolag, samt administration på regional, nationell och internationell nivå. Om samhällena önskar skydda den traditionella samiska renskötseln, är det nödvändigt att överväga att ta i bruk Nordkalotten som ett betesområde med gemensam förvaltning, eftersom de olika länderna har olika brist och överskott på betesmarker som är optimala för olika årstider. Det skulle också värdesätta kulturtraditioner från tiden före gränserna stängdes i mitten av 1800-talet

(se Kapitel 2). Detta skulle kräva intensivt internationellt samarbete för förvaltning av rennäringen i Fennoskandien (Tabell 2).

Varierande renskötselpraxis och annan markanvändning (business-as-usual)

Scenariot med business-as-usual illustrerar en framtid där en varierande rennäring – inklusive traditionell transhumans och stationär renskötsel – konkurrerar med andra former av markanvändning. Detta är ett business-as-usual scenario. Hög konkurrens om markanvändningen kan leda till att betesmarkerna blir allt mindre till storleken och mer fragmenterade. Andra koexisterande aktiviteter och näringar såsom turism kan erbjuda möjligheter till innovation och samarbete och kan leda till produktion av köttdelikatesser och andra nya renrelaterade produkter. I detta scenario finns det färre renskötare som utövar rennäringen på heltid och därför behövs kompletterande inkomstkällor. Resultatet är att antalet renskötare på heltid minskar något, medan antalet renskötare på deltid ökar.

Ranchuppfödning av renar

Scenariot med ranchuppfödning beskriver en situation där rennäring av industriell typ sammanfaller med låg konkurrens om markanvändningen. I detta scenario överlever den traditionella rennäringen vid sidan av den intensiva ranchuppfödningen, eftersom den kan erbjuda ”traditionella” köttdelikatesser som ett alternativ till de standardprodukter som produceras industriellt. En sådan situation medför två inriktningar – en traditionell och en industriell näring – vilket kan leda till problem, exempelvis med att få stöd för politiken.

På grund av de varierande förhållandena och politiken i de olika länderna och delvis i olika delar av rennäringsområdet, kan utvecklingen variera. Exempelvis i Sverige tillbringar de flesta renbetesenheter som använder tundran på sommaren resten av året i skogbevuxna landskap, som påverkas av hårdhänt industriellt skogsbruk och enorma vattenkraftsprojekt. I de nordligaste delarna av Norge påverkas vinterbetena däremot varken av skogsbruk i stor skala eller av stora vattenkraftsprojekt, eftersom fjällbjörkskogar är värdelösa ur ekonomisk synvinkel och de centrala vattendragen är skyddade i lag.

Renuppfödning

Scenariot med uppfödning visar en kombination av rennäring av industriell typ och hög konkurrens om markanvändningen. En ökning i efterfrågan på renkött, till exempel, skulle tillåta rennäringen att utvecklas i riktning mot en köttproducerande uppfödningsindustri, som skulle sänka priset på renkött till en nivå lite närmare ”vardagliga” köttprodukter. På grund av den hårda konkurrensen om markanvändningen och på marknaden kommer den traditionella rennäringen i sin nuvarande form att minska eller försvinna. Den ersätts med kontrollerad transport av djuren (till exempel på lastbilar) mellan sommar- och vinterbeten samt andra tekniska metoder för att producera mera renkött, såsom ökad uppfödning eller artificiell utfodring eller veterinärbehandlingar. En del renskötare bygger ut sitt företag medan andra är anställda inom den nya typen av ”renindustri” eller av något annat företag, kanske längre söderut. Antalet renskötare på heltid minskar avsevärt och den genomsnittliga hjorden är mycket större. Det totala antalet renar kan också öka.

Tabell 2. En översikt över variablerna i de fyra scenarierna för rennäringens framtid i norra Fennoskandien.

VARIABLER	SCENARIER			
	Traditionell *Vital rennäring med kulturell integritet*	Business-as-usual *Varierande rennäring som konkurrerar om utrymme med annan markanvändning*	Ranchuppfödning *Köttproduktionsindustri i stora enheter*	Uppfödning *Köttproduktionsindustri med kompletterande utfodring i avgränsade enheter*
Rennäringens ekonomi (inkomstperspektiv)	Styrs av renprodukter. Andra inkomstkällor är vanliga.	Ekonomiskt samarbete med andra näringar, såsom turism.	Intensiv ranchuppfödning: lastbilstransporter och kompletterande utfodring. Traditionell renskötsel i minoritet.	Industriell rennäring dominerar. Traditionell renskötsel inte konkurrenskraftig.
Politiskt stöd till traditionella renskötare	Politiskt stöd beror på frekvensen av förluster på grund av predation, trafikolyckor osv.	Ökat behov av politiskt stöd på grund av konkurrerande markanvändning.	Problem med det politiska stödet mellan traditionella renskötare och ranchuppfödare.	Traditionell renskötsel delvis ersatt med lastbilstransporter mellan sommar- och vinterbeten
Samernas rättigheter och självbestämmande, samekulturens överlevnad.	Vital samekultur, säker rätt till mark och inflytande i resurshanteringsbeslut.	Traditionell renskötsel anpassad till konkurrensen om markanvändning. Den traditionella samiska renskötselkulturen står på spel.	Den traditionella samiska renskötselkulturen kämpar på grund av allt mer industrialiserad praxis.	Den traditionella samiska renskötselkulturen är allvarligt hotad på grund av industrialiserad renskötsel.
Planering av efterträdare och fortsättning på rennäringen	Kultur och tradition lockar den unga generationen att fortsätta med näringen.	Den unga generationen väljer ofta annan försörjning än rennäringen.	Ekonomiska motiv kör över traditionerna. Den traditionella rennäringen försvinner.	Kultur och traditioner byts ut mot ekonomiska motiv hos en potentiell efterträdare.
Antal renskötare på heltid	Ingen märkbar skillnad	Liten minskning	Liten minskning	Märkbar minskning
Antal renar, hjordens storlek	Ingen märkbar förändring; årlig/säsongsbetingad variation	Liten minskning	Potentiell ökning; hjordstorleken varierar mellan traditionella renskötare och ranchägare.	Potentiell ökning; stora hjordar ägda av ett fåtal ägare.
Hjordens sammansättning (ålder & könskvot)	Utifrån samiska kulturella preferenser: större andel sarvar och härkar än idag och än i de övriga scenarierna.	Hjordarnas diversitet återspeglar diversiteten i konkurrensen om markanvändning och situationen på köttmarknaden.	Hjordarnas diversitet återspeglar diversiteten mellan traditionell renskötsel och ranchuppfödning.	Inriktad på maximerad produktionskapacitet anpassad för jordbruket: stor andel vajor och kalvar.
Samarbete med andra intressegrupper	Nya former av internt och externt samarbete tillåter flexibilitet för hjordens rörlighet.	Samarbete med andra intressegrupper/markanvändare.	Ökande samarbete mellan samiska och andra intressenter.	Samarbete med intressenter utanför traditionell samisk renskötsel.
Anpassningsförmåga till ekosystem och förändringar i markanvändningen	Hög. Traditionell renskötsel drar nytta av tillgången till ett stort markområde.	Låg. Traditionell renskötsel lider av att landskapet är fragmenterat.	Mellanliggande. Ranchuppfödning har högre anpassningsförmåga än traditionell renskötsel.	Hög. Det fragmenterade landskapet påverkar inte uppfödningen.
Teknik och användning av innovativa strategier	Ny teknisk innovation infiltrerar traditionell renskötsel stegvis.	Ny teknisk innovation används när tillgänglig.	Ny teknisk innovation används och utvecklas när möjligt.	Ny teknisk innovation utvecklas inom den industriella rennäringen.
Renköttets ställning på marknaden	Köttdelikatesser marknadsförs i olika djurklasser (fullvuxna, kalvar) och som olika styckningsdelar.	Produkter anpassas till köttindustrins behov.	Mångfald av produkter: olika djurdelar och kvaliteter säljs till olika pris	Standardprodukters pris jämförbart med annat kött. Ingen märkning med ”organisk/miljövänlig produktion”.

Slutsatser

Våra scenarier har illustrerat ett brett spektrum av potentiell framtida utveckling av rennäringen i tundraregionen i norra Fennoskandien. Maktförhållanden i förvaltningen av rättigheter och markanvändning verkar vara avgörande för rennäringens framtid (Kapitel 6). Denna aspekt framhävdes av renskötarna vid workshoparna, då de betonade de allt större miljömässiga och antropogena utmaningarna som påverkar den ekologiska, socioekonomiska, politiska och kulturhistoriska dimensionen av deras näring på breda spatiala och temporala skalor (Kapitel 5).

Idag tävlar rennäringen om utrymme med flera andra former av markanvändning. Betesmarker som blir allt mindre till storleken och mer fragmenterade pressar renskötarna att använda all tillgänglig mark till bete (Kapitel 5). Därför påverkas rennäringens framtid på en tundra som hela tiden förändras (Kapitel 3 och 4) av policybeslut som inverkar på vilka element i det socio-ekologiska systemet som ska prioriteras eller försvagas, till exempel stärkande av nyckelarter i ekosystemet för att systemet ska kunna återhämta sig.

Den potentiella strategin att använda renbete som ett ”verktyg för naturvård” grundar sig på renens ekologi: selektivt bete av preferade växtarter under olika årstider i olika habitat, samt dess växtarters reaktion på betestryck (Kapitel 4). Herbivorernas top-down inverkan på växter är ändå inte den enda faktorn som påverkar var och när växter kan etablera sig på tundran, eftersom strukturen på olika abiotiska processer (till exempel markförhållanden, vegetationsperiod) formar bottom-up restriktioner och alternativ för etablering av plantor (Kapitel 5). Följaktligen kan bete och abiotiska faktorer tillsammans starkt påverka spridningen av ett växtsamhälle i samband med miljöförändring. Det är denna interaktion som potentiellt kan formas och anpassas av renskötarna för att nå sin fulla ”naturvårdspotential”. Viktiga variabler som människans beslutsfattande kan påverka inkluderar antalet renar och individtätheten på specifika platser vid specifika tider. I verkligheten innebär dessa beslut ofta en kompromiss.

För att öka kapaciteten att hitta tillfredsställande kompromisser för alla inblandade intressenter verkar integrationen av olika kunskapstyper som behövs för att forma gemensamma handlingar nödvändig med tanke på främjandet av hållbar förvaltning av rennäringens socio-ekologiska system i norra Fennoskandien.

Dessa processer kan skapa nya förvaltningsbeslut och institutioner med kontaktytor mellan vetenskap och politik, som kan bygga upp förtroendet för politiska beslut och öka samförståndet mellan alla parter i en bred social kontext (Kapitel 5).

Sammanfattning av de huvudsakliga resultaten

- De senaste klimatprognoserna tyder på att temperaturen år 2070 är tillräckligt hög (> 10 °C i genomsnitt under sommaren) för att träd ska växa i nästan hela norra Fennoskandien. Tack vare det allt varmare klimatet kommer buskar och träd att kunna växa fortare och därför minska området med tundra betydligt.
- Enligt prognosen kommer den höjda temperaturen om våren att öka snösmältningen. I kombination med utbredningen av en allt tätare buskvegetation kan detta innebära en avsevärd minskning av reflexionsförmågan (albedo), och ha en positiv inverkan på den globala klimatuppvärmningen. Genom att förebygga förbuskningen och bevara den cirkumpolära tundran med sin höga albedo kan man alltså bidra till att minska klimatförändringen.
- Herbivorer (växtätare) har en stor inverkan på både tundran och fjällbjörkskogen. De viktigaste herbivorerna är stora däggdjur (ren), små däggdjur (gnagare) och insekter (mätare). Den exakta effekten av djuren varierar emellertid mellan olika djurgrupper och påverkas av populationsdynamiken, årstiderna, väderleken och vegetationssamhällena, samt beror också på den sammantagna inverkan av olika djurgrupper.
- Renbete kan motverka förbuskningen på grund av klimatet. Inverkan på vedväxterna är maximal om renar får beta i ett område i juni och början av juli.
- Betet påverkar den biologiska mångfalden bland växterna. Renarna bidrar till att hålla tundran öppen genom att förebygga spridningen av träd, höga buskar och örter. Detta är en förutsättning för att många arktiska växtarter ska överleva. Bete kan också skada dessa växter, men nettoeffekten av intensivt sommarbete kan bli positiv på populationsnivå.
- Ur ett transdisciplinärt perspektiv är tundran inte endast en biom, utan också ett socio-ekologiskt system (SES) som inkluderar människor och deras aktiviteter, bland annat rennäringen.
- Beslutsfattandet innefattar olika sidor av detta komplicerade socio-ekologiska system och är därför alltid en kompromiss och en fråga om värderingar och åsikter.
- Det finns avsevärda juridiska och administrativa skillnader mellan Finland, Norge och Sverige inom lokal-, regional- och statsförvaltningen i frågor som gäller rennäringen. De förutspådda klimatförändringarna och förändringarna i samhällena skapar en efterfrågan som kräver att rennäringen anpassas till omvälvningarna.
- Framtiden är inte förutbestämd utan utfallet beror på en kedja av beslut och handlingar. Olika framtidsscenarier för de socio-ekologiska systemet inklusive rennäringen kan alltså förutses beroende på omständigheter, beslut och handlingar. Scenarierna i denna rapport byggdes upp kring två parametrar: markanvändning och rennäringens karaktär. Fyra scenarier utarbetades om rennäringens framtid: ”traditionell”, ”business-as-usual”, ”ranchuppfödning” och ”uppfödning”.
- Det rådande spända förhållandet mellan intressegrupperna – inklusive renskötare, andra markanvändare, samer och andra privatpersoner och förvaltningen – härrör från utmaningarna i att på en gång värdera mångahanda ekologiska, kulturella, sociala och ekonomiska frågor. Spänningen kan utgöra ett hinder för en givande dialog och genomförbara beslut, och kan leda till en framtid som är icke önskvärd för många eller rentav alla parter. Interaktionen är bristfällig och dialogen mellan intressenterna är varken tillräcklig eller likvärdig. Ur renskötarens synvinkel utgör den mångtydiga lagstiftningen och bristen på självbestämmande hot mot näringen.
- För att förbättra kvaliteten på beslutsfattandet behövs mer och bättre interaktion mellan intressenterna. Framtidens markanvändning och näringar borde planeras och åtgärder vidtas i samarbete mellan de olika intressenterna. Den historiska misstänksamheten mellan parterna kunde överbryggas genom att inrätta en neutral gränsorganisation som medlare.

Referenser

Ahti T, Hämet-Ahti L & Jalas J 1968. Vegetation zones and their sectors in northwestern Europe. *Annales Botanici Fennici* 5, 169–211.

Allard C 2011. The Nordic countries' law on Sámi territorial rights. *Arctic Review on Law and Politics* 3, 159–183.

Ammunét T, Kaukoranta T, Saikkonen K, Repo T, & Klemola T 2012. Invading and resident defoliators in a changing climate: cold tolerance and predictions concerning extreme winter cold as a range-limiting factor. *Ecological Entomology* 37, 212–220.

Aunapuu M, Dahlgren J, Oksanen T, Grellmann D, Oksanen L, Olofsson J, Rammul Ü, Schneider M, Johansen B & Hygen H O 2008. Spatial patterns and dynamic responses of arctic food webs corroborate the exploitation ecosystems hypothesis (EEH). *The American Naturalist*, *171*(2), 249–262.

Aspholm P, Wielgolaski FE & Makarova, O 2008. MODIS-NDVI-based mapping of the length of the growing season in northern Fennoscandia. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 10, 253–266.

Benjaminsen T A, Gaup E I M & Nils S M (eds.) 2016. *Samisk reindrift, norske myter*. [Sámi reindeer husbandry, Norwegian myths]. Fagbokforlaget. Bergen. In Norwegian.

Bergman I, Zackrisson O & Liedgren L. 2013. From hunting to herding: Land use, ecosystem processes, and social transformation among Sami AD 800–1500. *Arctic Anthropology* 50, 25–39.

Berkes F 2012. *Sacred ecology*. Routledge.

Bernes C, Bråthen K A, Forbes B C, Speed J D M & Moen J 2015. Impacts of reindeer on arctic and alpine vegetation. *Summary of Systematic Review SR1. EviEM*, Stockholm.

Biuw M, Jepsen J U, Cohen J, Ahonen S H, Tejesvi M, Aikio S, Wäli P R, Vindstad O P L, Markkola A & Ims R A 2014. Long-term Impacts of Contrasting Management of Large Ungulates in the Arctic Tundra-Forest Ecotone: Ecosystem Structure and Climate Feedback. *Ecosystems* 17, 890–905.

Bjørklund I 2013. Domestication, reindeer husbandry and the development of Sámi pastoralism. *Acta Borealia* 30, 174–189.

Bråthen K A, Ims R A, Yoccoz N G, Fauchald P, Tveraa T & Hausner V H 2007. Induced shift in ecosystem productivity? Extensive scale effects of abundant large herbivores. *Ecosystems* 10, 773–789.

Cohen J, Pulliainen J, Ménard C B, Johansen B, Oksanen L, Luojus K & Ikonen J 2013. Effect of reindeer grazing on snowmelt, albedo and energy balance based on satellite data analyses. *Remote Sensing of Environment* 135, 107–117.

Cramér T & Ryd L 2012. *Tusen år i Lappmarken: Juridik, skatter, handel och storpolitik*. Ord&Visor Förlag.

Dickinson R E 1983. Land surface processes and climate-surface albedos and energy balance. *Advances in Geophysics* 25, 305–353.

Dynesius M & Jansson R 2000. Evolutionary consequences of changes in species' geographical distributions driven by Milankovitch climate oscillations. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97, 9115–9120.

Ekerholm P, Oksanen L & Oksanen T 2001. Long-term dynamics of voles and lemmings at the timberline and above the willow limit as a test of theories on trophic interactions. *Ecography* 24, 555–568.

Forbes B C 2013. Cultural resilience of social-ecological systems in the Nenets and Yamal-Nenets Autonomous Okrugs, Russia: A focus on reindeer nomads of the tundra. *Ecology and Society* 18(4), 36. doi.org/10.5751/ES-05791-180436.

Forbes B C, Bölter M, Gunslay N, Hukkinen J, Konstantinov Y, Müller F & Müller-Wille L (eds.) 2006. Reindeer management in northernmost Europe: linking practical and scientific knowledge in social-ecological systems. *Ecological Studies* 184, 1–397.

Forbes B C, Stammler F, Kumpula T, Meschtyb N, Pajunen A & Kaarlejärvi E 2009. High resilience in the Yamal-Nenets social–ecological system, West Siberian Arctic, Russia. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106, 22041–22048.

Gallopín G C 2002. Planning for resilience: scenarios, surprises, and branch points. *In*: Gunderson LH & Holling CS (Eds): *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*, 361–392. Island Press.

Hausner V H, Fauchald P, Tveraa T, Pedersen E, Jernsletten J-L L, Ulvevadet B, Ims R A, Yoccoz N, Bråthen K A 2011. The Ghost of Development Past: the Impact of Economic Security Policies on Saami Pastoral Ecosystems. *Ecology and Society* 16: 4. dx.doi.org/10.5751/ES-04193-160304

Helle T P & Jaakkola L M 2008. Transitions in herd management of semi-domesticated reindeer in northern Finland. *Annales Zoologici Fennici* 45, 81–101.

Helle T & Kojola I 2006. Population trends of semi-domesticated reindeer in Fennoscandia—evaluation of explanations. *In:* Forbes B C, Bölter M, Gunslay N, Hukkinen J, Konstantinov Y, Müller F & Müller-Wille L (eds.): *Reindeer management in northernmost Europe*, 319–339. Springer Berlin Heidelberg.

Herrmann T M, Sandström P, Granqvist K, D'Astous N, Vannar J, Asselin H, Saganash N, Mameamskum J, Guanish G, Loon J-B & Cuciurean R 2014. Effects of mining on reindeer/caribou populations and indigenous livelihoods: community-based monitoring by Sami reindeer herders in Sweden and First Nations in Canada. *The Polar Journal* 4, 28–51.

Hijmans R J, Cameron S E, Parra J L, Jones P G & Jarvis A 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25, 1965–1978.

Hinkel J, Bots P W & Schlüter M 2014. Enhancing the Ostrom social-ecological system framework through formalization. *Ecology and Society 19*(3), 51.

Holtmeier F-K & Broll G 2005. Sensitivity and response of northern hemisphere altitudinal and polar treelines to environmental change at landscape and local scales. *Global Ecology and Biogeography* 14, 395–410.

Huttunen L, Blande J D, Li T, Rousi M & Klemola T 2013. Effects of warming climate on early-season carbon allocation and height growth of defoliated mountain birches. *Plant Ecology*, *214*(3), 373–383.

Huttunen L, Niemelä P, Ossipov V, Rousi M & Klemola T 2012. Do warmer growing seasons ameliorate the recovery of mountain birches after winter moth outbreak? *Trees 26*, 809–819.

Ingold T 1980. *Hunters, pastoralists and ranchers*. Cambridge University Press.

IPCC 2013a. Summary for Policymakers. In: Stocker T F, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen S K, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V & Midgley P M (eds.): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC 2013b. Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections. (eds.): van Oldenborgh G J, Collins M, Arblaster J, Christensen J H, Marotzke J, Power S B, Rummukainen M & Zhou T. In: Stocker T F, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen S K, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V & Midgley PM (eds.): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Jepsen J U, Hagen S B, Ims R A & Yoccoz N G 2008. Climate change and outbreaks of the geometrids Operophtera brumata and Epirrita autumnata in subarctic birch forest: evidence of a recent outbreak range expansion. *Journal of Animal Ecology* 77, 257–264.

Jepsen J U, Kapari L, Hagen S B, Schott T, Vindstad O P L, Nilssen A C & Ims R A 2011. Rapid northwards expansion of a forest insect pest attributed to spring phenology matching with sub-Arctic birch. *Global Change Biology* 17, 2071–2083.

Jepsen J U, Biuw M, Ims R A, Kapari L, Schott T, Vindstad O P L & Hagen S B 2013. Ecosystem impacts of a range expanding forest defoliator at the forest-tundra ecotone. *Ecosystems*, *16*(4), 561–575.

Jylhä K, Fronzek S, Tuomenvirta H, Carter T R & Ruosteenoja K 2008. Changes in frost, snow and Baltic sea ice by the end of the twenty-first century based on climate model projections for Europe. *Climatic Change 86*, 441–462.

Kaarlejärvi E & Olofsson, J 2014. Concurrent biotic interactions influence plant performance at their altitudinal distribution margins. *Oikos* 123, 943–952.

Kaarlejärvi E, Eskelinen A & Olofsson J 2013. Herbivory prevents positive responses of lowland plants to warmer and more fertile conditions at high altitudes. *Functional Ecology* 27, 1244–1253.

Karlsen S R, Tolvanen A, Kubin E, Poikolainen J, Høgda K A, Johansen B, Danks F S, Aspholm P, Wielgolaski F E & Makarova O 2008. MODIS-NDVI-based mapping of the length of the growing season in northern Fennoscandia. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 10, 253–266.

Karlsen S R, Jepsen J U, Odland A, Ims R A & Elvebakk A 2013. Outbreaks by canopy-feeding geometrid moth cause state-dependent shifts in understorey plant communities. *Oecologia* 173, 859–870.

Keskitalo E C H, Horstkotte T, Kivinen S, Forbes B & Käyhkö J 2016. "Generality of mis-fit"? The real-life difficulty of matching scales in an interconnected world. *Ambio* 45, 742–752.

Kivinen S, Moen J, Berg A & Eriksson Å 2010. Effects of modern forest management on winter grazing resources for reindeer in Sweden. *Ambio* 39, 269–278.

Korhola A, Vasko K, Toivonen H T & Olander H 2002. Holocene temperature changes in northern Fennoscandia reconstructed from chironomids using Bayesian modelling. *Quaternary Science Reviews*, *21*, 1841–1860.

Landbruksdirektoratet 2016. Ressursregnskap for reindriftsnæringen for reindriftsåret 1. april 2014 – 31. mars 2015. *<www.reindrift.no/asset/6891/1/6891_1.pdf>*

LaRocque O 2014. Revisiting distinctions between ranching and pastoralism: A matter of interspecies relations between livestock, people, and predators. *Critique of Anthropology 34*, 73–93.

Larsen J N, Anisimov O A, Constable A, Hollowed A B, Maynard N, Prestrud P, Prowse T D & Stone J M R 2014. Polar regions. *In:* Barros V R, Field C B, Dokken D J, Mastrandrea M D, Mach K J, Bilir T E, Chatterjee M, Ebi K L, Estrada Y O, Genova R C, Girma B, Kissel E S, Levy A N, MacCracken S, Mastrandrea P R & White L L (eds.): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working*

Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 1567-1612. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Lilleøren K S, Etzelmüller B, Schuler T V, Gisnås K & Humlum O 2012. The relative age of mountain permafrost—estimation of Holocene permafrost limits in Norway. *Global and Planetary Change 92*, 209–223.

Lundmark L 1982. *Uppbörd, utarmning, utveckling: det samiska fångstsamhällets övergång till rennomadism i Lule lappmark* (Vol. 14). Arkiv för studier i arbetarrörelsens historia.

Löf A 2013 Examining limits and barriers to climate change adaptation in an Indigenous reindeer herding community. *Climate and development 5*, 328–339.

McGinnis M D & Ostrom E 2014. Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society*, *19*(2), 30.

MELA 2016. Maatalousyrittäjien eläkelaitos (The Farmers' Social Insurance Institution, Finland). *<asp.hci.fi/mela/tilastot.nsf/7355799fbb8212d4c2256b4800292031/26c2655525be249fc225684d004e3b29?OpenDocument>*. Accessed 14.11.2016.

Ménard C B, Essery R & Pomeroy J 2014a. Modelled sensitivity of the snow regime to topography, shrub fraction and shrub height. *Hydrology and Earth System Sciences* 18, 2375–2392.

Ménard C B, Essery R, Pomeroy J, Marsh P & Clark D B 2014b. A shrub bending model to calculate the albedo of shrub-tundra. *Hydrological Processes* 28, 341–351.

Mikkonen S, Laine M, Mäkelä H M, Gregow H, Tuomenvirta H, Lahtinen M & Laaksonen A. 2015. Trends in the average temperature in Finland, 1847–2013. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 29(6), 1521–1529.

Moen J & Keskitalo E C H 2010. Interlocking panarchies in multi-use boreal forests in Sweden. *Ecology and Society* 15(3), 17.

Nelson D R, Adger W N & Brown K 2007. Adaptation to environmental change: contributions of a resilience framework. *Annual review of Environment and Resources* 32, 395-419.

Olofsson J, Kitti H, Rautiainen P, Stark S & Oksanen L 2001. Effects of summer grazing by reindeer on composition of vegetation, productivity and nitrogen cycling. *Ecography* 24, 13–24.

Olofsson J, Stark S & Oksanen L 2004. Reindeer influence on ecosystem processes in the tundra. *Oikos* 105, 386–396.

Olofsson J & Oksanen L 2005. Effects of reindeer density on plant diversity in the Fennoscandian mountain chain. *Rangifer* 25, 5–18.

Olofsson J, Oksanen L, Callaghan T, Hulme P E, Oksanen T & Suominen O 2009. Herbivores inhibit climate-driven shrub expansion on the tundra. *Global Change Biology*, 15(11), 2681–2693.

Ostrom E 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419–422.

Ostrom E 2011. Background on the Institutional Analysis and Development Framework. *The Policy Studies Journal* 39, 7–27.

Paine R 1994. Herds of the Tundra. *A Portrait of Saami Reindeer Pastoralism*. Washington DC and London: Smithsonian Institution Press.

Pärtel M 2002. Local plant diversity patterns and evolutionary history at the regional scale. *Ecology* 83, 2361–2366.

Regeringen 2009. Konvention mellan Sverige och Norge om gränsöverskridande renskötsel. [Convention between Sweden and Norway on trans-border reindeer husbandry]. *<www.regeringen.se/informationsmaterial/2009/02/konvention-mellan-sverige-och-norge-om-gransoverskridande-renskotsel/>*. Accessed 01/04/2016. In Swedish and Norwegian.

Reindriftsforvaltningen 2013. Ressursregnskap for reindriftsnæringen for reindritsåret 1. April 2011–31. Mars 2012. Alta.

Reinert H & Benjaminsen T A 2015. Conceptualising resilience in Norwegian Sámi reindeer pastoralism. *Resilience* 3, 95–112.

Ruffino L, Oksanen T, Hoset K S, Tuomi M, Oksanen L, Korpimäki E, Bugli A, Hobson K A, Johansen B & Mäkynen A 2015. Predator-rodent-plant interactions along a coast-inland gradient in Fennoscandian tundra. *Ecography* 39, 871–883.

Ruohomäki K, Tanhuanpää M, Ayres MP, Kaitaniemi P, Tammaru T & Haukioja E 2000. Causes of cyclicity of *Epirrita autumnata* (Lepidoptera, Geometridae): grandiose theory and tedious practice. *Population Ecology* 42, 211–223.

Saccone P & Virtanen R 2016. Extrapolating multi-decadal plant community changes based on medium-term experiments can be risky: evidence from high-latitude tundra. *Oikos* 125, 76–85.

Schwartz P 1991. The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World.

Saetnan E R, Gjershaug J O & Batzli G O 2009. Habitat use and diet composition of Norwegian lemmings and field voles in central Norway. *Journal of Mammalogy*, *90*(1), 183–188.

SSR 2012. SSRs policydokument inför framtagandet av en ny samepolitk [SSRs policy document for new Sámi politics]. *<www.sapmi.se/positionsdokument_samepolitik.pdf>* Accessed 08/11/2012. In Swedish.

Statnett 2015. *<www.statnett.no/Nettutvikling/Balsfjord---Hammerfest/>* (accessed 10th November 2015).

Storeheier P V, Van Oort B E H, Sundset M A & Mathiesen S D 2003. Food intake of reindeer in winter. *The Journal of Agricultural Science* 141, 93–101.

Tenow O 1972. The outbreaks of Oporinia autumnata Bkh. and Operophthera spp. (Lep. Geometridae) in the Scandinavian mountain chain and northern Finland 1862–1968. *Zoologiska Bidrag från Uppsala* (Suppl. 2), 1–107

Tenow O & Nilssen A 1990. Egg cold hardiness and topoclimatic limitations to outbreaks of Epirrita autumnata in northern Fennoscandia. *Journal of Applied Ecology* 27(2), 723–734.

Tuhkanen S 1980. Climatic parameters and indices in plant geography. *Acta Phytogeographica Suecica* 67, 1–105.

Turchin P & Batzli G O 2001. Availability of food and the population dynamics of arvicoline rodents. *Ecology* 82, 1521–1534.

Turchin P, Oksanen L, Ekerholm P, Oksanen T & Henttonen H 2000. Are lemmings prey or predators?. *Nature* 405, 562–565.

Tveito O E, Førland E J, Alexandersson H, Drebs A, Jónsson T, Tuomenvirta H & Vaarby Laursen E 2001. *Nordic climate maps*. DNMI Report 06/01. Oslo, Norway.

Tyler N J C, Turi J M, Sundset M A, Strøm Bull K, Sara M N, Reinert E, Oskal N, Nellemann C, McCarthy J J, Mathiesen S D, Martello M L, Magga O H, Hovelsrud G K, Hanssen-Bauer I, Eira N I, Eira I M G & Corell R W 2007. Saami reindeer pastoralism under climate change: applying a generalized framework for vulnerability studies to a sub-arctic social–ecological system. *Global Environmental Change* 17, 191–206.

Tømmervik H, Dunfjeld S, Olsson G A & Nilsen M Ø 2010. Detection of ancient reindeer pens, cultural remains and anthropogenic influenced vegetation in Byrkije (Børgefjell) mountains, Fennoscandia. *Landscape and Urban Planning* 98, 56–71.

Uboni A, Horstkotte T, Kaarlejärvi E, Sévêque A, Stammler F, Olofsson J, Forbes B C & Moen J 2016. Long-Term Trends and Role of Climate in the Population Dynamics of Eurasian Reindeer. *PloS one*, *11*(6), p.e0158359.

Ulvevadet B 2008. Management of reindeer husbandry in Norway – power-sharing and participation. *Rangifer* 28, 53–78.

Ulvevadet B & Klokov K 2004. *Family-based reindeer herding and hunting economies, and the status and management of wild reindeercaribou populations*. Centre for Saami Studies. Tromsö.

Van Vuuren D P, Edmonds J, Kainuma M, Riahi K, Thomson A, Hibbard K, Hurtt G C, Kram T, Krey V, Lamarque J-F, Masui T, Meinshausen M, Nakicenovic N, Smith S J & Rose S K 2011. The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change* 109, 5–31.

Virtanen R, Oksanen L, Oksanen T, Cohen J, Forbes BC, Johansen B, Käyhkö J, Olofsson J, Pulliainen J & Tømmervik H 2016. Where do the treeless tundra areas of northern highlands fit in the global biome system: Towards an ecologically natural subdivision of the tundra biome. *Ecology & Evolution* 6(1), 143-158.

Virtanen T, Neuvonen S & Nikula A. 1998. Modelling topoclimatic patterns of egg mortality of *Epirrita autumnata* (Lepidoptera: Geometridae) with a geographical information system: predictions for current climate and warmer climate scenarios. *Journal of Applied Ecology* 35, 311–322.

Walker D S, Bllings W D & de Molenaar J G 2001. Snow–vegetation interactions in tundra environment. *In:* Jones H G, Pomeroy J W, Walker D A & Hoham R W (eds.): *Snow Ecology*, 266–324. Cambridge University Press.

Weladji R B & Holand Ø 2003. Global climate change and reindeer: effects of winter weather on the autumn weight and growth of calves. *Oecologia* 136, 317–323.

Worldclim 2015. *<www.worldclim.org>*.

Xie Y, Sha Z & Yu M 2008. Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review. *Journal of Plant Ecology* 1, 9–23.

Ylänne H, Stark S & Tolvanen A 2015. Vegetation shift from deciduous to evergreen dwarf shrubs in response to selective herbivory offsets carbon losses: evidence from 19 years of warming and simulated herbivory in the subarctic tundra. *Global change biology* 21, 3696–3711.

Young A B, Cairns D M, Lafon C W & Moen J 2014. Geometrid moth outbreaks and their climatic relations in northern Sweden. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 46, 659–668.

Åhman B, Svensson K & Rönnegård L 2014. High female mortality resulting in herd collapse in free-ranging domesticated reindeer *(Rangifer tarandus tarandus)* in Sweden. *PLoS ONE* 9(10): e111509. doi:10.1371/journal.pone.0111509

Bilaga 1

Förteckning över samebyar (jfr Fig. 5)

	Norge	Sverige	Finland
1	Østre Sør-Varanger	Könkämä	Kaldoaivi
2	Pasvik	Lainiovuoma	Paistunturi
3	Vestre Sør-Varanger	Saarivuoma	Näätämö
4	Várjjantnjárga	Talma	Vätsäri
5	Rákkonjárga	Gabna	Muddusjärvi
6	Olggut Corga/Oarje-Deatnu	Laevas	Käsivarsi
7	Lágesduottar	Girjas	Muotkatunturi
8	Karasjoka nuartebealli	Baste cearru	Paatsjoki
9	Spierttanjárga	Unna Tjerusj	Hammastunturi
10	Spierttagáisá	Sirges	Ivalo
11	Kárájoga Oarjjabealli	Jåhkågaska tjiellde	Näkkälä
12	Nuorttabealli	Tuorpon	Sallivaara
13	Guovdajohtolat	Luokta-Mávas	Lappi
14	Gearretnjárga	Semisjaur-Njarg	Kuivasalmi
15	Fiettar	Svaipa	Kyrö
16	Beaskádas	Gran	Muonio
17	Seainnus/ Návggastat	Ran	Kemin_Sompio
18	Oarjjabealli	Ubmeje tjeälddie	Sattasniemi
19	Fálá/ Kvaløy	Vapsten	Oraniemi
20	Nuorta-Sievju	Vilhelmina norra	Alakylä
21	Oarjea-Sievju	Vilhelmina södra	Pohjois-Salla
22	Lakkonjárga	Voernese	Syväjärvi
23	Orda	Ohredahke	Kolari
24	Spalca	Raedtievaerie	Salla
25	Stierdná	Jijnjevaerie	Pyhä-Kallio
26	Ábborra	Jovnevaerie	Hirvasniemi
27	Joahkonjárga	Njaarke	Jääskö
28	Beahcegealli	Kall	Poikajärvi
29	Sállan	Handölsdalen	Orajärvi
30	Cuokcavuotna	Tåssåsen	Palojärvi
31	Fávrrosorda	Mittådalen	Vanttaus
32	Cohkolat	Ruvhten sijte	Lohijärvi
33	Silvvetnjárga	Idre	Narkaus
34	Seakkesnjárga ja Silda	Vittangi	Tolva
35	Skárfvággi	Gällivare	Alakitka
36	Bassevuovdi	Serri	Timisjärvi
37	Uløy	Udtja	Niemelä
38	Árdni / Gávvir	Ståkke	Posion_Livo
39	Rosta	Maskaure	Oivanki
40	Dividalen	Västra Kikkejaure	Akanlahti
41	Rendalen	Östra Kikkejaure	Isosydänmaa
42	Ivguláhku/Lakselvdalen/Lyngdalen	Mausjaure	Mäntyjärvi
43	Altevatn	Malå	Kuukas
44	Vannøy	Muonio	Kallioluoma
45	Reinøya	Sattajärvi	Pudasjärven_Livo
46	Tromsdalen	Tärendö	Taivalkoski
47	Mauken	Korju	Hossa-Irni
48	Ringvassøy	Pirttijärvi	Oijärvi
49	Rebbenesøy	Ängeså	Ikonen
50	Fagerfjell	Kalix	Jokijärvi
51	Kvaløy	Liehittäjä	Pintamo
52	Gielas		Pudasjärvi
53	Hjerttind		Kollaja
54	Skjomen		Näljänkä
55	Nord-Senja		Kiiminki
56	Grovfjord		Halla
57	Sør-Senja		
58	Frostisen		
59	Tjeldøy		
60	Balvatn		
61	Kongsvikdalen		
62	Stajggo / Hábmer		
63	Duokta		
64	Kanstadfjord / Vester Hinnøy		
65	Saltfjellet		
66	Ildgruben		
67	Byrkie		
68	Hestmannen/Strandtindene		
69	Låarte		
70	Røssåga / Toven		
71	Tjåehkere sijte		
72	Jillen-Njaarke		
73	Voengelh-Njaarke		
74	Svahke		
75	Skæhkere		
76	Åarjel-Njaarke		
77	Femund		
78	Gasken-Laante		
79	Riast / Hylling		
80	Essand		
81	Fovsen-Njaarke		

Bilaga 2

Beskrivningar av vegetationsklass (jfr Fig. 9)

1. **Barrskogar.** Högproduktiva skogstyper med en tät krontäckning av gran och tall. Granskogar utvecklas på friska underliggande jordlager, medan tallskogar är vanliga på torr moränjord. I Skandinavien påverkas barrskogarna i hög grad av avverkning.
2. **Blåbärs-/ängsbjörkskogar.** Skogar med många arter, kännetecknas av gräs, örter och blåbär i fältskiktet. I norra Skandinavien domineras trädskiktet av björk, ofta tillsammans med gråal, rönnbär och högvuxen vide. I ängsbjörkskogar är bottenskiktet dåligt utvecklat, medan mossor är vanliga i blåbärsskogar.
3. **Fjällbjörkskogar.** Björkskogar utvecklade på näringsfattig underliggande jord. Två olika skogstyper utgör kärnan i enheten: den ena kännetecknas av ljung, dvärgbuskar och mossor, medan den andra ofta domineras av lavar. Lavarna är viktiga som foder för renar under vintern. Största utbredningen finns i inlandet i norra Skandinavien.
4. **Mossar och myrar.** Mossar och myrar kännetecknas av ett torvlager och en hög grundvattennivå under hela vegetationsperioden. Strukturella skillnader möjliggör ytterligare indelning i palsar, flark-rikkärr, rikkärrs-tallkärr och starr-fattigkärr. Rikkärr med gyttjebotten är myrkomplexens våtaste del. Mossar och myrar är vanligast i de östra delarna av norra Fennoskandien.
5. **Klippor, barmark och blockfält.** Enheten omfattar olika typer av områden helt utan eller med sparsam vegetation, oftast belägna i höga bergsregioner. I enheten ingår också kala klippor och oskyddade fjällryggar i de mellan- och lågalpina zonerna. I låglandsområden omfattar enheten kala klippor längs kusten och olika typer av exploaterade områden.
6. **Ljungåsar.** Åsvegetation förekommer i de mellan- och lågalpina zonerna i fjällregioner. Olika typer av *Dryas octopetala*-samhällen är kännetecknande för kalkstensåsar, medan ljungväxter (Empetrum) är vanliga på näringsfattig underliggande jord.
7. **Lavhedar.** Lavhedar finns i inlandet i norra Fennoskandien. Fältskiktet kännetecknas av ljungväxter, medan tjocka lavmattor dominerar i bottenskiktet. I stora områden i norra Fennoskandien har lavhedarna tillstånd försämrats märkbart under de senaste decennierna på grund av det stora betestrycket från renar.
8. ***Betula nana* hedar.** Denna enhet kännetecknas av busksnår som består av dvärgbjörk (*Betula nana*) och ripvide. Bottenskikten är ofta täckta av lavar. Största utbredningen finns i inlandet i Skanderna. Kusthedarna i västra Norge är till en viss del inkluderade i enheten.
9. **Fjällängar.** Enheten omfattar artrika samhällen i fjällregionen, oftast i områden med kalkrik underliggande jord. Snötäcket är måttligt under vintern. Störst är skillnaden mellan låg- och högvuxna örter och gräsrika samhällen.
10. **Snölegor.** Dessa samhällen finns i sänkor med tjockt snötäcke under vintern. Växter i snöfläckar har en förkortad vegetationsperiod och måste klara av att växa, blomma och sätta frö på bara några veckor. Största utbredningen finns i västliga bergsområden med ett tungt snötäcke som ligger kvar länge. Flera samhällstyper kan avskiljas beroende på hur länge snön ligger kvar och på den underliggande jordens näringshalt.
11. **Glaciärer, snöfläckar.** Denna enhet omfattar glaciärer och områden där snötäcket ligger kvar länge. Denna enhet är huvudsakligen belägen i höga bergsregioner.
12. **Jordbruk.** Enheten omfattar olika typer av jordbruksområden med ängar, betesmarker samt åkrar med ettåriga och permanenta grödor. Kartans spektralinnehåll är extremt heterogent och separationen görs huvudsakligen med stöd av tilläggsdata.
13. **Bebyggda områden.** Denna enhet omfattar olika typer av bebyggda områden.
14. **Vatten.** Denna enhet omfattar oceaner, insjöar och breda älvar.

Ordlista

Albedo	Fraktionen av solstrålning som reflekteras av ett objekt. Mörka objekt har en låg albedo och absorberar mycket energi samt ökar energibalansen i sin omgivning. Ljusa objekt har en hög albedo och reflekterar stora mängder energi.
Anpassning	Handlingar och beslut som en reaktion på förändring.
Arvecolinae	En underfamilj av gnagare som inkluderar sork, fjällämmel och bisam.
Boreal zon	Den vegetationszon som ligger mellan tundran i norr och den tempererade zonen i söder. Domineras huvudsakligen av barrträd. Även kallad taiga.
Buske	Vedväxter som normalt växer högre än 0,5 m men inte över 2,0 m. Vedväxter som är lägre än 0,5 m kallas dvärgbuskar.
Buskskog	Vegetation dominerad av buskar, i Fennoskandia förekommer också vide och björk.
Dvärgbuske	Se buske
Geometridae	En stor familj av mätare, i Fennoskandia representerad av fjällhöstmätare (*Epirrita autumnata*) och mindre frostfjäril (*Operophtera brumata*).
Halvgräs	En grupp gräsliknande växter som ofta växer i fuktig jord eller nära vatten. Värdefullt som renbete från senhösten till början av våren, när inga andra växter är tillgängliga.
Holocen	Den geologiska epok som började cirka 11 700 år före 2000 f.v.t. fram till våra dagar. Se också Pleistocen.
Kalk	Kalkrika områden har mängder av kalcium och förknippas ofta med en särskild växtmångfald.
Kärlväxter	Växter utan ett kärlsystem som transporterar vatten, metaboliter och näringsämnen mellan rotsystemet och bladen.
Landsat TM / ETM+ bilder	Landsat är bilder tagna från rymden av satelliter som observerar jorden. TM (Thematic mapper) sensorsystemet ger data i sju band (tre på synliga våglängder, fyra på infraröda) med 30 m upplösning. I den nyare Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) är den spatiala upplösningen 15 m och systemet tar upp åtta våglängder. Båda systemen används i undersökningar av klimatförändringen och albedon.
Lappkodicillen	Ett avtal från 1751 mellan kungarikena Danmark-Norge och Sverige som garanterade renskötarnas rätt att röra sig över gränserna med sina renar under årstidsflyttningen mellan sommar- och vinterbetena.
Lavar	En organism bildad av ett symbiotiskt förhållande mellan en svamp och en alg, som kan växa i näringsfattiga miljöer. Huvudsakligen beroende av regn för att kunna växa och föröka sig. En viktig vinterbetesresurs för renen.
Oro-arktisk	Arktisk vegetation på hög höjd utanför det egentliga Arktis.
Pleistocen	Den geologiska epok som började för cirka 2,6 miljoner år sedan och slutade för 11700 år sedan. Under den pleistocena epoken upplevde världen flera nedisningar. Följande epok är Holocen.
RCP-scenario (Representative concentration pathways)	RCP-scenarierna beskriver fyra möjliga framtider för utvecklingen av världsklimatet, beroende på koncentrationen av växthusgas. Scenarierna beskriver "strålningsdrivningen", som är skillnaden mellan absorberad och reflekterad solenergi från jorden. De fyra värdena för strålningsdrivning (W/m^2) fram till 2100 är RCP 2,6; RCP 4,5; RCP 6,0 och RCP +8,5.
Rennäring	Rennäring är en bredare definition av renskötarnas uppehälleförsörjning, inklusive den kulturella dimension som hör ihop med näringen.
Renskötsel	I vår rapport omfattar renskötsel all praktisk verksamhet och växelverkan mellan renar och renskötare, såsom märkning av kalvar, slakt och vaktande av hjorden
Sápmi	Det område i Sverige, Norge, Finland och på Kolahalvön där samekulturen lever kvar.
Sita (siida)	En liten familje- eller släktskapsbaserad enhet som hör till en traditionell organisation inom rennäringen. *Sitornas* administrativa roll varierar mellan de nordiska länderna: i Norge är en *sita* en rättslig enhet, men i Sverige och Finland är *sitorna* en informell del av rennäringen.
Snölega	Växtsamhälle som är beroende av den lokala topografin, till exempel sänkor, där det är önskvärt att snötäcket ligger kvar länge och är tjockare än i omgivningen.
Socio-ekologiskt system	Inbördes samband mellan människor och deras miljö.
StödKompletterande utfodring	Artificiell utfodring av renar med hö eller pelletar. Vanligare i Finland än i Sverige och Norge, där kompletterande utfodring används huvudsakligen under svåra vintrar.
Trädgräns	Den gräns ovanför vilken träd inte kan växa av geomorfologiska, klimatiska eller andra miljöbetingade orsaker. Skogar övergår i lågväxande vegetation, ofta gräs, buskar och dvärgbuskar (se Tundra).
Tundra	Trädlös vegetation norr om den boreala zonen ovanför trädgränsen. Associeras ofta med permafrost.
Vegetationsperiod	Den del av året då växter växer, beroende på temperaturen och nederbörden. Vegetationsperioden blir kortare när altituden och latituden ökar.
Värmefluxer	Värmefluxerna överför värmeenergi från jordytan till atmosfären.
Örtväxt	Blommande växter med oförvedad stam utöver gräs.

Turun yliopisto
University of Turku
MAANTIETEEN JA GEOLOGIAN LAITOS
DEPARTMENT OF GEOGRAPHY AND GEOLOGY

TURUN YLIOPISTON MAANTIETEEN JA GEOLOGIAN LAITOKSEN JULKAISUJA
PUBLICATIONS FROM THE DEPARTMENT OF GEOGRAPHY AND GEOLOGY, UNIVERSITY OF TURKU

No. 1. Jukka Käyhkö and Tim Horstkotte (Eds.): Reindeer husbandry under global change in the tundra region of Northern Fennoscandia. 2017.

No. 2. Jukka Käyhkö och Tim Horstkotte (Red.): Den globala förändringens inverkan på rennäringen på norra Fennoskandiens tundra. 2017.

No. 3. Jukka Käyhkö ja Tim Horstkotte (doaimm.): Boazodoallu globála rievdadusaid siste Davvi-Fennoskandia duottarguovlluin. 2017.

No. 4. Jukka Käyhkö ja Tim Horstkotte (Toim.): Globaalimuutoksen vaikutus porotalouteen Pohjois-Fennoskandian tundra-alueilla. 2017.

No. 5. Jussi S. Jauhiainen (Toim.): Turvapaikka suomesta? Vuoden 2015 turvapaikanhakijat ja turvapaikkaprosessit Suomessa. 2017.

ISBN 978-951-29-6708-7 (tryckt)
ISBN 978-951-29-6709-4 (elektronisk)
ISSN 2489-2319 (tryckt)
ISSN 2324-0369 (elektronisk)