

041

KORTRAPPORT / BRIEF REPORT
NORSK POLARINSTITUTT · NORWEGIAN POLAR INSTITUTE 2016



John Richard Hansen og Virve Ravolainen

Vurdering av indikatorer for overvåking av klimaeffekter og ferdselsslitasje på Svalbards vegetasjon

Oppsummering av en pilotstudie





Kortrapport/Brief Report no. 041

John Richard Hansen og Virve Ravolainen

Vurdering av indikatorer for overvåking av klimaeffekter og ferdselsslitasje på Svalbards vegetasjon

Oppsummering av en pilotstudie

Norsk Polarinstitutt er Norges hovedinstitusjon for kartlegging, miljøovervåking og forvaltningsrettet forskning i Arktis og Antarktis. Instituttet er faglig og strategisk rådgiver i miljøvern saker i disse områdene og har forvaltningsmyndighet i norsk del av Antarktis. Instituttet er et direktorat under Klima- og miljødepartementet.

The Norwegian Polar Institute is Norway's central governmental institution for management-related research, mapping and environmental monitoring in the Arctic and the Antarctic. The Institute advises Norwegian authorities on matters concerning polar environmental management and is the official environmental management body for Norway's Antarctic territorial claims. The Institute is a Directorate within the Ministry of Climate and Environment.

© Norsk Polarinstitut 2016.
Framsenteret, NO-9296 Tromsø,
www.npolar.no, post@npolar.no

Teknisk redaktør: Gunn Sissel Jaklin, Norsk Polarinstitut
Design: Jan Roald, Norsk Polarinstitut
Forsidefoto: Bekk over tundra mot fjell, Svalbard. Foto: Geir Wing Gabrielsen, Norsk Polarinstitut
Trykt: Desember 2016
ISBN: 978-82-7666-402-7 (trykt utgave)
ISBN: 978-82-7666-403-4 (digital utgave)
ISSN: 1504-3215 (trykt utgave)
ISSN: 2464-1308 (digital utgave)

Innhold

Sammendrag	4
Innledning og mandat	7
Prosjektets relasjon til annen relevant aktivitet	11
Oppsummering og vurdering av pilotprosjektets indikatorer og overvåkingsmetodikk.....	13
Satellittbasert overvåking av vekstsesongen	13
Spesialovervåking av varmekrevende karplanter i Colesdalen, Svalbard.....	16
Intensive overvåkingsfelter for vegetasjon i Endalen, Svalbard	17
Overvåking av vegetasjonsslitasje på Svalbard som følge av ferdsel	20
Overordnede betraktninger.....	23
Veien videre	25
Referanser.....	26
Vedlegg 1: Forslag til struktur på sluttrapportering av delprosjektene. Brev til den utførende institusjon	26
Vedlegg 2: Oppsummering av Delprosjekt I. Satellittbasert overvåking av vekstsesongen.....	30
Vedlegg 3: Oppsummering av Delprosjekt II. Spesialovervåking av varmekrevende karplanter i Colesdalen, Svalbard. Satellittbasert overvåking av vekstsesongen	33
Vedlegg 4: Oppsummering av Delprosjekt III. Intensive overvåkingsfelter for markvegetasjon i Endalen, Svalbard	35
Vedlegg 5: Oppsummering av Delprosjekt IV. Overvåking av vegetasjonsslitasje på Svalbard som følge av ferdsel	39
Vedlegg 6: Oppsummering av Delprosjekt V. Overvåking av ferdselsslitasje på markvegetasjon på utvalgte lokaliteter og avgrensede områder på Svalbard	42
Vedlegg 7: Oppsummering av Delprosjekt VI. Etablering av vegetasjonskart for Svalbard	43
Vedlegg 8: Beitedyr i samspill med klimaeffekter	47

Sammendrag

Bakgrunn

Denne rapporten oppsummerer resultater av et flerårig pilotprosjekt («Pilotprosjektet») som har hatt som mandat å identifisere mulige overvåkingsindikatorer og -metodikk for overvåking av endringer i Svalbards vegetasjon forårsaket av klimaendringer og ferdselsslitasje. For hver av de valgte indikatorene er det også gjort en vurdering av videre overvåking og styrker og svakheter med den foreslåtte overvåkingsmetodikken. Disse vurderingene er gjort på grunnlag av erfaringer fra gjennomføringen av «Pilotprosjektet» samt i lys av ny relevant kunnskap som har fremkommet parallelt med gjennomføringen av prosjektet de siste årene.

Rapporten og dens konklusjoner skal forstås som et bidrag i utvikling av en plan for den videre overvåkingen av vegetasjon på Svalbard, og i å identifisere et utvalg av indikatorer som er relevante å utvikle videre som elementer i en slik overvåking.

Oppsummeringen av «Pilotprosjektet» og anbefalingene knyttes til annet relevant strategiarbeid som har pågått de senere årene, herunder gjennomgangen av den terrestriske overvåkingen innenfor rammen av MOSJ (Ims et al. 2014) samt nasjonale og internasjonale overvåkingsprogrammer og -initiativer.

Prosjektet

«Pilotprosjektet» har bestått av fem klimarelaterte og to ferdselsslitasjerelaterte delprosjekter med studier knyttet til følgende fem indikatorer som har hovedvekt på karplanter:

- Vekstsesongens lengde (start og slutt på vekstsesongen)
- Snøsesongens lengde (start og slutt på snødekke)
- Endringer i forekomst av varmekrevende karplanter
- Plantesamfunn (feltstudie på arter)
- Grad av vegetasjonsslitasje på lokaliteter med betydelig ferdsel (plantedekke av funksjonelle grupper, dekningsgrad av naken substrat, slitasjetilstand)

Det er i tillegg innenfor rammen av «Pilotprosjektet» utviklet et vegetasjonskart for hele Svalbard sør for 80° N. Det er som grunnlag for dette kartet gjort beregninger av biomasse for vegetasjon i 18 klasser. (Se nærmere beskrivelse i Vedlegg 7.)

Overordnede resultater og konklusjoner for indikatorene

Studiene knyttet til en satellittbasert overvåking av indikatoren *vekstsesongens lengde* viser et godt samsvar mellom feltregistreringer og satellittdataene når det gjelder bestemmelse av start på vekstsesongen for den lokaliteten denne sammenhengen er etablert for. Det er vanskeligere å fastslå slutten av vekstsesongen for noen deler av Svalbard, og det er behov for ytterligere studier. Studiene av vekstsesongen er basert på datasett fra MODIS-satellitten. Denne satellitten er i ferd med å fases ut og erstattes med sensorer fra europeiske Sentinel-satellitter. Det vil derfor være behov for å beregne tilsvarende verdier fra de nye satellittene og vurdere muligheten for kalibrering mellom de gamle og de nye for å følge opp en satellittbasert overvåking av vekstsesongen og kart over varighet av snøsesongens lengde. Vekstsesongens lengde er en relevant indikator innenfor rammen av MOSJ og andre

overvåkingsinitiativer, og bør på grunnlag av dette videreutvikles som del av fremtidig vegetasjons- overvåking på Svalbard.

Når det gjelder *endringer i forekomst av varmekrevende karplanter og endringer i utvalgte plantesamfunn* viser feltstudiene at den benyttede metodikken over tid vil kunne fange opp endringer. Det er fortsatt behov å utvikle/ta i bruk metodikk som i større grad fanger opp endringer på en skala som er tilpasset saktevoksende, større planteindivider og kan fange opp landskapskalaendringer. Dessuten er det behov for å standardisere prøvetakingsmetoder, og å styrke graden av felteffektivitet. Indikatoren knyttet til varmekjære arter er relevant innenfor rammen av MOSJ og i tråd med tilrådingene om fremtidig overvåking gitt i «MOSJ-evalueringen», samt svarer på føringene gitt i forslag til handlingsplan for «Trua, varmekjære karplanter i Colesdalen på Svalbard» (pers. kom. Sysselmannen på Svalbard). Indikatoren utviklet for overvåking av endringer i plantesamfunn er relevant innenfor rammen av TOV og kan være relevant å videreføre dersom dette anses som hensiktsmessig som en del av TOV-programmet.

I forhold til *ferdselesslitasje* vil detaljerte feltstudier kunne avdekke lokale endringer godt, men feltarbeidet kan effektiviseres for å dekke flere lokaliteter. En kombinasjon av feltstudier og ekstensiv overvåking på et større antall lokaliteter vil gi det beste resultatet i langsiktig overvåking av lokaliteter med forholdsvis stor ferdsel på Svalbard. Intensiv overvåking på småskalanivå på noen lokaliteter øker forståelse av mekanismene bak slitasje og endringer, og bidrar til bedre tolkning av endringer fanget opp på større skalaer og på flere lokaliteter under ekstensiv overvåking med flyfoto eller satellitt. Indikatoren er relevant innenfor rammen av MOSJ og det er relevant å videreføre overvåkingen innenfor rammen av vegetasjonsovervåking på Svalbard.

Det ble i 2009 utviklet et satellittbasert vegetasjonskart over Svalbard sør for 80° nord. Kartet ble oppdatert i 2016, og det ble utarbeidet verdier for biomasse innenfor 18 vegetasjonsklasser. Utvikling av indikator for biomasse mål og vekst for funksjonelle vegetasjonsgrupper nevnt i «MOSJ-evalueringen» gir grunnlag for å vurdere indikatoren knyttet til denne metoden som relevant for videreutvikling.

Overordnede betraktninger

Felles for alle delprosjektene, og helt i tråd med de viktigste nasjonale og internasjonale gjennomganger av vegetasjonsovervåking, er behovet for bedre og samordnet måling av sentrale påvirkningsfaktorer. Når det gjelder klimavariabel finnes det relativt sett bedre data på sommer- og vintertemperatur enn på nedbør. Det er behov for klimadata med bedre dekning av ulike deler av landskapene. Dette er forhold som også er påpekt i «MOSJ-evalueringen».

Pilotprosjektet har hatt fokus på de nevnte indikatorene hver for seg. I den videre utvikling av vegetasjonsovervåkingen på Svalbard bør det jobbes videre med å sikre overvåking som er mest mulig optimal med tanke på romlig og tidsmessig dekning, og samkjøring mellom ulike tema for å øke effektiviteten.

Hovedfokus i «Pilotprosjektet» har vært å identifisere indikatorer og metodikk, og det har vært lagt vekt på å kombinere intensive og ekstensive metoder som i tilstrekkelig grad dekker størstedelen av Svalbard med hensyn til variasjon i klima i ulike klimasoner og landskaper. Det har i begrenset grad vært tatt hensyn til beitedyr (rein, rype, gås) som påvirkningsfaktorer. Dette er forhold som vil være nødvendig å innarbeide i den videre utviklingen av vegetasjonsovervåkingen på Svalbard, slik at en kan

etterstrebe å skille effekten av endret klima fra endringer forårsaket av beitedyr. Et slik fokus er sentralt i konseptet «økosystembasert overvåking», der klimaeffekter på vegetasjon normalt også overvåkes med tanke på endringer i interaksjoner mellom plantene og andre økosystemkomponenter (se Ims et al 2013).

Fremtidig vegetasjonsovervåking på Svalbard skal være en aktiv leverandør til nasjonale og internasjonale overvåkingsinitiativer inkludert CBMP, og tilpasses økosystembasert, adaptiv overvåking for å kunne avdekke virkninger og årsakssammenhenger i økosystemet. I en slik sammenheng vil blant annet det nylig etablerte COAT (Climate-Ecological Observatory for Arctic Tundra) og TOV være viktige aktører.

Arbeidet med «Pilotprosjektet» og diskusjoner i andre faglige fora knyttet til overvåking av arktisk tundra, viser at overvåking må foretas på direkte målbare tilstandsvariabler i vegetasjonen som mengde, fenologi, sammensetning og utbredelse av vanlige, sjeldne og innførte planter og funksjonelle grupper. Overvåkingen bør dekke produktivetskontraster innen regioner og landskaper på hele Svalbard, og ta hensyn til påvirkning fra beitedyr. Overvåkingen bør dekke alle klimasoner så lang det lar seg gjøre (Johansen et al 2009). Det bør benyttes en kombinasjon av feltovervåking og fjernmåling, med god utnyttelse av eksisterende kunnskapsgrunnlag på de faktorer som påvirker vegetasjonen.

Det har parallelt med «Pilotprosjektet» blitt utarbeidet forslag til strategi for kunnskapsinnhenting og overvåking om rødlistearter. Dessuten er det utarbeidet en handlingsplan mot skadelige fremmede arter på Svalbard (Sysselmannen 2013). Begge disse initiativene vil også måtte legges som premisser i den videre utviklingen av fremtidig overvåking av vegetasjonen på øygruppen.

Veien videre

Oppfølgingen av «Pilotprosjektet» må ses i lys av pågående nasjonale og internasjonale initiativer og bør ha følgende skrittvis tilnærming:

1. MOSJ fagråd bes gi føringer for de forvaltningsmessige prioriteringene innenfor rammen av og mandatet til MOSJ. Videre bes det om at Miljødirektoratet og Sysselmannen på Svalbard gir føringer på områder som eventuelt faller utenfor denne rammen. Erfaringene, vurderingene og konklusjonene fra «Pilotprosjektet» vil, sammen med erfaringer fra andre overvåkingsinitiativer, danne grunnlaget for denne delen av prosessen
2. Med bakgrunn i føringene er det naturlig at Norsk Polarinstittutt som fagetat utarbeider en kortfattet rammeplan for vegetasjonsovervåking på Svalbard med hensyn til lokalisering, omfang, og regulariteten i overvåkingen. Planen skal være basert på den vitenskapelige erfaringsbasen «Pilotprosjektet» representerer og støtte seg på erfaringer og anbefalinger fra nasjonal og internasjonal overvåking. Videre skal planen klargjøre hvilke områder det er naturlig og mulig for instituttet selv å følge opp innenfor dagens finansielle rammer og instituttets vitenskapelige kompetanse
3. Rammeplanen skal skissere mulige løsninger for hvordan behovene for overvåking, som ikke lar seg gjennomføre av Polarinstittuttet, kan dekkes
4. Det skal legges vekt på å synliggjøre hvordan overvåkingselementene kan samordnes med andre relevante overvåkingsinitiativer
5. Det skal skisseres hvordan resultatene fra vegetasjonsovervåkingen skal publiseres og evalueres innenfor MOSJ

Innledning og mandat

I 2007 gjorde Riksrevisjonen en vurdering av forvaltningen av Svalbard og avga rapporten *Riksrevisjonens undersøkelse av forvaltningen av Svalbard* (Dokument nr. 3:8 (2006–2007)). Riksrevisjonens gjennomgang av forvaltningen avdekket mangler rundt kunnskapsgrunnlaget for miljøforvaltningen og pekte blant annet på en mangel på langsiktig overvåking av vegetasjonen sett opp mot regjeringens miljømål, spesielt relatert til klimaendringer og ferdselsslitasje. I nasjonalt miljømål 6.1 for Polarområder heter det at «Omfanget av villmarksprega område på Svalbard skal holdast ved lag, og naturmangfaldet skal bevarast tilnærma upåverka av lokal aktivitet», og det pekes på at miljømålet bare kan evalueres med bakgrunn i overvåking. Det er gjennom de siste tiårene påvist en gradvis økning av årlig middeltemperatur i nordområdene og Arktis (Xu m.fl. 2013). Temperaturen i nordlige områder er en svært viktig faktor for plantevekst og i mange tilfeller bestemmende for utbredelse og forekomst av en rekke plantearter. Det er videre påvist at aktiviteten av fotosyntese, respirasjon og transpirasjon hos planter øker med økte sommertemperaturer (Walker m.fl. 2003). I nordlige områder er temperaturen videre bestemmende for lengden av vekstsesonen. Om våren er temperaturen avgjørende for snøsmelting med påfølgende spiring og vekst i plantedekket. Om høsten er temperaturen en av flere faktorer som initierer avslutning av vekstsesonen. På Svalbard er ulike bio-klimatiske regioner etablert med utgangspunkt i ulike temperatur og nedbørsforhold. (se Elvebakk 1994, 1999, 2005). I den mest gunstige regionen er plantedekket variert, mens polarørken-sonen er karakterisert ved store areal uten plantedekke. Mengden biomasse i plantedekket er i neste omgang bestemmende for næringstilgang til, og er regulert av, ulike dyrearter. På Svalbard gjelder dette spesielt for ryper, gress og svalbardreinen.

Det er dokumentert stidannelse og betydelig vegetasjonsslitasje på flere landstigningssteder, men generelt sett er kunnskapen om slitasjeeffekter på vegetasjon forårsaket av ferdsel svært mangelfull. Effekter på arter og populasjoner kan være spesielt kritiske dersom enkeltforekomster av sjeldne arter blir ødelagt, men også andre og slitasjesvake arter kan bli påvirket av ferdsel. Vegetasjonsdekket bidrar til å stabilisere terrengoverflaten og jordsmonnet, og når vegetasjonsdekket blir ødelagt vil også bindingen i jorda forsvinne. Naken jord gir endret jordtemperatur, og tykkelsen på det aktive laget kan bli påvirket ved ferdsel og gi økt erosjonsfare. Moderate forstyrrelser vil også utløse svakt økt næringsomsetning som kan fremme nitrofile arter, primært grasarter. Beitedyrenes aktivitet forårsaker tilsvarende endringer.

På bakgrunn av rapporten fra Riksrevisjonen fikk Norsk Polarinstitutt gjennom tildelingsbrev i påfølgende år oppdrag å utvikle rammene for etablering og drift av et vegetasjonsovervåkingsprogram, med spesielt fokus på klimaendringer og ferdselsslitasje. Norsk Polarinstitutt, som på det tidspunkt ikke hadde egen vegetasjonskompetanse, valgte å initiere en bred og trinnvis prosess, der innledende fase hadde som mål å identifisere og teste ut et sett med mulige indikatorer. Miljøverndepartementet (nå Klima- og miljødepartementet) så dette som en hensiktsmessig tilnærming og la til rette for at dette kunne gjennomføres gjennom en øremerket bevilgning over de nasjonale overvåkingsmidlene. Det er dette prosjektet som heretter omtales som «Pilotprosjektet».

Målsettingen med «Pilotprosjektet» har kort sagt vært å identifisere mulige overvåkingsindikatorer og –metodikk for overvåking av endringer i Svalbards vegetasjon forårsaket av klimaendringer og ferdselsslitasje. «Pilotprosjektet» har også vært ansett som et ledd i utvikling av vegetasjonsovervåking innenfor rammen av det nasjonale Miljøovervåkingssystemet for Svalbard og Jan Mayen (MOSJ).

Etter en innledende fase, som inkluderte et seminar vinteren 2008 (tabell 1) og identifisering av samarbeidspartnere, skrev Norsk Polarinstitutt i 2009 samarbeidsavtaler med NORUT IT, NINA Trondheim, og UNIS (sistnevnt senere UiT og Ecofact) om å utrede og vurdere indikatorer og utprøve metoder for overvåking av vegetasjonen.

Tabell 1. Deltagere på innledende seminar i 2008 ved Norsk Polarinstitutt. Seminarets fokus var på utvikling av program for overvåking av vegetasjon på Svalbard i relasjon til klima og slitasje fra trafikk på øygruppen. Det ble lagt frem oversikter av vegetasjonsovervåking i arktiske områder, med vekt på metodikk og relevans for Svalbard. Deltakerne la frem skisser innenfor sine respektive kompetanseområder.

Dagmar Hagen, NINA Trondheim
Per Arild Aarrestad, NINA Trondheim
Hans Tømmervik, NINA Tromsø
Lennart Nilsen, Universitetet i Tromsø
Elisabeth Cooper, Universitetet i Tromsø
John Richard Hansen, Norsk Polarinstitutt
(prosjektleder)

Inger Greve Alsos, Universitetscenteret på
Svalbard (UNIS)
Knut Fossum, Sysselmannen på Svalbard
Harald Faste Aas, Norsk Polarinstitutt
Ole Morten Olsen, Norsk Polarinstitutt

Sommeren 2008 ble det gjennomført befaringsfelt hvor samtlige institusjoner deltok. Høsten samme år la samtlige institusjoner hver for seg fram forslag til delprosjekter med oppstart sommeren 2009.

«Pilotprosjektet» har bestått av fire delprosjekter hvorav tre med fokus på klima, og ett på ferdselsslitasje (tabell 2). Det har vært årlige feltundersøkelser og rapportering i delprosjektene som gjelder overvåking av lengden av vekstsesongen og utvalgte varmekrevende arter. I delprosjektet som har vurdert muligheten for etablering av en stasjon i program for Terrestrisk overvåking av natur (TOV), ble det gjennomført feltundersøkelser og rapportering i 2009 og 2014. Innen delprosjektet som omhandler overvåking av ferdselsslitasje, ble det i 2009 og 2010 etablert til sammen seks feltstasjoner og gjennomført reanalyse og rapportering på to stasjoner i 2014. Høyoppløselig fotografering av 34 utvalgte lokaliteter med relativt stor ferdsel er blitt gjennomført i tilknytning til øvrig topografisk kartlegging av Svalbard ved Norsk Polarinstitutt's kartseksjon, og med rapportering i 2014. Det er i tillegg blitt utarbeidet et satellittbildebasert vegetasjonskart over Svalbard sør for 80°N.

Høsten 2014 ble det arrangert et seminar ved Norsk Polarinstitutt hvor resultater og erfaringer fra delprosjektene ble presentert og diskutert. Alle institusjoner med ansvar for delprosjektene deltok på seminaret. Rapporter utarbeidet i prosjektet er publisert i deltagerinstitusjonenes rapportserier. En liste over publikasjoner er gitt under vedlagte oppsummeringer av delprosjektene.

Denne rapporten oppsummerer og evaluerer arbeidet og funnene fra «Pilotprosjektet», og legger dette frem som grunnlag og et ledd i en videre utvikling og etablering av overvåking av vegetasjonsendringer forårsaket av klimaendringer og ferdselsslitasje på øygruppa. Oppsummeringene og konklusjonene i denne rapporten er skrevet av Norsk Polarinstitutt og står for instituttets regning. Som grunnlag for rapporteringsarbeidet bygger instituttet blant annet på rapporter/oppsummeringer fra samarbeidspartene ansvarlig for de ulike delprosjektene i «Pilotprosjektet», men også egen fagkompetanse og kunnskap innhentet fra andre relevante prosesser og initiativer.

Denne rapporten gir en generell oppsummering og vurdering av de fem indikatorene identifisert innenfor rammen av «Pilotprosjektet» og den overvåkingsmetodikken som har blitt utprøvd for disse. Samarbeidspartneres egen oppsummering av delprosjektene er inkludert som vedlegg til rapporten.

Rapporten inneholder også overordnede konklusjoner og anbefalinger for videreutvikling av overvåkingsprogram med tanke på de to påvirknings-faktorene klima og slitasje.

Tabell 2. Oversikt over delprosjektene i «Pilotprosjektet».

Påvirkningsfaktor	Indikatorer	Metode	Område	Utførende Institusjon	Kommentar
Klima	Start på vekstsesongen, slutt på vekstsesongen, vekstsesongens lengde	Satellittstudie + assosiert feltstudie	Svalbard sør for 80°N	Norut Jordobservasjon	Studier av endringer i start og slutt på vekstsesongen basert på MODIS-NDVI data. Endringsstudier av vekstsesongens lengde fra år 2000 og framover i tid.
Klima	Start på snødekke, slutt på snødekke, snødekkes lengde	Satellittstudie + assosiert feltstudie.	Svalbard sør for 80°N	Norut Jordobservasjon	Studier av endringer i siste dag om våren og første dag om høsten med snødekke basert på kombinerte mikrobølge-data (ASAR) og MODIS
Klima	Vekstsesongen i relasjon til klimaparameter	Satellittstudie + assosiert feltstudie	Svalbard sør for 80°N	Norut Jordobservasjon	Studier av endringer av vekstsesongen basert på MODIS-NDVI data i relasjon til klimaparameter registrert på meteorologisk stasjoner på øygruppen. Endringsstudier av vekstsesongens lengde fra år 2000 og framover i tid.
Klima	Endringer i forekomst av varmekrevende karplanter	Feltstudie	Colesdalen	UIT, Ecofact	Overvåking av populasjoner av fem varmekrevende plantearter i Colesdalen.
Klima	Endringer på artsnivå i utvalgte plantesamfunn	Feltstudie	Endalen	NINA	Etablering av stasjon for vegetasjonsøkologisk overvåking av endringer i henhold til metode i Program for terrestrisk naturovervåking (TOV) på fastlandet.
Klima	Vegetasjonskart differensiert i 22 vegetasjonsklasser, dekningsgrad naken substrat	Satellittstudie	Svalbard sør for 80°N	NINA/Norut	Verktøy for videre utvikling av overvåking
Klima	Biomassekart differensiert i 22 vegetasjonsklasser	Satellittstudie	Svalbard sør for 80°N	NINA/Norut	Verktøy for videre utvikling av overvåking
Siltasje (ferdsel)	Grad av vegetasjonssiltasje (Dekning av funksjonelle grupper, dekning naken jord, siltasjetilstand)	Feltstudie	Fokuslokaliteter	NINA	Overvåking av fokuslokaliteter ved bakkeregistrering av vegetasjonsendringer i ferdsllokaliteter
Siltasje (ferdsel)	Grad av vegetasjonssiltasje. Biomasse, NDVI innenfor 20 vegetasjonsklasser, dekningsgrad naken substrat	Flyfotostudier	Fokuslokaliteter	NINA	Overvåking av 34 lokaliteter og utvalgte områder på Svalbard

Prosjektets relasjon til annen relevant aktivitet

Sentralt i oppsummeringsarbeidet har det vært å vurdere funnene opp mot og i lys av annen relevant kunnskap om vegetasjonsutvikling og pågående strategiske nasjonale og internasjonale prosesser. Det vil være viktig å forholde seg til slike prosesser og initiativer, fordi kunnskap og data fra Svalbard vil være viktige bidrag inn i disse i fremtiden. Spesielt relevant har det vært å se til følgende prosesser:

- **MOSJ:** I regi av MOSJ ble det i 2014 gjennomført evaluering av terrestrisk overvåking på Svalbard (Ims et al. 2014) – «MOSJ-evalueringen». Det ble i evalueringen pekt på at flere faktorer vil påvirke vegetasjonen på øygruppen i tida som kommer. Foruten klimatiske endringer og økt ferdselsslitasje, gjelder det påvirkning fra beitedyrspopulasjoner, og økt eksponering for introduserte arter med stor spredningspotensiale. Det har særlig blitt påpekt viktigheten av å overvåke mulig spredning av introduserte planter til fuglefjellsvegetasjonen. Videre er det viktig å sikre at overvåkingsaktiviteten på Svalbard bidrar til å utvikle en langsiktig adaptivt økosystem-basert overvåking.
- **Climate-Ecological Observatory for Arctic Tundra (COAT):** Utvikling av adaptiv, økosystem-basert overvåking som har hovedfokus på betydningen av klimaendringer og forvaltning for økosystemendringer (Ims et al 2014, 2013). Responsmål inkluderer blant annet flere variabler på vegetasjon. COAT utvider eksisterende tidsserier for å bli et fullt økosystembasert system for langsiktig naturovervåking basert på en næringskjedetilnærming i et koordinert studieoppsett. Vitenskapsplanen til COAT ble fagfellevurdert og ferdigstilt i 2013. Programmet er i perioden 2015-2020 i en omfattende implementeringsfase der de biologiske målingene på tilstandsvariable for blant annet beitedyr og vegetasjon samordnes med et utvidet sett av klimamålinger.
- **Program for terrestrisk naturovervåking (TOV):** TOV baserer seg på integrert overvåking der arter og økosystem ses i sammenheng, noe som gir bedre muligheter til å tolke resultatene. Med overvåkingsdata tilbake til 1990 fra lokaliteter over hele landet er TOV et viktig fundament for overvåkingen av naturen og det biologiske mangfoldet. Programmet baserer seg på integrert overvåking i syv utvalgte områder som gjenspeiler klimavariasjoner og ulikheter i forurensningsbelastninger over hele landet – i tillegg kommer Svalbard (fra 2009). Utvalget av områder gjenspeiler både klimavariasjoner og ulikheter i belastning av langtransporterte miljøgifter over hele landet.
- **The Circumpolar Biodiversity Monitoring Programme (CBMP):** Vegetasjonsovervåking innen adaptiv, økosystem-basert overvåkings-rammeverk brukes også i det internasjonale overvåkingsarbeidet innenfor Arktisk råd og knyttet til arbeidsgruppen Conservation of Arctic Flora and Fauna (Melfotte 2013, CAFF 2015). Overvåkingsplanen til landøkosystemer i CBMP ble evaluert og ferdigstilt i 2013 (Christensen et al 2013). Temaspesifikke arbeidsgrupper har de påfølgende årene konkretisert behovet og muligheten for samordning av metodikk og bygde opp kontaktnettet inn mot nasjonale programmer og internasjonale nettverk som driver overvåking.
- **Helhetlig strategi for kunnskapsinnhenting om rødlistearter på Svalbard:** Strategien legger fram forslag som gjelder: i) sammenstilling av kunnskapsstatus om genetisk diversitet og genetisk artstilhørighet for rødlistearter; ii) gjennomføring av en analyse av vegetasjonskart/eksposisjon og påvirkningsfaktorer for å finne sannsynlige/potensielle nye lokaliteter for aktuelle arter; iii) prioritering av aktuelle arter iht. kriteriene ovenfor og velge ut potensielle områder basert på artsutvalget; iv) evaluering av behovet for å etablere overvåking av bestandsstørrelse på utvalgte lokaliteter, i tillegg til eksisterende overvåking. Det er behov for utviklingsarbeid før full implementering av overvåking av rødlistearter er aktuelt, noe som også er understreket i MOSJ-evalueringen.

- **Handlingsplan mot skadelige fremmede arter på Svalbard:** Per 2012 var det registrert 78 fremmede plantearter med dokumenterte forekomster på øygruppen (Syssemmannen 2013). I planen er eksempelvis hundekjeks (*Anthriscus sylvestris*) framhevet som en fremmed art med stort potensiale for spredning gitt klimaoppvarming. Nylig gjennomgang av situasjonen viser at selv om en rekke fremmede plantearter er tilstede på Svalbard, ser situasjonen ut til å være relativt stabil med lite spredning og moderat med gjenfunn (Alsos et al 2015). I tråd med MOSJ-evalueringen er det anbefalt etablering av overvåking av fremmede arter særlig i tilknytning tettstedene og på fuglefjellene.

Generelt sett er det verd å merke seg at alle pågående prosesser og diskusjoner påpeker viktigheten av at valgte overvåkingslokaliteter dekker variasjon i alle påvirkningsfaktorene, dvs. klima, ferdselsslitasje, populasjoner av rein og gjess, samt at en følger med på «overraskelsesmomenter» som spredning av fremmede arter.

Oppsummering og vurdering av pilotprosjektets indikatorer og Overvåkingsmetodikk

Oppsummeringene og konklusjonene nedenfor bygger blant annet på rapporter/oppsummeringer fra samarbeidspartene ansvarlig for de ulike delprosjektene i «Pilotprosjektet», men også på grunnlag av Norsk Polarinstituttets egen kompetanse samt ny kunnskap og relevant kunnskap innhentet fra andre relevante prosesser og initiativer.

Satellittbasert overvåking av vekstsesongen

Se Vedlegg 2 for prosjektleders oppsummering og vurdering av delprosjektet. Nedenfor følger en syntese av funnene og en overordnet vurdering av indikator og metodikk. Det er gitt generelle anbefalinger med hensyn på videreutvikling og bruk.

Kort beskrivelse

Endringer fra år til år i start og slutt på vekstsesongen er en god indikator på endringer i klimaet, og en første indikasjon på endringer i vegetasjonsdekket. Delprosjektet har hatt som formål å vurdere bruk av og metodikk for satellittovervåking av vekstsesongen på Svalbard.

Data fra MODIS-sensoren på den amerikanske Terra-satellitten er benyttet i studien. Sensoren har kanaler som kan måle grad av grønning i vegetasjonen, som kan tolkes til start og slutt på vekstsesongen. MODIS-sensoren tar bilder av Svalbard flere ganger daglig. Det er benyttet MODIS satellittdata med oppløsning på 250 m og 500 m piksler hvor de antatt beste pikslene over hver 8-dags periode er brukt. Satellittdataen dekker hele Svalbard syd om 80°N hvert år fra og med år 2000. Starten på vekstsesongen er definert som tidspunkt for blomstring av polarvier (*Salix polaris*) og slutten som omkring 90 prosent gule blader på polarvier.

Satellittdataene er kalibrert med feltvalidering av fenologiske parameter fra Adventdalen og plataet ved Gruve 7 med til sammen fem steder i dalbunnen og tre i høyden. Observasjonene er på en romlige og tidsmessige skala tilpasset MODIS satellittdata. Det er gjort for å få fram omtrent tidspunkt for tidligste og seneste start på vekstsesongen, og tidspunkt for slutt på vekstsesongen på en kostnadseffektiv måte. Arbeidsmengden i felt utgjør mindre enn to timer per uke i perioden fra midten av juni til slutten av august. Funnet av signifikant samsvar med MODIS-data i kartlegging av både start og slutt på vekstsesongen viser at feltvalideringen fungerer bra. Fordelen med manuelle observasjoner er at flere arter lett kan inkluderes i hvert område.

Sommeren 2014 ble det startet opp feltregistreringer med sju automatiske kamera (i hovedsak vidvinkel viltkamera av typen LTL Arcon), og høsten 2014 ble det kun gjort observasjoner ved hjelp av kamera. Automatiske kamera gir mer presis registrering, men antallet kameraer per i dag er ikke tilstrekkelig til å erstatte de manuelle observasjonene. Automatiske kameraregistreringer gir også informasjon om gras- og starrarter som utrent personell ikke klarer å observere. Samlet sett øker kameraregistreringer forståelsen av effekten klimaendring har lokalt på vekstsesongen også på artsnivå. Dessuten vil data fra kameraovervåking trolig være et viktig redskap for å tolke den kommende generasjon høyoppløselig satellittdata med piksler ned mot 10 m.

For å få fram en tidsserie av dekningskart for snø er det benyttet Terra MODIS 500m data fra NASA og radardata fra ASAR sensoren på ENVISAT. ENVISAT sluttet å virke i år 2012. Men basert på tidsserien av MODIS-data som det per i dag blir generert vekstsesongkart fra, blir det nå produsert kart for snøsmelting og siste dag med snødekke.

Muligheter

Med de nye satellittene som blir tilgjengelig i årene framover er det stort potensiale for å øke presisjon i overvåking av endringer i lengden på vekstsesongen. Det skyldes mulighetene til å bygge opp gode tidsserier basert på høyoppløselig satellittdata – spesielt gjelder det data fra satellitten Sentinel-2 allerede fra sesongen 2016 av. Denne satellitten har pikselstørrelse fra 10 til 60m avhengig av hvilke band som blir benyttet, og vil, når nye vegetasjonskart blir tilgjengelige, gi mulighet for å overvåke vekstsesongen på vegetasjonstypenivå.

Analysene viser at start på vekstsesongen målt med data fra MODIS på en regional skala er svært godt korrelert til endringer i lufttemperatur. Ved å kombinere dagens feltregistreringer med måling av jordtemperatur er det mulig å få mer detaljert kunnskap og effekter av klimaendringer på vekstsesongen også på artsnivå. Inkludering av disse overvåkingsparameterne vil kunne bidra i tolkning av dataene, og vil være kostnadseffektivt fordi dette kan kombineres med utplassering og innhenting av kamera.

Feltvalidering kan erstattes fullt ut med automatiske kameraregistreringer. Det betyr utvidelse av kameraparken etablert i 2014.

Vekstsesongen måles med MODIS-data på en regional skala. Dette er en god indikator på effekter av endringer i lufttemperatur. Ved å kombinere kamera-baserte feltobservasjonene med jordtemperaturmålere får en data også lokalt på artsnivå. Å inkludere dette i overvåkingen vil være kostnadseffektivt da det kan kombineres med utplassering/innhenting av kamera.

Utfordringer

MODIS satellitt-sensoren lever på overtid og en videreføring av kartleggingen krever at tidsserien trolig må forlenges med sammenlignbar sensor. Den mest aktuelle satellittsensoren fra og med 2016 er OLCI-sensoren på Sentinel-3-satellitten, med Suomi VIIRS som et alternativ. Ved overgangen til nye sensorer er det behov for å sette av tid til kalibrering med MODIS for å kunne undersøke hvor godt samsvar en kan få mellom de gamle og de nye satellittdataene.

Erfaringene viser at skyalgoritmene i MODIS satellittdata ikke er gode nok i seg selv til å benyttes direkte i analysene uten bearbeiding. Det er derfor lagt ned mye arbeid i delprosjektet for å forbedre algoritmene, og prosesseringen av datasettet har flere ganger blitt forbedret basert på raffinerte skyalgoritmer. Det brukes nå en kombinasjon av tre ulike metoder for skydeteksjon. Det er utviklet flere ulike utgaver av datasettet avhengig av hvordan det er interpolert for skydekt områder, hvor de ulike utgavene er tilegnet ulike formål.

Vurdering og anbefalinger

Vekstsesongens lengde er en tilstandsvariabel som forventes endret som følge av klimaendring på stor romlig skala (Xu et al. 2013). For endringer over tid anbefales årlig overvåking av start på vekstsesongen for hele Svalbard ved hjelp av fjernmåling. Dette er også i tråd med anbefalingene i «MOSJ-

evalueringen» og er også en statusvariabel identifisert i COAT. Fjernmålingsdata fra prosjektet «Satellittbasert overvåking av vekstsesongen» har gitt et tilfredsstillende bilde av vekstsesongens start på regional skala på Svalbard de siste tretten år, og variasjoner og endringer i start på vekstsesongen i relasjon til klima. Fordi det er vanskelig å kartlegge slutten av vekstsesongen er det per i dag ingen fullgod metode for å kartlegge lengde på vekstsesongen. Dette er et område som det er nødvendig at det jobbes videre før en fullgod satellittbasert overvåking av vekstsesongens lengde kan etableres. Det er særlig behov for å gjøre flere feltobservasjoner i mose-dominerte områder, som det er mye av på øygruppen, for å etablere mer informasjon om sesongdynamikken. Studiet av første og siste dag snø på øygruppen viser at det er behov finne en hensiktsmessig definisjon av denne variabelen på hele Svalbard (Karlsen et al. 2013). Det er hensiktsmessig å fortsette å gjennomføre analyser av vekstsesongen i relasjon meteorologiske klimaparameter med en hyppighet på fem år.

Kort konklusjon

- Indikatorene er relevante innenfor rammen av en rekke overvåkingsinitiativer, deriblant MOSJ og COAT og i tråd med tilrådingene om fremtidig overvåking gitt i «MOSJ-evalueringen».
- Satellittbasert overvåking av vekstsesongens og snøsesongens lengde er indikatorer som anbefales videreutviklet for bruk i overvåking av vegetasjon på Svalbard.
- Ytterligere arbeid, spesielt knyttet til kartlegging av slutten av vekstsesongen er påkrevd før regulær overvåking kan iverksettes.

Spesialovervåking av varmekrevende karplanter i Colesdalen – Svalbard

Se Vedlegg 3 for prosjektansvarliges oppsummering og vurdering av delprosjektet. Nedenfor følger en syntese av funnene og en overordnet vurdering av indikator og metodikk. Det er gitt generelle anbefalinger med hensyn til videreutvikling og bruk.

Kort beskrivelse

Termofile arter på randen av sin klimatiske tålegrense er antatt å respondere tidlig på endringer i klima. De er derfor gode indikatorer for effekter av endringer av klima, og kan potensielt få stor betydning i økosystemene hvis de økologiske forholdene endrer seg slik at de kan formere seg ofte. Dette gjelder i særdeleshet termofile arter av dvergbusker som dominerende vegetasjonen på fastlandet. Andre termofile arter har ikke samme potensiale til å endre strukturen i vegetasjonen, men er likevel svært gode indikatorer på økologiske endringer på voksestedet. Dette gjelder spesielt kortlivede arter og urter generelt.

Det ble i 2009 iverksatt registreringer av fem termofile arter i Colesdalen som omfattet polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*), tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*), fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*), arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) og fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*).

Utvikling av fjelløyentrøst-populasjonen overvåkes i 77 analyseflater, mens de fire andre artene overvåkes i 20 analyseflater hver. Det har blitt gjort årlige vegetasjonsregistreringer med smårutefrekvens frem til 2014. I tillegg måles jordtemperatur i 60 analyseflater. I vegetasjonsanalysene blir det benyttet smårutefrekvens i 50 x 50 cm analyseammer delt inn i 100 små ruter av 5 x 5 cm.

Muligheter

Pilotprosjektet i Colesdalen har vist å kunne fange opp årlig variasjon hos de aktuelle artene. Overvåkingen vil være viktig i forbindelse med å oppdage tidlige endringer i vegetasjonen som følge av klimaendringer. Det har ikke vært registrert fenologiske data i forbindelse med denne overvåkingen. Slike registreringer kan være en temmelig åpenbar og enkel utvidelse som vil gi svært verdifullt grunnlag til å trekke konklusjoner om eventuelle fremtidige endringer på. I tillegg vil det være nyttige data å korrelere med arbeid knyttet til satellittbasert overvåking av vegetasjon. Det mest interessante innen fenologi for dette prosjektet er trolig i hvilken grad artene er i stand til å produsere frukter og modne frø. De fleste av de varmekrevende artene er saktevoksende med store individer, men der det er potensiale for vekst og endring i størrelse av klonene. Derfor vil de potensielt være gode kandidater for utvikling/testing av metodikk som kan fange opp mer landskaps-skala endringer, for eksempel ved bruk av halv-automatisert behandling av bilder tatt ovenfra (drone eller fra kamera stående på avstand). Slik metodikk vil også ha flere anvendelsesområder i andre vegetasjonstyper på Svalbard.

Utfordringer

Den valgte metodikken for denne overvåkingen er ressursintensiv og tidsseriene innhentet så langt er ikke avklarende med hensyn på spørsmålet om hyppighet og lokalitet. For arktisk blåklokke, fjelløyentrøst og fjellkrekling som har vist store årlige variasjoner (fjellkrekling kun ett år med stor variasjon pga. isbrann) kan det være behov for fortsatt årlig innhenting av data dersom samme metodikk skal legges til grunn. For tundrabjørk og polarblokkebær kan det være at det er tilstrekkelig med registre-

ringer hvert tredje år. Den høye årlige variasjonen er tilsvarende som for mange vanlige planter på Svalbard, der den overjordiske delen viser stor årlig variasjon i mengde (van der Wal & Stien 2015). En løsning for denne utfordringen kan være uttesting av metodikk som kan fange opp den romlige skalaen som per i dag faller mellom de tradisjonelt små analyserutene i felt og satellittbildene (se over; «Muligheter»). I prinsipp ville det være interessant å utvide overvåkingen for å dekke større områder på øygruppen, men dette vil kreve betydelige ressurser som da vil kun konsentrere seg om et lite utvalg av artene. Innen selve analyseflatene måles i dag temperatur og vegetasjon. Jordflyt, beiteskader og utrasinger skjer i analysefeltene til spesielt tundrabjørk, polarblokkebær og fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*). For at overvåkingen skal være robust er en kvantifisering og systematisk registrering av disse faktorene nødvendig.

Vurdering og anbefalinger

De varmekrevende plantene som er blitt overvåket i Colesdalen innenfor «Pilotprosjektet» har vist stor variasjon i forekomst og kan fange opp klimarelaterte endringer hos de aktuelle artene. Det er imidlertid en ressursintensiv indikator som gir et relativt begrenset (geografisk og artsspesifikt) bilde av utviklingen av vegetasjon på Svalbard.

Det er flere aspekter som krever nærmere studier/avklaringer for at indikatoren står trygt som en robust indikator for varmekjære arter. Dette inkluderer:

- Uttesting av metodikk for å direkte å måle vekstrate på skudd og/eller utvikle metodikk som kan fange opp endring i lateral retning i landskapet.
- Få kontroll på en del faktorer som kan ha betydning for vegetasjonens utvikling, i første rekke beitepress og skader som følge av jord-flyt, utrasinger og tråkk.
- Innlemming av fenologiske data for å kaste mer lys over utviklingen av de termofile artene.

I lys av andre diskusjoner og utarbeidete strategier kan det være relevant å sette denne indikatoren (varmekjære arter) i en bredere kontekst (se kapittelet om overordnede betraktninger s 24).

En fortsatt overvåking av indikatoren bør legge opp til feltregistrering av arktisk blåklokke, fjelløyentrøst og fjellkrekling på årlig basis, mens feltregistrering av tundrabjørk og polarblokkebær kan gjøres med en hyppighet på tre år. Det vil være hensiktsmessig å gjennomføre analyser av trender med en hyppighet på fem år.

Kort konklusjon

- Indikatoren er relevant innenfor rammen av MOSJ og i tråd med tilrådingene om fremtidig overvåking gitt i «MOSJ-evalueringen», samt svarer på føringene gitt i forslag til handlingsplanen for «Trua, varmekjære karplanter i Colesdalen på Svalbard» (pers. kom. Syssemannen på Svalbard).
- Det kan være hensiktsmessig å videreutvikle indikatoren varmekjære arter i Colesdalen for bruk i overvåking av flere lokaliteter på Svalbard.
- Flere aspekter ved indikatoren krever nærmere studier/avklaringer for å sikre en robust indikator.

Intensive overvåkingsfelter for vegetasjon i Endalen, Svalbard

Se Vedlegg 4 for prosjektansvarliges oppsummering og vurdering av delprosjektet. Oppsummeringen står for prosjektleders regning. Nedenfor følger en syntese av funnene og en overordnet vurdering av indikator og metodikk. Det er gitt generelle anbefalinger med hensyn på videreutvikling og bruk.

Kort beskrivelse

I 1991 ble det satt i gang en vegetasjonsovervåking ved Dyrevika i Kongsfjorden på Svalbard av Norsk Polarinstitutt i samarbeid med Direktoratet for naturforvaltning (DN) i regi av Program for terrestrisk naturovervåking – TOV¹ som er et program som har som formål å avdekke tidlige effekter av klimatiske endringer, sur nedbør, eutrofiering (nitrogen) og annen forurensing (organiske miljøgifter og metaller) på vegetasjon ved gjenanalyser av utvalgte parametere. Området ble re-analysert i 1994, men overvåkingen har siden ikke blitt videreført på grunn av en sterk økning i beite av rein som helt har endret den opprinnelige vegetasjon. «Pilotprosjektet» har testet ut mulighet for og hensiktsmessigheten av å etablere en ny TOV-stasjon for overvåking av vegetasjon relatert til påvirkningsfaktorene klima og forurensing i Endalen.

Metodikken benyttet i forbindelse med etableringen av en potensiell TOV-stasjon i Endalen er harmonisert med overvåking av markvegetasjon i regi av TOV på fastlandet (Framstad et al. 2003; 2014; 2015). Ti analysefelter à 5 m x 10 m ble i 2009 subjektivt lagt ut i den sørøsteksponerte dalsiden i Endalen, to felter i hvert habitat og to felter i hver overgangssone. I hver analyse-rute er det registrert prosent dekning av total vegetasjons-dekke, feltsjikt, bunnsjikt, strø, stein og åpen jord, død kantlyng og avstand til nærmeste kantlyngbestand. En temperaturlogger er satt ned i øvre jordlag utenfor hver analyse-rute for kontinuerlig måling hver tredje time. Prøveflatene ble første gang analysert i august 2009 og re-analysert i 2014 til samme tid på året.

Muligheter

Bruk av konseptet til TOV som er vel utprøvd over 25 års periode på fastlandet har vært viktig for etableringsfasen hvor det er viktig å få en full oversikt over arter, relevante prosesser og hvilken hastighet/dynamikk endringene har. Den detaljerte etablerte metodikken med mengdemål av alle arter kan enkelt bearbeides til dekning av ulike funksjonelle grupper som dvergbusker, graminider, urter, moser og lav.

Utfordringer

Intensiv overvåking etter TOV-metodikk er ressurskrevende både med hensyn på kostnader og kompetanse, og gir samtidig et geografisk begrenset bilde av vegetasjonsutviklingen.

Oppsettet av overvåkingsfeltene og metodikken er basert på erfaringer fra subalpin- og alpin vegetasjon fra fastlands-Norge. På Svalbard er klimaet betydelig mer værhardt, og solifluksjon og annen massetransport av jordmateriale kan påvirke rutenes oppmerking og muligens forflytte ruter i terrenget. Det er derfor viktig at feltene oppsøkes og vedlikeholdes hvert år.

Svalbards kryptogamflora er generelt svært vanskelig å identifisere til artsnivå. Det er således viktig at feltpersonalet har god kompetanse på kryptogamer.

¹ <http://www.miljodirektoratet.no/no/Tema/Miljoovervakning/Naturovervaking/Skooger/Program-for-terrestrisk-naturovervaking-TOV/>

Det er viktig med et høyt antall analyseruter for å oppdage signifikante endringer. Oppsettet i Endalen med 10 ruter innen hver vegetasjonstype og 10 fra hver av overgangene mellom vegetasjonstypene ligger på et minimum for å se på endringer innen én vegetasjonstype, ellers vil ikke de statistiske bearbeidingene bli holdbare. Det totale antallet på femti ruter innenfor området som helhet er således et minimum.

Beiteintensitet påvirker udiskuterbart vegetasjonen på Svalbard. Med det formål å fange opp endringer forårsaket av klimaendringer ville det ideelt sett være ønskelig å etablere intensiv overvåking i områder med lite og forventet stabilt beitepress. Slike områder finnes det imidlertid få av på Svalbard, og det er derfor nødvendig å inkludere i videre arbeid.

Vurdering og anbefalinger

Det er mange positive sider ved etablering av en overvåkingsindikator som benytter metoden som er etablert i TOV på fastlandet. Konseptet til TOV er vel utprøvd over en 25-års periode på fastlandet. Etableringen av tilsvarende stasjoner på Svalbard har den fordel at det kan gi rom for en viss grad av sammenlignbarhet mellom fastlandet og Svalbard, selv om det ligger begrensninger i dette tatt i betraktning at forholdene på Svalbard er svært ulikt de grunnleggende forholdene på fastlandet. Videreføring og videreutvikling av feltlokaliteter på Svalbard vil naturlig kunne inngå som et ledd i det nasjonale TOV-programmet.

TOV er en ressursintensiv overvåking. Det er også flere aspekter som krever nærmere studier/avklaringer for at indikatoren kan gi et fullgodt og robust bilde på utviklingen av vegetasjon på Svalbard. Dette inkluderer:

- Det er en intensjon/målsetning i TOV å se arter og økosystem i sammenheng for å gi bedre mulighet for å tolke resultatene. Det er behov for vurdering av overvåkingen for å oppnå denne målsetningen med TOV-lokaliteten i Endalen, da først og fremst beiteproblematikken.
- De artene som dekkes av stasjonen i Endalen dekker en del viktige vegetasjonstyper, men trolig ikke nødvendigvis de som forventes å respondere raskest på klimaendringer, endring i beitepress eller mottakelighet for etablering av fremmede arter. Slik sett vil det være relevant å vurdere nærmere hva som utgjør best egnet(e) lokalitet(er) for slik(e) stasjon(er) på Svalbard.
- Det bør gjøres en vurdering av betydningen av å etablere TOV-stasjon på Svalbard som et ledd i det nasjonale TOV-programmet.

Det er for tidlig å si noe om hyppighet av gjentak etter kun ett gjentak. Men om situasjonen viser seg å være like stabil om fem år, kan det vurderes å øke tidsperioden mellom hver hele analyse av alle arter.

Kort konklusjon

- Overvåkingen er relevant innenfor rammen av TOV.
- Det kan være relevant å videreføre TOV-lokalitet i Endalen dersom dette anses som hensiktsmessig som en del av TOV-programmet. I så fall anbefales det videreføring med en hyppighet på re-analyse hvert femte år med mulig økning av tidsperioden dersom det konkluderes med ubetydelige endringer i vegetasjon over fem-årsperioder.
- Flere aspekter ved indikatoren krever nærmere studier/avklaringer for å sikre en robust indikator.

Overvåking av vegetasjonsslitasje på Svalbard som følge av ferdsel

Se Vedlegg 5 & 6 for prosjektleders oppsummering og vurdering av delprosjektet. Nedenfor følger en syntese av funnene og en overordnet vurdering av indikator og metodikk. Det er gitt generelle anbefalinger med hensyn på videreutvikling og bruk.

Kort beskrivelse

For å begrense og forebygge negative effekter av ferdsel på terreng og vegetasjon er det nødvendig med dokumentasjon av tilstand og systematisk overvåking. Over tid må gode overvåkingsdata være i stand til å skille mellom naturlig variasjon og effekter av menneskeskapt påvirkning.

I forbindelse med «Pilotprosjektet» ble det gjort et utvalg av egnede overvåkingslokaliteter basert på spesifikke kriterier som omfatter variasjon i bruk av lokalitetene og naturforhold, og effekter av forvaltningstiltak som allerede er iverksatt. Med utgangspunkt i kriteriene og logistiske vurderinger ble det etablert fire fokuslokaliteter i 2009; Ytre Norskøya og Bjørnhamna på Nordvest-Spitsbergen, London i Kongsfjorden og Platåfjellet ved Longyearbyen. Det ble etablert ytterlige to lokaliteter i indre Isfjord i 2010; Skansebukta og Diabas. I 2014 ble lokalitetene London og Platåfjellet re-analysert.

Fastruter for analyse av vegetasjon og slitasetilstand er lagt ut etter en fastlagt feltprotokoll. I hver lokalitet er det lagt ut to til fire transekter på 30 meter, med 10 fastmerka ruter (0,5 x 0,5 m²) langs hvert transekt. Alle rutene er fastmerka og fotografert (RGB- og IR-foto). I hver fastrute ble det registrert en rekke vegetasjons-, slitasje- og miljøvariabler.

Polarinstituttet har under den generelle flykartleggingen av Svalbard gjennomført tilleggs-fotografering med høy oppløsning (4-15 cm) av 34 utvalgte lokaliteter med sikte på å etablere overvåking av slitasje i vegetasjonen som følge av menneskelig aktivitet. Lokalitetene omfatter kulturminnelokaliteter og ilandstigningsplasser på vest- og østsiden av Svalbard. NINA og Norut (Tømmervik et al. 2012) har gjennomført pilotprosjekt med hovedformål å undersøke om og i hvilken grad digitale ortofoto fra flyfotografering i 2009-2010 kan brukes til å detektere og overvåke skader påført vegetasjonen i forbindelse med ilandstigningsområder for turistskip og annen aktivitet. Kalibrering av resultatene fra analysene av flyfoto er basert på felttransekt utført beskrevet overfor (Hagen m.fl. 2010).

Muligheter

Vurdering av prosjektet og resultatene viser at det er mulig å gjennomføre overvåking med en forenklet metodikk som innebærer etablering av faste foto-punkter i et større utvalg av lokaliteter med påfølgende systematisk sårbarhetsanalyse av disse. Det må for disse lokalitetene gjøres systematisk innsamling av detaljer om bruksomfang og arealbruk, samt gjøre en generell registrering av synlig påvirkning. Dette alternativet vil ikke gi samme detaljeringsgrad og kunnskap om sensitiviteten i vegetasjonen som har vært lagt til grunn i «Pilotprosjektet», men metoden gir mulighet til å vise sammenheng mellom bruk og effekt og kan være tilstrekkelig til at forvaltningen har grunnlag for å sette i verk nødvendige tiltak.

Dersom det kan etableres en sammenheng mellom bakkefoto og ulike typer foto (RGB/bakkefoto, infrarøde bilder, flyfoto), kan det være mulig å følge utviklingen i mange lokaliteter basert på oppfølging av bakkefoto i et begrenset antall lokaliteter. En slik kobling forutsetter at sammenhengen mellom bakkefoto og bilder er entydig og klar.

Flyfotograferingen (høyoppløselig) av de 34 utvalgte områder som blir hyppig benyttet av turistnæringen på øygruppen gir et godt grunnlag for overvåking av ferdselsslitasje, og med den rivende utviklingen i satellitteknologien antas det at det vil, på grunnlag av kalibreringsarbeid, i fremtiden være mulig å bruke satellittfoto for analyse av de 34 områdene.

Utfordringer

Det er en stor utfordring å måle effekter av dagens ferdsel i disse lokalitetene på en relevant måte. En stor andel av kystcruise-lokalitetene har attraksjoner knyttet til tidligere tiders bruk. De aller fleste lokalitetene med høye besøkstall har dermed vegetasjon som fortsatt er påvirket av tidligere aktivitet som pelsfangst, gruvedrift eller kvalfangst. Den bruken som foregår i dag, kan dermed stedvis betraktes som «vedlikehold» av de gamle sporene fra den gang. Flere lokaliteter er i en gjenvekstfase etter svært hard bruk. Det kan være vanskelig å tolke hva som er årsak til målt vegetasjonsslitasje. Slitasje kan komme fra både folk og dyr. Noen lokaliteter opplever kraftig økning av gås-bestanden, som helt klart påvirker vegetasjonsdekket. Noen lokaliteter er naturlig vegetasjonsløse eller har rabber med naturlig, spredt vegetasjon. Slike naturlige vegetasjonsløse områder kan være vanskelig å skille fra bar jord skapt av slitasje. Samspill mellom disse ulike faktorene har betydning for tolking av målt effekt og kan være forvaltningsmessig utfordrende. Det er spesielt vanskelig å definere middels slitt vegetasjon, noe som begrenser muligheten for å oppdage tidlige effekter av ferdselsslitasje. Det er behov for metodeutvikling for å beskrive bedre kvantitativ gradering av slitasjeeffekter, og her må både bakke-data og foto inngå.

Vurdering og anbefalinger

Effekter av ferdselsslitasje på arter og populasjoner kan være spesielt kritiske dersom enkelt forekomster av sjeldne arter blir ødelagt, men også andre, slitasjesvake arter kan bli påvirket av ferdsel. Effekter på plantesamfunn og vegetasjon vil være redusert plantedekke, mer naken grus, eller skifte i mengdefordeling mellom arter. Slitasje som følge av ferdsel kan ha en estetisk effekt som kan framstå som svært uheldig ut fra nasjonale miljømål (<http://fylker.miljostatus.no/Svalbard>). Slitasjeovervåkingen som er etablert på Svalbard, retter seg mot målbare effekter på plantesamfunn og vegetasjon, men metodikken vil også kunne avdekke effekter på enkeltarter og estetiske effekter.

Delprosjektet slik gjennomført under «Pilotprosjektet» er et relativt tidkrevende arbeid, og det anbefales å utrede om analysen av karplantene til artsnivå kan erstattes av analyser av funksjonelle grupper. Det bør vurderes om raskere målinger av stibredde/dybde, dekning av bar jord/stein og bilder kan brukes. Slitasjeprosjektet i «Pilotprosjektet» har sett nokså detaljert på småskala endringer i rutene. For å få et bilde av utviklingen kan det være tilstrekkelig å gjennomføre overvåking med mindre presis, men mer dekkende, data. En kombinasjon av intensiv og ekstensiv overvåking vil gi det beste resultatet i langsiktig overvåking av mye besøkte lokaliteter på Svalbard. Intensiv overvåking på småskalanivå på noen lokaliteter øker forståelse av mekanismene bak slitasje og endringer, og bidrar til bedre tolking av endringer fanget opp på større skalaer under ekstensiv overvåking med flyfoto eller satellitt.

Det anbefales å videreføre langsiktig overvåking av vegetasjonsslitasje i en kombinasjon av intensiv og ekstensiv overvåking. Det bør være en målsetting å kunne re-analysere de 34 lokalitetene på grunnlag av satellittbilder som gjennomføres hvert femte år.

Kort oppsummering

- Indikatoren er relevant innenfor rammen av MOSJ.
- Det er relevant å videreføre overvåkingen, og da med en hyppighet på re-analyse hvert femte år. Det bør også legges opp til å gjennomføre den intensive delen av overvåkingen med mindre presise, men mer dekkende, data.
- Flere aspekter ved indikatoren krever nærmere studier/avklaringer for å sikre en robust indikator hvorav graden av beitepress kan inngå i overvåkingen. Videre er det viktig å ha gode tall på besøkende og eventuelt ruter/stier som blir brukt mest. Det er videre nødvendig å utvikle metoder for bruk av satellittbilder som grunnlag for den ekstensive delen av overvåkingen.

Overordnede betraktninger

I det følgende oppsummeres en del momenter som gjelder alle delprosjektene og vegetasjonsovervåking på Svalbard generelt. Det vil være viktig å ta disse momentene inn i betraktningen når man nå skal videreutvikle og implementere overvåkingsinitiativer på Svalbard.

Felles for alle anbefalinger gitt av delprosjektene, og helt i tråd med de viktigste nasjonale og internasjonale gjennomganger av vegetasjonsovervåking, er behovet for bedre og samordnet måling av sentrale påvirkningsfaktorer.

Hovedfokus i «Pilotprosjektet» har vært å identifisere indikatorer og metodikk, og det har vært lagt vekt på å kombinere intensive og ekstensive metoder som i tilstrekkelig grad dekker størstedelen av Svalbard med hensyn til variasjon i klima. Det har i begrenset grad vært tatt hensyn til beitedyr (rein, rype, gås) som påvirkningsfaktorer. Dette er forhold som vil være nødvendig å inkludere i den videre utviklingen av vegetasjonsovervåkingen på Svalbard, slik at en kan etterstrebe å skille effekten av endret klima fra endringer forårsaket av beitedyr. Et slik fokus er sentralt i konseptet «økosystembasert overvåking», der klimaeffekter på vegetasjon overvåkes med tanke på endringer i interaksjoner mellom plantene og andre økosystemkomponenter (se Ims et al 2013).

Når det gjelder klimavariabler finnes det relativt sett bedre data på sommer- og vintertemperatur enn på nedbør. Det er behov for klimadata med bedre dekning av ulike deler av landskapene. Dette er forhold som også er påpekt i «MOSJ-evalueringen». I samarbeid med Meteorologisk institutt er COAT i gang med å etablere et system for overvåking av sentrale klimavariabler for vegetasjon som omfatter måling av temperatur og andre klimavariabler langs økologiske gradienter. Klimavariablene skal måle trender og ekstremhendelser – som dannelse av islag på bakken.

Det er behov for forbedring og validering av eksisterende snø-modell for Svalbard for å bedre mulighet for å modellere isdannelse på bakken (Liston og Elder, 2006a, 2006b). Heldekkende av is over vegetasjonen har store effekter på dyrepopulasjoner på Svalbard (Hanssen et al. 2013), og pågående studier tyder på storskala skader i reinrose- og kantlyngvegetasjon – med ukjente følger for gjenvekst og planterproduksjon (J.W. Bjerke, V. Ravolainen, upubliserte data).

I delprosjektene og i sentrale strategiarbeider (se Ims et al. 2014) er det påpekt viktigheten av å forsøke å skille effekten av endret klima fra endringer som blir forårsaket av beitedyr. Et slik fokus er sentralt i konseptet «økosystembasert overvåking», der klimaeffekter på vegetasjon ses i relasjon til endringer i interaksjoner mellom planter og de andre økosystemkomponentene (se Ims et al 2013). Standardisering av måling av plante – beitedyr interaksjoner er et av temaene det jobbes aktivt med i de sirkumpolare arktiske land, spesifikt innenfor forskernettverket «Herbivory Network» (<http://herbivory.biology.ualberta.ca/>), innen CBMP sine arbeidsgrupper og innen COAT. Det er naturlig i utviklingen av vegetasjonsovervåkingen på Svalbard å etablere overvåking i områder med ulike populasjoner av reinsdyr og gjess. COAT (Ims et al 2013) har klima – økosystem interaksjoner som hovedfokus, og det vil være betydningsfullt å samordne indikatorer.

For å kunne forutse økosystemenes responser til raske, pågående miljøendringer trenger vi å forstå de bakenforliggende kreftene som former biologisk mangfold, deriblant mangfold av beitedyrene som spiller en nøkkelrolle i næringskjeder på land. I Arktiske økosystemer var mønstrene i biologisk mangfold tidligere antatt å være mest påvirket av klima, men en sirkumpolar studie indikerer at samspillet

mellom planter, beitedyr og rovdyr er viktigere enn temperatur for beitedyrenes mangfold, på en romlig skala som dekker hele Arktis (Barrio et al 2016).

Fremtidig vegetasjonsovervåking på Svalbard bør og må være en aktiv leverandør til nasjonale og internasjonale overvåkingsprogrammer. Slik sett vil det bli viktig å videreutvikle indikatorene i en retning tilpasset en mer økosystembasert, adaptiv overvåking som er den rådende tilnærmingen i store fellesprogram som CBMP. Denne typen overvåking danner grunnlag for å kunne avdekke årsakssammenhenger i de endringer som observeres.

Arbeidet med «Pilotprosjektet» og andre diskusjoner knyttet til overvåking av arktisk tundra, viser at overvåking må foretas på direkte målbare tilstandsvariabler i vegetasjonen som mengde, fenologi, sammensetning og utbredelse av vanlige, sjeldne og innførte planter, og funksjonelle grupper. Intensiv og ekstensiv overvåking bør dekke produktivitetkontraster innen regioner og landskaper på hele Svalbard, og ta hensyn til påvirkning fra beitedyr. Overvåkingen bør dekke alle klimasoner så lang det lar seg gjøre (Johansen et al 2009). Det bør benyttes en kombinasjon av feltovervåking og fjernmåling, med god utnyttelse av eksisterende kunnskapsgrunnlag på de faktorer som påvirker vegetasjonen.

For å få et mest mulig dekkende bilde av vegetasjonsutviklingen vil det være hensiktsmessig, gjennom en kombinasjon av ekstensiv og intensiv overvåking, å fokusere på mulige endringer i vanlig forekommende vegetasjonstyper og plantegrupper/arter som tilsammen dekker følgende roller:

- Kjente eller forventede nøkkelfunksjoner i næringsnett
- Prosesser som opprettholder integritet, arktisk biodiversitet eller økosystem tjenester i økosystemet
- Kjente eller forventet sensitivitet til klimaendring
- Forvaltningstiltak mulige (gjennom forvaltning av dyr eller turister/andre som ferdes)

Det kan være hensiktsmessig å fokusere på relativt produktiv vegetasjon, med planter som forventes å ha raske responsrater, og i habitater der det er tilstrekkelig næring og fuktighet det ligger til rette for økning i utbredelse og etablering av nye arter. For eksempel vil mosetundra i ulike utforminger kunne utgjøre et slikt fokus-strata. Mosetundra finnes på flatene og skråningene i dalfører, og er veldig viktig under fuglefjell.

Samlet sett bør vegetasjonsovervåking på Svalbard ha bred geografisk dekningsgrad igjennom en kombinasjon av intensiv og ekstensiv, satellittbasert overvåking. Overvåkingen må rettes inn mot å kunne anvendes innenfor adaptive, økosystembaserte overvåking og studier som vil bidra til å beskrive og forklare endringer i viktige statusvariabler. Det fordrer en effektiv samkjøring av datainnhenting, og det vil være helt nødvendig å vekte ulike tema og områder ut fra hva som er forventet å vise endringer med størst overføringsverdi til større områder. Dette vil bidra til en mer grunnleggende forståelse av endringer i vegetasjonen på Svalbard som følge av pågående miljøendringer.

Veien videre

«Pilotprosjektet» har hatt fokus på å identifisere og utprøve metoder for overvåking av statusvariable som skal bidra til å avdekke effekter av endret klima og økt ferdsel i vegetasjonen på Svalbard. Det er innenfor prosjektet etablert betydelige datagrunnlag, etablert dataserier, og foretatt trendstudier (se referanser i vedlagte oppsummering av delprosjektene).

Denne rapporten har oppsummert resultatene fra indikatorarbeidet i «Pilotprosjektet» og for hver av de vurderte indikatorene har det også blitt sett på deres hensiktsmessighet for videre overvåking og den foreslåtte overvåkingsmetodikkens styrker og svakheter.

Rapporten og dens konklusjoner er i seg selv ikke ferdigutviklet plan for den videre overvåkingen av vegetasjon på Svalbard, men identifiserer et utvalg indikatorer som er høyst relevante å utvikle videre i en slik overvåking.

Det er ikke mulig, innenfor eksisterende finansielle eller kompetanserelaterte rammer, for én enkelt institusjon å ta ansvar for den fulle og hele bredden av identifiserte behov knyttet til overvåking av vegetasjon på Svalbard. Det er heller ikke rom innenfor eksisterende nasjonale overvåkingsbudsjetter til å dekke alle behov.

Oppfølgingen av «Pilotprosjektet» må ses i lys av pågående nasjonale og internasjonale initiativer og bør ha følgende skrittvis tilnærming:

1. MOSJ fagråd bes gi føringer for de forvaltningsmessige prioriteringene innenfor rammen av og mandatet til MOSJ. Videre bes det om at Miljødirektoratet og Sysselmannen på Svalbard gir føringer på områder som eventuelt faller utenfor denne rammen. Erfaringene, vurderingene og konklusjonene fra «Pilotprosjektet» vil, sammen med erfaringer fra andre overvåkingsinitiativer, danne grunnlaget for denne delen av prosessen
2. Med bakgrunn i føringene er det naturlig at Norsk Polarinstitutt som fagetat utarbeider en kortfattet rammeplan for vegetasjonsovervåking på Svalbard med hensyn til lokalisering, omfang og regulariteten i overvåkingen. Planen skal være basert på den vitenskapelige erfaringsbasen «Pilotprosjektet» representerer og støtte seg på erfaringer og anbefalinger fra nasjonal og internasjonal overvåking. Videre skal planen klargjøre hvilke områder det er naturlig og mulig for Polarinstituttet selv å følge opp innenfor dagens finansielle rammer og instituttets vitenskapelige kompetanse
3. Rammeplanen skal skissere mulige løsninger for hvordan behovene for overvåking, som ikke lar seg gjennomføre av Polarinstituttet, kan dekkes
4. Det skal legges vekt på å synliggjøre hvordan overvåkingselementene kan samordnes med andre relevante overvåkingsinitiativer
5. Det skal skisseres hvordan resultatene fra vegetasjonsovervåkingen skal publiseres og evalueres innenfor MOSJ

Referanser

- Barrio, I.C. et al. 2016. Biotic interactions mediate patterns of herbivore diversity in the Arctic. - *Global ecology and biogeography* 25(9): 1108-18.
- Bjerke, J.W. 2011. Winter climate change: ice encapsulation at mild subfreezing temperatures kills freeze-tolerant lichens. - *Environmental and experimental botany* 72(3): 404-8.
- Bjerke, J.W., Karlsen, S.R., Høgda, K.A., Malnes, E., Jepsen, J.U., Lovibond, S., Vikhamar-Schuler, D. & Tømmervik, H. 2014. Record-low primary productivity and high plant damage in the Nordic Arctic region in 2012 caused by multiple weather events and pest outbreaks. - *Environmental Research Letters* 9 (doi: 10.1088/1748-9326/9/8/084006). 14 s.
- Bokhorst, S., Bjerke, J.W., Bowles, F.W., Melillo, J., Callaghan, T.V. & Phoenix, G.K. 2008. Impacts of extreme winter warming in the sub-Arctic: growing season responses of dwarf-shrub heathland. - *Global change biology* 14: 2603-12.
- Bokhorst, S., Bjerke, J.W., Tømmervik, H., Callaghan, T.V. & Phoenix G.K. 2009. Winter warming events damage sub-Arctic vegetation: consistent evidence from an experimental manipulation and a natural event. - *Journal of ecology* 97(6): 1408-15.
- Bokhorst, S., Bjerke, J.W., Tømmervik, H., Preece, C. & Phoenix, G.K. 2012. Ecosystem response to climatic change: the importance of the cold season. - *Ambio* 41(suppl.3): 246-255.
- Brattbakk, I. & Rønning, O.I. 1978. Rikt planteliv langt mot nord. - *Forskningsnytt fra Norges almenvitenskapelige forskningsråd*, 23(8): 44-51.
- CAFF 2015. Arctic terrestrial biodiversity monitoring plan, annual report 2014. Akureyri: Conservation of Arctic flora and fauna. (CAFF monitoring series report; 16). 20 s.
- Christensen, T. et al. 2013. The Arctic terrestrial biodiversity monitoring plan. Akureyri: Conservation of Arctic flora and fauna. (CAFF monitoring series report; 7). 164 s.
- Elvebakk, A. 1994. A survey of plant associations and alliances from Svalbard. - *Journal of vegetation science* 5(6): 791-802.
- Elvebakk, A., 1999. Bioclimatic delimitation and subdivision of the Arctic. S.81-112. - I: *The Species concept in the high north: a panarctic flora initiative* / ed. I. Nordal & V. Razzhivin. Oslo. (Skrifter / Det norske videnskaps-akademi. I: Mat.-naturv. klasse, ny serie; 38).
- Elvebakk, A. 2005. A vegetation map of Svalbard on the scale 1:3.5 mill. - *Phytocoenologia* 35(4): 951-967.
- Framstad, E. (red.) 2014. Terrestrisk naturovervåking i 2013: markvegetasjon, epifytter, smånagere og fugl, sammenfatning av resultater. Oslo. (NINA rapport; 1036). 158 s
- Framstad, E. (red.) 2015. Terrestrisk naturovervåking i 2014: markvegetasjon, smånagere og fugl, sammenfatning av resultater. Oslo. (NINA rapport; 1186). 74 s.
- Framstad, E., Bakkestuen, V., Bruteig, I.E., Kålås, J.A., Nygård, T. & Økland, R.H. 2003. Natur i endring: terrestrisk naturovervåking 1990-2002 Trondheim. (NINA temahefte; 24). 30 s.

- Ims, R.A., Jepsen, J.U., Stien, A. & Yoccoz, N.G. (eds.) 2013. Science plan for COAT: climate-ecological observatory for Arctic tundra. Tromsø. (Fram Centre report series; 1). 177 s.
- Ims, R.A., Alsos, I.G., Fuglei, E., Pedersen, Å.Ø. & Yoccoz, N.G. 2014. An assessment of MOSJ: the state of the terrestrial environment in Svalbard. Tromsø. (Norsk Polarinstitutt rapportserie; 144). 41 s.
- Johansen, B, Tømmervik, H. & Karlsen, S.R. 2009. Vegetasjonskart over Svalbard basert på satellittdata: dokumentasjon av metoder og vegetasjonsbeskrivelser. Trondheim. (NINA rapport; 456). 54 s.
- Liston, G.E. & Elder, K. 2006a. A meteorological distribution system for high-resolution terrestrial modeling (MicroMet). - *Journal of hydrometeorology* 7(2): 217-234.
- Liston, G.E. & Elder, K. 2006b. A distributed snow-evolution modeling system (SnowModel). *Journal of hydrometeorology* 7(6): 1259-76.
- Meltofte, H.(ed.) 2013. Arctic biodiversity assessment: status and trends in Arctic biodiversity. Akureyri: Conservation of Arctic flora and fauna. 678 s.
- Sysselmannen på Svalbard 2013. Handlingsplan mot skadelige fremmede arter på Svalbard. Longyearbyen: Sysselmannen. 42 s.
- Walker, D.A., Epstein, H.E., Jia, G.J., Balser, A., Copass, C., Edwards, E.J., Gould, W.A., Hollingsworth, J., Knudson, J., Maier, H.A., Moody, A. & Reynolds, M.K. 2003. Phytomass, LAI and NDVI in northern Alaska: relationship to summer warmth, soil pH, plant functional types and extrapolation to the circumpolar Arctic. - *Journal of geophysical research. Atmospheres* 108(D2): 8169 (doi: 10.1029/2001JD000986). 15 s.
- Xu, L. et al. 2013. Temperature and vegetation seasonality diminishment over northern lands. - *Nature climate change* 3(6): 581-6. Vedlegg 1: Forslag til struktur på sluttrapportering av delprosjektene. Brev til den utførende institusjon.



Kapp Flora, Svalbard. Foto: Hallvard Strøm, Norsk Polarinstitut

Vedlegg 1: Forslag til struktur på sluttrapportering av delprosjektene. Brev til den utførende institusjon



NORSK POLARINSTITUTT • NORWEGIAN POLAR INSTITUTE

Deres ref.: Vår ref.: Saksbehandler Dato
2010/95 Tlf.: 4.11.2014

Sluttrapportering vegetasjonsprosjekter Norsk Polarinstitutt

Forst en stor takk til alle for presentasjoner og diskusjoner i seminaret i slutten av oktober! Det var en svært nyttig gjennomgang av alt som har vært gjort i det femårige pilotprosjektet som sikter mot etablering av langsiktig overvåking i vegetasjonen på Svalbard. Som en oppfølging til diskusjonen, og for å sikre oss best mulig nytte av alt arbeidet som er lagt ned i prosjektene, ønsker vi å spesifisere noen punkter til sluttrapporteringen.

Vegetasjonen på Svalbard vil bli påvirket av klimaendring, endringer i beitedyrspopulasjoner, og menneskelig aktivitet med påfølgende slitasje. En fremtidig overvåking skal ta sikte på å forklare effekten av disse faktorer på vegetasjonen. Det er derfor viktig at valg av type data og metoder blir særlig diskutert i sluttrapporten. Vi vil dessuten be om at det i sluttrapportene blir fokusert på evaluering av bruksnyttene av resultatene med tanke på disse hovedutfordringene.

Vi antar at formen i sluttrapporteringen vil variere noe mellom de ulike prosjektene. Det er imidlertid ønskelig å få tilbakemelding på punkter gitt nedenfor, som vi ber dere ha som rettesnor i sluttrapporten.

- 1) Design av studiet
 - a. romlig fordeling og antall gjentak, tidsmessig intensitet, relater gjerne variasjonen i vegetasjonen til variasjon i påvirkningsfaktorene i diskusjonen. Hvis mulig, analyser et redusert antall prøver for å se hvor mange gjentak trengs for å oppnå samme resultat.
- 2) Målemetodikk
 - a. sensitivitet for å identifisere endring, målefeil med hensyn til observatør og andre feilkilder, tidsbruk relatert til bruksnyttene av informasjonen, eventuelle alternative metoder
- 3) Minimum av variable/parameter som bør registreres innen hver enhet
 - a. parameter som er nødvendige for å beskrive vegetasjonen: registreringer på artsnivå; funksjonelle grupper; vegetasjonstyper; total biomasse
 - b. nøyaktig hvilke endringer vil vegetasjonsparameterne som foreslås videreført måle? Hvilke parameter/data som ble brukt i prosjektet kan tenkes ikke videreført? Bruk gjerne korrelasjoner for å vise dette
 - c. Hvilke parametre bør måles som gjør oss i stand til å forstå endring: luft eller jordtemperatur; beitedyrtaktivitet, etc.

Prosjektene kan være av begrenset lengde, romlig utstrekning eller tilnærming til å kunne komme med fullgode forklaringer til hvorfor det er eller ikke er observert endringer i vegetasjonen i prosjektperioden, noe som selvsagt er et viktig mål. Mange vil likevel ha tilstrekkelig datamengde som kan benyttes til denne metodeevaluering.

Vi ser fram til å motta sluttrapporten fra dere.

Med vennlig hilsen

John Richard Hansen

Virve Ravolainen

TROMSØ (HOVEDKONTOR)
POLARINSTITUTTET
No-9296 TROMSØ, NORWAY
Tel. +47 77 75 05 00
Fax. +47 77 75 05 01

LONGYEARBYEN
BOKS 505
No-9170 LONGYEARBYEN
Tel. +47 79 02 26 00
Fax. +47 79 02 26 04

NY-ÅLESJUND
SVERDRUPSTASJONEN
No-9173 NY-ÅLESJUND
Tel. +47 79 02 74 00
Fax. +47 79 02 70 02

Org. nr. 971 022 264
E-post: postmottak@npolar.no
www.npolar.no
Bank giro 7694 05 00490

Vedlegg 2: Oppsummering av Delprosjekt I. Satellittbasert overvåking av vekstsesongen

Prosjektansvarlig: Stein Rune Karlsen, NORUT

Vekstsesongen over hele Svalbard er kartlagt ved hjelp av MODIS satellittdata for perioden 2000-2013. Arbeidet er finansiert av MOSJ, men mye av utviklingsarbeidet er finansiert i andre prosjekter. Arbeidet er oppsummert i flere rapporter og vitenskapelig publikasjoner og på flere konferanser.

Metode

Vekstsesongens lengde

Det er i studiet benyttet MODIS satellittdata baserte kart for start på vekstsesongen for perioden 2000 til 2013. Studieområdet er hele Svalbard syd om 80°N. Kartdata (S100, S250 og terrengmodell) fra Norsk Polarinstitutt er gjort tilgjengelig for Norut til bruk i prosjektet. Fra disse kartdataen er det generert masker for bruk i prosesseringen av satellittdatasettene. I tillegg er et Landsat TM basert vegetasjonskart med 30 m romlig oppløsning for hele Svalbard (Johansen et al. 2009, 2014) nyttig som referanse.

For tolkning av start og slutt på vekstsesongen basert på MODIS satellittdata er det etablert til sammen åtte feltobservasjonsområder i Adventdalen og på fjellplatået ved Gruve 7. Siden den romlige oppløsningen til MODIS data er på 250/500m, og at resultatene skal kunne ekstrapoleres til hele Svalbard, er det lagt vekt på at feltobservasjonene skal konsolidere den romlige variasjonen i start og slutt på vekstsesongen over større områder. Tradisjonelle fenologiobservasjoner på enkeltarter i et punkt har vist seg vanskelig å knytte opp mot satellittdata med 250m romlig oppløsning, og et eget opplegg er derfor brukt for å finne den lokale variasjonen og gjennomsnittet i start og slutt på vekstsesongen. Det er også lagt vekt på finne gode og enkel botanisk definisjon på start og slutt på vekstsesongen.

Dekningskart for snø

For å få fram en fornuftig tidsserie av dekningskart for snø er det benyttet Terra MODIS 500m data fra NASA (MOD10A1 versjon 5 produktet) som gir daglig dekning tilbake til mars 2000 (dog ikke i mørketida ca. 15. oktober til 15. mars). Denne tidsserien er tilrettelagt ved å geokode alle datablokker som dekker Svalbard til WGS-84 UTM-sone 33N 9 med for et passende kartutsnitt i 500 m oppløsning. Vi har også benyttet multi-temporal interpolasjon for å kunne levere skyfrie dekningskart for snø (beste estimat) for hele perioden. MODIS tidsserie benyttes i lag med ASAR tidsserien for å generere daglige multi-sensor snø-kart over Svalbard. ASAR sensoren på ENVISAT satellitten sluttet å virke i 2012, og det er derfor ikke brukt ASAR-data for de to siste årene (2011-2012), men kun MODIS data. I kontrakten med NPI var det spesifisert at snø-kartene skulle ha 100 m romlig oppløsning basert på SAR oppløsning. MODIS bilder, som i utgangspunktet har 500 m oppløsning, re-sampled, for å kunne mikses med SAR. Siden en ikke har både SAR og optisk hver dag, vil den reelle oppløsningen være en blanding av 100 m og 500 m oppløsning. Tidsserien med snø-kart fra Svalbard dekker årene 2005-2012. Mørketid med resulterende mangel på dekning fra optisk sensor og manglende sensitivitet i SAR-data for tørr snø finner vi det kun hensiktsmessig å levere data i perioden 11. mars til 17. oktober. Enkeltdagsproduktene med snø-kart leveres som geotif-bilder.

Vekstsesongen i relasjon til klimaparameter

I alt er det benyttet data fra seks meteorologiske stasjoner på Svalbard. Dette gjelder 99910 Ny-Ålesund, 99940 Svalbard Lufthavn, 99760 Sveagruva, 99754 Hornsund, og 99735 Edgeøya. De øvrige stasjoner har enten for kort tidsserie for perioden 2000 til 2013 (gjelder 99737 Svarttangen, 99752 Sørkappøya, 99765 Akseløya, 99790 Isfjord Radio og 99880 Pyramiden) eller for lite vegetasjon for langt nord til at vi kan beregne vekstsesongen (99740 Kongsøya, 99927 Verlegenhuken, 99928 Crozierpynten, 99935 Karl XII øya og 99938 Kvitøya).

Fra Meteorologisk Institutt sin tjeneste www.eklima.no er det benyttet daglige temperatur parametere, nedbørsparametere og snø-data for perioden 2000 til og med 2013. For et større vegetert område rundt klimastasjonen ble det beregnet årlig start på vekstsesongen fra det MODIS – NDVI-baserte vekstsesongkart. Kun tre stasjoner har komplette dataserier med temperatur og nedbør for periode 2000-2013 (999720 Hopen, 99840 Svalbard Lufthavn og 99910 Ny-Ålesund). For disse stasjonene er det gjort multiple lineære regresjonstester med ulike parameter for vårtemperatur og vinter nedbør mot start på vekstsesongen. Det eksisterer data for snødekke bare fra disse tre av stasjonene – og da kun med korte tidsserier. Derfor blir disse dataene benyttet som referanse. For de øvrige tre stasjonene er det for få år med data (99735 Edgeøya og 99754 Hornsund) eller mangler nedbør (99760 Sveagruva) til å utføre noe annet enn enkle korrelasjonsanalyser.

Resultater

Analysene viser at det er store regionale forskjeller i start på vekstsesongen. Dette gjelder både mellom årene, og regionalt innenfor samme år. Men det er ikke registrert signifikante trender i perioden 2000 til 2013. Overvåkingen viser at spesielt årene 2000 og dels år 2008 og 2009 hadde sen start på vekstsesongen, og årene 2002 og 2013 tidlig start. Et lignende mønster er funnet for siste dag med snødekke, da dette som oftest korresponderer med start på vekstsesongen. Resultatene viser også at tidlig/sen start på vekstsesongen vest på Svalbard ikke nødvendigvis alltid korresponderer med tidlig/sen start øst på øygruppa og at metoden derfor gir et godt bilde på de regionale forskjeller. Analyse av tidsserien av MODIS satellittdata i relasjon til klimaparameter fra meteorologiske stasjoner på Svalbard, viser et signifikant samsvar mellom start på vekstsesongen og lufttemperatur for de fleste stasjoner med lange tidsserier. Dette viser at registrering av start på vekstsesongen er en god indikator for overvåking av effekter av klimaendring på vegetasjon på et regionalt nivå, og at overvåkingen gir et bilde på de regionale forskjellene innenfor øygruppa.

Analysene viser dessuten at det er vanskelig å finne en ensartet måte å kartlegge slutten av vekstsesongen på med MODIS data. Derfor er det påkrevd å benytte flere metoder i kombinasjon etter hvilke vegetasjonstyper det gjelder. Dette er krevende med piksler på 250m og 500m. Det er likevel i dette prosjektet utviklet en god metode for kartlegging av slutten på vekstsesongen i Adventdalen der vi ser signifikant samsvar med felldata, men at denne metoden åpenbart ikke virker for andre deler av Svalbard. Etablering av flere områder med feltvalidering, fortrinnsvis på Øst-Svalbard og spesifikt på Edgeøya vil i betydelig grad forbedre gi bedre kunnskap om tidspunktet for vekstsesongens slutt på hele øygruppen. Selv om vi har relativt god kunnskap om starten på vekstsesongen er det viktig å påpeke at det knytter seg usikkerhet til starten spesielt Øst-Svalbard. Det skyldes mye tåke og liten spektral respons fra vegetasjonen, og spesielt viser dataene at der det er lite dynamikk i NDVI/vegetasjonsrespons i områder med mosetundra. I tillegg har vi per i dag ingen feltvalideringsdata fra østlige deler av Svalbard.



Figur 1. Lineær trend i start på vekstsesongen for 14 års perioden fra år 2000 til år 2013 (Karlsen & Høgda 2014)

Rapportering i prosjektet

Karlsen, S. R., E. Malnes, & K. A. Høgda. 2011. Satellittbasert overvåking av vekstsesongen på Svalbard, - status 2010. Norut Rapport 5/2011. 30 s.

Karlsen, S.R., E. Malnes & K.A. Høgda. 2013. Satellittbasert overvåking av vekstsesongen på Svalbard, - status 2012. Norut rapport 2/2013. 26 s.

Karlsen, S.R. & K.A. Høgda. 2014. Endringer i start på vekstsesongen på Svalbard i relasjon til klima. Norut rapport 3/2014. 16 s.

Karlsen, S.R., A. Elvebakk, K.A. Høgda & T. Grydeland. 2014. Spatial and Temporal Variability in the Onset of the Growing Season on Svalbard, Arctic Norway - Measured by MODIS-NDVI Satellite Data. Remote Sensing. 6: 8088-8106.

Karlsen, S.R. 2014. Overvåking av vekstsesongen med automatiske kamera i Adventdalen, Svalbard. Norut notat 03/2014. 8 s.

Vedlegg 3: Oppsummering av Delprosjekt II. Spesialovervåking av varmekrevende karplanter i Colesdalen, Svalbard. Satellittbasert overvåking av vekstsesongen

Prosjektansvarlig: Geir Arnesen, Ecofact

Termofile arter på randen av sin klimatiske tålegrense er antatt å respondere tidlig på endringer i klima. De er derfor gode indikatorer for effekter av endringer av klima, og kan potensielt få stor betydning i økosystemene hvis de økologiske forholdene endrer seg slik at de kan formere seg ofte. Dette gjelder i særdeleshet termofile arter av dvergbusker som dominerende vegetasjonen på fastlandet. Andre termofile arter har ikke samme potensiale til å endre strukturen i vegetasjonen, men er likevel svært gode indikatorer på økologiske endringer på voksestedet. Dette gjelder spesielt kortlivede arter og urter generelt.

Det finnes mange termofile karplantearter på Svalbard som har populasjoner med få individer på et fåtall lokaliteter. Det ble i 2009 iverksatt registreringer av fem termofile arter i Colesdalen som omfattet polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*), tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*), fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*), arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) og fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*). De tre førstnevnte er dvergbusker mens de to siste er henholdsvis en flerårig og ettårig urt.

De fleste av termofile arter på Svalbard er på rødlisten på grunn av lave individtall og få populasjoner. Derfor er overvåking av termofile karplanter også et ledd i overvåking av rødlistearter på øygruppen.

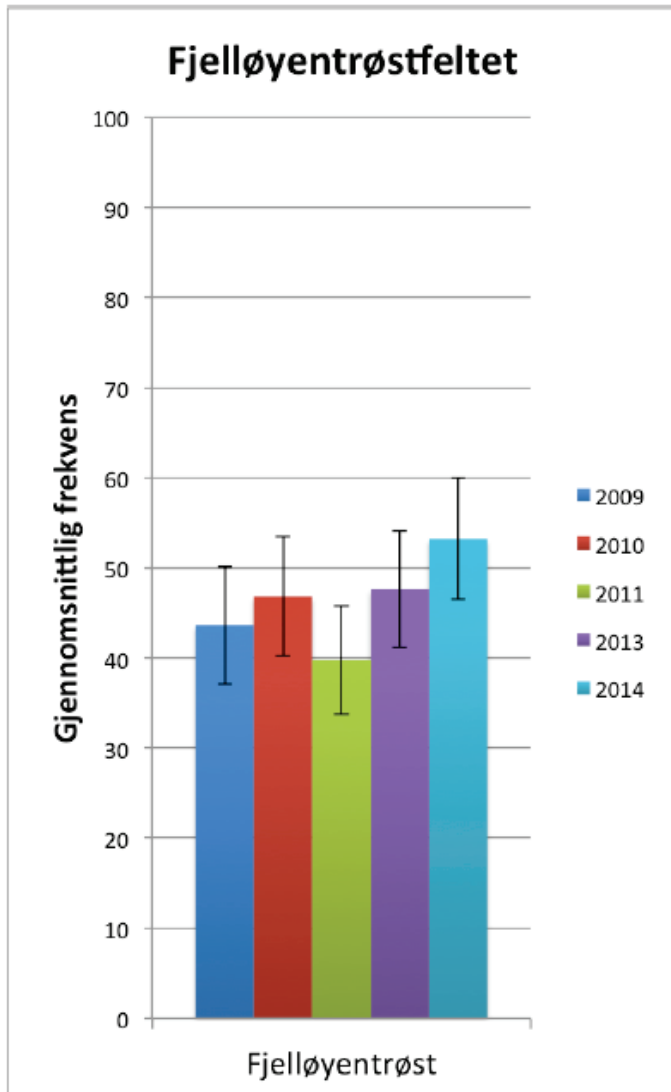
Metode

Utvikling av fjelløyentrøst populasjonen overvåkes i 77 analyseflater, mens de fire andre artene overvåkes i 20 analyseflater hver. Totalt er det da 157 analyseflater i Colesdalen sørvesthelling over en lengde på ca. 1 km. Det har blitt gjort årlige vegetasjonsregistreringer med smårutefrekvens frem til 2014. I tillegg måles jordtemperatur i 60 analyseflater. I vegetasjonsanalysene blir det benyttet smårutefrekvens i 50 x 50 cm analyseammer delt inn i 100 små ruter av 5 x 5 cm.

Resultater

Den ettårige fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) og arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) som er flerårig, viser et svært sammenfallende mønster i årlige svingninger. En har foreløpig ikke tilgjengelig en god tidsserie med temperaturdata fra Colesdalen, men det virker overveiende sannsynlig at disse artene responderer på årlige temperaturvariasjoner og andre klimarelaterte parametere slik som vekstsesongens lengde og snøsmeltingens utvikling. Fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) er dessuten i spredning i dalsiden og okkuperer nye områder hvert år.

Dvergbuskene har som ventet vesentlig lavere årlig variasjon. Fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) og polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) ser ut til å gå sakte men sikkert fremover, men fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) har også hatt et stort tilbakeslag i 2012/2013, trolig på grunn av isbrann. Tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*) har gått litt tilbake de siste årene med registreringer, men det er foreløpig vanskelig å si om dette er en trend. For å overvåke dvergbusker er det nødvendig med overvåking som spenner over et lengre tidsrom da de responderer tregere på mange ytre påvirkninger.



Figur 1. Gjennomsnittsfrekvens av fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteini*) i de 31 analyseflatene arten har vært observert. Standardfeil er indikert med en svart stolpe. Arten går stort sett fremover bortsett fra 2011 da den hadde et tilbakeslag. Mønsteret er svært lik det en ser hos arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *Gieseckiana*) (Arnesen et al. 2014).

Rapportering i prosjektet

Alsos Greve I. 2008. Spesialovervåking: varmekrevende arter i Colesdalen. Notat Prosjektforslag.

Alsos Greve I. og G. Arnesen 2009. Spesialovervåking av varmekrevende karplanter i Colesdalen - Svalbard Årsrapport for 2009 – Basisundersøkelser. UNIS-rapport

Alsos Greve I. 2010. Spesialovervåking av varmekrevende karplanter i Colesdalen - Svalbard Årsrapport for 2010 – Første endringer. UNIS-rapport

Arnesen G., G.-A. Sommersel og I.G. Alsos 2012. Spesialovervåking av varmekrevende karplanter i Colesdalen - Svalbard Årsrapport for 2011. Ecofact Rapport 152. 20 s.

Sommersel G.-A 2012. Notat til Norsk Polarinstitutt. Utplassering av jordtemperaturmålere i analyse-rutene sommeren 2012, i forbindelse med prosjektet "Spesialovervåking av varmekrevende karplanter i Colesdalen – Svalbard". Ecofact 2012.

Arnesen G., I.G. Alsos og G.-A. Sommersel 2014. Spesialovervåking av varmekrevende karplanter i Colesdalen – Svalbard, Status etter fem år med registreringer. Årsrapport for 2011. Ecofact Rapport 415, 28 s.

Vedlegg 4: Oppsummering av Delprosjekt III. Intensive overvåkingsfelter for markvegetasjon i Endalen, Svalbard

Prosjektansvarlig: Vidar Bakkestuen NINA Trondheim

Det er stor interesse å følge utvikling av vegetasjonen på Svalbard i forbindelse med fremtidige klimaendringer og forurensing. Det ble i 1991 satt i gang en vegetasjonsovervåking ved Dyrevika i Kongsfjorden på Svalbard av Norsk Polarinstitut i samarbeid med Direktoratet for naturforvaltning (DN) i regi av Program for terrestrisk naturovervåking – TOV. Området ble re-analysert i 1994, men overvåkingen har siden ikke blitt videreført på grunn av en sterk økning i beite av rein som helt har endret den opprinnelige vegetasjon. Som et ledd i en videreføring av den pågående overvåking av miljøet på Svalbard i regi av Miljøovervåkingssystemet for Svalbard og Jan Mayen (MOSJ), fikk NINA i 2009 i oppdrag av Norsk Polarinstitut å etablere en ny stasjon for intensiv overvåking av markvegetasjon i Endalen relatert til påvirkningsfaktorene klima og forurensing (Aarrestad 2008, Aarrestad et al. 2010). Hensikten med dette overvåkingsprosjektet var å legge opp til en metodikk som kan fange opp vegetasjonsutviklingen på Svalbard relatert til påvirkning fra klimaendringer og forurensing, samt endringer i beiteintensitet. Overvåkingen tar sikte på å forklare effekten av disse påvirkningsfaktorene på vegetasjonen over tid.



*Figur 2. Overvåkingsområdet i Endalen under fjellmassivet Trollsteinen/Lindholmhøgda.
Foto: P.A. Aarrestad.*

Endalen ligger i mellomarktisk region i et relativt varmekjært område på Svalbard nær Longyearbyen med løsmasser fra sedimentære bergarter som sandstein, siltstein og leirskifer. Det er benyttet tilsvarende metodikk som for vegetasjons-økologisk overvåking i Program for terrestrisk naturovervåking (TOV) på fastlandet, der arters forekomst og mengde overvåkes i permanent oppmerkede analyseruter i de viktigste floristiske og økologiske gradienter innen overvåkingsområdet. Økologiske paramete-

re som kan forklare artssammensetning og endring i vegetasjon måles samtidig. Vegetasjonen i Endalen på Svalbard er overvåket i en gradient i habitater fra reinroserabb, via kantlynghei til grassnøleie, med vekt på overgangssoner mellom de tre habitatene.

Med intensiv overvåking menes detaljerte feltstudier av flere parametere samtidig innen et avgrenset område over tid. Delprosjektet var planlagt for fem år som et grunnlag for valg av fremtidig overvåkingsmetodikk for markvegetasjon på Svalbard. Det presiseres at spesifikk overvåking av beitepåvirkning ikke var en del av oppdraget. Overvåkingsmetodikken er harmonisert med overvåking av markvegetasjon i regi av TOV på fastlandet (Framstad et al. 2003; 2014) og kan avdekke tidlige effekter av klimatiske endringer, sur nedbør, eutrofiering (nitrogen) og annen forurensing (organiske miljøgifter og metaller) på vegetasjon ved gjenanalyser av utvalgte parametere. Resultater fra overvåkingen vil videre kunne benyttes i forhold til annen overvåking av vegetasjon på Svalbard i regi av MOSJ og annen sirkumpolar overvåking i Arktis. Prøveflatene ble første gang analysert i august 2009 og re-analysert i 2014 til samme tid på året.

Metode

Ti analysefelter à 5 m x 10 m ble i 2009 subjektivt lagt ut i den sørøsteksponerte dalsiden i Endalen, to felter i hvert habitat og to felter i hver overgangssone. I hvert felt ble det lagt ut 5 analyseruter à 0,5 m x 0,5 m med tilfeldig plassering av rutene, totalt 50 analyseruter. I hver analyse-rute er det registrert prosent dekning av total vegetasjons-dekke, feltsjikt, bunnsjikt, strø, stein og åpen jord, død kantlyng og avstand til nærmeste kantlyngbestand. Vegetasjonen i rutene er analysert ved hjelp av 0,5 m x 0,5 m aluminiums-rammer inndelt i 16 små-ruter. I hver av små-rutene er forekomst og fravær av alle karplanter, moser og lav registrert. I tillegg er dekning av hver art innen analyseruta angitt i prosent av rutes areal. Alle analyseruter og små-ruter er fotografert med digitalt kamera. En temperaturlogger er satt ned i øvre jordlag utenfor hver analyse-rute for kontinuerlig måling hver tredje time. Loggerne må innsamles og avleses hvert år, og ny-programmerede logger må settes ut. I inneværende periode har vi temperaturdata for 2009-2012 og fra 2014 til 2015.

Resultater

Ordinasjonsanalyser av datamaterialet fra 2009 viser en hovedgradient i vegetasjonens artssammensetning fra relativt tørre, vindeksponerte reinroserabber med grovt mineralrikt substrat via arter som er mer tilpasset humusrikt jordsmonn i mer beskyttet kantlynghei til mindre eksponerte og fuktigere, moserike grassnøleier (se Aarrestad 2010). Denne variasjonen i artssammensetningen er trolig en kompleksgradient knyttet til mikroklima, substratstørrelse, jordfuktighet og snødekkets varighet. Denne gradienten reflekterer rabb – snøleie gradienten.

Den nest viktigste gradienten, representert med DCA-akse 2 verdier, kan være relatert til mengde kalsium og næringstilgang i jordsmonnet, da reinroserabber med arter som reinrose og rødsildre er mer edafiske kravfulle enn mer humusrike kantlyngsamfunn. Noe nærmere konklusjon om dette kun vil klarlegges hvis jordprøver fra rutene og feltene blir analysert for kjemiske egenskaper.

Den intensive overvåkingen av markvegetasjon i Endalen fra 2009 til 2014 viste en svak framgang av rabbepraget vegetasjon og tilbakegang av kantlynghei og lav, samt en økning av den varmekjære arten etasjemose. Det har kun skjedd små endringer i artssammensetningen langs rabb-snøleie hovedgradienten over 5 år. Det er vist en svak signifikant endring langs den nest viktigste gradienten, DCA 2. Denne endringen tolkes hovedsakelig som en tilbakegang av kantlyng og framgang av reinrose. Vi har både i 2009 og 2014 registrert relativt store utdøinger i kantlyngpopulasjonene i overvåkingsområdet.

Dette kan skyldes klimarelaterte påvirkningsfaktorer som mer isdannelse i vintersesongen pga. vekslende temperaturer, samt tørke- og frostskafer som skyldes endret snødekkevarighet.

Tabell 2. Arter i analyserutene som viser signifikante endringer i mengde fra 2009 til 2014. n- = antall analyseruter der arten går tilbake, n+ = antall analyseruter der arten går fram, R = retning for signifikant endring, p = signifikansnivå. Arter merket rødt viser størst endring (Bakkestuen et al. 2014)

Arter		Endring 2009 - 2014							
Norsk navn	Latinsk navn	Prosent dekning				Frekvens			
<i>Arter som viser tilbakegang</i>		n-	n+	R	p	n-	n+	R	p
Kantlyng	<i>Cassiope tetragona</i>	13	4	-	0,02	7	2	-	0,07
Lodnemyrklegg	<i>Pedicularis hirsuta</i>					10	2	-	0,01
Rørsigd	<i>Dicranum spadicum</i>	14	6	-	0,01				
Heigråmose	<i>Racomitrium lanuginosum</i>	10	3	-	0,01				
Islandslav	<i>Cetraria islandica</i>	7	0	-	0,01	7	0	-	0,02
Bergerlav, basalskjell	<i>Cladonia</i> spp.					7	1	-	0,03
Grynlav	<i>Stereocaulon</i> spp.	16	5	-	0,01				
<i>Arter som viser framgang</i>									
Reinrose	<i>Dryas octopetala</i>	5	16	+	0,02				
Åkersnelle	<i>Equisetum arvense</i>					4	16	+	0,02
Fjellsyre	<i>Oxyria digyna</i>					1	11	+	0,02
Jervrapp	<i>Poa arctica</i>					2	11	+	0,01
Seterrapp	<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>alpigena</i>					1	7	+	0,02
Etasjemose	<i>Hylocomium splendens</i>	5	17	+	0,02	7	22	+	0,01
Jøkulflette	<i>Hypnum revolutum</i>					0	6	+	0,02
Piggrådmose	<i>Blepharostoma trichophyllum</i>					2	7	+	0,04
Frynsemose	<i>Ptilidium ciliara</i>					3	13	+	0,02

Veksling mellom frost og mildvær er kjent for å gi økte frostskafer på lyng, noe som er observert de senere år i nord-boreale heier i Troms og Finnmark (Bokhorst et al. 2008, 2009, 2012, Bjerke et al. 2014). Dokumentert reduksjon av islandslav, begerlav og grynlav kan også skyldes klimarelaterte påvirkninger. I følge Bjerke (2011) viser eksperimenter at arktisk-alpine lav er sensitive til et varmere og mer vekslende vinterklima. Økt frekvens av vinterising kan ha alvorlige effekter på lav-dominerte økosystemer. Gjenanalysen i 2014 viste en signifikant framgang av etasjemose, noe som er særdeles interessant i og med at denne arten på Svalbard er varmekjær og responderer på mildere klima (Callaghan et al. 2003).

Variasjon i vegetasjonen i overvåkingsrutene er knyttet til jordkjemiske parametere og topografisk variasjon, mens endringer i vegetasjon er som oftest knyttet til klima, beite og forurensing. De målte endringene i Endalen fra 2009 til 2014 skyldes høyst sannsynlig klimaendringer. Klima påvirker imidlertid også de edafiske faktorene. Det er således viktig at viderevegetasjonsanalyser kombineres med målinger av jordtemperatur og kjemiske analyser av jordsmonnet for å gi et godt grunnlag for å avdekke eventuelle fremtidige vegetasjonsendringer knyttet til klimaendring og eventuelt forurensing. Siden metodikken er tilpasset overvåkingen i TOV, vil utviklingen også kunne settes i sammenheng med vegetasjonsutvikling i overvåkingsområder på fastlandet. Metodikken bør forbedres for å kunne skille effekter av endret beite fra effekter av klimaendringer og forurensing.

Hovedresultatet er altså at vegetasjonen i den siste femårsperioden er relativt stabil, men at det er påvist en mindre endring i artssammensetningen som kan ha sammenheng med endret klima.

Metodikken som er brukt klarer å fange opp små endringer som kan indikere en tidlig endring i påvirkningsfaktorer og er således velegnet til å gi et tidlig varsel om eventuelle større vegetasjonsendringer i framtiden.

Rapportering i prosjektet

Aarrestad, P.A. 2008. Forslag til intensiv overvåkingsprogram for markvegetasjon på Svalbard 2009. Nina Notat 17.10.08

Aarrestad, P.A., Bakkestuen, V., Hassel, K., Stabbetorp, O.E. & Wilmann, B. 2010. Etablering av overvåkingsfelter for markvegetasjon i Endalen, Svalbard 2009. - NINA Rapport 579. 28 s. + Vedlegg.

Bakkestuen, V., Aarrestad, P.A. & Stabbetorp O.E. 2014. Gjenanalyse av intensive overvåkingsfelter for markvegetasjon i Endalen, Svalbard 2014. Endringer i vegetasjon fra 2009 til 2014 og vurdering av overvåkingsmetodikk. - NINA Rapport 1122. 37 s.

Callaghan, T.V., Carlsson, B.Å., Sonesson, M. & Temesváry A. 2003. Functional Ecology. 11(2):157 - 165. DOI: 10.1046/j.1365-2435.1997.00072.x

Vedlegg 5: Oppsummering av Delprosjekt IV. Overvåking av vegetasjonsslitasje på Svalbard som følge av ferdsel

Prosjektansvarlig: Dagmar Hagen, NINA Trondheim

For å begrense og forebygge negative effekter av ferdsel på terreng og vegetasjon er det nødvendig med dokumentasjon av tilstand og systematisk overvåking. Over tid må gode overvåkingsdata være i stand til å skille mellom naturlig variasjon og effekter av menneskeskapt påvirkning (her; ferdsel). God overvåking vil gjøre forvaltningen i stand til å sette i verk tiltak før uønsket utvikling har kommet for langt, og dermed forhindre uopprettelig skade. Noe av formålet med overvåking av ferdselseffekter er å vurdere behovet for tiltak dersom utviklingen går i uønsket. Dette er tiltak som forvaltningsmyndighetene på stedet kan sette i verk innenfor rammen av politiske mål, juridiske virkemidler og fakkunnskap om påvirkningen. Overvåking av ferdselsslitasje på vegetasjon er en tilstandsindikator under utvikling for MOSJ. Den vil kunne inngå i samspill med ferdselsparametere som allerede inngår i MOSJ.

Det er konkrete og spesielle metodiske utfordringer knyttet til slitasjeovervåking, som har betydning for om dataene som samles er relevante, som for eksempel:

- Kulturhistorien i lokalitetene: En stor andel av kystcruise-lokalitetene har attraksjoner knyttet til tidligere tiders bruk. De aller fleste lokalitetene med høye besøkstall har dermed vegetasjon som fortsatt er påvirket av tidligere aktivitet som pelsfangst, gruvedrift eller kvalfangst. Den bruken som foregår i dag, kan dermed stedvis betraktes som «vedlikehold» av de gamle sporene fra den gang. Flere lokaliteter er i en gjenvekstfase etter svært hard bruk, som for eksempel Smeerenburg eller Bjørnhamna. Det er en stor utfordring å måle effekter av dagens ferdsel i disse lokalitetene på en relevant måte
- Det kan være vanskelig å tolke hva som er årsak til målt vegetasjonsslitasje. Slitasje kan komme fra både folk og dyr. Noen lokaliteter opplever kraftig økning av gås-bestanden, som helt klart påvirker vegetasjonsdekket, som for eksempel i London. Noen lokaliteter er naturlig vegetasjonsløse eller har rabber med naturlig, spredt vegetasjon. Slike naturlige vegetasjonsløse områder kan være vanskelig å skille fra bar jord skapt av slitasje. Samspill mellom disse ulike faktorene har betydning for tolking av målt effekt og kan være forvaltningsmessig utfordrende
- Det finnes ingen god og etablert metode for overvåking av vegetasjonsslitasje etter ferdsel. Det er spesielt vanskelig å definere middels slitt vegetasjon, noe som begrenser muligheten for å oppdage tidlige effekter av ferdselsslitasje. Det er behov for metodeutvikling for å beskrive bedre kvantitativ gradering av slitasjeeffekter og her må både bakkefoto og foto inngå. Dersom det kan etableres en sammenheng mellom bakkefoto og ulike typer foto (RGB/bakkefoto, infrarøde bilder, flyfoto), kan det være mulig å følge utviklingen i mange lokaliteter basert på oppfølging av bakkefoto i et begrenset antall lokaliteter. En slik kobling forutsetter at sammenhengen mellom bakkefoto og bilder er entydig og klar.

Metode

Det er gjort utvalg av egnede overvåkingslokaliteter basert på spesifikke kriterier som omfatter variasjon i bruk av lokalitetene og naturforhold, og effekter av forvaltningstiltak som allerede er iverksatt. Med utgangspunkt i kriteriene og logistiske vurderinger ble det etablert fire fokuslokaliteter i 2009; Ytre Norskøya og Bjørnhamna på Nordvest-Spitsbergen, London i Kongsfjorden og Platåfjellet ved Longyearbyen. Det ble etablert ytterligere to lokaliteter i indre Isfjord i 2010; Skansebukta og Diabas. I 2014 ble lokalitetene London og Platåfjellet gjenanalysert. Fastruter for analyse av vegetasjon og slitasjetilstand er lagt ut etter en fastlagt feltprotokoll. I hver lokalitet er det lagt ut to til fire transekter på 30 meter, med 10 fastmerka ruter (0,5 x 0,5 m²) langs hvert transekt. Alle rutene er fastmerka og fotografert (RGB- og IR-foto). I hver fastrute ble det registrert en rekke vegetasjon-, slitasje- og miljøvariabler (tabell 4).

Tabell 3. Registrert variable i plantesamfunn, grad av slitasje og miljø.

Tema	Variable
Dekningsgrad av funksjonelle grupper	Lignoser, urter, graminider, lav, moser, crust, strø/humus, total vegetasjon ekskl. crust
Dekningsgrad nakent substrat	Naken jord eller sand Naken stein/berg/grus
Slitasjetilstand	Moderat, ikke skadet gjennom vegetasjonsdekket Kraftig skade – skade igjennom vegetasjons-dekke



Figur 3. Oversikt over lokalitet London og plassering av transekter L1-4. Foto: Norsk Polarinstitutt.

Resultater

De fleste overvåkingstransektene er lagt ut på tvers av typisk bevegelsesmønstre i lokalitetene, slik at både status og endring kan variere mye mellom rutene i samme transekt. Det er derfor forskjeller rute-for-rute over tid som gir mest relevante resultater. Det er også observert klare forskjeller innen små-rutene ved gjennomgang av foto i ettertid. Vegetasjonssammensetningen er ikke registrert i felt på dette detaljnivået, men resultatene indikerer at det kan være nødvendig å gå helt ned til denne fine oppløsningen. Gjennomsnittverdier på transekt-nivå kan gi en relevante data der ferdselen ikke går langs en sti, men fordeler seg spredt utover et område.

Dataene bekrefter at det har vært svært vanskelig å dokumentere slitasje i rutene på en entydig måte ved ruteanalyser, og spesielt skille mellom moderat og kraftig slitasje. Dette er kritisk for framtidig overvåking ettersom tidlig dokumentasjon av moderat slitasje kan være grunnlag for å iverksette forebyggende tiltak. Foreløpig er datagrunnlaget for spinkelt til å bruke bakke-slitasedata til å konkludere om utvikling i slitasje over tid.

Så langt er det bare gjort gjentak av analysene i to lokaliteter etter fem år. Dette er for få gjentak til å trekke sikre konklusjoner om metoden egner seg til å fange om små endringer, kunne vise tidlig tegn på slitasje og til å skille mellom naturlige svingninger og menneskeskapte endringer. Men vi ser en sammenfallende trend i endringsanalysene for både RGB-fotoanalyser, IR-foto og utregnet NDVI-indeks og vegetasjonsanalyser utført i felt. Foreløpig er vegetasjonsanalysene i felt de dataene det er minst usikkerhet med. Disse dataene er også egnet som bakkesannhet til både detaljerte fotoanalyser, samt for høyopløselige flyfoto. NDVI-indeksen er i utgangspunktet utviklet for høyproduktiv vegetasjon (tropisk skog og dyrka mark) og dermed er de normaliseringsprosedyrene som ligger inne i indeksen laget for en mye grovere skala enn de som er relevant for oss her. Dermed bli de observerte endringene så marginale at indeksen ikke fanger opp tidlige stadier av vegetasjonsslitasje.

Det er en sammenheng mellom besøksstatistikk presentert i MOSJ og slitasje, men kun besøksstatistikk er for spinkelt grunnlag for å trekke konklusjoner om grad av forventet slitasje på lokaliteter.

Fortsatt metodeutvikling og nye gjenanalyser vil bidra til sikrere data og mulighet for å utvikle metoden til å fange opp relevante endringer. Ytterligere studier vil gi bedre grunnlag for ekstensiv overvåking med flyfoto eller satellitt, i kombinasjon med fokuslokaliteter for bakke-data.

Flere gjentaksanalyser på flere av lokaliteter er nødvendig for å få mer pålitelig kunnskap om sammenhenger mellom stress og vegetasjonsslitasje. Ilandstigningslokalitetene har svært mange variabler, både for historisk og nåværende bruk, klima og geografisk plassering, vegetasjons-type og arter, beitepress osv. Et sentral spørsmål for videre overvåking og framtidig forvaltning er om lokalitetene kun representerer seg selv, eller om resultater fra enkeltlokaliteter har generell og overførbar betydning. Innsamlet datamateriale kan foreløpig ikke kan gi noe sikkert svar på dette.

Rapportering i arbeidet

Hagen D. 2008. Program for vegetasjonsovervåking på Svalbard. Overvåking av ferdselsslitasje. NINA notat 27. november 2008.

Hagen, D, Erikstad, L. & Bakkestuen, V. 2010. Overvåking av ferdselsslitasje på Svalbard-oppsummering av status etter etablering av fire fokuslokaliteter i 2009. NINA Minirapport 292. 33 s. + vedlegg

Hagen, D. & Erikstad, L. 2011. Overvåking av ferdselsslitasje på Svalbard-etablering av to nye fokuslokaliteter i 2010. NINA Mini-rapport 234. 30s. + vedlegg

Hagen, D., Erikstad, L. & Bakkestuen, V. 2015. Overvåking av vegetasjonsslitasje etter ferdsel på Svalbard. Metodeutvikling og registrering av vegetasjonsendringer i fokuslokalitetene London og Platåfjellet mellom 2009 og 2014. - NINA Rapport 1152. 34s.

Vedlegg 6: Oppsummering av Delprosjekt V. Overvåking av ferdselsslitasje på markvegetasjon på utvalgte lokaliteter og avgrensede områder på Svalbard

Prosjektansvarlig: Hans Tømmervik NINA Tromsø (NINA)

NP har under den generelle flykartleggingen av Svalbard gjennomført tilleggs-fotografering med høy oppløsning (4-15 cm) i 34 utvalgte områder med sikte på å etablere overvåking av slitasje i vegetasjonen som følge av menneskelig aktivitet, og overvåking av eventuelle naturlige og klimabaserte endringer i markvegetasjonen. Områdene omfatter kulturminnelokaliteter og ilandstigningsplasser på vest og østsiden av Svalbard. NINA og Norut (Tømmervik et al. 2012) har gjennomført pilotprosjekt med hovedformål å undersøke om og i hvilken grad digitale ortofoto fra flyfotografering i 2009-2010 kan brukes til å detektere og overvåke skader påført vegetasjonen og det terrestriske miljøet i forbindelse med ilandstigningsområder for turistskip, turløyper i Longyearbyområdet samt spor etter gruvedrift og andre aktiviteter i studieområdene inkludert bruk av ATV. Studiene ble gjennomført i Ny London, Diabasodden, Longyearbyområdet (Platåberget, Adventdalen og byområdet). Kalibrering av resultatene fra analysene av flyfoto er basert på felttransekt utført i et annet prosjekt (Hagen m.fl. 2010). Konklusjonen fra «Pilotprosjektet» var blant annet at a) flybildeopptakene egner seg bra til generell vegetasjonskartlegging; NDVI-målinger fra feltmålinger kan sammenlignes med NDVI-målinger fra fly- og satellittopptak og i så måte være en funksjonell «link» mellom vegetasjonsundersøkelser og fjernmåling.

Tidligere flyfotografering av Svalbard i 1990 vil gi mulighet for å se endringer i vegetasjonen over tid på utvalgte lokaliteter. «Pilotprosjektet» viser at det er mulig å se effekter av slitasje, klimarelaterte endringer eller endringer på grunn av naturlig variasjon i vegetasjonen.

I prosjektet skal det bli etablert vegetasjonsindeks for hele og deler av Svalbard og gjennomføring av endringsanalyser av vegetasjonsindeks og biomasse basert på skannede IR-bilder fra 1990 og flybildeopptakene for de 34 lokalitetene.

Metode

Delprosjektet er basert på metoden beskrevet under delprosjekt VI.

Referanser

Tømmervik, H., Johansen, B. & Karlsen, S.R. 2012. Metodikk i forbindelse med flykartlegging av markslitasje på Svalbard - NINA Minirapport 385. 40 s.

Vedlegg 7: Oppsummering av Delprosjekt VI. Etablering av vegetasjonskart for Svalbard

Prosjektansvarlig: Bernt Johansen, NORUT & Hans Tømmervik, NINA

Gjennom prosjektet "Vegetasjonskart – Svalbard" er det for første gang gitt en kartografisk framstilling av vegetasjonen på øygruppa på en generalisert, konsistent og sømløs form. Oppløsningen i kartet er på 30 meter, noe som bidrar til at det kan produseres kart av god kvalitet i målestokker ned til 1:50 000. Kartet er framstilt i UTM-prosjeksjon, sone 33, WGS84. Kartnøkkelen er inndelt i tre nivå. På overordnet nivå er kartet inndelt i 5 hovedgrupper: a) Areal uten vegetasjons-dekke; b) Våte arealtyper med sluttet til tett vegetasjons-dekke; c) Bakker og tørre enger; d) Heier med sluttet til tett vegetasjons-dekke og e) Polarørken og ekstrem vegetasjon. Neste inndeling er tilpasset en kartlegging i regional skala og inneholder 19 klasser. Det mest detaljerte nivået er tilpasset en lokal kartlegging og inneholder 37 klasser. Kartnøkkelen gir en beskrivelse av naturtyper og vegetasjonsenheter på et regionalt nivå med en detaljert beskrivelse av vegetasjonstyper som inngår i hver klasse.

Vegetasjonskartet vil i framtida ha anvendelser på flere ulike områder. Fra dette kartet kan en eksempelvis få en mer detaljert framstilling av plantegeografiske soner og seksjoner på Svalbard. Kartet vil kunne tilby grunnlagsdata for beregning av produksjonspotensialet i ulike typer beiteområder for gås og svalbardrein. Videre vil kartet kunne gi viktig arealinformasjon ved studier av klimaendringer og årstidsvariasjoner. Kartet vil videre gi viktig bakgrunnsinformasjon når nye typer av satellittdata skal testes ut og valideres. For villreinforskningen vil ny informasjon om vegetasjonsdekket kunne gi bedre estimater av beiteforhold, produksjon, fødetilgang gjennom året og variasjoner fra år til år. Ved å sette sammen lange tidsserier av satellittbasert informasjon vil en videre kunne analysere trender i utviklingen og dermed gjennomføre tiltak for en forbedret forvaltning.

Metode

Ulik refleksjon fra forskjellige vegetasjonstyper gir grunnlag for å skille vegetasjonstypene fra hverandre gjennom spektral klassifisering. Det som i hovedsak klassifiseres er ulike økologiske forhold knyttet til vegetasjonsdekket (tetthet, frodighet, vanninnhold, struktur m.m.). Det klassifiserte produktet utformes i sin tur til kartografisk form. I denne prosessen tolkes utskilte spektralklasser til ulike natur- og vegetasjonstyper. Tilgangen på data fra ulike typer satellitter har økt betraktelig gjennom de siste tiår. I dag er det mulig å kjøpe inn data med en geografisk oppløsning fra flere kilometer til beste oppløsning på 61 cm. Satellittdata som er bearbeidet i dette arbeidet, er fra satellittene Landsat 5/TM og Landsat 7/ETM+, begge med en oppløsning på 30 meter og sensorer i den synlige og i den nær- og midlere infrarøde delen av spekteret. Videre har Landsat-satellittene en sensor i termisk infrarødt. Denne kanalen er ikke bearbeidet i dette prosjektet.

Ved "hyperclustering" i alt 255 klasser er det produsert et vegetasjonskart med i alt 41 klasser. Dette ble videreutviklet til et kart som besto av i alt 14 klasser som tar høyde for at grunnlagsbildet besto av en mosaikk av i alt 13 bilder tatt til litt ulik tid av sommeren i perioden 2000-2002.

Vegetasjonskartet ble validert mot det flyfotobaserte vegetasjonskartet for Edgeøya samt satellitt- og flyfotobaserte vegetasjonskart for Reindalen, Gipsdalen, Sassendalen og Brøggerhalvøya. Vegetasjonskartet ble videre utviklet til et "gåsehabitatkart" (Jensen et al. 2008) med 6 klasser. For Edgeøya klarte vi å oppnå en overordnet nøyaktighet på 86 % mellom habitatkartet for gress og det tradisjonelle vegetasjonskartet utarbeidet av Zonneveld i 2004.

Resultat

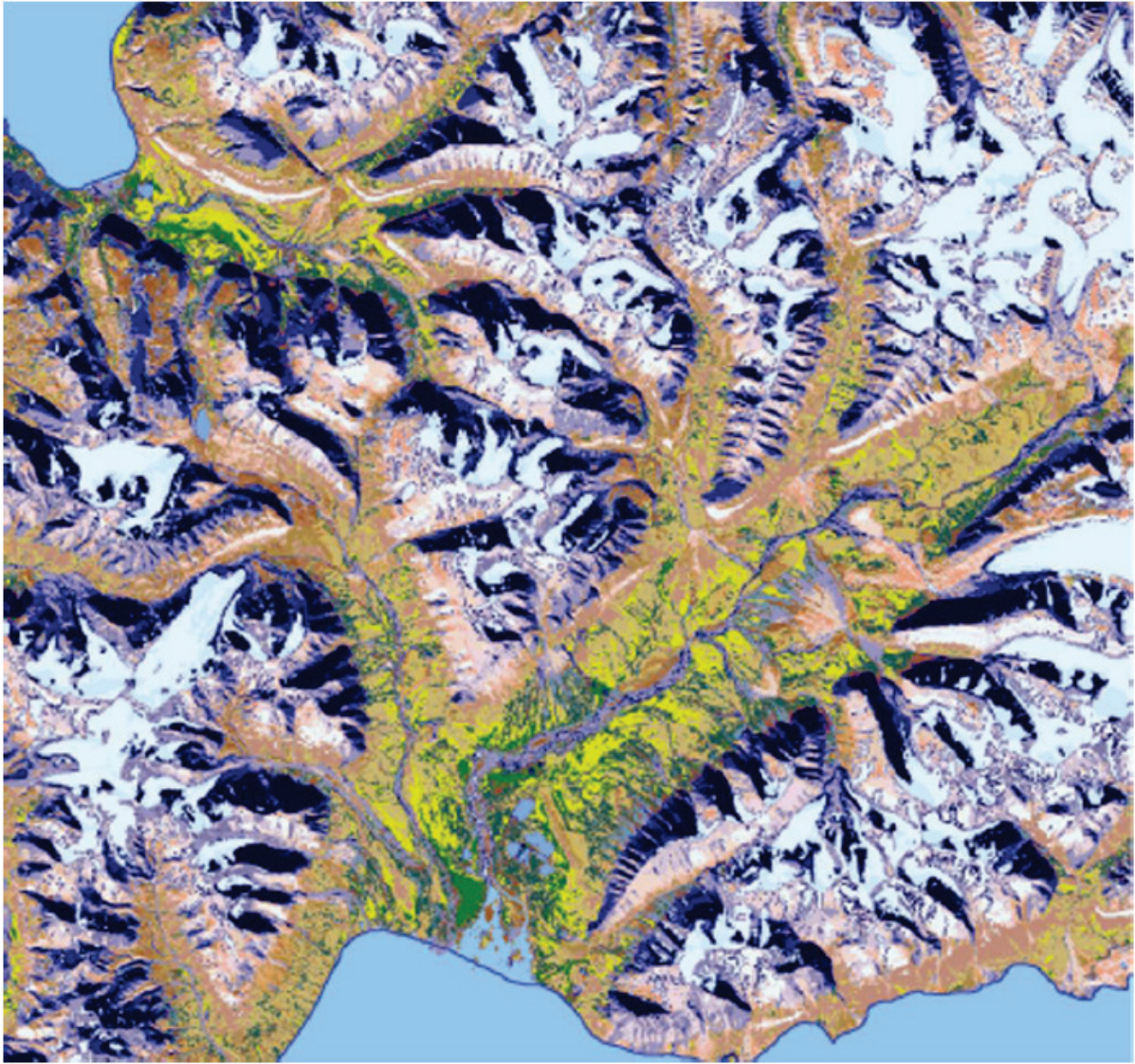
Kartprodukter og øvrige resultat som er utviklet i prosjektet er følgende:

1. Sømløst vegetasjonskart for hele øygruppa i digitalform, inndelt i 38 klasser. Kartet er basert på Landsat TM/ETM+ data med oppløsning 30 meter. Produktet er levert til oppdragsgiver, Norsk Polarinstitutt, på digital form. Kartnøkkelen inngår i denne rapporten.
2. Poster – «Vegetasjonskart Svalbard, 1:500 000». I posteren gjengis kart over hele øygruppa i målestokk 1:500 000. Til kartet er det knyttet en kartnøkkel inndelt i 19 klasser med referanser til klassene (0-37) i originalklassifikasjonen. Posteren oppsummerer videre arealtall for hele øygruppa og tilsvarende tall for øyene: Prins Karls Forland, Spitsbergen, Nordaustlandet, Barentsøya og Edgeøya. Arealdata er inndelt i 5 hovedgrupper.
3. Poster – "Vegetasjonskart Nordenskiöld Land, 1:100 000". Posteren gir en kartografisk framstilling av vegetasjon og areal typer for dette delområdet. I posteren presenteres samme kartnøkkel som for hele øygruppa (19 klasser), samt arealtall.
4. Rapport som oppsummerer "Vegetasjonskart – Svalbard". Rapporten beskriver materiale og metode som er benyttet i prosjektet. Videre gir rapporten en oppsummering av resultat og kartproduktet
5. Kartprodukt som inngår i denne rapporten oppsummeres til følgende: a) Vegetasjonskart – Svalbard, målestokk 1:2,5 mill.; Kartutsnitt – Sassendalen-Gipsdalen, målestokk 1:250 000; Vegetasjonskart over Adventdalen, Colesdalen og Reindalen, målestokk 1:250 000; Vegetasjonskart over Kongsfjorden – Brøggerhalvøya, målestokk 1:250 000; Vegetasjonskart over Isfjord radio, Kapp Liné. Målestokk 1:50 000; Vegetasjonskart over Sassendalen. Målestokk 1:50 000

Under klassifikasjonen er ulike areal typer inndelt i 38 klasser, som omfatter både natur typer og vegetasjonstyper. De første 32 klassene er et resultat av en automatisk klassifikasjon av "master-scenen", 214/4 - 17.8.2000. Klassene 33-38 er kommet til etter hver som nye scener er addert til "masterproduktet". I tillegg til kartprodukt som presenteres i denne rapporten er kartet for hele landet levert Norsk Polarinstitutt på digital form. Dette kartet har en oppløsning på 30 meter. Kartprojeksjonen er i UTM, sone 33.

Oppdatering av vegetasjonskart – Biomasseberegning

Det ble i 2016 gjennomført oppdatering av vegetasjons-klassene basert på satellittdataene fra 2000 – 2002 (pers. kom. Hans Tømmervik). Det ble samtidig utarbeidet statistikk over biomassen innenfor hver av klassene (Tabell 5). Oppdatering av klassene for vegetasjonskartet og biomassekartet er basert på en mer «rendyrket» klassifikasjon er bedre og lettere å forstå. Biomassekartet viser fordelingen av karplanter i gram/kvadratmeter, og biomassekartet er basert på et gjennomsnitt verdier publisert i Johansen & Tømmervik (2014) og Brattbakk & Rønning (1978) samt Edgeøya-kartet. For noen av typene som har sin hovedtyngde i sentrale deler er det valgt å beholde tallene fra Johansen & Tømmervik (2014).



Figur 4 Kartutsnitt: Adventdalen og Colesdalen. Målestokk 1:250 000.(Johansen et al. 2009)

Tabell 5. Reklassifisering av opprinnelige 37 til 22 klasser og beregnet biomasse. (Basert på et gjennomsnitt Johansen & Tømmervik (2014) og Brattbakk & Rønning (1978) samt Edgeøyakartet (1977). For noen av typene som har sin hovedtyngde i sentrale deler er tallene fra Johansen & Tømmervik (2014) beholdt.)

Vegetasjons-klasse	Nye vegetasjonsklasser	Legend	Biomassekart-enheter - karplanter* gram/m ²
1	1	Sea and fjords	0
2,3	2	Inland lakes, broad flooding rivers, melt zones	0
5,29	3	Shadow areas	0
4,6,32	4	Glaciers	0
7,9,30	5	Wet, non-vegetated to sparsely vegetated flats, beaches, slopes and river fans	8
28,31	6	Dry, non-vegetated to sparsely vegetated barrens, slopes and ridges	8
8,14,15,33	7	Vegetated flats, coastal moss tundra, vegetated beaches, slopes and river fans	177
34,35	8	Moderate snowbed and snowflush communities	259
10,11	9	Swamps, mires and wet moss tundra	406
12	10	Moist/wet tussock and mosstundra	366
13	11	Mires and wet marsh/moss tundra	383
37	12	Moist moss tundra - Dominated by species like <i>Tomentypnum nitens</i> , <i>Alopecurus borealis</i> , <i>Eriophorum schueuchzeri</i> and <i>Dupontia fisheri</i> ssp. <i>psilosantha</i>	329
36	13	Bird cliff and wet moss tundra communities (North-West Svalbard)	473
19	14	Arctic meadows	505
20	15	Arctic meadows and bird cliff vegetaton	505
25	16	Open dry-grass communities	200
22	17	Open <i>Dryas</i> communities with <i>Carex rupestris</i>	218
18	18	Dense <i>Dryas</i> heaths	415
21	19	Cassiope heaths with elements of <i>Dryas</i> heaths	636
16,17	20	<i>Luzula</i> vegetation - sparse graminoid vegetation - lichen	198
23,24	21	Gravel barren communities - Polar deserts	48
26,27	22	Polar deserts, polygon fields	48

Referanse

Johansen, B., Tømmervik, H. & Karlsen, S.R. 2009. Vegetasjonskart over Svalbard basert på satellittdata. Dokumentasjon av metoder og vegetasjonsbeskrivelser. NINA Rapport 456. 54 s.

Johansen, B & Tømmervik, H. 2014. The relationship between phytomass, NDVI and vegetation communities on Svalbard. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 27 (2014) 20–30

Zonneveld, I.S., M. Lebouille, M. & de Nies, N. 2004. Landscape ecology ('land unit') map of Edgeøya, Spitsbergen with emphasis on vegetation. - I: Boschman, N. & Hacquebord, L. (red.). Permanence in diversity. Netherlands Ecological Research on Edgeøya, Spitsbergen. *Circumpolar Studies*, Vol. 1. Arctic Centre, University of Groningen.

Vedlegg 8: Beitedyr i samspill med klimaeffekter

Beitepåvirkning sidestilles i styrke med effekten av klima i mange henseende. Alle delprosjektene som har gjort feltstudier har påpekt at en må ha kontroll på beitetrykk for å kunne forstå fremtidige endringer i vegetasjon. Vi mener også at siden både gjess og rein fjerner betydelig mengde biomasse, vil det være viktig å få kvantifisert dette for tolkning av fjernmålingsdata.

Utover det å fjerne plantemateriale vil beitedyr også åpne opp små flekker, som enten utvides eller kan fungere som åpne rom for rekruttering av nye planteskudd. Dyrene, og særlig gjess og sjøfugl spiller en viktig rolle ved å gjødsle landskapet. Fugle fjellene er de mest iøynefallende resultatet av slik påvirkning, med sin markant grønnere og mer frodige vegetasjon enn omgivelsene. Dette fenomenet, som i og for seg har vært velkjent på Svalbard, viser med all tydelighet hvor viktig det er å kontrollere for tilstedeværelse og mengde dyr i et område der vegetasjon overvåkes.

Det pågår arbeid med bedre kartlegging av beitedyrenes variasjon, og mange steder finnes det gode felt-dataserier på rype, rein og gjess. Det bør være en selvfølge at de stedene der rein, rype og gjess allerede overvåkes inngår i vurdering av fremtidige vegetasjonsovervåking. Å identifisere de beste stedene å overvåke planter slik at en har gode kontraster i mengde rein og gjess er en av hovedoppgavene for Ravolainen ved NP i 2015 og 2016.

Med tanke på fjernmåling finnes det noe informasjon om beitedyr på relevant skala. Kartlegging av tetthet av svalbardreinen foregår på skala av hele Svalbard i et prosjekt der NP ansatte deltar (Å. Ø. Pedersen, SMF prosjekt), og det har vært laget habitatbrukskart for rype og kortnebbgås allerede. Habitatbrukskart for rein er under utarbeidelse i 2015-2016 (ledet av NP, Ravolainen, Pedersen, Fuglei), og vil inngå som et viktig datagrunnlag. Sluttproduktet fra NP sitt SMF prosjekt («Where do trophic interactions happen», 2015-2017) vil være kart som viser overlapp i områdebruk for rein, kortnebbgås og rype sammenholdt med felldata og vegetasjonskart. Dette vil bli brukt til å komplementere overvåkingslokaliteter. Felt-kartleggingen av vegetasjon og beitedyr inkluderer fra 2015 datamateriale fra over 10 lokaliteter spredt i områder rundt Isfjorden og i Forlandssundet/Brøgger Halvøya, og suppleres i 2016. Utviklingsarbeidet på den samlede effekten av klima og beitedyr på sentrale vegetasjonsvariable (både fjernmåling og feltmålinger) sammenfattes i et supplement til COAT vitenskapsplanen i løpet av 2016/2107 med Ravolainen i ledelse.

