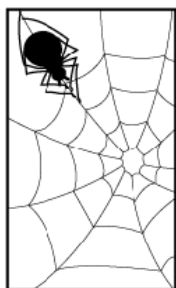


Landskapsmodeller for TOV-områdene

Erik Framstad
Svein-Erik Sloreid
Lars Erikstad



Program for terrestrisk naturovervåking

Rapport nr 130

Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning

Deltakende institusjoner: NINA



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

Landskapsmodeller for TOV- områdene

Erik Framstad
Svein-Erik Sloreid
Lars Erikstad

Framstad, E., Storeid, S.-E. & Erstad, L. 2006. Landskapsmodeller for TOV-områdene. – NINA Rapport 108. 41 pp.

Oslo, februar 2006

ISSN: 1504-3312

ISBN: 82-426-1656-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Erik Framstad

KVALITETSSIKRET AV

Vegar Bakkestuen

ANSVARLIG SIGNATUR

Erik Framstad (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)

Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Signe Nybø

NØKKEWORD

Overvåking – landskap – arealdekke – kartdata – digital høydemodell – landskapsmodell – landskapsendring

KEY WORDS

Monitoring – landscape – land cover – map data – digital elevation model – landscape model – landscape change

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA Trondheim

NO-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Postboks 736 Sentrum

NO-0105 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 33 11 01

NINA Tromsø

Polarmiljøsenderet

NO-9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkelgården

NO-2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

<http://www.nina.no>

Sammendrag

Framstad, E., Storeid, S.-E. & Erktad, L. 2006. Landskapsmodeller for TOV-områdene. – NINA Rapport 108. 41 pp

Program for terrestrisk naturovervåking (TOV) skal framskaffe kunnskap om langsiktige trender i naturen og om mulig knytte slike endringer til ulike årsaksfaktorer. Endringer i arealbruk er blant de viktigste menneskelige påvirkningene på naturen og biologisk mangfold. I TOV-områdene ønsker vi å dokumentere hovedtrekk i landskap og arealdekke, samt endringer i arealdekke for å se om slike faktorer kan bidra til å forklare endringer i overvåkingsvariablene. Formålet med denne rapporten er å vise hvordan digitale landskapsmodeller kan lages for TOV-områdene som grunnlag for å beskrive egenskaper ved de observerte artenes habitater. Dessuten vil vi dokumentere endringer i arealdekket som grunnlag for å tolke endringer i observasjonene. I prosjektet har vi etablert digitale landskapsmodeller bygget opp av digitale høydemodeller og informasjon om arealdekket og andre egenskaper av potensiell betydning for å beskrive landskap og habitater. Vi har basert datafangsten på offentlig tilgjengelige kilder til en rimelig kostnad. Oversikt over tilgjengelig datagrunnlag for de 5 TOV-områdene i nordbo-real sone er gitt i egen tabell og figurer for de ulike områdene. For å etablere prosedyrer og prøve ut ulike datakilder har vi tatt utgangspunkt i den sentrale (10 x 14 km) delen av overvåkingsområdet i Åmotsdalen som dekker de fleste overvåkingsvariablene. Vi har brukt Kartverkets 25m høydemodell basert på koteverket i N50 kartserien. Informasjon om arealdekket har vi fått fra eksisterende kartgrunnlag (N50, ØK) og ved tolkning av flyfoto og satellittdata. Endringer i arealdekket er basert på tolkning av flyfoto fra 1963 og 2002 for utvalgte delområder der spesielle endringsprosesser har foregått. Landskapsmodellen for overvåkingsområdet i Åmotsdalen er illustrert ved et skråningskart som viser hovedtrekk i terrengstrukturen for området, samt ved 7 hovedtyper av arealdekke basert på tolkning av satellittdata. Ti ulike naturtyper for området er tolket ut fra flybildet og hovedtrekk ved terrenget. Den sentrale delen av overvåkingsområdet der overvåking av markvegetasjon, epifytter og smånagere foregår, ligger i hovedsak i en naturtype preget av løsmasser langs med elva, dels i en type med mosaikk av skog, myr og bekke drag. Analysen av eldre og nyere flyfoto for et område omkring Gotten-sætra og Vammervollsætra viser en betydelig reduksjon i arealet av setervoll og tolket beitemark, mens det har vært en økning i mengden skog og forekomsten av trær. For mindre deler av området ser det ut til at tredekningen har gått ned, muligens på grunn av ras og skade fra fjellbjørkemålere. Også analysen av flyfotoene for et område øst for setrene opp mot fjellet viser at tredekningen har økt. Vi har diskutert mulige årsaker til disse observert endringene i lys av naturlige forstyrrelser (bl.a. bjørkemålere), klimaendringer, og arealbruk i området de siste 50-60 årene. Selv om antallet sau har økt betydelig i Oppdal kommune siden 1950, synes det som endringene i utmarksbruken i form av nedlagt setring er den mest sannsynlige forklaringen til endringene i arealdekket. Selve prosedyren for etablering av landskapsmodeller og analyse av endringer i arealdekket synes å fungere brukbart for områder som omfatter hoveddelen av overvåkingsaktivitetene. Det er imidlertid ønskelig med tilgang til mer detaljerte høydedata generelt og bedre og mer oppdaterte flybilder for flere av TOV-områdene, noe som trolig blir tilgjengelig gjennom myndighetenes nye initiativ for flyfotografering av landet. Dessuten er det behov for bedre prosedyrer for å sikre enhetlig utvikling av landskapsmodeller og endringsanalyser for arealdekket. Det er ønskelig å utvikle helhetlige landskapsmodeller for alle TOV-områdene og å analysere endringer i arealdekket så langt datagrunnlaget i form av eldre flybilder gjør det mulig. Framtidige endringer i arealdekket bør følges ved mest mulig sammenlignbar gjenfotografering i farger.

Erik Framstad (erik.framstad@nina.no), Svein-Erik Storeid, Lars Erikstad, NINA, Boks 736 Sentrum, 0105 Oslo

Abstract

Framstad, E., Storeid, S.-E. & Erikstad, L. 2006. Landscape models for the TOV monitoring sites. – NINA Rapport 108. 41 pp

The programme for terrestrial nature monitoring (TOV) shall provide information about long-term trends in the state of nature and if possible link such trends to various causal factors. Changes in land use are among the most important human factors influencing nature and biodiversity. For the TOV monitoring sites we wish to document the main features of the landscape, as well as changes in land cover, to see if such factors may contribute to explain observed changes in the monitored variables. The purpose of this report is to show how we can construct digital landscape models for the monitoring sites as a basis for description of habitat properties relevant for the observed organisms. In addition, we will document changes in land cover as a basis for interpretation of changes in the observations. In the project, we have established digital landscape models by combining digital elevation models and information on land cover and other properties of potential significance into a common GIS. We have based the data capture on sources publicly accessible at reasonable cost. An overview of the accessible data for the 5 monitoring sites in the north boreal zone is given in a separate table and in figures for each area. To establish procedures and test the use of various data sources, we have taken the central (10 x 14 km) part of the monitoring site at Åmotsdalen as our study site; this includes sample plots for most of the monitoring variables. We have used the 25m horizontal resolution elevation model based on the N50 map series from the State Mapping Authority. We have taken information on the land cover from existing map data (N50, economic maps) and by interpretation of aerial photographs and satellite data. We have interpreted changes in land cover for selected areas within the monitoring site, from aerial photographs from 1963 and 2002. We have illustrated the landscape model for the Åmotsdalen site by a slope map that indicates the terrain structure, as well as by 7 main land cover types based on interpretation of satellite data. Based on the interpretation of aerial photographs and terrain characteristics we have identified 10 different nature types for the site. The central part of the monitoring site, where we conduct monitoring of ground vegetation, epiphytes and small mammals, is primarily situated in a nature type characterised by surficial deposits on terraces along the river, partly also in a type with a mosaic of forest, mires and streams. The analysis of old and new aerial photographs for an area around the mountain summer farms Gottemstætra and Vammervollstætra indicates a considerable reduction in the open grassy area around the farms and an increase in the area of forest and the tree cover. For some parts of the area, it appears that tree cover has been reduced, possibly due to avalanche damage and attacks by birch-defoliating moths. In an area just to the east of the summer farms up to the mountain above timberline, tree cover also appears to have increased over the last 40 years. We have discussed possible causes for these changes in view of natural disturbances (e.g., defoliating moths), climate change and land use change over the last 50-60 years. Even if the number of sheep has increased considerably in Oppdal municipality since 1950, cessation of summer farm activities (keeping dairy cattle and goats and associated land management) seems the most likely explanation for the observed changes. The procedures for establishing landscape models and for analysing land cover changes seem to work reasonably well for areas encompassing most of the monitoring activities. However, we need access to more detailed elevation data in general and better and more updated aerial photographs for several of the monitoring sites, something that will probably become available through the government's planned national photography programme. There is also a need for better procedures to ensure harmonised development of landscape models and analysis of changes in land cover. Comprehensive landscape models should be developed for all TOV monitoring sites and changes in land cover should be analysed for these sites as far as data from old aerial photographs will allow. Future changes in land cover should be followed by repeated and harmonised aerial colour photography.

Erik Framstad (erik.framstad@nina.no), Svein-Erik Storeid, Lars Erikstad, NINA, PO Box 736 Sentrum, NO-0105 Oslo

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Forord	6
1 Innledning.....	7
2 Material og metoder	8
2.1 Angrepsmåte og studieområde	8
2.2 Datagrunnlag.....	8
2.3 Metoder.....	12
3 Landskapsmodeller for Åmotsdalen	17
4 Endringer i arealdekket for Åmotsdalen	20
5 Overordnete landskapsmodeller for andre TOV-områder	28
5.1 Møsvatn	28
5.2 Gutulia.....	30
5.3 Børgefjell.....	32
5.4 Dividalen	33
6 Diskusjon og konklusjon	35
6.1 Muligheter og begrensninger for utvikling av landskapsmodeller.....	35
6.2 Hvordan kan landskapsmodeller brukes mot andre TOV-data?.....	38
6.3 Konklusjon og anbefalinger	39
7 Referanser	41

Forord

Program for terrestrisk naturovervåking (TOV) skal framskaffe data og kunnskap om langsiktige trender i naturen og om mulig knytte slike endringer til ulike årsaksfaktorer. Endringer i arealbruk er blant de viktigste menneskelige påvirkningene på naturen og biologisk mangfold. Selv om opplegget for TOV ikke er spesielt egnet for å fange opp mulige effekter av arealbruk, er det liten tvil om at både tidligere og dagens arealbruk har innflytelse på TOV-områdene. Følgelig har vi behov for å dokumentere hovedtrekk i landskap og arealdekke, samt endringer i arealdekket for TOV-områdene, for å se om slike faktorer kan bidra til å forklare observerte endringer i overvåkingsvariablene. I denne rapporten viser vi hvordan digitale landskapsmodeller kan lages for TOV-områdene som grunnlag for å beskrive egenskaper ved landskapet og de observerte artenes habitater. Dessuten har vi skissert hvordan endringer i arealdekket kan analyseres. Ut fra grunnlaget i denne rapporten vil vi utvikle enhetlige landskapsmodeller for TOV-områdene og analysere endringer i arealdekket så langt datagrunnlaget i form av flybilder tillater dette.

Prosjektet er finansiert av Direktoratet for naturforvaltning som del av TOV. Erik Framstad har vært prosjektleder og vært hovedforfatter av rapporten, Svein-Erik Sloreid har stått for tilrettelegging av ulike kartdata og andre datakilder, ortorektifisering av flybilder og de fleste av analysene som inngår i landskapsmodellen og endringsstudiene, mens Lars Erikstad har bidratt med ytterligere analyser og generell kvalitetssikring av prosedyrer og resultater. Som grunnlag for å tolke mulige årsaker til observerte endringer i arealdekket, har vi fått klimadata fra Meteorologisk institutt (hentet via eKlima-tjenesten), data for husdyrtall i Oppdal kommune fra Statistisk sentralbyrå, samt informasjon om den historiske utviklingen av jordbruket og husdyrholdet i Oppdal og Åmotsdalen fra Oppdal kommune ved Anne Lise Fløttum og fra Storskrynten Spaserklubb ved Sturla Sæther. Vi er takknemlige for den innsikten om forholdene i Åmotsdalen som disse verdifulle bidragene har gitt oss. Ellers vil vi takke Signe Nybø, Direktoratet for naturforvaltning, for, som vanlig, engasjert og innsiktsfull oppfølging av prosjektet.

Oslo, januar 2006

Erik Framstad
prosjektleder

1 Innledning

Programmet for terrestrisk naturovervåking (TOV) har som mål å framskaffe kunnskap om langsiktige endringer i naturen og om mulig knytte slike endringer til ulike påvirkningsfaktorer som forurensninger, klimaendringer og endringer i arealbruk. Mens TOV opprinnelig fokuserte særlig på mulige effekter av langtransporterte luftforurensninger, legger vi nå an et bredere perspektiv på endringer i biologisk mangfold og mulige årsaker til disse (jf bl.a. Framstad & Kålås 2001). Endringer i biologisk mangfold kan skyldes et bredt spekter av naturlige og menneskeskapte faktorer. Endringer i ulike former for arealbruk er anerkjent å være blant de viktigste menneskeskapte årsakene til mange av de endringene vi observerer i biologisk mangfold. Endringer i arealbruk er også ansett for å være blant de viktigste truslene mot biologisk mangfold (jf f.eks. Sala et al. 2000; den norske rødlista, DN 1999).

Dagens opplegg for TOV er i utgangspunktet best egnet for å fange opp mulige effekter av langtransporterte forurensninger og til dels klimaendringer, foruten ulike naturlige endringer i de aktuelle økosystemene. Vi har i liten grad strukturert datainnsamlingen slik at mulige effekter av arealbruk uten videre kan oppdages. Samtidig vet vi at flere av TOV-områdene med stor sannsynlighet undergår endringer som skyldes både tidligere tiders arealbruk og dagens bruk av områdene. Slik påvirkning er i stor grad knyttet til utmarksbruk i form av setring, beiting av sau og rein, samt annen rekreativ eller næringsmessig bruk av områdene.

Påvirkning fra arealbruk vil spille sammen med påvirkning fra forurensninger og klimaendringer. Uten nærmere analyse av hvordan arealbruken i TOV-områdene er og har vært, vil det være vanskelig å komme nærmere en identifikasjon av sannsynlige årsaker til observerte endringer, slik vi bl.a. har forsøkt i de siste TOV-rapportene (jf Framstad 2004, Framstad & Kålås 2005). Tidligere er det utviklet landskapsmodeller for overvåkingsområdet ved Møsvatn for å studere relevansen av ulike skalaer for variasjon i naturforholdene (Bakkestuen & Erikstad 2002). Det ble i denne sammenhengen også dokumentert endringer i arealdekket (jf kapittel 5.1). Her har vi behov for å etablere landskapsmodeller ut fra andre målsettinger enn Bakkestuen & Erikstad og med en utstrekning og på et skalanivå tilpasset de fleste undersøkte organismegruppene i TOV (sannsynligvis dels mellom de to nivåene som ble gjort for Møsvatn). En utvidelse av arealene som dekkes i analysene til å omfatte områder over og under dagens skoggrense, er også ønskelig for bedre å kunne studere ev. effekter av klimaendringer. I tillegg trenger vi å dokumentere endringer i arealdekket mer systematisk og presist enn det som var hensikten med prøveprosjektet i Møsvatn-området. Både utvikling av landskapsmodeller med passende utstrekning og skala og dokumentasjon av arealendringer bør følgelig gjøres for samtlige TOV-områder.

I dette prosjektet har vi som mål å vise hvordan:

- digitale landskapsmodeller kan etableres for TOV-områdene som grunnlag for å beskrive habitategenskaper på midlere og grovere skalanivå og som tolkningsramme for endringer knyttet til habitatets egenskaper, inkludert mulig samvirke med andre påvirkningsfaktorer som klimaendringer og forurensninger
- endringer i arealdekket for TOV-områdene i løpet av de siste ca 40 årene kan dokumenteres for å etablere et empirisk grunnlag for å tolke observerte endringer i biomangfold i lys av ev. endringer i habitatet

I denne sammenhengen har vi valgt en tilnærming som er relevant for målene og som baserer seg på allment tilgjengelige datakilder, selv om disse ikke alltid har så god kvalitet som vi kunne ønske. Når ev. bedre datakilder blir tilgjengelige, kan metodene og resultatene rafineres, men vi har ikke forutsatt dette i vårt analysearbeid her (men se kapittel 6).

Landskapsmodellene vil utgjøre en viktig infrastruktur for å planlegge ev. nye aktiviteter i TOV-områdene (f.eks. knyttet til studier av påvirkning fra klimaendringer) og vil også fungere som en god integrasjonsplattform for de ulike delprosjektene i hvert område. Nytteverdien av landskapsmodellene er nærmere drøftet i kapittel 6.2.

2 Material og metoder

2.1 Angrepsmåte og studieområde

I dette prosjektet har vi valgt å utvikle digitale landskapsmodeller ved å ta utgangspunkt i eksisterende digitale data for de aktuelle områdene. Som første trinn i utviklingen av modellene har vi etablert digitale høydemodeller, basert på høydedata fra Statens kartverk eller avledning fra analyse av nyere ortorektifiserte flyfoto. Deretter er nytteverdien av eksisterende data for geologi, arealdekket og menneskeskapt infrastruktur fra eksisterende kartverk vurdert som elementer i landskapsmodellen. De aktuelle dataene er lagt inn som ulike lag i landskapsmodellen i NINAs standard geografiske informasjonssystem (GIS), basert på ArcView. Ulike avledete egenskaper for området, som f.eks. helningsgrad, eksponering og andre terrengegenskaper, kan da lett trekkes ut fra dataene og gjøres tilgjengelige i analyser av endringsmønstre. Miljøforhold for de ulike prøveflatene og takseringslinjene kan også enkelt ses i sammenheng med tilsvarende egenskaper for hele området, slik at prøveflatenes representativitet for det lokale området kan dokumenteres.

Vi har i første omgang tatt sikte på å dekke et areal for hvert TOV-område som omfatter det meste av de sentrale TOV-aktivitetene, dvs undersøkelser av markvegetasjon, epifytter, smågnagere og spurvefugl (størrelsesorden 10 x 10 km). Dette er en passende størrelse for å prøve ut metodene på det aktuelle datagrunnlaget over et tilstrekkelig stort areal i rimelig detalj. Et areal som omfatter alle takseringer av hønsefugl og hekkeområder for rovfugl (opp mot 7850 km²), kan i og for seg håndteres, men for å få hensiktsmessig romlig oppløsning for de andre organismegruppene måtte vi da analysert delområder for disse i større detalj.

TOV foregår i 7 områder fra Lund (Rogaland) i sørvest til Dividalen (Troms) i nord (**figur 1**). Fem av områdene (Møsvatn, Gutulia, Åmotsdalen, Børgefjell, Dividalen) ligger i nordboreal sone, mens Lund og Solhomfjell ligger i mellomboreal og sørboreal sone. Det er i utgangspunktet en omfattende oppgave å analysere datagrunnlag og utvikle landskapsmodeller for alle områdene innenfor den tilgjengelige ressursrammen. Vi har valgt å prioritere innsatsen til TOV-områdene i nordboreal sone, siden disse har flere fellestrekk enn områdene i Lund og Solhomfjell. Av områdene i nordboreal sone har vi allerede laget landskapsmodeller for Møsvatn, riktignok med et annet formål og på andre skalaer enn vi gjør her. Vi har derfor valgt å starte med Åmotsdalen som modellområde for utprøving av tilnærmingssmåte og metoder. For de øvrige områdene har vi sammenstilt tilgjengelig datagrunnlag og laget en grov oversiktmodell basert på kartdata fra Kartverkets N50-serie.

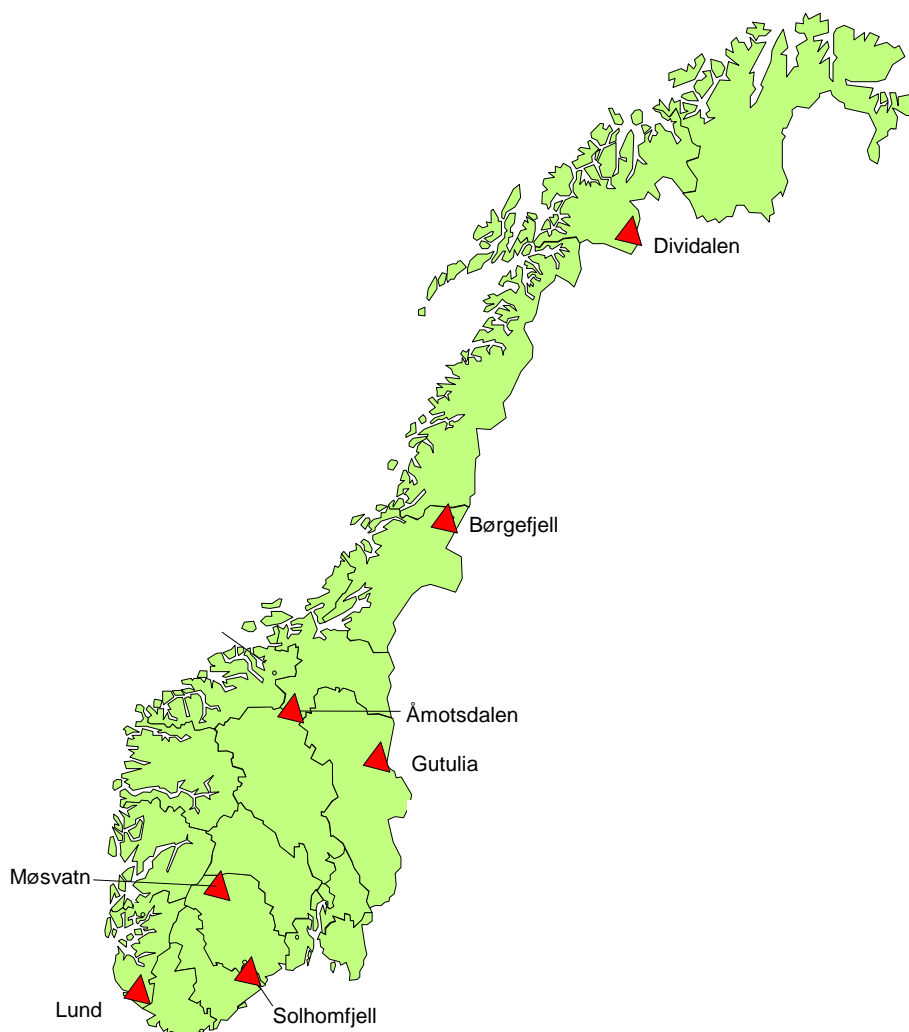
For Åmotsdalen har vi valgt å fokusere på et studieområde på ca 10 x 14 km i utviklingen av landskapsmodellen. Dette området dekker alle punktene for taksering av spurvefugl i TOV, så vel som det mest sentrale området der overvåking av markvegetasjon, epifytter og smågnagere foregår. **Figur 2** viser hvordan dette studieområdet ligger i forhold til Åmotsdalselvas nedbørfelt og det mer omfattende nedbørfeltet til Driva. Dessuten har vi fokusert de mer detaljerte endringsstudiene til et "intensivområde" rundt det sentrale området for overvåking av markvegetasjon, epifytter og smågnagere (jf **figur 5**).

2.2 Datagrunnlag

En nærmere dokumentasjon av dagens arealdekke og endringer over de siste ca 40 årene er ønskelig å basere på tilgjengelige flyfoto. Romlig skala og oppløsning for flyfoto, så vel som hvor langt tilbake det fins egnete serier, varierer mellom områdene (**tabell 1**). Vi har benyttet det mest detaljerte fotomateriale som er tilgjengelig til standard priser og har ikke initiert nye opptak av flyfoto selv om det kunne vært ønskelig for flere av områdene (jf **tabell 1**). Mulighetene for bruk av satellittopptak som datakilde er også vurdert, men heller ikke for satellittfoto har det vært aktuelt å innhente nye datasett (jf under). I tillegg til flyfoto har vi sett det som vik-

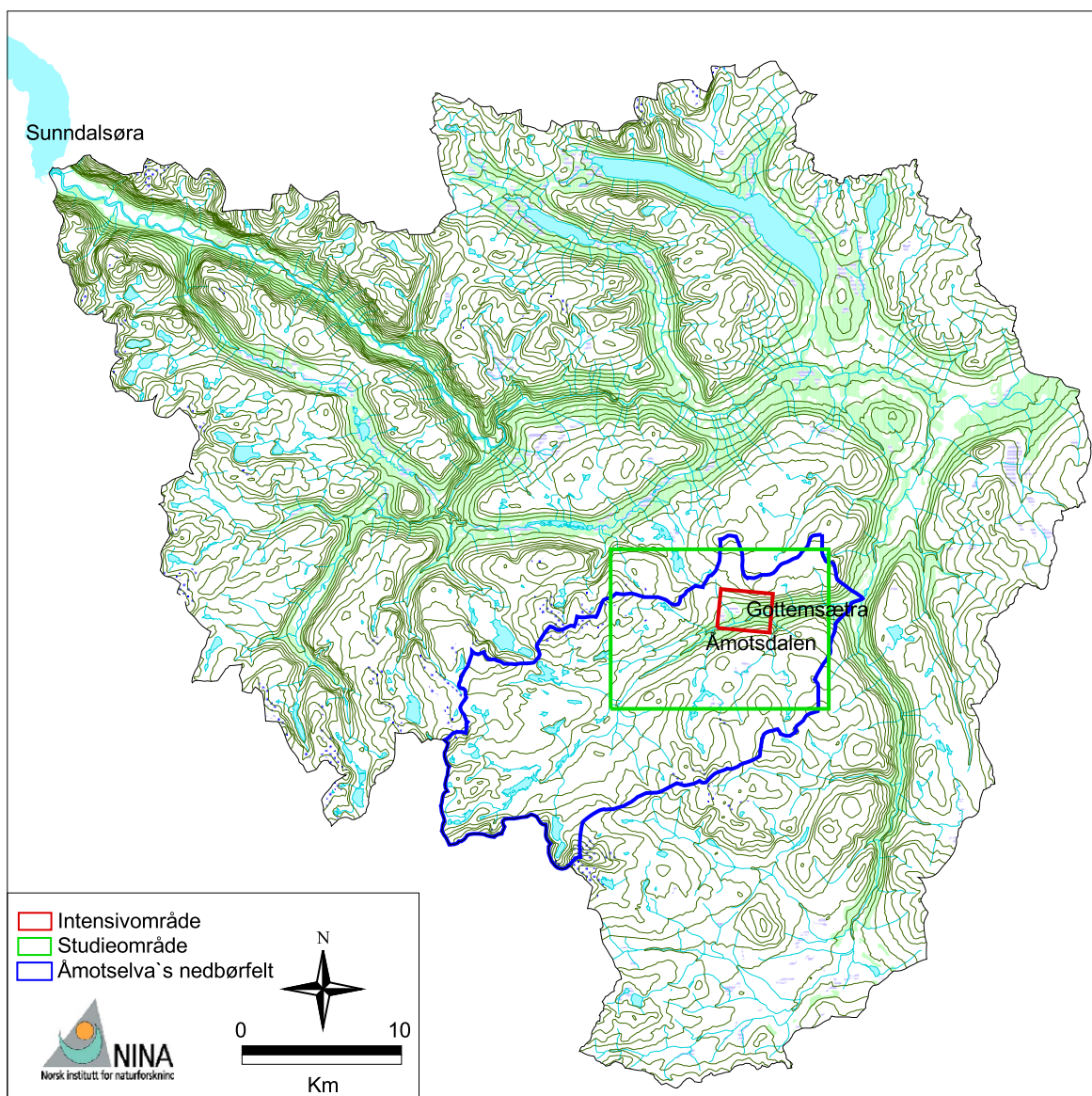
ting å basere analysene på tilgjengelige kartdata, både for den landsdekkende N50-serien og det mer detaljerte økonomisk kartverk (ØK) der dette har vært tilgjengelig. Nedenfor følger en summarisk beskrivelse av de ulike datakildene som har vært tilgjengelige for oss.

Alle overvåkingsområdene har tilgjengelige data fra Kartverkets N50-serie, noe som gir oss en grov oversikt over områdenes arealdekke (skog, myr, dyrket mark, vann, annet) og menneskelige infrastruktur (veier, bygninger). Ved tilgang til Kartverkets høydedata for N50-serien (høydeangivelser med henholdsvis 100m og 25m romlig oppløsning) får vi også et datagrunnlag for utvikling av høydemodeller for områdene. Begge disse høydedatasettene er basert på interpolasjon fra høydekoter på 20m ekvidistanse. For Åmotsdalen har vi brukt N50-serien og høydedataene med 25m oppløsning.



Figur 1 Geografisk plassering av overvåkingsområdene i program for terrestrisk naturovervåking (TOV). – Geographical location of the monitoring sites in the programme for terrestrial nature monitoring (TOV).

Av mer detaljerte kartdata er spesielt digitale markslagskart (DMK, basert på økonomisk kartverk ØK) interessante i vår sammenheng. DMK gir detaljert informasjon om landskapets struktur av ulike arealtypene. Selv om DMK ikke alltid er oppdatert for de ulike arealtypene (spesielt de som er knyttet til menneskelig bruk), vil DMK vanligvis gi et godt bilde av strukturen av de ulike arealene. Dessverre er DMK sjelden tilgjengelig for den typen høyereliggende skog- og fjellområder der de fleste TOV-områdene er lagt. Også ØK har en begrenset utbredelse i disse høydelagene. Stort sett dekker ØK i beste fall deler av de aktuelle områdene, og da i digital form oftest bare i raster-, ikke vektorformat. For Åmotsdalen dekker ØK (i rasterformat) bare de ytre og sentrale delene av Åmotsdalen, inn til litt vest for Gottemsætra (jf **figur 3**). Vi har derfor bare benyttet ØK som referanse i forhold til andre datakilder, ikke som selvstendig datagrunnlag i analysen.



Figur 2 Drivas nedbørfelt med plassering av studieområdet i Åmotsdalen. Intensivområdet omfatter de sentrale delene av området der overvåking av markvegetasjon, epifytter og smågnagere foregår. – The catchment area of the river Driva with the location of the study site in Åmotsdalen (green square). The intensive site (smaller red square) covers the central parts of the site where monitoring of ground vegetation, epiphytes and small mammals is conducted.

Tabell 1 Oversikt over tilgjengelig datagrunnlag for de 5 overvåkingsområdene i nordboreal sone. Alle områder har kartdata fra N50-serien til Statens kartverk. ØK angir mer detaljerte kartdata fra økonomisk kartverk. Eldre flybilder: bildeserier fra før 1970 med en finere målestokk enn 1:30 000 for det meste av det aktuelle området. Nyere flybilder: tilsvarende bilder tatt etter 1980. Alle flyfoto er i svart-hvitt. Informasjon om flybilder er hentet fra Statens sentralarkiv for flybilder. – Overview of the data available for the 5 monitoring sites in the north boreal zone. All sites have map data from the N50 series of the State Mapping Authority. ØK indicates more detailed map data from the economic map series (scale 1:10 000 or 1:5000). 'Eldre flybilder': aerial photographs from before 1970 at a finer scale than 1:30 000 covering most of the area of interest. 'Nyere flybilder': similar photographs taken after 1980. All aerial photos are in black and white. Information is collated from the State central archive on aerial photos.

Område (studieområde)	ØK	Eldre flybilder	Nyere flybilder	Satellittbilder
Møsvatn (12 x 12 km)	Sentrale deler rundt Hjerdalen, ikke nordlige deler	1949: 1: 10000 (Widerøes, 356)	1985: 1:15000 (Fjellanger Widerøe, 8695)	Landsat 7: 7 kanaler 1999 høst
Åmotsdalen (10 x 14 km)	Bare for sentrale deler av dalen inn til Gottemsætra	1963: 1:15000 (Widerøes, 1401), dekker ikke hele området mot V, N	2002: 1:15000 (FWGeo, 12826), dekker ikke hele området mot V, N	SPOT5: 4 kanaler, 10m pixler 2002-08-23
Gutulia (12 x 19 km)	Sentrale deler rundt Gutulisjøen, ikke nordlige deler	1967: 1:15000 (Widerøes, 2474), dekker ikke hele området i N	1996: 1:22000 (foreløpig ikke innhentet)	Landsat 7: 7 kanaler, 30m pixler 1999-07-30
Børgefjell (11 x 11 km)	Bare ved Store Namsvatn, ikke indre deler	1965: 1:20000 (foreløpig ikke innhentet)	1980: 1:15000 (Norsk Luftfoto og fjernmåling, 6446); dekker ikke hele området i N	(foreløpig ikke vurdert her)
Dividalen (15 x 25 km)	Bare dalen fram til NP-grensa	(1951: 1:35000; Ikke innhentet)	(1983: 1:40000; Ikke innhentet)	(foreløpig ikke vurdert her)

Gode flybilder med tilfredsstillende oppløsning fra passende tidsperioder er av de aller beste datakildene, både for å utvikle landskapsmodeller (både høydemodeller og tolkning av arealdekke) og ikke minst for å studere endringer i landskapet over tid. Som det framgår av **tabell 1**, er tilgangen på egnete flyfoto bare delvis tilfredsstillende for TOV-områdene. Vi har ikke hatt tilgang til høyoppløselige flyfoto i farger, noe som kunne gitt vesentlig mer informasjon fra bildene enn tradisjonelle svart-hvite foto. Åmotsdalen har forholdsvis gode flyfotoserier tilgjengelig, både oppdaterte serier (fra 2002) og serier som er tilstrekkelig gamle (1963), begge i god oppløsning (1:15 000). De dekker imidlertid bare den sentrale delen av det aktuelle studieområdet og ikke området med de vestligste og nordligste fugletakseringspunktene (jf **figur 3**). Dessuten er de to fotoseriene noe ulike i kontrast og andre egenskaper som kan ha betydning for tolkning av arealdekket og ulike landskapsstrukturer.

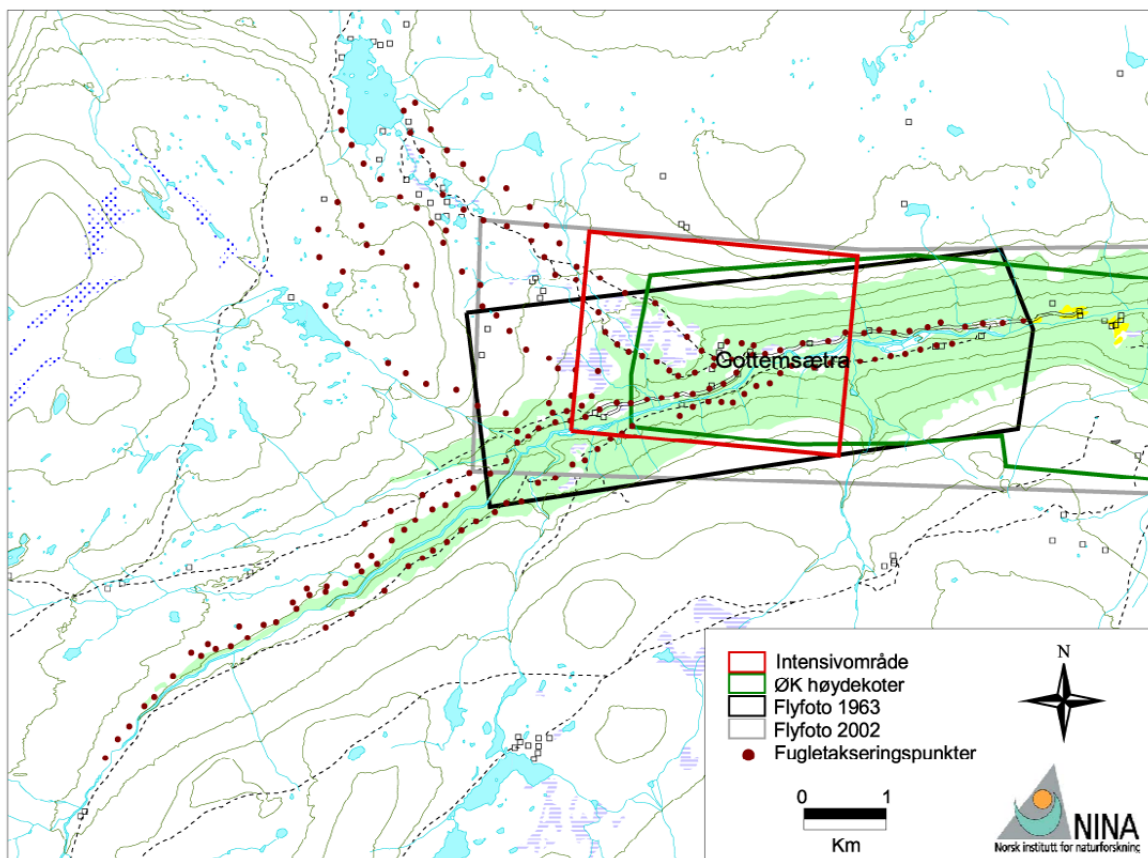
Det finnes i dag en rekke satellitter som innhenter data om ulike egenskaper på bakken, ved bl.a. refleksjon i visuelle så vel som andre deler av det elektromagnetiske spekteret. Slike data samles nå inn i stadig mer detaljert oppløsning, fra de etablerte Landsat-scenene med 30m oppløsning, via SPOTs 10m oppløsning til 1m oppløsning for QuickBird og Ikonos. Som nevnt over, har vi bl.a. av kostnadshensyn ikke hatt mulighet til å utforske potensialet ved alle slike satellittbaserte data, men har basert oss på satellittdata som har vært kostnadsfritt tilgjengelig gjennom DN eller andre kilder. Som det framgår av **tabell 1**, gjelder dette en SPOT-scene for Åmotsdalen og Landsat-scener for Møsvatn og Gutulia, levert geometrisk korrigert (dvs riktig tilpasset geografiske koordinater). Generelt vil en enkelt satellittscene gi grunnlag for å utvikle

tolkninger av variasjonen i arealdekket over områder, mens gjentatt dataopptak over det samme området kan gi mulighet for å dokumentere endringer i arealdekket i perioden. Vi har her benyttet satellittdataene som en supplerende datakilde for å beskrive dagens arealdekke.

Geologiske kart med tilfredsstillende romlig og tematisk detaljering kan gi viktig informasjon om variasjonen i terreng og naturgrunnlag. For TOV-områdene er den landsdekkende N250-serien fra Norges geologiske undersøkelse (NGU) tilgjengelig (www.ngu.no). Denne serien har nokså grov oppløsning, men spesielle bergarter (f.eks. med kalk) eller strukturer kan likevel gi nyttig informasjon til landskapsanalyse for TOV-områdene. For Åmotsdalen viser imidlertid ikke de geologiske kartene i N250-serien mønstre som har klar verdi for differensiering av ulike arealer i området (selv om fjellområdene sør for dalen nok har noe rikere berggrunn enn områdene i nord). Vi har derfor foreløpig ikke trukket inn informasjon om geologien i landskapsanalysen for Åmotsdalen.

2.3 Metoder

Metodebeskrivelsene nedenfor refererer i hovedsak til arbeidet utført for området i Åmotsdalen. Nokså tilsvarende angrepsmåte og metoder er aktuelle for de andre TOV-områdene, men med noe justering i forhold til datagrunnlaget for hvert område. I den grad nye og mer detaljerte datakilder blir tilgjengelig i framtida, kan ulike elementer i modelltilnærmingen bli justert.



Figur 3 Studieområdet i Åmotsdalen med avgrensning av det sentrale intensivområdet og områder som er dekket av økonomisk kartverk (ØK), samt flybilder fra 1963 og 2002. Grønn farge indikerer skogdekt areal i henhold til Kartverkets N50-serie. – The study site in Åmotsdalen, with delimitation of the central intensive study site and areas covered by economic maps (ØK) as well as aerial photographs from 1963 and 2002. Green colour indicates the forest cover according to the N50 series of the State Mapping Authority.

Høydemodeller og landskapsmodeller

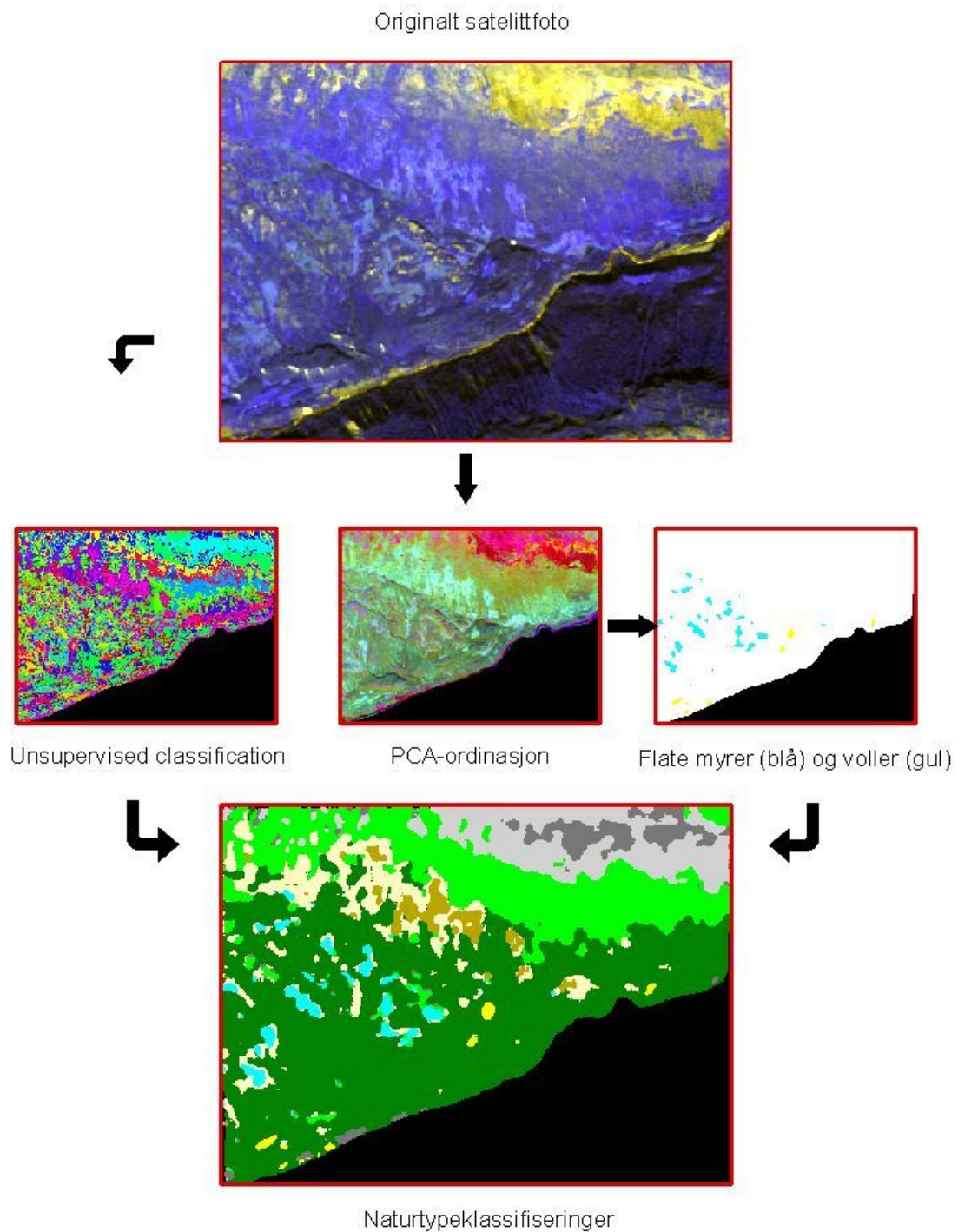
I vår tilnærming utvikler vi landskapsmodeller ut fra to hovedtyper av data, høydedata i en digital høydemodell (DEM) og informasjon om arealdekket, geologi og annet som sier noe om ulike arealtyper og landskapselementer og deres egenskaper. Med utgangspunkt i disse datakildene kan vi identifisere, avgrense og beskrive ulike arealenheter og landskapselementer, der hver enhet er karakterisert ved stor grad av felles egenskaper.

Med våre tilgjengelige data kan høydemodeller utvikles på to ulike måter. Vi kan i utgangspunktet bruke Kartverkets høydemodeller. Kvaliteten på slike modeller vil imidlertid avhenge av dataenes oppløsning både i planet og i høyden. Med høydedata fra N50-serien med ekvidistanse 20m for høydekotene kan dette bli for grovt for å fange mer finskala variasjon i høyden. Det kan derfor være aktuelt å etablere egne høydemodeller basert på et annet datagrunnlag. Er området dekket av økonomisk kartverk, vil ofte også 5m høydekoter være tilgjengelig. Disse gir grunnlag for å etablere gode høydemodeller med bedre romlig oppløsning (f.eks. 10 x 10 m) (jf Erikstad et al. 1998). Med tilgjengelige stereo-opptak av flyfoto og et sett med kjente fastpunkter bestemt fra kart eller felt, kan høydedata genereres fra flybildene ved fotogrammetriske metoder. Avhengig av detaljeringsgraden for flybildene og tettheten av fastpunkter vil slike høydedata kunne gi betydelig bedre oppløsning enn dataene fra N50-serien. Vi har imidlertid ikke hatt tilfredsstillende flyfotodekning for hele området (jf **figur 3**), og terrenget i Åmotsdalen gir også få tydelige fastpunkter som er lett kjennelige på flyfotoene. Dessuten vil en slik tilnærming innebære arbeidskrevende kalibrering/korreksjon i skogområder for å ta hensyn til høyden på trærne. Vi har derfor i hovedsak basert høydemodellen på høydedata fra N50 (25m oppløsning). Høydemodellene har to viktige funksjoner i landskapsanalysen, som datasett for analyse av økologiske egenskaper og funksjoner, og som nødvendig datainput for ortorektifisering av flyfoto og satellittdata.

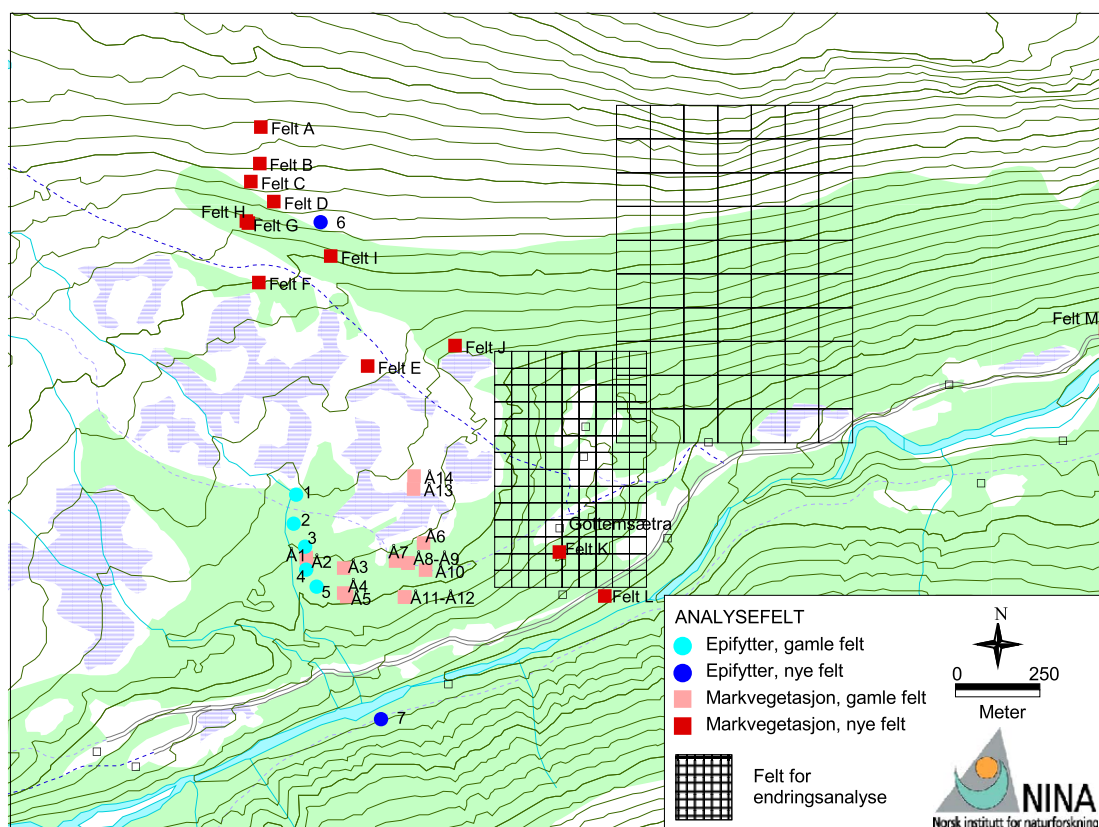
For å kunne bruke flyfotoene til analyse av arealdekket etc i et standard GIS, er det nødvendig å digitalisere og ortorektifisere bildene, dvs sørge for at de er arealriktige og samsvarer med standard geografiske koordinater. For dette formålet er det nødvendig å koble bildene til kartkoordinatene ved hjelp av et sett kjente fastpunkter i terrenget eller på kartet med en underliggende høydemodell. Vi har brukt Leica Photogrammetry Suite (LPS) i ERDAS Imagine til ortorektifisering av flyfoto. For Åmotsdalen er fastpunkter dels identifisert på kart og dels etablert ved feltbesøk sommeren 2004.

Informasjon for å bygge opp den andre delen av landskapsmodellen, arealdekket og landskapsstrukturen kan vi få fra flere forskjellige datakilder. Både Kartverkets N50-serie og ØK har data for arealdekket i ulik detaljering og målestokk. Begge er imidlertid statiske og gir ikke tids-spesifikk informasjon om arealdekket. Spesielt ØK (eller DMK) kan imidlertid gi verdifull informasjon om landskapsstrukturen, siden denne endres langsommere enn arealtypene. Mer detaljert og ikke minst tidsdynamisk informasjon om arealdekket kan tolkes ut fra informasjonen som ligger i flyfoto (og ev. i satellittdata med høy oppløsning). Slik informasjon må imidlertid klassifiseres og tolkes av kompetente personer, ev. ved hjelp av egnet programvare, for å sikre en realistisk representasjon av arealdekke og landskapsstruktur. I vår tilnærming har vi lagt de ortorektifiserte flybildene til grunn. Disse er underkastet en manuell tolkning med vektlegging av underliggende terrengstruktur og relativt grove tolkbare arealtyper, spesielt vann, trær/tredekk, myr, grasdekket mark, rasmark og annen åpen mark. En slik tolkning er bare foretatt for områdene for endringsanalysene (jf under). For studieområdet ellers er landskapsenhetene klassifisert til hovedtyper vesentlig basert på terrengform.

Satellittdataene fra SPOT 5-scenen for Åmotsdalen er gitt en tolkning av arealdekket som illustrert i **figur 4**. Her har vi valgt bare å klassifisere den sørvendte delen av dalen, siden de store forskjellene i solinnstråling mellom nordvendt og sørvendt dalside gjør en felles klassifisering vanskelig. I første omgang er satellittdataene for den sørvendte dalsiden klassifisert automatisk (ikke-styrt) for å få fram 256 klasser. Disse er videre gruppert i færre tolkbare klasser ved sammenligning med flyfoto og kart. Tolkning av satellittbilder på denne måten har ofte vist seg nyttig, men har også sine problemer knyttet til oppløsningsgrad og presisjon. For Åmotsda-



Figur 4 Illustrasjon av prosedyren for analyse av arealdekket for Åmotsdalen på grunnlag av satellittdata fra SPOT. Her er den ikke-styrte klassifikasjonen supplert med en ordinasjon som gir informasjon om skillet mellom setervoller og grasdominert myr, typer som ellers ikke lot seg skille i klassifikasjonen. – Illustration of the procedure for analysis of the land cover for Åmotsdalen based on satellite data from SPOT. The unsupervised classification has been supplemented by an ordination which provides information on the distinction between meadows around summer farms and grass-dominated mires, types which otherwise were indistinguishable in the classification.



Figur 5 Det intensive studieområdet i Åmotsdalen med angivelse av delområder for analyse av endringer i arealdekket, for området rundt Gottemsætra og en gradient fra dalbunnen til snau-fjellet. Plasseringen av analysefeltene for markvegetasjon og epifytter er angitt (jf Bakkestuen et al. 2005). Arealdekket er angitt som skogdekt areal (grønt) og myr (lys fiolett) i henhold til Kartverkets N50-serie. – The intensive study site in Åmotsdalen with location of the sub-areas for analysis of changes in land cover, linked, respectively, to the area around the mountain summer farms at Gottemsætra and a gradient from the valley bottom to the mountain above the timber line. Location of the analysis plots for ground vegetation and epiphytes are indicated (cf Bakkestuen et al. 2005). Land cover is indicate as forest (green) and mires (light violet) according to the N50 series of the State Mapping Authority.

len er det f.eks. vanskelig å skille mellom grasmark og åpne områder rundt setrene og grasdominert myr. Vi har her dels brukt en ordinasjonsanalyse (PCA) (utviklet i programvaren først og fremst for billedtolkning) for å få forsterket klassifikasjonen på dette punktet. I ordinasjonen framkommer et godt skille mellom grasmark på setervollene og grasdominert myr i fjerde ordinasjonsakse. Dessuten har vi trukket inn informasjon fra terrengmodellen (ikke vist i **figur 4**), der åpne områder i tilknytning til myrer i skråninger er klassifisert som bakkemyr etc, mens områder med tilsvarende signatur ved setervollene er klassifisert som grasmark. Endelig er små fragmenter med ulik signatur slått sammen med større arealenheter ved hjelp av programvarens rutiner for å beregne statistisk homogenitet i spesifiserte naboskap.

I utgangpunktet gir høydemodellen og en tolkning av arealdekket en rekke informasjonslag til landskapsmodellen: høyde over havet, ulike avledete terrengvariabler (helning, himmelretning, terrengvariasjon), vegetasjonsdekke, geomorfologi. Disse informasjonslagene kan så settes sammen på forskjellig vis for å representere tolkete landskapsmodeller (med en rekke arealklasser og landskapselementer) for ulike formål. Her har vi dels utviklet en overordnet landskapsmodell for den sentrale delen av studieområdet (jf **figur 8**) og en mer detaljert modell for å beskrive endringer i arealdekket (jf under og **figur 5, figur 9-11**).

Endringsanalyser

Utgangspunktet for endringsanalysene er svarthvite flyfoto fra ulike tidsperioder. Slike foto har et begrenset informasjonsinnhold pr billedelement (pixel) siden bildene er svarthvittopptak. Dessuten har de oftest betydelig kvalitetsforskjell på grunn av forskjeller i instrumentering og opptakssituasjonen. Følgelig vil en tolkning av endringer i arealdekket ut fra slike datakilder måtte baseres på en manuell tolkning av ulike arealtyper og landskapselementer som er identifiserbare i bildene. Mulighetene for differensiering mellom ulike arealklasser vil også være begrenset. Med standardiserte, multispektrale dataopptak for de aktuelle periodene, noe man kan forestille seg blir tilgjengelig for framtida, vil man kunne benytte automatiserte metoder for å identifisere endringer mellom opptakene.

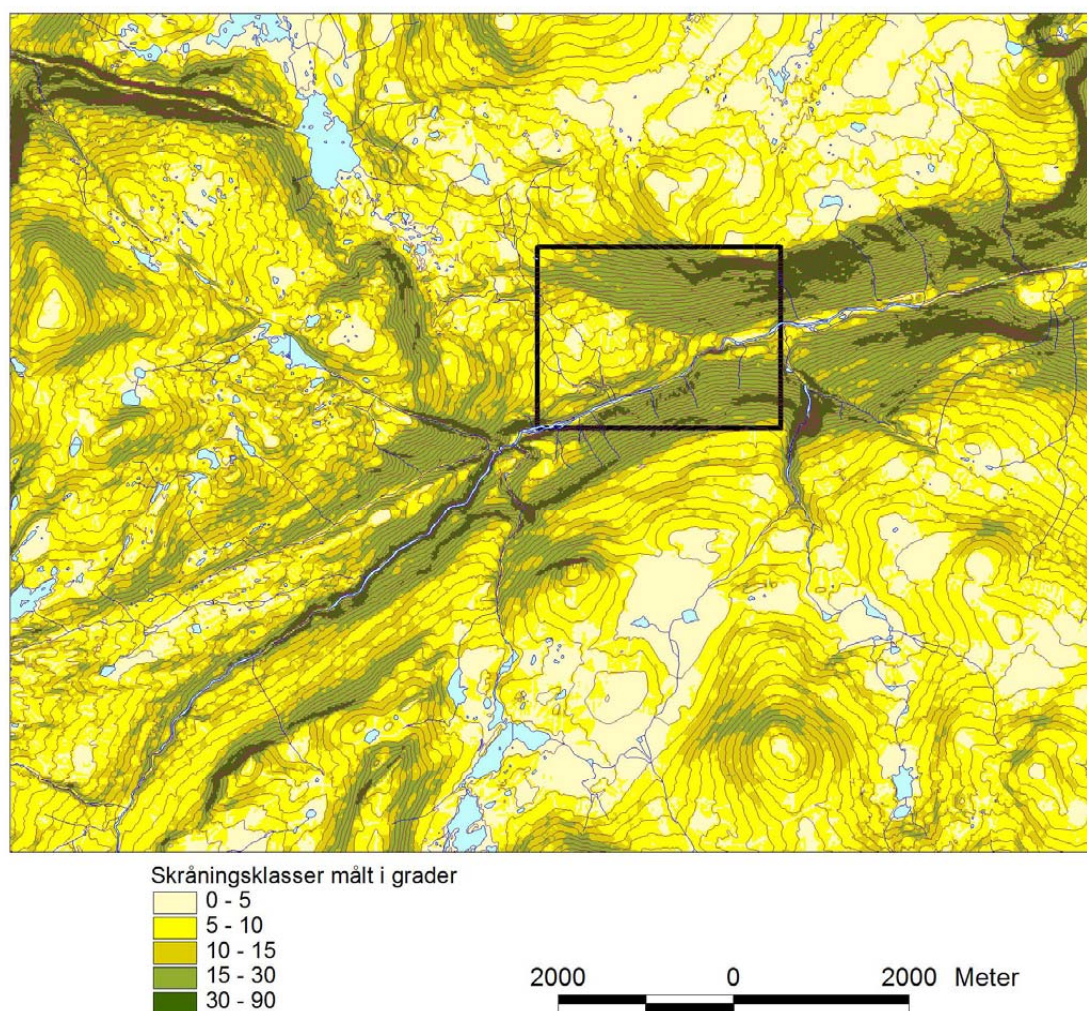
Foreløpig er endringsanalyser for arealdekket kun gjennomført for utvalgte delområder i Åmotsdalen (**figur 5**). De aktuelle delområdene er valgt for å representere områder der ulike endringsprosesser kan antas å ha foregått. Rundt Gottemsætra har vi valgt å analysere et område på 0,45 x 0,7 km. Her har det trolig vært betydelig gjengroing etter opphørt eller redusert seterdrift. I et litt høyereliggende område på begge sider av skoggrensa (0,7 x 1 km) kan endringer skyldes en kombinasjon av endring i beitetrykk, effekter av klimaendringer og naturlige forstyrrelser som snøras, vannsig/jordbevegelse etc. Ut fra analysene i disse delområdene kan noen generelle mønstre for overvåkingsområdet trekkes fram. En fullstendig analyse for å dokumentere arealendringer for hele Åmotsdalen hadde vært ønskelig, men ville blitt for omfattende for dette utviklingsprosjektet med utgangspunkt i manuelle tolkningsmetoder.

Grunnlaget for analysene av arealendringer er ortorektifiserte flyfoto fra 1963 og 2002 (jf **tabell 1**) som gjør det mulig å sammenligne identiske arealenheter i de to bildeseriene. For å sikre en mest mulig objektiv karakterisering av de valgte delområdenes arealdekke på de to tidspunktene, er delområdene delt opp i celler på 50 x 50 meter for området rundt Gottemsætra og 100 x 100 meter for området ved skoggrensa. For området ved Gottemsætra er ulike arealtyper tolket og avgrenset manuelt (bart fjell, erosjonsskråning, skog, glissen skog, tresatt myr/grasmark, grasmark/åpen myr, beitemark, setervoll, sti; arealklassene er dels gitt betegnelser som er konsistente med beliggenheten og egenskapene i bildene). For begge delområder er dessuten dekingen av skog og trær anslått for hver celle.

3 Landskapsmodeller for Åmotsdalen

For hele studieområdet i Åmotsdalen har vi brukt en høydemodell fra Statens kartverket med 25m oppløsning. **Figur 6** viser et skråningskart basert på denne modellen. Her ser vi bl.a. at den sentrale dalen med bratte dalsider preger terrenget, sammen med andre tydelige sprekke-daler og elvecanjoner. I den sentrale delen av overvåkingsområdet er det særlig fire hovedtyper av terreng: elveløpet, bratte sørvendte og nordvendte dalsider og en slakere skråning mot vest.

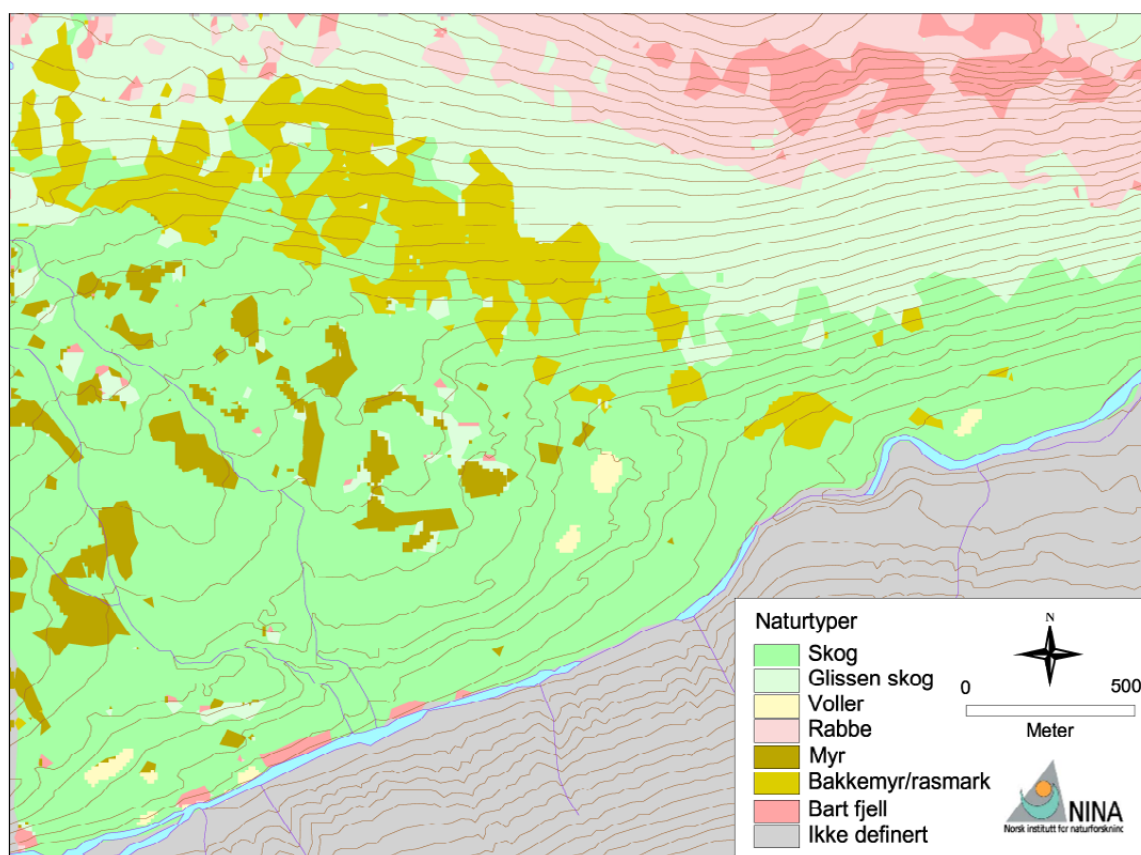
Arealdekket for studieområdet basert på analyse av satellittdataene ga en forholdsvis grov inn-deiling i arealklasser (**figur 7**). Det var i utgangspunktet problemer med å skille setervoller og grasdominert myr fra hverandre med en automatisk klassifikasjonsprosedyre. Ved å bruke informasjon fra en ordinasjon av de opprinnelige satellittdataene og informasjon om skråningsforholdene fra høydemodellen var det likevel mulig å skille disse (jf kap. 2.3). Hvis vi sammen-



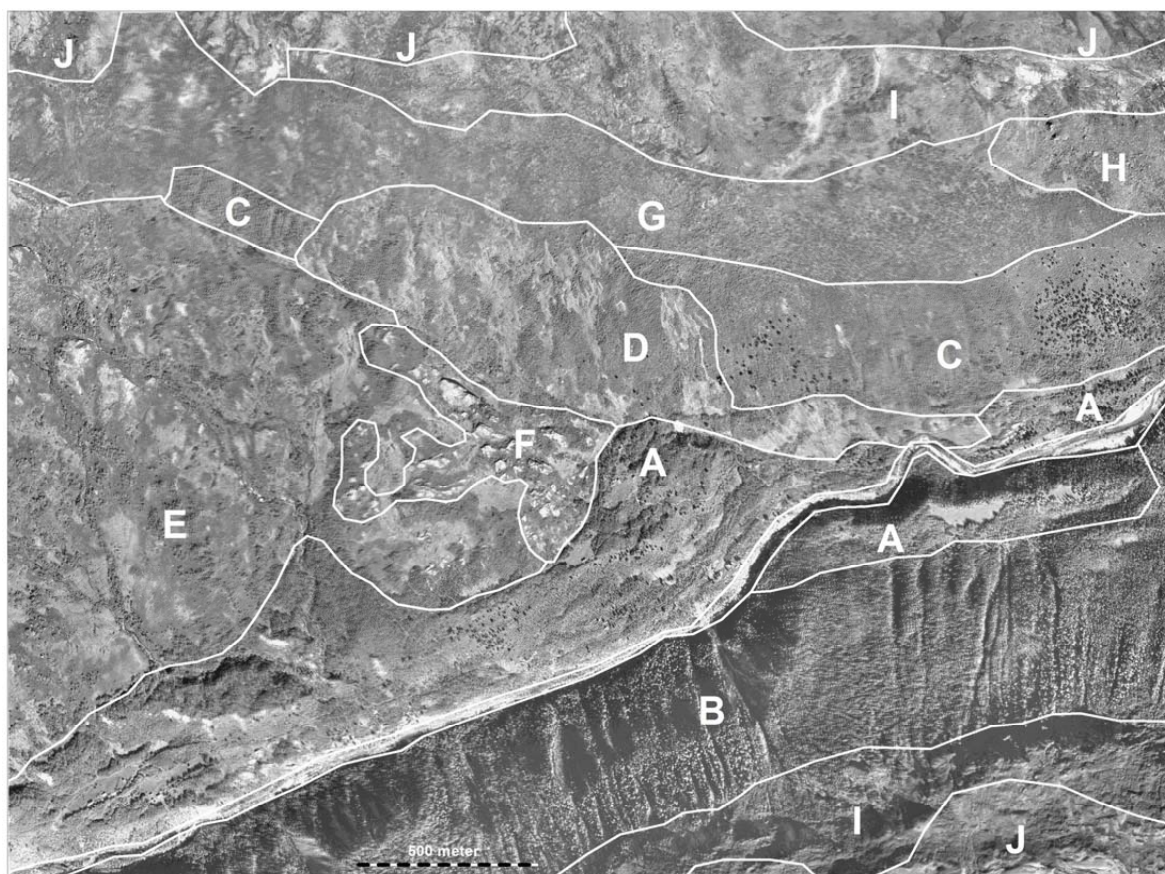
Figur 6 Skråningskart for studieområdet i Åmotsdalen basert på høydemodellen fra Statens kartverk (N50, 25m oppløsning). Firkanten markerer den sentrale delen av overvåkingsområdet (jf figur 3 og 5). – Map of slopes for the study area in Åmotsdalen, based on the digital elevation model from the State Mapping Authority (N50, 25m resolution). The rectangle indicates the central part of the monitoring site (cf figures 3 and 5).

ligner med arealdekket angitt på N50-kartene (jf **figur 5**), ser vi at det er forskjeller i fordelingen av arealklasser for disse to datakildene. Det er større arealer som klassifiseres som skog, til dels med innslag av bakkemyr og rasmark i **figur 7**, mens flekkene med "ren" myr er mindre av utstrekning enn tilsvarende for N50-dataene. Klassifikasjonen av satellittdataene differensierer mellom myr, bakkemyr/rasmark og glissen skog der N50 samler arealene til mer enhetlige typer for myr, skog og åpen mark. Dette har sammenheng både med skala på informasjonen som er lagt til grunn, tolkningen av den spesifikke arealinformasjonen og regler for aggregering. Dette er generelle problemstillinger ved slik klassifikasjon av arealdekket basert på data fra diskrete informasjonsenheter, der ulike klassifikasjonsprosedyrer kan gi forskjellig resultat.

Selve landskapsmodellen for det sentrale studieområdet er i hovedsak basert på tolkning av terrengform og signatur fra flyfotoserien fra 2002, supplert med informasjon fra høydemodellen (**figur 8**). Arealene er karakterisert av den dominerende landskapsstrukturen gitt av Åmotsdalen og de til dels bratte dalsidene på begge sider. Her skiller den sørvendte og den nordvendte dalsiden seg fra hverandre, mens fjellområdene på begge sider har klare fellestrekk. Ellers er den sørvendte dalsiden mer differensiert, med større områder med løsmasser (type A) og områder med mosaikk av ulike vegetasjonstyper, bart berg og raspåvirkning (D, E, F). De opprinnelig etablerte analysefeltene for markvegetasjon og epifytter vest for Gottemsætra (jf **figur 5**) ligger i hovedsak i arealtype A, dels i type E. De dekker følgelig bare en ganske liten del av naturtypene i området. Punktene for taksering av spurvefugl (jf **figur 3**) har en vesentlig større utbredelse i overvåkingsområdet og dekker følgelig mer av variasjonen i naturtyper.



Figur 7 Arealdekke for det sentrale overvåkingsområdet i Åmotsdalen (se avgrensning i figur 3) basert på en klassifikasjon av en satellittscene fra SPOT. Kun den sørvendte delen av dalen er klassifisert. – Land cover for the central part of the monitoring site in Åmotsdalen (cf delimitation in figure 3), based on a classification of a satellite scene from SPOT. Only the south-facing slope has been classified.



Figur 8 Landskapsmodell for den sentrale delen av studieområdet i Åmotsdalen basert på tolkning av flyfotoserien fra 2002. De ulike arealenehetene er karakterisert ved terrengform og arealdekke som indikert under. – The landscape model for the central part of the study site in Åmotsdalen based on interpretation of the aerial photographs from 2002. The various units are characterised by terrain structures and land cover as indicated below.

A	Område preget av løsmasser og løsmasseformer i hovedsakelig breelvmateriale, dvs grus og sand. Terrasser, eskere etc. Flate områder i kombinasjon med bratte løsmasseskrenter. Hovedsakelig skogdekt, enkelte setervoller.	Area characterised by surficial deposits mainly of glacio-fluvial origin, i.e., gravel and sand. Terraces, eskers etc. Flat areas in combination with steep slopes in deposits. Mainly forest covered, some meadows by mountain summer farms.
B	Dalfylling. Dalside med tykt løsmassedekke. Hovedsakelig morene blandet med breelvmateriale. Erosjonsutsatt, relativt tett mønster av raviner. Skogdekt.	Valley side with thick surficial deposits. Mainly till mixed with glacio-fluvial material. Easily eroded and with dense pattern of gullies. Forest covered.
C	Skogdekt dalside. Solside.	South-facing forest covered valley side.
D	Dalside (solside) med fuktig og muligens snøskredbaner. Skog og myr/fuktig.	South-facing valley side with surface water seepage and possible avalanche tracks. Forest, mire
E	Mosaikk av skog, myr og bekkebed	Mosaic of forest, mires, stream beds
F	Område med tynt løsmassedekke. Bart fjell i mosaikk med små myrflekke.	Area of thin deposits, rock outcrops in mosaic with small mire patches
G	Dalside, solside med spredte bjørketrær, dvergbjørk i skoggrensen	South-facing valley side with sparse birches
H	Rasmark	Scree, rock fall material
I	Stup og klipper, bart fjell	Cliffs, bare bedrock
J	Rabber, lyng og grasmark over skoggrensen	Ridges, dwarf shrubs and grassland above timberline
	Elvekorridoren med grusbanker etc langs elveløpet er avmerket som eget polygon uten bokstavsSignatur.	The river corridor with gravel banks etc along the river is indicated as a separate polygon without a signature

4 Endringer i arealdekket for Åmotsdalen

Vi har valgt å fokusere endringsanalysene på to områder der spesielle endringsprosesser kan antas å ha skapt gjenkjennelige mønstre over de siste 40-50 årene, og der vi har egnede datakilder tilgjengelig. I området omkring setrene ved Gottemsætra vil endringer i bruken av utmarka til slått, beite og vedhogst til seterdriften forventes å gi store utslag i tredekket og fordelingen av tredekket og åpen, grasdøminert mark. I den bratte lia opp mot fjellet kan mer komplekse endringsprosesser gi seg utslag. Her kan naturlige forstyrrelser som snøras, jordutglidning etc gi lokale effekter på arealdekket. Dessuten kan endringer i arealbruken, spesielt beitebruken, i området gi seg utslag også her. Endelig vil storskala klimaendringer, spesielt en oppvarming og økning i vekstsesongen over de siste 20-30 årene, kunne føre til endringer i tresjiktet (jf Bakkestuen et al. 2005). Utgangspunktet for analysene av arealendringer er de to flyfotoseriene fra henholdsvis 1963 og 2002 (jf **tabell 1**).

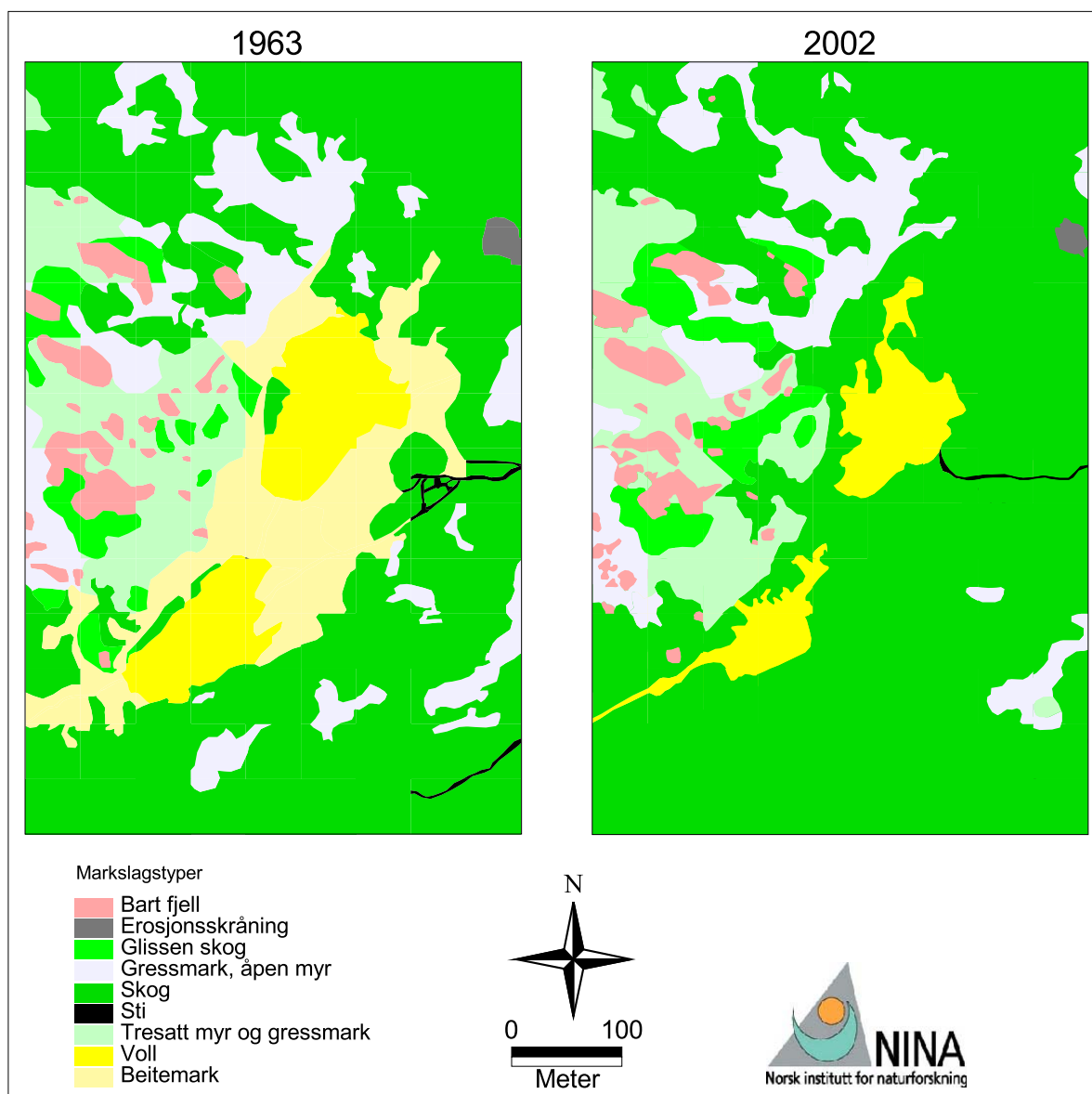
Arealendring i seterområdet

For seterområdet har vi klassifisert de ulike arealtypene ut fra flyfotoene i 1963 og 2002 (**figur 9**). Her ser vi at arealet av åpen mark generelt og beitemark og setervoll spesielt er betydelig redusert, mens skogdekket areal har økt. Selv om metoden har et betydelig innslag av subjektivitet på grunn av utfordringer både med tolkning av arealtypene og med konkret avgrensning av de enkelte arealenheterne, reflekterer tallene i **tabell 2** hovedtrekkene i endringene. Det synes rimelig å tolke disse endringene som en konsekvens av endringer i arealbruken knyttet til nedlagt seterdrift og redusert intensitet i utmarksbruken.

Endringer i dekningen av trær i området rundt Gottemsætra viser seg også ved en systematisk vurdering av skog- og tredekning i mindre analyseruter (50 x 50m) for området (**figur 10**). Her er det særlig det åpne arealet mellom og rundt setervollene (klassifisert som beitemark i 1963) som ser ut til å være gjengrodd med skog slik at de aktuelle analyserutene har fått vesentlig høyere dekning i 2002 enn i 1963. Derimot viser flere av de andre rutene i område mer variabel endring i skogdekket, til dels med reduksjon i tredekningen siden 1963. En mulig forklaring kan være at dette område hadde store angrep av bjørkemålere i årene umiddelbart før flyfotoografering i 2002 (Framstad & Kålås 2005, Kålås upubl. data). Slike angrep kan fjerne lauvet på bjørketrærne nærmest fullstendig og gi inntrykk av mer glissen skog. Vi kan imidlertid ikke se bort fra at også problemer med å tolke omfanget av skogdekningen riktig for bilder av ulik kvalitet (bl.a. ulik kontrast) kan gi forskjeller for områder med mer marginale endringer. Tolkingsproblemer kan særlig oppstå for et oppbrutt terreng med vekslende mellom lyse og mørke områder slik vi ser i **figur 10**, sammenlignet med mer gradvise overganger som i **figur 11**.

Tabell 2 Endringer i arealdekket (i dekar) for seterområdet ved Gottemsætra for ulike arealklasser. Tallene er beregnet ut fra tolkningen av arealenheter på flybilder fra 1963 og 2002. – *Changes in land cover (in 1000 m²) for the summer farm area by Gottemsætra, for various land classes. The numbers are calculated on the basis of the interpretation of patches of various land classes on the aerial photographs from 1963 and 2002.*

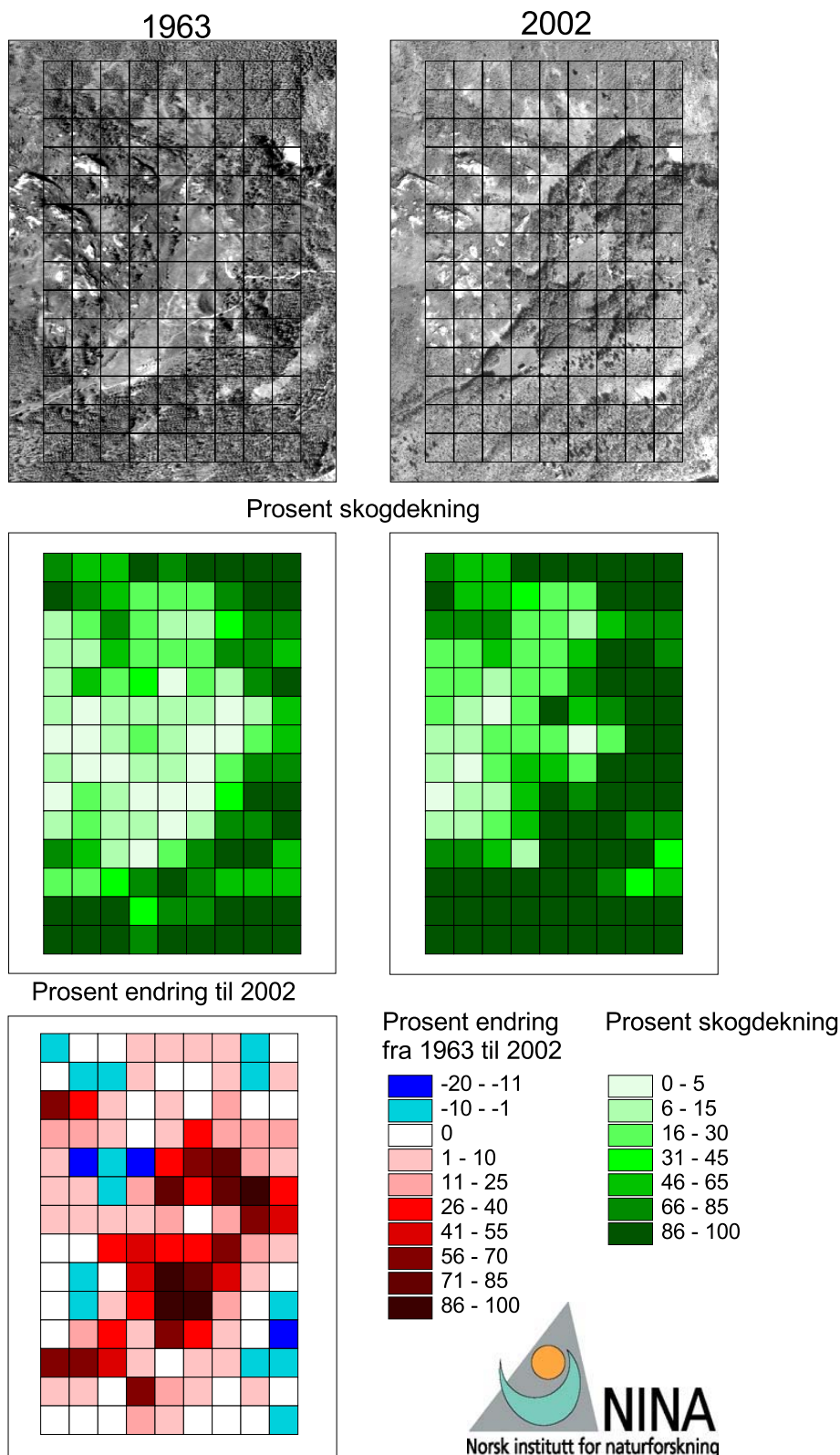
Arealtyper	1963	2002
Setervoll	23,7	16,4
Beitemark	37,8	0,0
Grasmark, åpen myr	39,2	33,5
Tresatt myr, grasmark	27,2	27,0
Glissen skog	9,6	12,8
Skog	164,1	212,9
Erosjonsskråning	1,1	0,7
Bart fjell	11,1	11,4



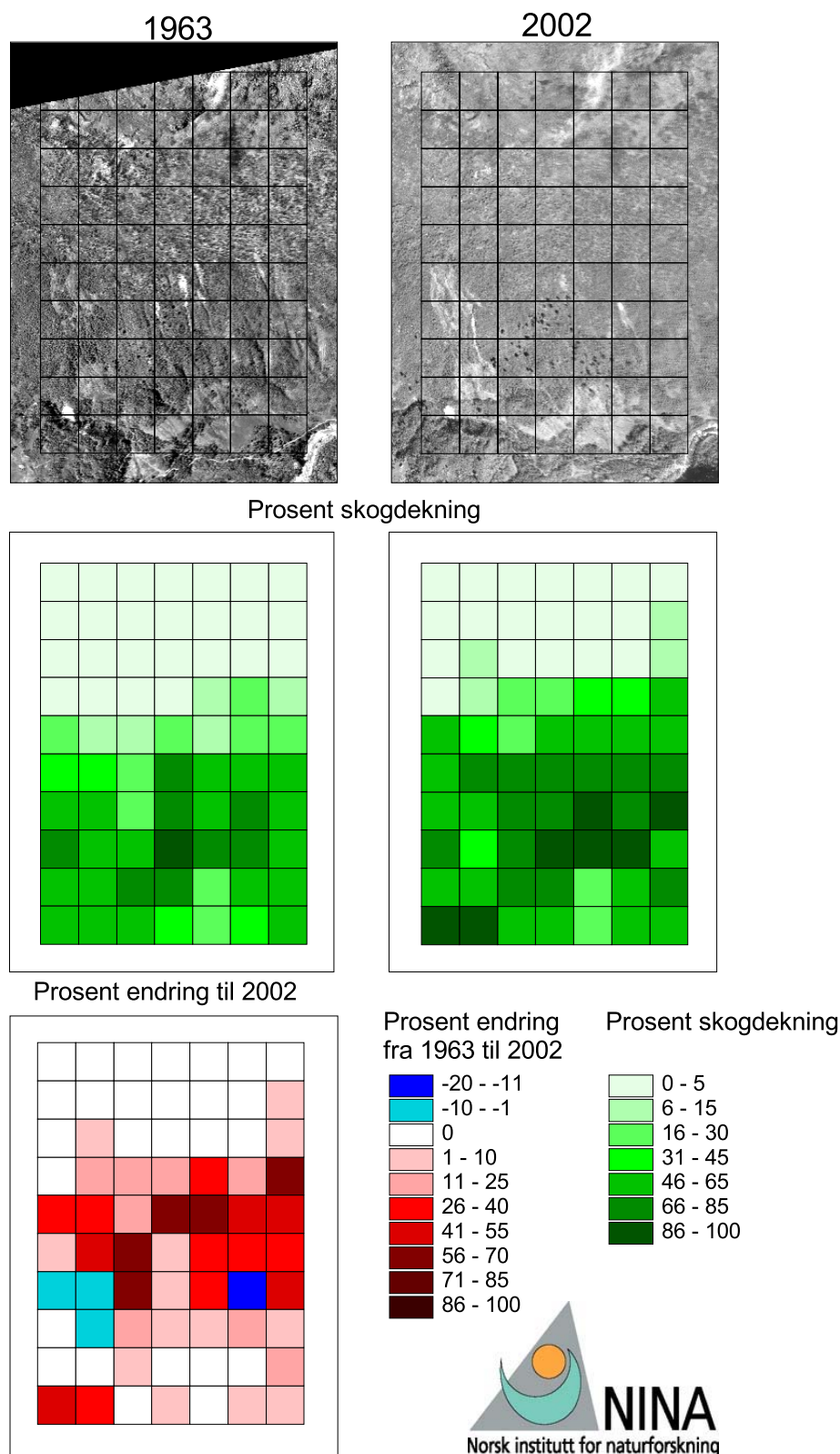
Figur 9 Arealdekket for seterområdet ved Gottemsætra i 1963 og 2002, basert på tolkning av flyfoto (jf figur 10). – Land cover for the summer farm area by Gottemsætra in 1963 and 2002, based on interpretation of aerial photographs (cf figure 10).

Endring i skogdekning i lia

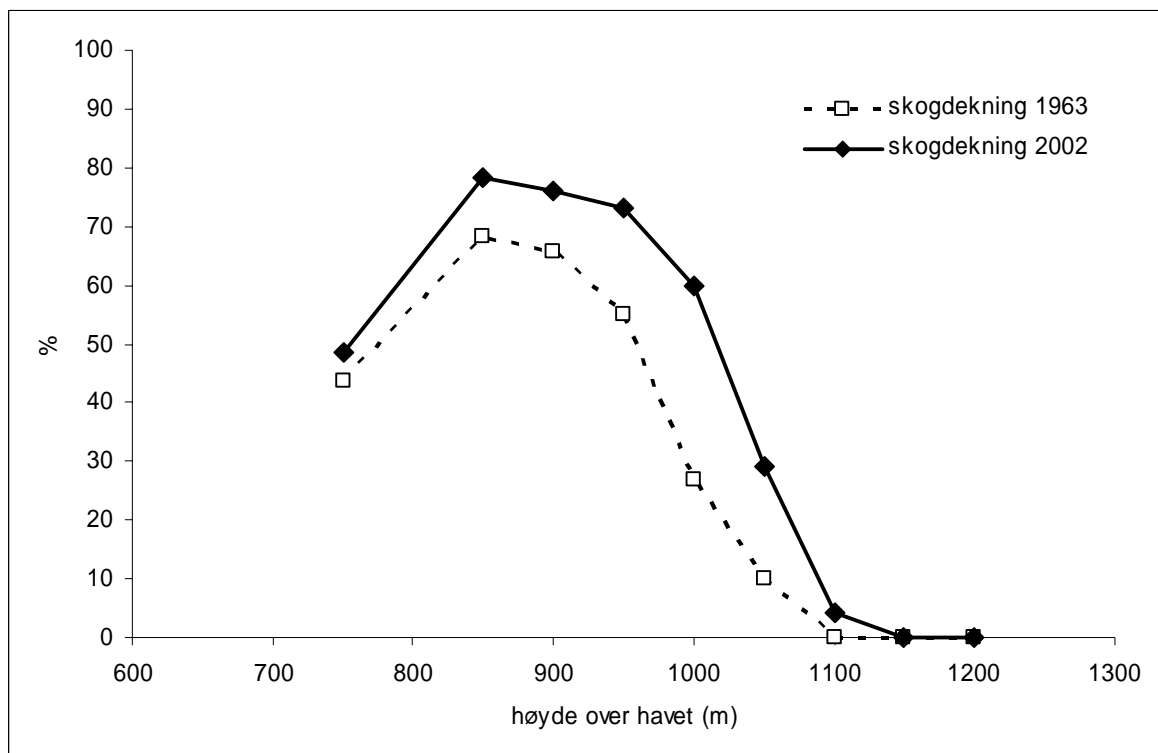
For lia fra dalbunnen til fjellet ovenfor skoggrensa har vi ikke forsøkt å klassifisere de ulike arealtypene på samme måte som for seterområdet. Derimot har vi foretatt en tilsvarende analyse av endringer i skog- og tredekning i analyseruter på 100 x 100m. I **figur 11** ser vi at også dette området har fått en økning i dekningsgraden av trær. Endringene viser en mer konsistent økning i tredekningen enn for seterområdet, men økningen var ikke så omfattende som for rutene i seterområdet med størst økning. For noen ruter er det blitt mindre skog i 2002 enn i 1963, noe som kan skyldes ras eller annen lokal forstyrrelse (jf flybildene). Kanskje representerer endringene i lia mer generelle endringsmønstre i Åmotsdalen. En illustrasjon av endringene i tredekningen med høyden er også gitt i **figur 12**. Her ser vi at den gjennomsnittlige tredekningen er høyere i 2002 enn i 1963 for alle aktuelle høydeintervaller.



Figur 10 Endring i skog- og tredekning for seterområdet ved Gottemsætra i 1963 og 2002, med opprinnelige flyfoto med analyseruter (oppe), anslått tredekning (%) pr rute og endringene pr rute (%) fra 1963 til 2002 (nede). – Changes in forest and tree cover for the summer farm area by Gottemsætra in 1963 and 2002, with the original aerial photographs with the analysis grid (above), assessed tree cover (%) per grid square, and changes per square (%) from 1963 to 2002 (below).



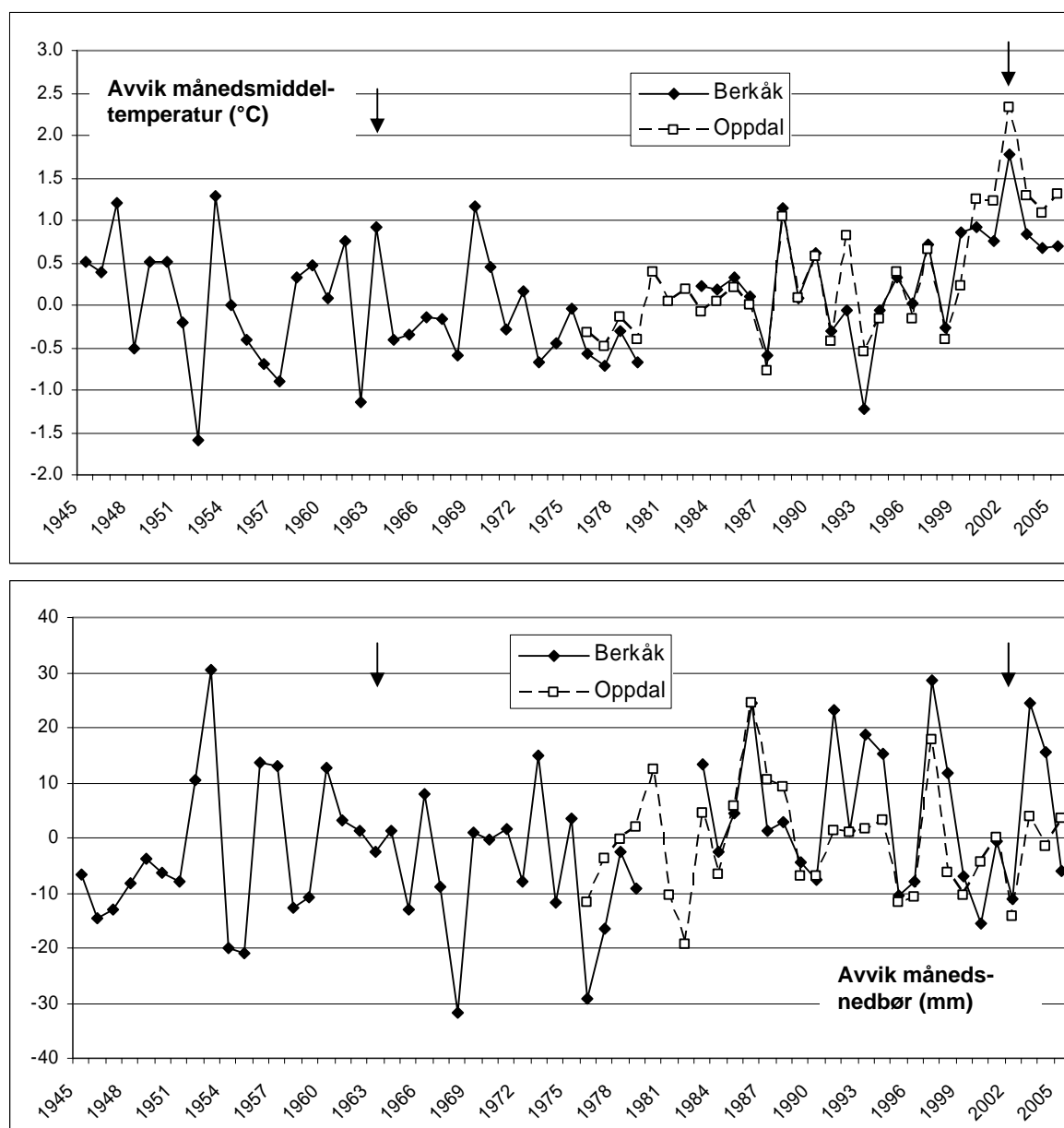
Figur 11 Endring i skog- og tredekning for en gradient fra dalbunnen til åpent fjell i 1963 og 2002, med opprinnelige flyfoto med analyseruter (oppe), anslått tredekning (%) pr rute og endringene pr rute (%) fra 1963 til 2002 (nede). – Changes in forest and tree cover for a gradient from the valley bottom to the mountain above timberline in 1963 and 2002, with the original aerial photographs with the analysis grid (above), assessed tree cover (%) per grid square, and changes per square (%) from 1963 to 2002 (below).



Figur 12 Gjennomsnittlig skog- og tredekning (%) anslått fra flybilder fra 1963 og 2002 i analysestruter (100 x 100m) i gitte høydeintervaller i en gradient fra dalbunnen til fjellet over skogsgrensa. – Mean forest and tree cover (%) assessed from aerial photographs from 1963 and 2002 in census plots (100 x 100m) for given elevation intervals in a gradient from the valley bottom to the mountain above timberline.

Som antydnet over, kan endringene i skogdekningen i lia fra dalbunn til fjellet skyldes ulike påvirkningsfaktorer (så vel som mulige metodiske problemer i vurderingen av skog/tredekning). Vi har ikke grunnlag for å si noe sikkert om årsakene til de endringene vi har observert i bildene fra 1963 og 2002. Men i den grad gitte påvirkningsfaktorer er årsak til endringene, virker det ikke urimelig å anta at disse faktorene også påvirker tilsvarende naturtyper i resten av Åmotsdalen. Nedenfor har vi gjort noen kvalitative vurderinger av mulige påvirkningsfaktorer.

Klimaendringene siden ca 1980 viser generelt en økning i gjennomsnittstemperaturen i verden (Iversen et al. 2005). Vi har ingen detaljerte data for klimautviklingen i Åmotsdalen, og for Oppdal har vi ikke data lenger tilbake enn 1976. Men sammenholdt med data fra Berkåk siden 1945 kan vi anta noe om utviklingen i temperatur og nedbør for området (**figur 13**). Særlig for de aller siste årene har gjennomsnittlig månedstemperatur i vekstsesongen (mai-oktober) ligget vesentlig over normalen (1961-90) i både Berkåk og Oppdal, men for gjennomsnittlig månedsnedbør er det ikke noe tilsvarende klart mønster. Sammenligner vi periodene før de to flyfotograferingene (1945-63, 1983-2002), var temperaturen noe høyere i siste periode (gjennomsnittlig avvik fra normalen: 0,276°C) enn i første periode (0,079°C), men forskjellen er ikke signifikant (t-test, $p=0,292$). Det var også noe mindre nedbør i første periode (gjennomsnittlig avvik fra normalen: -2,2 mm) enn i siste (3,9 mm), men heller ikke denne forskjellen er signifikant (t-test, $p=0,917$). Hvis vi ser på temperatur og nedbør for sommermånedene juni-august, så er mønstret tilsvarende. Det er mao neppe grunn til å tro at de registrerte endringene i tresjiktet i Åmotsdalen i hovedsak skyldes klimaendringer selv om slike endringer kan være medvirkende årsak. Dalen & Hofgaard (2005) har ellers vist at utviklingen for tregrensa i Dovreområdet har en kompleks sammenheng med regionale klimamønstre.



Figur 13 Klimautviklingen for meteorologiske stasjoner i Oppdal og Berkåk siden 1945. Dataene viser gjennomsnittlig avvik fra normalen (1961-90) for henholdsvis månedsmiddeltemperatur (°C, øverst) og månedsnedbør (mm, nederst) for den antatte vekstsesongen (mai-oktober). Pilene viser tidspunkt for flyfotografering (1963, 2002) for bildene brukt i endringsanalysene. – Climate development for meteorological stations in Oppdal and Berkåk since 1945. The data show the mean deviation from the 1961-90 normal values for, respectively, monthly mean temperature (°C, above) and monthly precipitation (mm, below) for the assumed growing season (May-October). The arrows indicate the years of aerial photography (1963, 2002) for pictures used in the analysis of land cover change.

Endringer i arealbruk for overvåkingsområdet i Åmotsdalen har vi ikke detaljert informasjon om. Ut fra noen trekk ved jordbruksutviklingen i Oppdal i eldre tid (Mull et al. 1940), mer anekdotisk informasjon fra Åmotsdalen (Storskrynten Spaserklubb 2001, 2005) og mer oppdaterte tall for husdyrholdet i Oppdal (SSB in litt.) og på landsbasis (Nedkvitne et al. 1995) kan vi imidlertid få et visst inntrykk av hvordan jordbruket kan ha påvirket arealdekket.

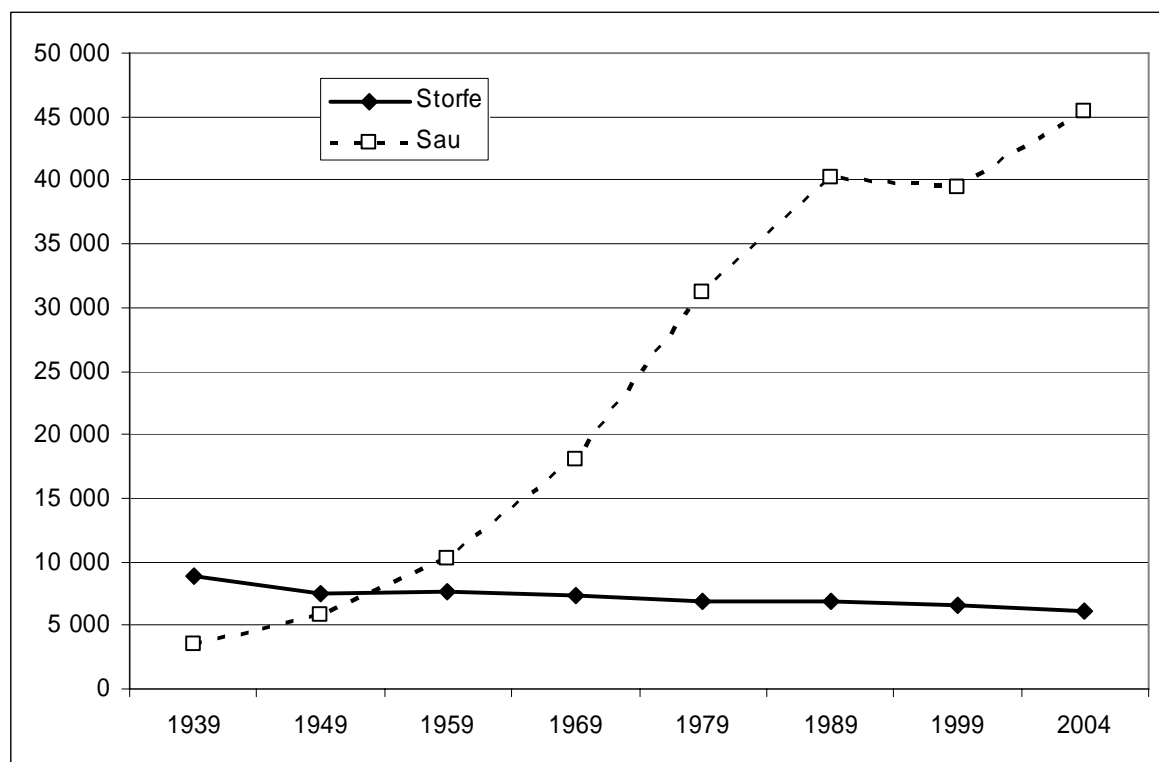
Menneskers påvirkning av plantedekket og marka i Åmotsdalen har i hovedsak vært knyttet til høsting av fôr til husdyr, bl.a. ved setring, beitebruk og fjellslått, så vel som til henting av trevirke. Seterbruket påvirket landskapet både gjennom grasslått og husdyras beiting og ved en intensiv høsting av trær til brensel og dels av lauv til fôr. Effektene av husdyras bruk av utmarka er også knyttet til driftsform og husdyras beitevaner (Nedkvitne et al. 1995, Staaland et al. 1998). Kyr er tilpasset en grasdominert diett, mens sau og geit spiser mer urter, og spesielt geita tar mye lauv og skudd fra busker og trær. Sau og geit kan også være mer selektive i valg av beiteplanter. Tunge beitedyr som kyr og hest skaper også endringer i marka og plantedekket ved tråkk og slitasje. Ved høyt beitetrykk blir dyra mindre selektive og beiter mer av den tilgjengelige vegetasjonen. På landsbasis viser utviklingen av dyreholdet siden 1939 en nedgang i antall storfe og en økning i antall sauer, som er de husdyrslagene som har hatt et omfang av betydning ved høsting i utmarka (Nedkvitne et al. 1995). På grunn av nedgangen i storfetallet og omlegging av driftsformen til betydelig mindre høsting av fôr til storfe i utmarka, er den totale mengden av fôr fra utmarka anslått til 33% i 1979 sammenholdt med i 1939. Siden 1970-tallet har imidlertid sauetalet økt videre og noe mer fôr kommer igjen fra utmarka.

Naturforholdene i Oppdal er slik at gårdene fra gammel tid stort sett hadde godt med utmarksareal nær innmarka (Mull et al. 1940). Det har derfor i utgangspunktet vært lite behov for å utvikle et eget seterbruk. I forbindelse med folkeøkning fram mot 1600-tallet ble imidlertid gårdsbrukene i dalen stykket opp, og det oppsto en mangel på utmarksarealer for å livnære en økende bestand av husdyr. Seterbruket i Oppdal er i hovedsak utviklet fra midten av 1600-tallet, med særlig kraftig økning i sørøstre fjelltrakter fra midten av 1700-tallet. Fjellområdene sørøst for Oppdal var også i perioden fram mot midten av 1800-tallet nytt til beiting av driftefê, en praksis som tok helt slutt omkring 1880. Seterbruket i Norge hadde generelt sin største utbredelse rundt 1850 og viste deretter en tydelig nedgang over det meste av norske fjellområder (Gjerdåker 2002, s. 62). I enkelte fjellbygder, trolig også i Åmotsdalen, har imidlertid seterbruket holdt seg på et visst nivå fram til moderniseringen av jordbruket etter annen verdenskrig. I følge opplysninger i historiske hefter for Åmotsdalen (Storskrynten Spaserklubb 2001, 2005) drev gårdene i Åmotsdalen med allsidig husdyrhold med melkekyr og geiter fram til 1975-85, mens flere av gårdene deretter la om til ensidig sauedrift med bestander på 200-300 vinterfôra sau til sammen. Setrene i dalen var i drift fram til 1948 (Gottemsætra), 1965 (Vammervollsætra), 1972 (Støljærsætra) og 1974 (Eggasætra) (her mangler data for Hellaugsætra). Det var mao aktiv seterdrift i området til flere år etter at den første flybildeserien ble tatt, mens den siste setra ble nedlagt nesten 30 år før siste flybildeserie ble tatt. I Oppdal kommune har husdyrholdet på tilsvarende måte endret seg fra et allsidig husdyrhold med melkekyr og til dels geitehold og aktiv bruk av utmarka, til husdyrdrift med store bestander av sau og storfedrift basert på høsting av innmarka (**figur 14**). På flybildet fra 1963 er det tydelig at setervollene i det minste har vært holdt i hevd som grasmak fram til da. Selv om beitet av sau i utmarka er mer omfattende nå enn før og nok har betydelig effekt på markvegetasjonen, har det vært en sterk reduksjon i seterdrifta med sin omfattende effekt på tresjiktet og landskapet. Rundt seterområdet ved Gottemsætra er slike effekter tydelige. Om det bare er endring i beitebruken som er årsak til økningen i tredekningen opp mot skoggrensa, er imidlertid et mer åpent spørsmål.

Lokale forstyrrelser av snøras, steinsprang eller utvasking er tydelige å spore i dalsidene rundt overvåkingsområdet. Vi kan se helt lokale effekter av slike forstyrrelser i begge bildeseriene. Vi kan imidlertid ikke si noe om det har vært noen forskjell i frekvensen av slike forstyrrelser i periodene før de to bildeseriene ble tatt.

Angrep av bjørkemålere utgjør en spesiell form for naturlig forstyrrelse som opptrer med omtrent 10 års mellomrom i høyereliggende bjørkeskog. I Åmotsdalen foregikk det siste angrepet i perioden 2000-2002, noe som må ha hatt en betydelig effekt på bjørketrærne og deres dekning av lauv. Hogstad (2005) har dokumentert angrep av bjørkemålere i Budal (Midtre Gauldal kommune) i 1975-77, 1985-87 og 1996-98. Tilsvarende regelmessige angrep av bjørkemålere har trolig også forekommet i Åmotsdalen, men vi har ikke detaljert informasjon om omfang eller tidspunkt i forhold til flyfotograferingen i 1963. Sannsynligvis har et ev. angrep foregått noen år før denne fotograferingen.

Gode flybilder gir oss mulighet til å beskrive endringer i landskapet som har funnet sted i overvåkingsområdene, men gjør oss ikke i stand til alene å identifisere årsakene til slike endringer. Til dette trenger vi mer detaljert informasjon om andre endringer som påvirker overvåkingsområdene, enten disse skyldes lokale eller regionale naturlige forstyrrelser eller menneskeskapte påvirkningsfaktorer. En parallell innsamling av data om bl.a. klimaforhold og arealbruk i tilknytning til overvåkingsområdene synes derfor påkrevet.

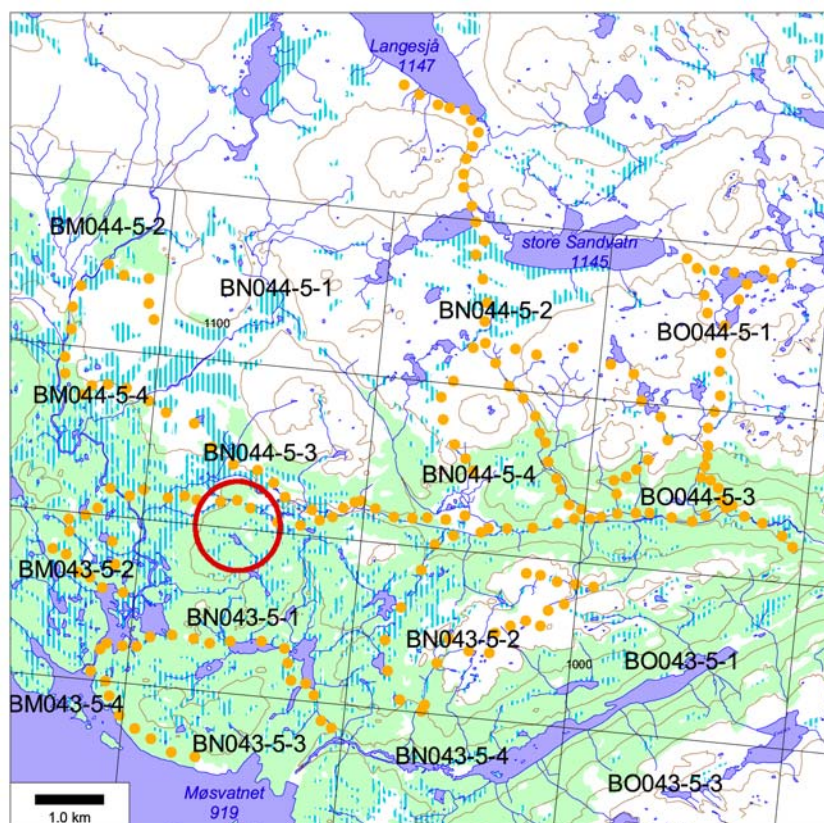


Figur 14 Utviklingen av antall storfe og sau i Oppdal kommune i henhold til landbrukstellingene til Statistisk sentralbyrå. Antall hest og geit er redusert fra henholdsvis 844 og 632 i 1949 til 73 og 12 i 1979, et nivå som siden har holdt seg. – Development in the number of cattle (storfe) and sheep (sau) in Oppdal municipality, according to the agricultural census of the Central Bureau of Statistics. The number of horses and goats have been reduced from, respectively, 844 and 632 in 1949 to 73 and 12 in 1979, a level which has been kept since.

5 Overordnede landskapsmodeller for andre TOV-områder

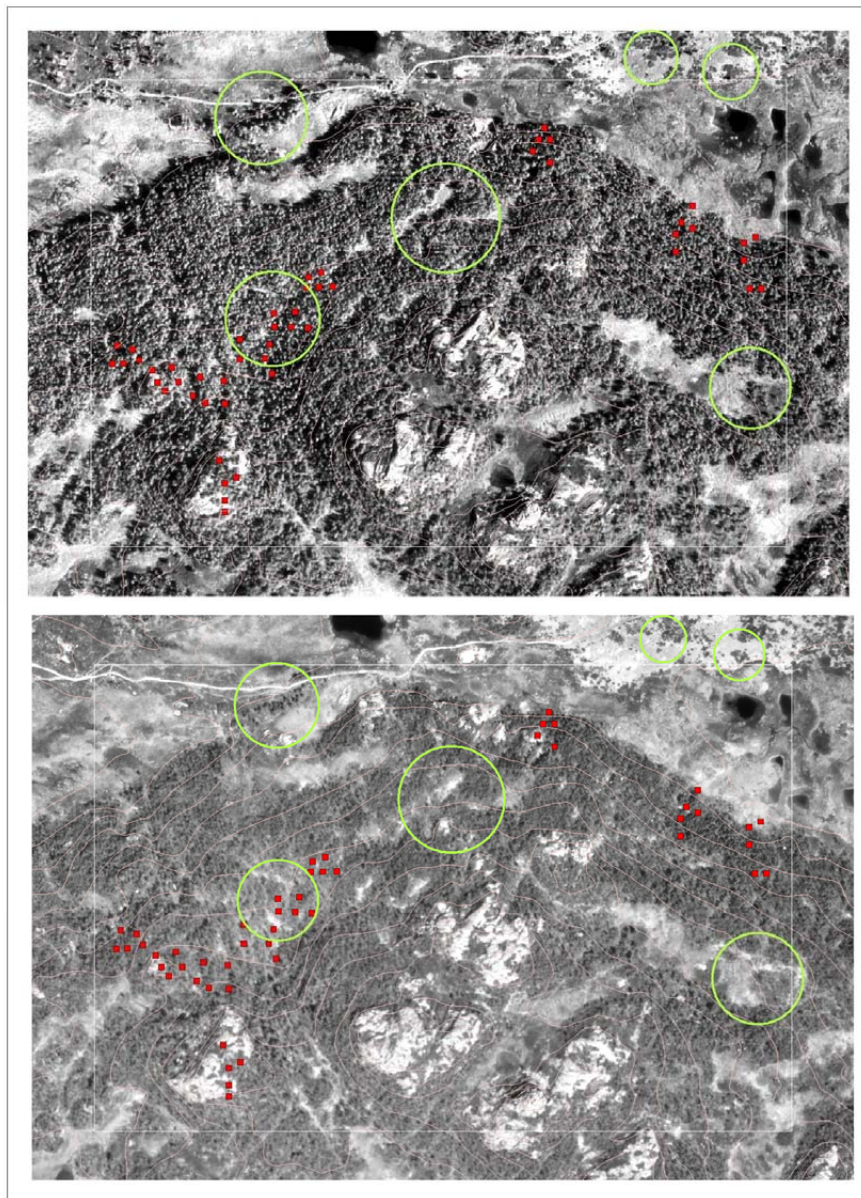
5.1 Møsvatn

For overvåkingsområdet ved Møsvatn har Bakkestuen & Erikstad (2002) tidligere laget landskapsmodeller for bl.a. å studere sammenhenger mellom informasjon innsamlet på ulike romlige skalaer. Bakkestuen & Erikstad sammenlignet ulike landskapsegenskaper generert fra digitale kartdata på ulike målestokker, for et område på 50 x 50 km for groveste enheter og mer detaljerte analyser for et område på ca 3,2 x 2,4 km, begge sentrert omkring det sentrale overvåkingsområdet. I tillegg har de ut fra eldre (1949) og nyere (1985) flybilder så vel som et nyere satellittbilde (Landsat 7 ETM fra 1999) klassifisert og vurdert endringer i arealdekket. Siden Bakkestuen & Erikstad allerede har utviklet høydemodeller og klassifisert arealdekket for overvåkingsområdet, har vi her bare oppsummert deres resultater. Det opprinnelige naturtypekartet basert på analyse av satellittdataene (deres figur 4) er ikke vist her. Fra arbeidet til Bakkestuen & Erikstad (2002) har vi tilgjengelige datasett som kan brukes for vårt formål med landskapsanalysen (jf tabell 1, samt dekningen av ØK i figur 15). Vi ser at det er forholdsvis god dekning av ØK for vårt valgte studieområde, men de nordligste punktene for fugletakseringene faller utenfor.



Figur 15 Studieområdet for overvåkingsområdet ved Møsvatn, med angivelse av tilgjengelige ØK-blader (rutenett med koder) Sirkelen viser den sentrale delen av overvåkingsområdet med aktiviteter for markvegetasjon, epifytter og smågnagere. De gule punktene viser takseringspunkter for spurvefugl. – The study area for the monitoring site by Møsvatn, with indication of available economic map sheets (grid with codes). The circle indicates the central part of the area with activities for ground vegetation, epiphytes and small mammals. The yellow dots indicate census points for passerine birds.

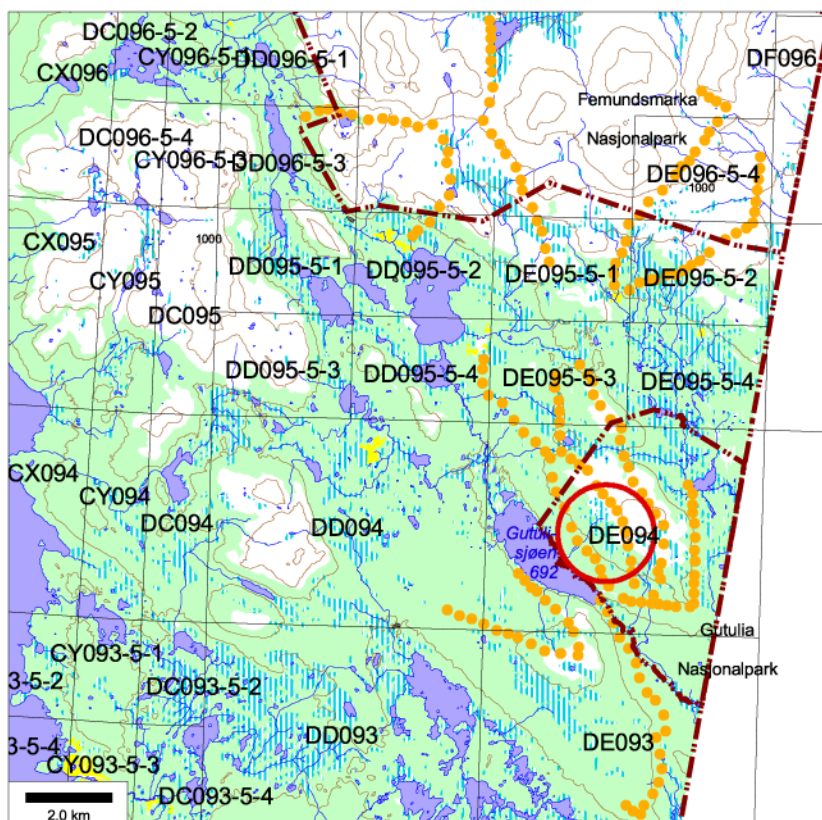
Vi har her ikke forsøkt å gjøre noen detaljert analyse av endringene i arealdekket basert på de to flyfotoene for den sentrale delen av området (**figur 16**). Hvis vi tar hensyn til forskjellen i kontrast mellom bildene, gir de inntrykk av noe mindre omfattende endringer enn for overvåkingsområdet i Åmotsdalen. Siden 1949 har bjørkeskogen i overvåkingsområdet ved Møsvatn spredt seg noe og blitt tettere. Området var tidligere sterkt preget av seterdrift, med åpne, grasdekte arealer, glenner i skogen og et nettverk av stier og tråkk. Det foregår fremdeles et visst utmarksbeite. Tidligere kulturpåvirkning preger ennå området, men skogen blir gradvis et mer dominerende element i landskapet. Ellers blir også dette området (som de fleste høyere-liggende bjørkeskogsområdene) mer eller mindre regelmessig angrepet av bjørkemålere, noe som kan gi tolkningsproblemer for skogdekningen. I dette området var det særlig høy tetthet av bjørkemålerlarver i 2000 (Framstad et al. 2003, Kålås unpubl. data).



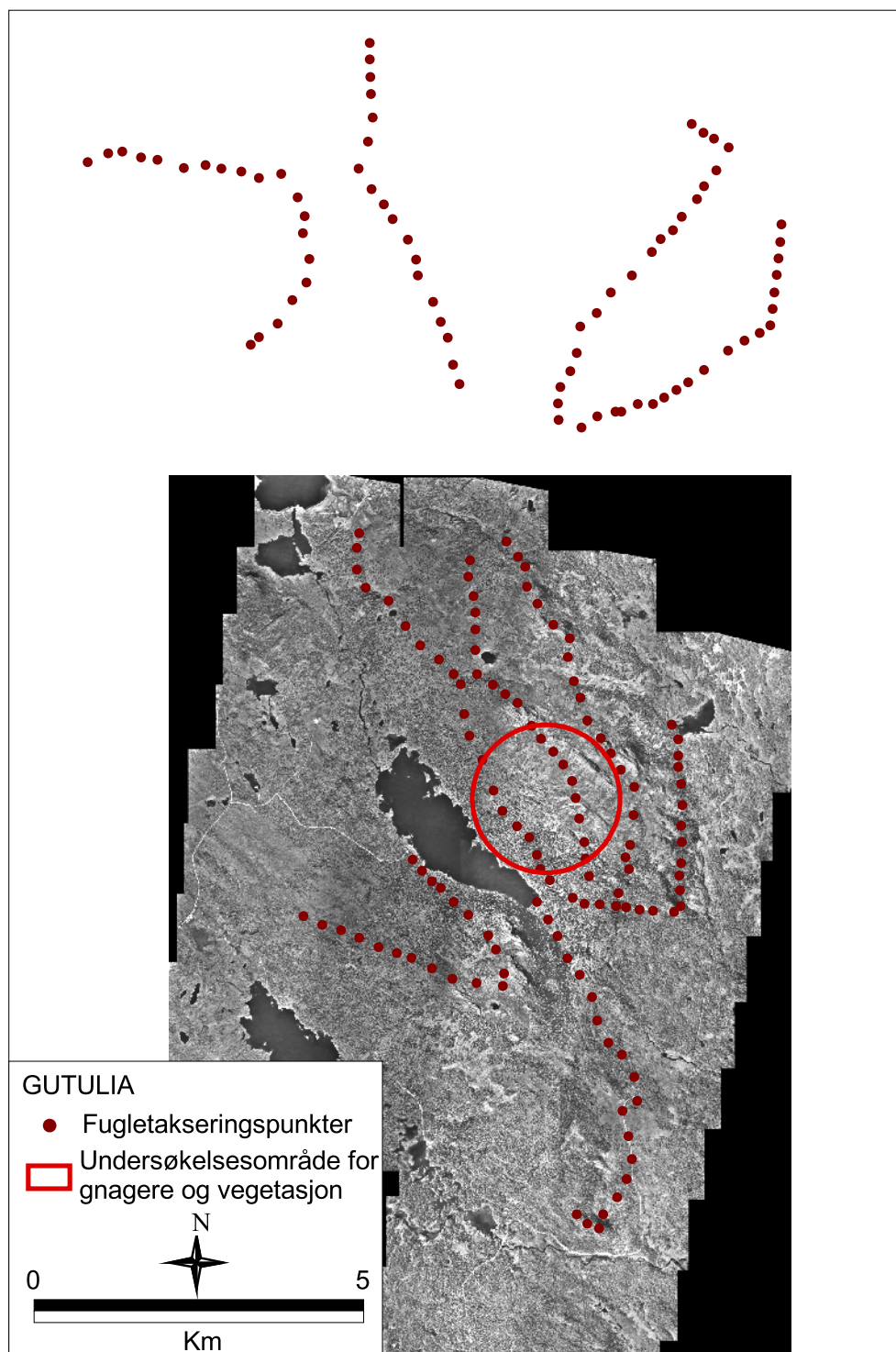
Figur 16 Flyfoto for den sentrale delen av overvåkingsområdet ved Møsvatn fra 1949 (nede) og 1985 (oppe). Sirklene viser områder med størst endring. Røde firkanter viser analyseflater for markvegetasjonen. – Aerial photographs from the central part of the monitoring site at Møsvatn, from 1949 (below) and 1985 (above). The circles indicate areas with the most changes in land cover. The small red squares are the sample plots for ground vegetation.

5.2 Gutulia

For overvåkingsområdet i Gutulia har vi ikke tidligere utført landskapsanalyser tilgjengelig. Her har vi i første omgang sammenstilt tilgjengelige datakilder (jf **tabell 1**). Dekningen av ØK framgår av **figur 17**. Her ser vi at det aller meste av vårt definerte studieområde er dekket, med unntak for de nordligste fugletakseringspunktene i Femundsmarka nasjonalpark. Vi har også et tilgjengelig Landsat 7-bilde fra 1999; dette gir mulighet for en overordnet klassifikasjon av arealdekket. I tillegg har vi ortorektifisert den mest detaljerte tilgjengelige flyfotoserien (fra 1967) (**figur 18**), men har foreløpig ikke gjennomført noen analyser ut fra dette datagrunnlaget. Ved tilgang på nyere flyfoto av tilstrekkelig kvalitet er datagrunnlaget velegnet for utvikling av landskapsmodeller med ulik detaljering, så vel som analyser av endringer i arealdekket. Foreløpig har vi foto fra 1996 (målestokk 1:22 000) tilgjengelig, og dette er langt på vei godt nok.



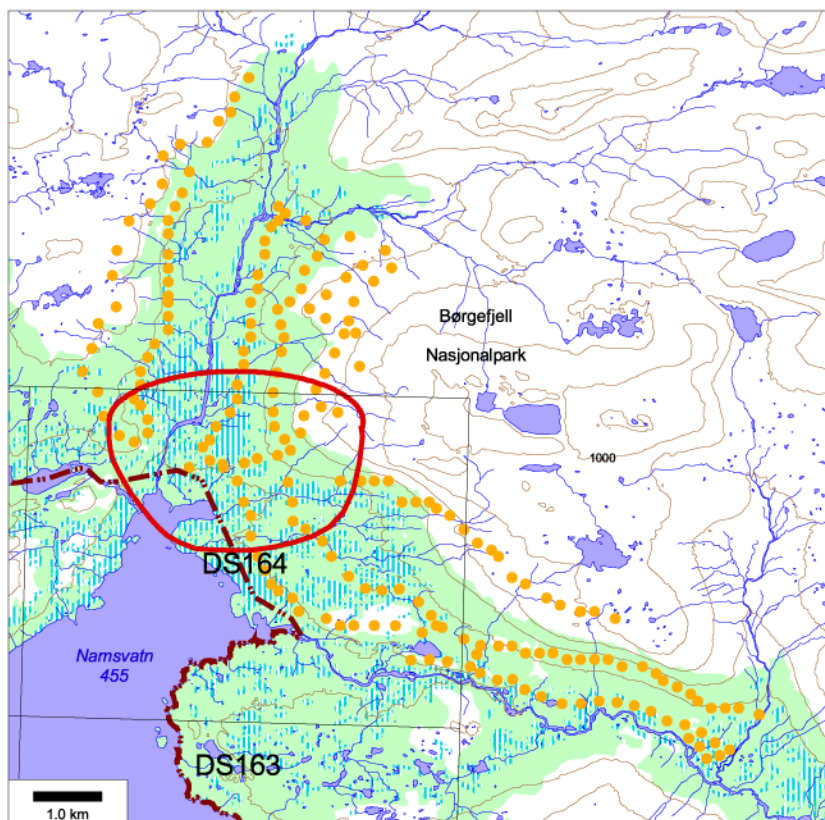
Figur 17 Studieområdet for overvåkingsområdet i Gutulia, med angivelse av tilgjengelige ØK-blader (rutenett med koder). Sirkelen viser den sentrale delen av overvåkingsområdet med aktiviteter for markvegetasjon, epifytter og smågnagere. De gule punktene viser takseringspunkter for spurvefugl. – The study area for the monitoring site in Gutulia, with indication of available economic map sheets (grid with codes). The circle indicates the central part of the area with activities for ground vegetation, epiphytes and small mammals. The yellow dots indicate census points for passerine birds.



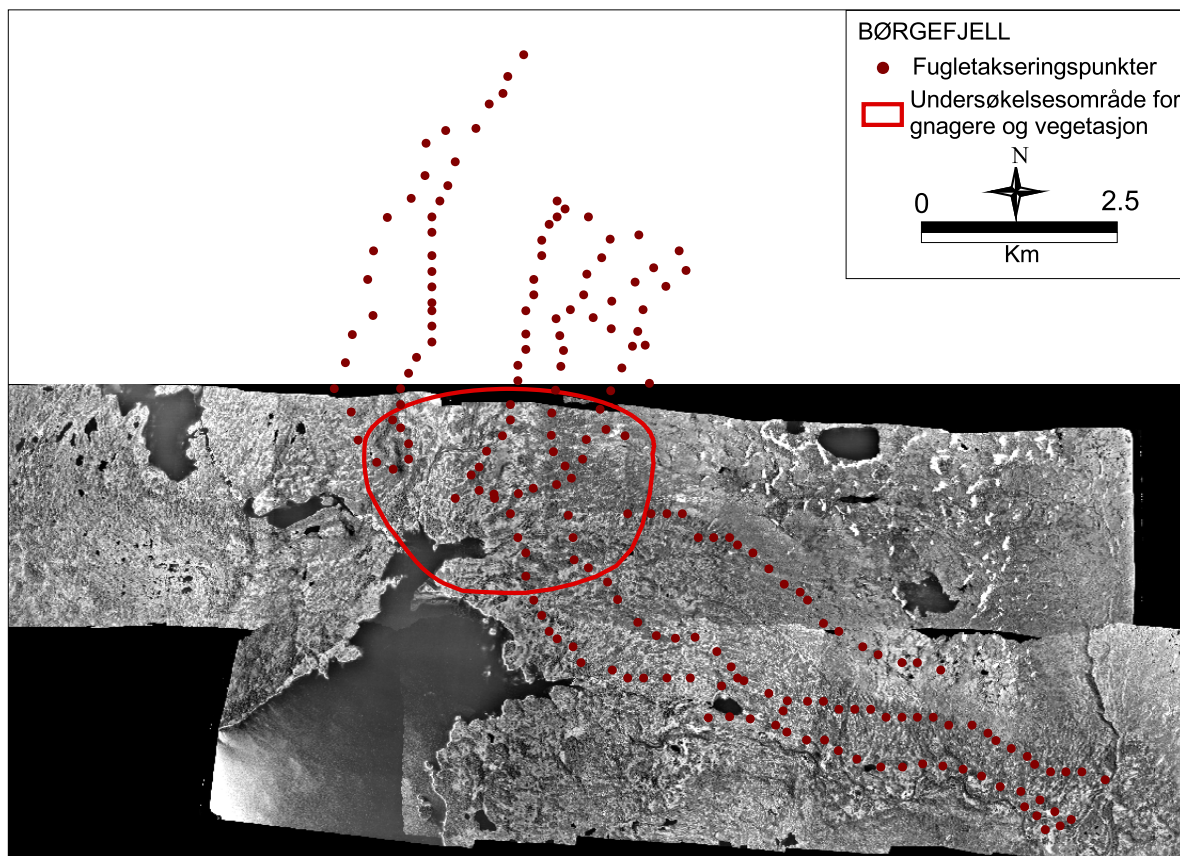
Figur 18 Ortorektifisert flyfotomodell for studieområdet i Gutulia. Modellen er en mosaikk av bilder fra 1967 i målestokk 1:15 000. Fugletakseringspunktene nord for området med dekning av flyfoto er også markert. – Ortho-rectified aerial photographs for the study area in Gutulia. The model is a mosaic of photos from 1967 at scale 1:15 000. The circle indicates the central part of the monitoring site and the dots indicate the census points for passerine birds. Census points north of the area covered by aerial photos are also indicated.

5.3 Børgefjell

For overvåkingsområdet i Børgefjell har vi heller ikke tidligere utført landskapsanalyser tilgjengelig. Her har vi så langt sammenstilt tilgjengelige datakilder (jf **tabell 1**). Dekningen av ØK framgår av **figur 19**. Her ser vi at bare området helt nede ved Store Namsvatn er dekket av ØK, slik at vi vil ha problemer med å utvikle høydemodeller med detaljert oppløsning ut fra dette datagrunnlaget. Vi har en flyfotoserie fra 1980 i målestokk 1:15 000 som dekker den sørligste delen av studieområdet. En ortorektifisert flyfotomodell fra dette datagrunnlaget er vist i **figur 20**. I tillegg finnes en flyfotoserie fra 1965 (målestokk 1:20 000) som kan gi et inntrykk av arealdekket for 40 år siden. Vi har imidlertid behov for nyere flyfotoopptak i detaljert målestokk for å kunne analysere ev. endringer i arealdekket for overvåkingsområdet fram til i dag. Ellers regner vi med at det finnes egnete satellittopptak som kan gjøres tilgjengelig for bruk i en landskapsanalyse, men vi har ikke fått fram mer konkret informasjon om slike opptak foreløpig.



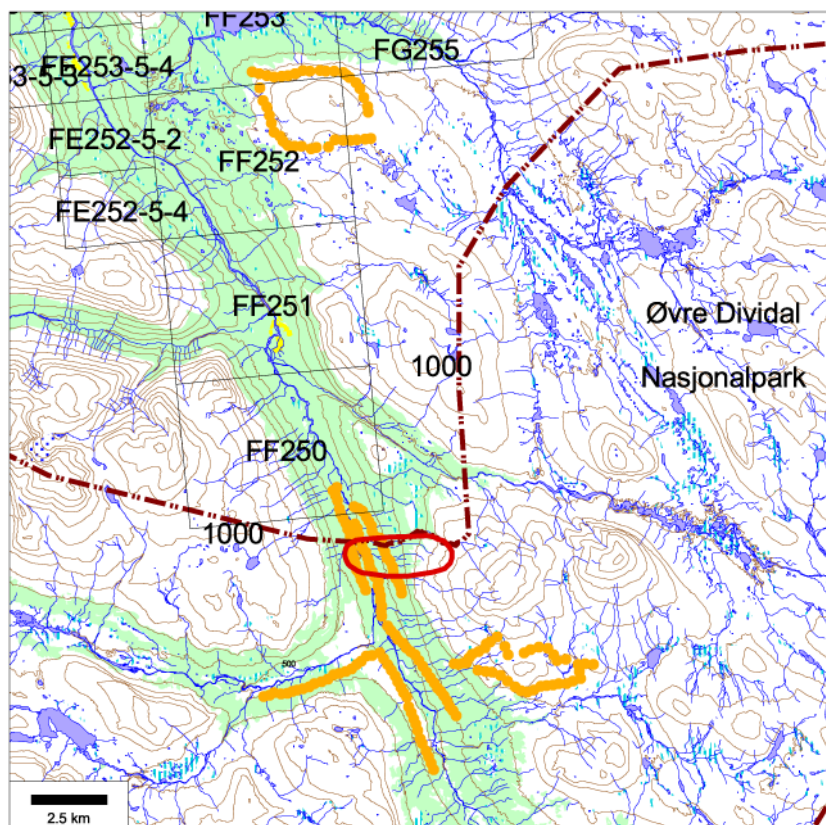
Figur 19 Studieområdet for overvåkingsområdet i Børgefjell, med angivelse av tilgjengelige ØK-blader (rutenett med koder). Sirkelen viser den sentrale delen av overvåkingsområdet med aktiviteter for markvegetasjon, epifytter og smågnagere. De gule punktene viser takseringspunkter for spurvefugl. – The study area for the monitoring site in Børgefjell, with indication of available economic map sheets (grid with codes). The circle indicates the central part of the area with activities for ground vegetation, epiphytes and small mammals. The yellow dots indicate census points for passerine birds.



Figur 20 Ortorektifisert flyfotomodell for studieområdet i Børgefjell. Modellen er en mosaikk av bilder fra 1980 i målestokk 1:15 000. Fugletakseringspunktene nord for området med dekning av flyfoto er også markert. – Ortho-rectified aerial photographs for the study area in Børgefjell. The model is a mosaic of photos from 1980 at scale 1:15 000. The circle indicates the central part of the monitoring site and the dots indicate the census points for passerine birds. Census points north of the area covered by aerial photos are also indicated.

5.4 Dividalen

For overvåkingsområdet i Børgefjell har vi verken tidligere utført landskapsanalyser eller et detaljert datagrunnlag tilgjengelig (jfr **tabell 1**). Dekningen av ØK framgår av **figur 21**. Vi ser at bare selve dalen inn mot nasjonalparken er dekket av ØK, mens områdene for det aller meste av overvåkingsaktivitetene faller utenfor. Vi har heller ikke funnet detaljerte flyfotoserier for Dividalen, og den nyeste serien er også forholdsvis gammel (1983). Vi har følgelig problemer med å skaffe et godt datagrunnlag både for å lage tilstrekkelig detaljerte landskapsmodeller og til å kunne analysere ev. endringer i arealdekket for overvåkingsområdet. Vi antar at det vil være mulig å skaffe nye detaljerte flyfoto ved behov. Eldre flyfotoserier i målestokk 1:40 000 vil også inneholde informasjon som kan brukes hvis kvaliteten på opptakene ellers er god (i et så pass stort studieområde som Dividalen vil dessuten grovere målestokk spare arbeid med færre bilder for å dekke området). Ellers vil også satellittdata fra f.eks. Landsat kunne gi interessant informasjon om arealdekket i Dividalen. Vi regner med at det finnes egnede satellittopptak som kan gjøres tilgjengelig for bruk i en landskapsanalyse, uten at vi foreløpig har fått fram mer konkret informasjon om slike opptak.



Figur 21 Studieområdet for overvåkingsområdet i Dividalen, med angivelse av tilgjengelige ØK-blader (rutenett med koder). Ellipsen viser den sentrale delen av overvåkingsområdet med aktiviteter for markvegetasjon, epifytter og smånagere. De gule punktene viser takseringspunkter for spurvefugl. – The study area for the monitoring site in Dividalen, with indication of available economic map sheets (grid with codes). The ellipse indicates the central part of the area with activities for ground vegetation, epiphytes and small mammals. The yellow dots or bands indicate census points for passerine birds.

6 Diskusjon og konklusjon

6.1 Muligheter og begrensninger for utvikling av landskapsmodeller

Datagrunnlaget

Det synes klart at tilgangen på detaljerte og oppdaterte kartdata for TOV-områdene er begrenset. Kartverkets N50-serie er landsdekkende, men ØK og spesielt DMK er i beste fall bare tilgjengelig for deler av overvåkingsområdene. Dataene fra N50 kan fungere som en ramme for landskapsanalysene, ved at hovedtrekk ved terreng og infrastruktur kan legges til grunn. Opplysningen (geografisk, i høyden og tematisk) kan imidlertid være et problem for N50, men vil være betydelig bedre for ØK/DMK. For alle kartdata vil vi imidlertid mangle tidsspesifikk informasjon om arealdekket og mer variable landskapselementer. Eventuell revisjon av kartdataene med oppdatering av informasjon for f.eks. arealdekket vil ikke foregå etter bestemte intervaller eller samlet for alle kartblader.

Gode flybilder representerer langt på vei et ideelt datagrunnlag for landskapsanalyse, både i forhold til landskapsstruktur, arealdekket og endringsanalyser (gitt flybilder fra ulike perioder). Det er i tillegg nødvendig å ha eller kunne etablere en høydemodell med passende oppløsning for å kunne ortorektifisere flybildene og dermed kunne bruke dem i kvantitative analyser. Kartverkets 25m høydemodell (basert på koteverket i N50) vil langt på vei dekke dette behovet, men vil i en del sammenhenger ha for dårlig oppløsning, spesielt i høyden (jf nedenfor). Imidlertid er også dekningen av flybilder begrenset for TOV-områdene, så langt vi har kunnet bringe på det rene gjennom Statens sentralarkiv for flyfoto (ved Terratec; som skal ha alle offentlige flyfoto eldre enn 5 år). Eldre flybilder har dessuten variabel kvalitet og oppløsning. Flybilder i grov oppløsning er ofte tilgjengelige tilbake til 1960-tallet eller ennå tidligere. Ideelt sett skulle vi ønske oss bilder med en finere målestokk enn 1:20 000, men også fotografisk gode bilder i grovere målestokk (f.eks. 1:30 000) kan gi nyttig informasjon. Også flybilder fra de siste årene mangler for flere av TOV-områdene, men her er det mulig å få tatt nye opptak i passende målestokk – og ev. i farger eller infrarødt, noe som kan lette tolkningene av arealdekket. Nye flybileopptak er imidlertid et kostnadsspørsmål.

Myndighetenes initiativ for å få gjøre tilgjengelig eksisterende ortofoto for hele landet gjennom "Norge i bilder" vil by på lettere tilgang til egnet fotomateriale for analyse av landskapsstruktur og arealdekke i mange områder. Det vil imidlertid fremdeles være behov for å hente informasjon fra det statlige Sentralarkivet for flyfoto, siden flybilder som ikke er ortorektifisert (bl.a. eldre flybilder), så vidt vi forstår, ikke vil være tilgjengelige gjennom "Norge i bilder". Dessuten vil vi i mange sammenhenger ha behov for de opprinnelige stereo flybildene for å analysere strukturer i arealdekke og landskapselementer, og det er uklart for oss om disse er tilgjengelige gjennom "Norge i bilder". Vårt søk i "Norge i bilder" for de fem aktuelle TOV-områdene vi har gjennomgått her, viser også at det kun er området i Åmotsdalen som har ortorektifiserte bilder tilgjengelig, basert på samme flybildeserie (fra 2002) som vi har brukt til å lage ortorektifiserte bilder. Det er mao tilgangen på flybilder som vil avgjøre nytten av det systemet for distribusjon som "Norge i bilder" representerer.

I 2006 har Statens kartverk, Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS) og Fornyingsdepartementet satt i gang et nasjonalt program for omløpsfotografering av Norge. Med 6 års omløpstid skal det her tas flybilder i farger over hele landet. Bildene vil bli gjort tilgjengelige som tolkbare stereomodeller med minst 2 meters nøyaktighet og som ortofoto med bakkeoppløsning på 0,5 meter, med distribusjon gjennom "Norge i bilder". Disse bildene vil trolig ha en kvalitet som er mer enn god nok for TOVs formål, spesielt sammenlignet med de flyfotoene som har vært tilgjengelige til nå. Dersom opptakene blir foretatt digitalt med infrarød sensor i tillegg til ordinære farger, vil dette gjøre dataene enda mer informative for å skille ut ulike vegetasjonsforhold og andre egenskaper på bakken. Slik multispektral informasjon vil også gjøre flyfoto mer konkurransedyktige overfor høyoppløselige satellittdata. For endringsanalyser vil

slike bilder åpenbart ha størst verdi for framtida. Utnyttelsen av eldre flyfoto for å dokumentere endringer over de siste 50 årene vil fremdeles gi oss betydelige utfordringer (jf endringsanalyser nedenfor).

Satellittdata kan antagelig skaffes for de fleste TOV-områdene fra de siste 20 årene, eller kanskje lenger tilbake for noen områder. Data innsamlet med eldre sensorer vil ha en forholdsvis grov oppløsning (typisk 90m pixler for eldre Landsat-data) og vil ha en kvalitet som ikke så lett lar seg sammenligne med nyere data. Selv med moderne, høyoppløselige satellittdata vil vi ha mange av de samme utfordringene som med flybilder: store datamengder for detaljerte opptak over store områder og en dertil hørende høy pris både for datainnkjøp og kostnader ved behandling og analyse. Satellittdata har en fordel ved at de ofte er tilgjengelig som multispektrale datakilder, noe som gir bedre muligheter for tolkning. Mer effektiv bruk av satellittdata krever imidlertid bedre tolkingsalgoritmer som tar hensyn til så vel den multispektrale informasjonen for hvert pixel som relasjonene mellom nærliggende pixler. Det kreves betydelig erfaring og kompetanse for å utnytte satellittdata og analyseprogrammer optimalt for etablering av landskapsmodeller og i endringsanalyser. Nyere satellittdata med høy oppløsning vil åpenbart ha stor verdi som datagrunnlag i landskapsanalyser for TOV-områdene og tilsvarende formål. Det er imidlertid et spørsmål om prisen for slike data vil bli lavere enn for flyfoto med tilsvarende dekning og oppløsning. For retrospektive studier av landskapet fra før 1970 kan satellittdata uansett ikke by på alternativer til flyfoto.

Analysemetoder

Generelt vil en landskapsmodell for TOV-områdene kunne bygges opp på basis av en høydemodell for området, informasjon om arealdekket (ofte vegetasjonstyper, naturtyper, landformer og arealbruk) og annen informasjon som karakteriserer arealenheter og landskapselementer av interesse (f.eks. geologi, geomorfologi, hydrologi, jordsmonn). Siden datagrunnlaget oftest har begrensninger, både tematisk og med hensyn til oppløsning, vil landskapsmodellene oftest representere en overordnet beskrivelse av området og dets egenskaper. Denne landskapsmodellen kan forbedres ettersom nye og bedre data blir tilgjengelig.

Høydemodeller for TOV-områdene kan baseres på ferdige modeller fra Statens kartverk, gitt at deres høydedata har god nok oppløsning for våre formål. Høydedata basert på N50 vil i en del tilfeller være for grove. Det kan da være aktuelt å utvikle egne, mer detaljerte høydemodeller, gitt at vi har annet datagrunnlag (f.eks. ØK høydekoter eller gode flybilder) som kan brukes. Ulike interpolasjonsalgoritmer kan gi noe forskjellig resultat, spesielt der datagrunnlaget er litt for grovt. Den største utfordringen ved å utvikle mer detaljerte høydemodeller ut fra flybilder er imidlertid knyttet til problemet med å koordinatfeste fastpunkter i terrenget med tilstrekkelig presisjon. For utvikling av gode høydemodeller er følgelig utfordringene knyttet til datagrunnlaget snarere enn analysemetodene. De nye stereomodellene og ortofotoene som vil bli tilgjengelige gjennom den planlagte omløpsfotograferingen av landet, vil gi muligheter for å etablere nye, detaljerte høydemodeller for TOV-områdene.

Beskrivelse og karakterisering av arealdekket og landskapselementene for et område framstår som en større utfordring enn å utvikle høydemodeller. Her er det mange ulike datasett som kan være tilgjengelige for forskjellige områder, og det er vanskeligere å standardisere metodene. Foreløpig er også mange av analysemetodene sterkt avhengige av analytikernes erfaring og evner til tolkning og integrering av informasjon fra flybilder og satellittdata. Det er heller ingen allmenn oppfatning om hvordan naturtyper eller arealklasser skal karakteriseres, men her er det arbeid i gang i regi av Artsdatabanken, NIJOS med flere (Gjertsen et al. 2004) og som ledd i arbeidet med EUs Corine Land Cover for Norge, som kanskje kan gi noe bedre avklaring framover.

Gitt at man kan framskaffe tilfredsstillende grunndata for arealdekket, f.eks. i form av ulike lag med informasjon som karakteriserer egenskaper ved arealdekket, er det ønskelig at slik infor-

masjon tolkes til et grunnleggende nivå som bevares for hvert lag. Slike data bør ikke grupperes eller klassifiseres til aggregerte typer (som er avhengige av en gitt typologi) før man ev. skal foreta spesifikke analyser knyttet til en gitt problemstilling. Dermed bevares fleksibiliteten i bruk av landskapsmodellen best mulig.

Det er ønskelig å komme fram til mer standardiserte prosesser for å utvikle landskapsmodeller og for å beskrive og karakterisere arealdekket i aktuelle studieområder. Foreløpig kan vi ikke angi noen spesifikk tilnærming for dette, men slik standardisering må ta hensyn til

- *formål og systemforståelse*: Hvordan naturtyper og arealklasser best kan representeres, vil avhenge av formålet for utviklingen av landskapsmodellen og hvilket natursystem og hvilke prosesser man ønsker å representere.
- *areal og skala*: Utstrekning av arealet og tematisk og romlig oppløsning for informasjonen som skal inngå i modellen, vil sette rammer for hvordan modellen kan bygges opp. De ulike dataelementene må så langt mulig tilpasses samme skala.
- *datagrunnlaget*: Hvilket datagrunnlag som er tilgjengelig og hvilke instrumenter som ev. er brukt for å generere dataene, vil ha betydning for hvordan dataene bør representeres i landskapsmodellen.
- *analysemetodene*: Ulike analyseprogrammer vil ha ulike analyseparadigmer og en lang rekke forskjellige parametervalg med konsekvenser for det endelige resultatet. Det er behov for å utforske hvordan slike valg bør gjøres for å få et resultat som best mulig kan tolkes på en økologisk meningsfull måte, avhengig av aktuell problemstilling, økosystem, skala og data-tilgang.

Muligheter for endringsanalyse

Hovedutfordring ved å gjennomføre endringsanalyser i TOV-områdene, så vel som i andre tilsvarende områder, er kvaliteten på dataene fra tidligere tider. Nyere flyfoto og satellittdata vil sannsynligvis kunne fås i en kvalitet og med en oppløsning som er mer enn tilstrekkelig for formål tilsvarende TOVs. I første omgang kan informasjonen fra eldre flybilder forbedres ved å foreta scanning i høy kvalitet direkte fra negativene. Dette er imidlertid ikke standard prosedyre ved innhenting av eldre flybilder i dag og vil medføre en høyere pris. Kost/nytte ved økt kvalitet må vurderes ut fra formålet med analysen. I tillegg vil tolkninger kunne gjøres med bruk av stereo tolkningsinstrument og med kobling til underliggende kartinformasjon som gir en enhetlig struktur til informasjonen fra flybildene (jf under).

Verken flybilder eller satellittdata vil være direkte sammenlignbare over tidsspenn på flere tiår, som ofte er den tidsperioden vi er interessert i. Ulike opptaksinstrumenter, opptaksposisjon, vær- og lysforhold vil føre til endringer som ikke henger sammen med forskjeller på bakken. I en eller annen forstand vil det være nødvendig å standardisere datagrunnlaget for sammenligning mellom de to tidsperiodene. Følgende elementer kan inngå i en standardisering for å lette sammenligningen mellom flybilder fra ulike tidsperioder:

- Ortorektifisering av bildene og skalering til samme koordinatsett. Dette gjør det mulig å koble begge bildesettene til underliggende geografiske strukturer f.eks. gitt i passende kartgrunnlag.
- Standardisering av signalskalaene, dvs gråskalaene i svarthvitte flybilder, slik at ekstremverdier og antall klasser er mest mulig sammenlignbare. For multispektrale data kan tilsvarende standardisering gjøres for hvert signalspektrum, men pga flere uavhengige signaler vil det her være vanskeligere å etablere felles forståelse av en gitt standard. Kalibrering av satellittdata i forhold til instrumentenes egenskaper etc er for øvrig en egen "vitenskap", vanligvis langt utenfor økologenes kompetanse. Standardisering av signalene i ulike bilder kan medføre at forskjellige fenomener i bildene gjøres for like, og derfor bør nok slik manipulering avgrenses til et minimum. Ved stereobetraktning viser det seg også at mennesker har gode evner til å ta hensyn til signalforskjeller i bildene. Erfaringsmessig er det den økologiske tolkningen av strukturer og fargenyanser som utgjør den største utfordringen ved bruk av flyfoto og satellittdata i økologisk sammenheng.

- Endring av oppløsningen i bildet for å få grovere, mer homogene bildelementer (pixler) og fjerne støy. Det er imidlertid en risiko for at utsagnskraftig informasjon går tapt ved en slik prosess. Ulike filtre i programmer for digital i billedbehandling kan trolig utføre støyreduksjon forholdsvis presis og med begrenset tap av annen informasjon, men det usikkert i hvilken grad dette gjør bildene lettere å tolke.

En stor utfordring ved endringsanalyser er knyttet til behovet for å klassifisere området til sammenlignbare arealtyper ved de ulike tidspunktene. For helt grove typer kan dette være forholdsvis enkelt, men mer subtile endringer kan gjøre en detaljert inndeling vanskelig. Framfor å forsøke å klassifisere hele områder til bestemte arealtyper som deretter sammenlignes i forhold til endringer, kan det være mer fruktbart å fokusere direkte på endringene som datakildene kan vise for gitte delområder. Deretter kan man gå nærmere inn i disse delområdene for å undersøke hva endringene kan skyldes og ev. kvantifisere disse. Dette vil i hovedsak være mulig for datakilder med mest mulig standardiserte spektralegenskaper på ulike tidspunkter – slik at ev. endringer kan henføres til endringer på bakken og ikke i sensorene. Multispektrale data vil gjøre det enklere å oppdage signifikante endringer ved bruk av ordinasjonsmetoder som PCA. Tolkningen av slike endringer i multispektrale data kan imidlertid være vanskelig.

Tolkning av flybilder og satellittdata innebærer en lang rekke avveiiinger knyttet til skala for objektene som skal identifiseres (hvor små enheter skal skilles ut?), integrering av informasjon fra nærliggende bildelementer (pixler) (hvilken utsagnskraft har nærliggende pixler?) og vektleggingen av fargenyanser/gråtoner (hvor går skillet mellom ulike enheter?). Moderne programmer for billedbehandling og mønstergjenkjenning kan trolig hjelpe til med ulike deler av en slik tolkningsprosess. Tradisjonelle tolkningsmetoder, som fremdeles er vanlige i økologiske anvendelser, er i all hovedsak basert på bruk av erfarne medarbeidere og deres mer intuitive vurdering av informasjonen i bildene. Ved å øve opp tolkningspersonalet i forhold til spesifikke problemstillinger som skal belyses, vil kvaliteten på tolkningen og resultatene fra ulike bildeserier bli bedre.

6.2 Hvordan kan landskapsmodeller brukes mot andre TOV-data?

Det er flere formål med å utvikle landskapsmodeller for TOV-områdene. Dels vil slike modeller bidra til å beskrive "virkeligheten" for det enkelte TOV-området, som del av områdebeskrivelsen, så vel som grunnlag for å vurdere hvor representative de enkelte analysefeltene måtte være. Dessuten vil landskapsmodellene bidra til å generere kringdata for de ulike analysefeltene og å sette analysefeltene i en romlig sammenheng til hverandre, noe som vil gi sett med uavhengige variable som kan bidra til å forklare de observasjonene vi får fram i overvåkingen. Endelig kan gjentatt datainnhenting for arealdekket (f.eks. ved flyfoto fra ulike perioder) gi informasjon om utviklingen av arealdekket over tid og dermed bidra til å forklare om slike endringer kan være årsak til våre observasjoner for overvåkningsvariablene. Vi skal her bare kort skissere hvordan disse tre formålene kan belyses med utgangspunkt i landskapsmodeller for TOV-områdene.

Landskapsmodellen som områdebeskrivelse: En landskapsmodell i et GIS representerer en kvantitativ geografisk og tematisk beskrivelse av studieområdet (for arealet som modellen dekker). En slik modell kan brukes til å visualisere studieområdets terreng, arealdekke og andre egenskaper av betydning for overvåkingsdataene (gitt at slike er lagt inn i modellen). Samtidig kan denne informasjonen hentes ut i form av ulike kvantitative mål og knyttes til spesifikke lokaliteter i området, f.eks. i form av en stratifisering av området i ulike enheter med felles egenskaper (f.eks. som tolkede naturtyper). En mulig bruk av slik kvantitativ informasjon er å undersøke hvorvidt aktuelle egenskaper for ulike typer analysefelt i overvåkingen avviker fra gjennomsnittet for området (eller en del av området), dvs om TOV-feltene er representative i forhold til sine omgivelser.

Landskapsmodellen genererer kringinformasjon: Med utgangspunkt i koordinatfestete geografiske posisjoner for de ulike analysefeltene i overvåkingen kan genererte data hentes ut fra landskapsmodellen for de aktuelle posisjonene eller fra spesifiserte omgivelser (med gitt radius) omkring disse posisjonene. Slike data kan inngå som uavhengige variabler, sammen med data observert i felt eller generert på annen måte, i analyser av overvåkingsdataene. En landskapsmodell i et GIS tar vare på informasjon om overvåkingsområdets egenskaper på en geografisk strukturert måte. Dermed kan data fra landskapsmodellen inngå som viktig underliggende informasjon i analyser av romlig autokorrelasjon mellom overvåkingsdata fra ulike analysefelt, noe som kan være nødvendig for riktig tolking av årsaker til observerte mønstre.

Landskapsmodellen som utgangspunkt for endringsanalyser: Data hentet fra flybilder eller andre kilder fra ulike tidspunkter kan gjøre det mulig for oss å tolke i hvilken grad endringer i arealdekke eller landskapsstruktur har foregått, og dermed i hvilken grad slike endringer kan knyttes til observerte mønstre i overvåkingsdataene. Landskapsmodellen representerer en økologisk meningsfylt ramme for å tolke slike endringer i arealdekket på en strukturert måte. Modellen har en geografisk struktur, underliggende høydemodell og økologisk informasjon om arealtyper og landskapselementer på et gitt tidspunkt, noe som gjør det enklere å tolke informasjon i flybilder fra andre tidspunkter enn det som er brukt i utviklingen av landskapsmodellen.

Landskapsmodeller for overvåkingsområdene kan mao generere data som kan bidra til å forklare observerte mønstre i overvåkingsdataene. Slike data fra landskapsmodellen omfatter egenskaper ved arealene og landskapselementer og kan knyttes til lokalt nivå (det enkelte analysefeltet), til ulike omgivelser rundt analysefeltet, til tilsvarende egenskaper andre steder i overvåkingsområdet (romlig autokorrelasjon) og til endringer over tid (der vi har foretatt endringsanalyser). Dermed vil en landskapsmodell være et viktig hjelpemiddel for å analysere om mønstre i overvåkingsdataene mest sannsynlig kan knyttes til egenskaper ved arealene (eller endringer i disse) eller til andre endringer i omgivelsene (f.eks. klima eller forurensninger).

6.3 Konklusjon og anbefalinger

Ut fra erfaringene med utvikling av landskapsmodeller for TOV-områdene kan vi trekke noen konklusjoner knyttet til videre arbeid med slik modeller for TOV-områdene:

- Selv om detaljerte kartdata (ØK) mangler for annet enn de helt sentrale delene av TOV-områdene, og flybilder har mangelfull dekning og ofte er av variabel kvalitet, er det mulig å bygge opp meningsfylte landskapsmodeller for TOV-områdene på dette datagrunnlaget. Det er ønskelig å utvikle standardiserte landskapsmodeller, med standard underliggende høydemodeller og inndeling i arealklasser, for alle TOV-områdene.
- For deler av TOV-områdene har vi ikke detaljerte kartdata eller flybilder tilgjengelig. Derimot finnes flybilder i grovere målestokker og satellittdata. Slike data kan også være mer velegnet for å dekke større områder (der analyse av finskala flybilder vil være arbeidskrevende). Det er imidlertid behov for å utforske mulighetene som ligger i forholdsvis grove flybilder (målestokker 1:30 000 etc) og satellittdata, i kombinasjon med kartdata, til å beskrive landskapsstruktur og arealdekke.
- For deler av TOV-områdene finnes et datagrunnlag i form av eldre flybilder som kan gjøre det mulig å analysere endringer i arealdekket over de siste 40-50 årene. Vi har foreløpig utprøvd slike analyser for noen mindre områder i Åmotsdalen. Det er ønskelig å gjennomføre mer systematiske og arealdekkende endringsanalyser for alle TOV-områdene, så langt egnet datagrunnlag er tilgjengelig. Ambisjonen bør være å etablere en slags grunnmodell for arealtilstanden som kan brukes som referanse (baseline) for å beskrive endringer.
- Vi har ikke gjort noe detaljert forsøk på å knytte informasjon fra landskapsmodellens ulike lag til observasjonsdata som er gjort i TOV. Det er gode muligheter til å gjøre slike analyser, ikke minst med utvikling av standard landskapsmodeller for alle TOV-områdene.

Arbeidet med landskapsmodellene for TOV-områdene har også gitt grunnlag for noen mer generelle betraktninger:

Bedre høydedata: I en del sammenhenger er det behov for høydedata med bedre oppløsning enn dagens data fra Kartverket med 25m oppløsning basert på koteverket i N50. Her vil høydedata fra ØK, dvs med 10m oppløsning i planet og 5m oppløsning i høyden, være sterkt ønskelig som grunndata for landskapsmodeller. Slike mer detaljerte høydemodeller kan også konstrueres fra detaljerte flyfoto ved hjelp av et sett med fastpunkter koordinat- og høydebestemt i felt (selv om det kan være vanskelig å få en tilstrekkelig presis koordinatfesting av slike punkter). Ved ny landsdekkende detaljert flyfotografering og konstruksjon av ortofoto vil etablering av høydemodeller fra dette datagrunnlaget gi et mer detaljert og presist resultat enn interpolering fra høydekoter på kart. Slike høydemodeller bør gjøres tilgjengelige på linje med ortofotoene.

Bedre flyfoto og regelmessige gjentak: Det er generelt behov for vesentlig bedre og mer oppdaterte flyfoto for mange deler av landet (spesielt for en del av fjellområdene). Ortofoto som etter hvert blir tilgjengelige gjennom "Norge i bilder" ut fra det nye programmet for nasjonal om-løpsfotografering, vil være velegnet for formålet. Verdien av ortofoto vil øke vesentlig ved regelmessig gjenfotografering (f.eks. hvert 10. år) og kalibrering for å sikre best mulig sammenlignbarhet med tidligere opptak. Digitale opptak med både vanlige farger og infrarødt vil gi det beste grunnlaget for å tolke mønstre i vegetasjonen og annet arealdekke. Nye analoge fargefoto vil imidlertid innebære en vesentlig kvalitetsforbedring i forhold til de fleste bildene som har vært tilgjengelige hittil. Ellers er det viktig at ikke bare ortofoto, men også tolkbare stereomodeller blir tilgjengelige fra de nye billedseriene som skal tas.

Nye satellittdata: Nye høyoppløselige satellittdata vil trolig kunne gi verdifulle data til utviklingen av landskapsmodeller. Denne typen satellittdata vil langt på vei være sammenlignbare med flyfoto i detaljeringsgrad (i det minste på et nivå til nytte i vanlige landskapsmodeller). Det er imidlertid uklart for oss om pris, teknisk tilrettelegging og andre rammer for bruken av slike data, vil gjøre dem mer interessante enn eventuelle nye digitale, multispektrale flyfoto.

Standardisert beskrivelse av arealdekket: Forskjellige områder vil ofte ha forskjellige typer arealdekke representert, og ulike datakilder vil være tilgjengelige for forskjellige områder og ha ulik evne til å representere egenskaper ved arealdekket. Det er følgelig et behov for å komme fram til mer standardiserte beskrivelser av ulike egenskaper ved arealdekket (f.eks. terreng, løsmasser, vegetasjon, menneskelig infrastruktur) tilpasset ulike skalanivåer. Slike egenskaper bør i størst mulig grad baseres på primære egenskaper og ikke være avhengige av bestemte klassifikasjonsinndelinger eller typologier. I den grad slike inndelinger også kan knyttes til internasjonalt arbeid på feltet (f.eks. i EU-regi), vil dette være verdifullt i internasjonale samarbeidsprosjekter etc. Pågående arbeid med å etablere standard beskrivelser av naturtyper og arealklasser gjennom bl.a. Artsdatabanken, nasjonalt system for arealklassifikasjon (Gjertsen et al. 2004) og norsk tilpasning av det europeiske Corine Land Cover kan gi avklaringer her.

7 Referanser

- Bakkestuen, V. & Erikstad, L. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Metodeutvikling innen TOV med fokus på arealdekkende modeller - analyse av detaljerte vegetasjonsdata og regionale miljøvariable. – NINA Oppdragsmelding 759.
- Bakkestuen, V., Bruteig, I.E., Framstad, E., Sloreid, S.-E., Stabbetorp, O.E. & Aarrestad, P.A. 2005. Overvåking av klimaeffekter på biomangfold i TOV. Metodeutvikling. – NINA Rapport 52. 47 s.
- Dalen, L. & Hofgaard, A. 2005. Differential regional treeline dynamics in the Scandes Mountains. – *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 37: 284-296.
- DN 1999. Nasjonal rødliste for truede arter i Norge 1998. – DN-rapport 1999-3. 162 s.
- Erikstad, L., Stabbetorp, O. & Sloreid, S.-E. 1998. Krokskogen: Sårbare naturtyper i forhold til eventuell tunnellekkasje. – NINA Oppdragsmelding 513: 1-10.
- Framstad, E. (red.) 2004. Terrestrisk naturovervåking. Markvegetasjon, epifytter, smågnagere og fugl i TOV-områdene, 2003. – NINA Oppdragsmelding 839. 96 s.
- Framstad, E., Bakkestuen, V., Bruteig, I.E., Kålås, J.A., Nygård, T. & Økland, R.H. 2003. Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking 1990-2002. – NINA Temahefte 24: 1-30.
- Framstad, E. & Kålås, J.A. 2001. TOV 2000. Nytt program for overvåking av biologisk mangfold på land – basert på videreutvikling av dagens TOV. – NINA Oppdragsmelding 702. 49 s.
- Framstad, E. & Kålås, J.A. (red.) 2005. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i TOV-områdene, 2004. – NINA Rapport 51, 63 s.
- Gjerdåker, B. 2002. Norges landbrukshistorie III. 1814-1920 Kontinuitet og modernitet. - Samlaget, Oslo.
- Gjertsen, A.K., Stokland, J., Jansen, I.J., Schøning, P. & Strøm, G.D. 2004. Nasjonalt system for arealklassifikasjon (NASAK). – NIJOS Rapport 3/04.
- Hogstad, O. 2005. Numerical and functional responses of breeding passerine species to mass occurrence of geometrid caterpillars in a subalpine birch forest: a 30-year study. – *Ibis* 147: 77-91.
- Iversen, T. et al. 2005. RegClim. Norges klima om 100 år. Usikkerhet og risiko. – brosjyre, RegClim-prosjektet.
- Mull, I. et al. 1940. En uferdig bygdehistorie for Oppdal. – Oppdal kommune.
- Nedkvitne, J.J., Garmo, T.H. & Staaland, H. 1995. Beitedyr i kulturlandskap. – Landbruksforlaget, Oslo.
- Sala, O.E., Chapin, F.S. III, Armesto, J.J., Berlo, E. et al. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. – *Science* 287: 1770-1774.
- Storskrynten Spaserklubb 2001. Åmotsdalen. Folket og tuftene. – Oppdal.
- Storskrynten Spaserklubb 2005. Åmotsdalen – Fra dal og fjell. – Oppdal.
- Staaland, H., Holand, Ø. & Kielland-Lund, J. 1998. Beitedyr og deres effekt på vegetasjonen. – s. 34-40 i Framstad, E. & Lid, I.B. (red.) Jordbrukets kulturlandskap. Forvaltning av miljøverdier. Universitetsforlaget, Oslo.

Program for terrestrisk naturovervåking (TOV)

Formål

Program for terrestrisk naturovervåking (TOV) inngår som ett av flere overvåkingsprogrammer som dokumenterer biologisk mangfold i Norge og endringer i dette. TOV fokuserer på vanlig forekommende naturtyper og arter, hovedsakelig i skog og fjell.

Programmet skal framskaffe kunnskap om langsiktige endringer i naturen, og om mulig knytte dette til påvirkning fra

- sur nedbør (både svovel og nitrogen)
- langtransporterte miljøgifter (metaller og organiske miljøgifter)
- klimaendringer
- arealbruk
- samspillet mellom flere påvirkningsfaktorer

Programmet skal på et tidlig tidspunkt oppdage eventuelle negative effekter av menneskelig påvirkning på det biologiske mangfoldet. For å kunne gjøre dette, må programmet også framskaffe kunnskap om naturlige variasjoner i naturen. TOV skal også framskaffe viktige referansedata til områder som lokalt er påvirket av arealbruk eller forurensning.

Beskrivelse

TOV baserer seg på integrert overvåking i syv utvalgte områder, samt landsdekkende kartlegging av utvalgte parametere. TOV ble etablert i 1990, og det siste overvåkingsområdet ble satt i gang i 1993.

De syv overvåkingsområder er fordelt over landet fra sørvest til nord på en måte som reflekterer både klimavariasjoner og ulikheter i belastning av langtransporterte miljøgifter. Alle områdene er plassert slik at de ikke utsettes for raske endringer i arealbruken. De fleste områdene er lagt til verneområder. I områdene foregår integrert overvåking. Dette betyr at forekomsten av ulike arter og andre egenskaper ved økosystemet sees i sammenheng, noe som gir bedre mulighet til å tolke resultatene. I områdene overvåkes lav og alger på trær, moser, markvegetasjon, smågnagere, spurvefugl, lirype, jaktfalk og kongeørn. Faunaovervåkingen foregår årlig, mens overvåking av vegetasjon foregår hvert femte år. Informasjon om påvirkningsfaktorene hentes inn fra overvåkingsprogrammer som går i regi av SFT og andre.

I den landsdekkende overvåkingen gjentas kartleggingen hvert 5. eller hvert 10. år. Eksempler på slik overvåking er; Eggskalltykkelse og innhold av organiske miljøgifter i rovfugl, forekomst av lav og alger på trær, samt tungmetaller i vilt. Fra og med 2005 bygges det opp et landsdekkende representativt nett for taksering av fugl. Nettet baserer seg på 18x18 km ruter, og ferdig utbygd vil det omfatte ca. 500 takseringsruter. Omfanget av ferdig utbygd overvåkingsnett vil avhenge av bevilgningene over statsbudsjettet. Kunnskap om bestander av trekkfugl som samles inn gjennom fuglestasjonene Lista og Jomfruland, vil supplere tolkingene av variasjoner i fuglebestandene.

Finansiering og involverte institusjoner

Direktoratet for naturforvaltning (DN) finansierer grunnaktivitetene i TOV, men flere institusjoner har bidratt med finansiering av tilknyttede prosjekter. Norsk institutt for naturforskning koordinerer de vitenskapelige undersøkelsene i programmet, men en rekke institusjoner bidrar til både datainnsamling og tolking av data, for detaljer se forord.

Mer informasjon på internett

Generell TOV-informasjon på DNs nettsider finnes på: <http://www.dirnat.no/wbch3.exe?p=1838>. Her finnes oversikt over samtlige TOV-rapporter i høyre marg. De fleste rapporter etter 2000 er produsert i pdf-format, og disse kan også gjenfinnes i høyre marg på internettsida. Trykte rapporter fåes ved henvendelse til den aktuelle institusjonen.

Overvåkingsdata fra områdene finnes på: <http://tov.dirnat.no/>

NINAs presentasjon av TOV finnes på: <http://www.nina.no/?io=1001287>

NINA Rapport 108

ISSN:1504-3312

ISBN: 82-426-1656-6



Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: 9500 37 687

<http://www.nina.no>