Rapport for 2004



SatNat – Viltfondsmidler



Utarbeidet av Leif Kastdalen, Einar Lieng og Jan Paul Bolstad

Innledning

Dette dokument er en rapport over aktivitetene der Viltfondet har delfinansiert arbeid innen SatNat-programmet i 2004. Midlene for 2004 fra viltfondet er løpende behandlet på styremøter i SatNat og bruken er rapportert der. Denne rapport gir en oppsummering av aktiviteten i 2004.

Det er planlagt at resultater fra arbeidet blir presentert på 31. International Symposium on Remote Sensing of Environment (ISRSE) i St. Petersburg i juni 2005, på det Int. Hønsefuglsymposium i Frankrike i september 2005 og gjennom fire norske rapporter.

Delprosjekt 1: Arealdekkekart

Den fylkesvis arealdekkekartleggingen er kort rapportert her siden den danner basis for viltkartleggingen. Kartleggingen er ferdiggjort i Østfold og rapportert gjennom DN-utredning 2004/3. For Sør-Trøndelag ble kartleggingen mer problematisk enn planlagt. Matthew Hansen fra University of Maryland var her i en måned og jobbet med dataene, og fikk laget til et datasett over skogtetthet. Stor landskapsvariasjon kombinert med at bestandsdata og vegetasjonskartdata var dårligere egnet enn forventet som referansedata gjorde arbeidt vanskelig. En årsak er stor romlig generalisering i disse datasettene. Dette skaper støy i analysene.

Satellittdataene viser også at svært mange arealer som var merket eldre skog i bestandsdataene er blitt hogd kort tid etter at bestandstaksten er gjort, og dermed fremkommer med en helt annen signatur på bildene enn hva informasjonen i bestandsregistret tilsier. Mye tid er brukt på å finne frem til metoder for å "vaske" referansedataene. En kombinasjon av digitalt markslagskart (DMK), landskogtakseringsdata og vegetasjonsindekser fra Landsatdata er lovende. Kart er laget for deler av fylket når det gjelder tetthet av skogen, hogstklasser og treslagsammensetning (gran, furu, løv). Arbeid pågår med å forbedre resultatet av disse analyser. Arbeidet rapporteres i løpet av 2005 gjennom en DN-utredning.

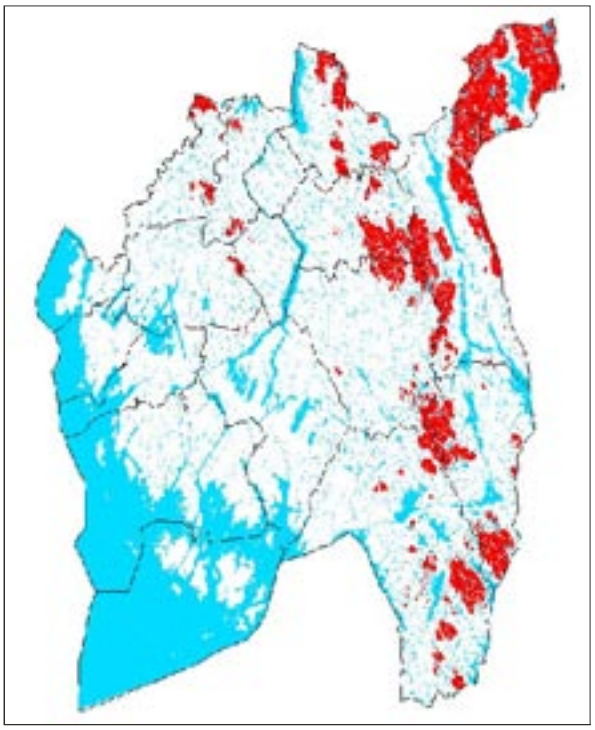
Delprosjekt 2: Viltkartlegging

I Østfold er det i regi av Utmarksavdelingen for Østfold og Akershus gjort et arbeid på å teste ut de habitatassosiasjoner som ble satt opp av NINA (Bevanger) på data fra arealdekkekartet. DN har videre laget til programvare for ArcView for å automatisere kjøring av analysene (figur 1).

Den gjennomgående trenden etter uttesting av noen skogslevende arter er at klasseinndelingen i arealdekkekartene er for grov for enkelte arter, eller at arealdekkekarten har klassifisert skogen feil. For arter med en habitattilknytning som er entydig og enkel å skille ut fra satellittbildet er andel av observasjoner innenfor arealdekkekartet større. Det anbefales derfor at satellittbaserte viltkart kan brukes som ett



***Figur 1**. Skjermbilde fra den applikasjon DN har laget for å koble informasjonen om viltets habitatassosiasjoner til arealdekkekart og annen tematisk kartinformasjon.*

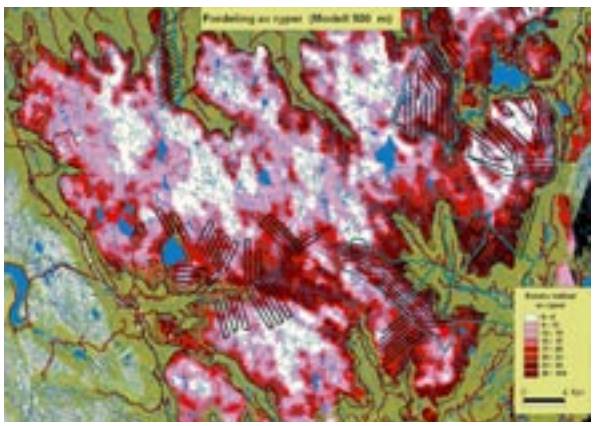


***Figur 2**. Illustrasjonen viser arealer egnet for storfugl slik de har kommet ut av analysemodellen.*

supplement til feltarbeid i en viltkartleggingsjobb. Et eksempel på resultatet av en slik analyse er vist for storfugl i Østfold (figur 2).

Delprosjekt 5: Viltforvaltning

Arbeidet innen dette delprosjektet har pågått i tre områder, Forolhogna, Hardangervidda og Østfold.



***Figur 3**. Habitatmodell som viser hvordan tettheten av liryper fordeler seg i hele Forelhogna. Kartet er utarbeidte på grunnlag av takseringer av lirype i august.*

Forolhogna

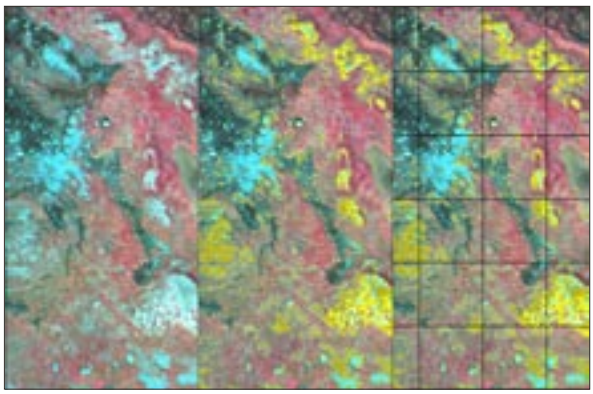
I Forolhogna ble arbeidet med vegetasjonskartet avsluttet med NINAs oppdragsmelding 819. I 2004 pågikk et samarbeid med rypejegere i området. Involverte jegere benyttet en GPS under jakten slik at jaktruten og oppfluktsteder ble nøyaktig lokalisert. Totalt er 532 jegerkm og 1704 oppflukter av rype registrert.

Dette innsamlingsarbeid, som ser på om det er mulig å få tilnærmet samme informasjon fra rypejegere under jakt som den informasjon som hentes inn gjennom systematiske takseringer i august (figur 3), avsluttes med 2004 sesongen. Arbeidet analyseres nå. Det er lagt opp til å lage en egen rapport på habitatmodelleringen, som både tar for seg de metodiske tilnærmingene med habitatmodellering og arbeidet som er gjort på dette felt innen alle studieområdene i SatNat. Rapporten utgis i Høgskolen i Hedmarks rapportserie. I tillegg vil arbeidet med habitatmodellering av skogsfugl i Østfold bli presentert internasjonalt i 2005 på ISRSE-konferansen, og for ryper på hønsefuglkonferansen i Frankrike.

Hardangervidda

På Hardangervidda har arbeidet vært konsentrert om en vegetasjonskartlegging av hele vidda, med stor fokus på utvikling av metodikk for dette. Arbeidet har vært delt mellom Høgskolen Hedmark og NINA, og det har vært sett på ulike metodiske tilnærminger. NINA's arbeid har vært bygget rundt en ikkestyrt klassifikasjon hvor satellittdataene først blir klustret for å redusere informasjonsmengden og deretter blir de spektrale klustrene tillagt vegetasjonsklasser ut fra informasjon innhentet ved bakkemålinger.

Metoden er gjennomført både på SPOT5-data og på Landsat-data. Metoden er den samme som ble gjennomført



Figur 4. *Metodikk for sub-piksel klassifisering. Bildene viser (a) flyfoto i IR , (b) lav identifisert i bildet og (c) 30 meters rutenett som viser pikslene i Landsat-satellitten (c). For hvert Landsatpiksel beregnes arealandel av et tema, som vist i dette eksempel for lav. Dette gir gode treningsdata for å bruke satellittdata til å beregne arealdekning.*

i Forolhogna og er rapportert i NINA oppdragsmelding 819. Det vil bli laget en rapport hvor denne tilnærmingen sammenliknes med en tilnærming basert på styrt-klassifikasjon.

Høgskolen i Hedmark har stått bak utprøving av en styrt-klassifikasjon. Her identifiseres informasjonsklassene (vegetasjonsklassene) på forhånd og satellittdataene tilpasses disse klassene. En slik tilnærming åpner også for å gjøre mer nøyaktige sub-piksel analyser, dvs. å fastsette arealandel eller volum (biomasse) av en bestemt vegetasjon (figur 4).

På Hardangervidda er lav, vier, gras og stein definert som de tema det er ønskelig å forsøke en sub-piksel klassifisering på. For å få til en god subpiksel klassifisering trengs høyoppløselige bildedata som er kartriktige til ca 1 meters nøyaktighet. Denne kartnøyaktighet ble ikke oppnådd ved fotograferingsforsøk i 2001.

Høyoppløselige bildedata som kan brukes som referansedata for klassifisering av grovoppløselige satellittdata som SPOT og Landsat kan innhentes fra sensorer i fly- eller satellitt. I dag foregår en utstrakt flyfotografering gjennom Geovekstsamarbeid. Stadig mer av dette vil bli utført med digitale kamera. Bare i 2004 ble 9500 km² fotografert i Norge, men det meste av dette var under tregrensen.

Digitale flyfotokamera

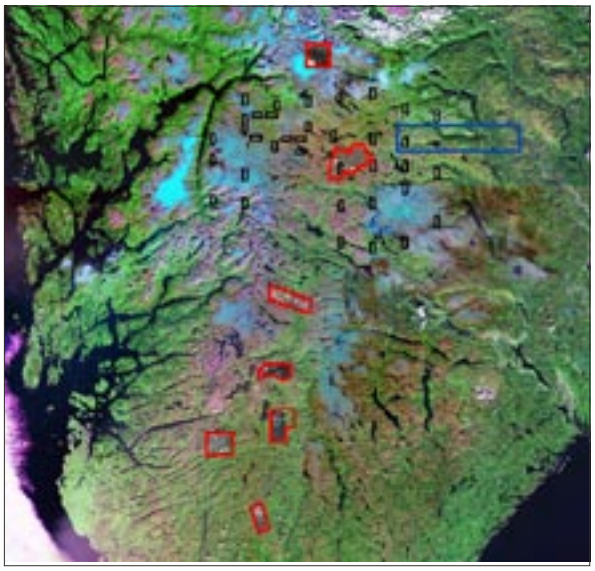
Med digitale flyfoto blir lysets refleksjon målt samtidig i den synlige delen av spekteret og i den infrarøde. Dette gjør flyfotoene mer lik satellittdata, og de kan fremstilles som 4 kanalers bildedata. I SatNat-prosjektet ble opptak med multispektrale digitale kamera forsøkt allerede i 2001. Det var før slike kamera var tatt i bruk her i landet av de kommersielle selskapene som driver med flyfotografering.

Erfaringen fra det arbeidet viste at her var det et potensiale, men opptakene i 2001 hadde ikke gode nok kalibreringsdata for kameraet eller posisjonsdata for flyet. Dermed ble det ikke mulig å få disse bildene skikkelig georeferert.

I 2002 og 2003 leide så Fjellanger-Widerøe inn digitale kamera for uttesting. I 2002 testet de en digital skanner, ADS40 fra LH Systems, og i 2003 et digitalt kamera, DMC fra Z/I Imaging. Fjellanger-Widerøe benyttet fly med gyrostabilisert plattform og høykvalitets GPS og INS-utstyr. Med slike data er det mulig å georeferere flybildene uten noen form for bakkeinnmålte data.

Siden erfaringen i SatNat fra 2001 med bildekvalitet i de digitale kamera var god, og det var nettopp denne typen bildedata en trengte til å forbedre kvaliteten på referansedata for satellittkartleggingen, ble det bestilt opptak for Hardangervidda i 2003. På grunn av dårlig vær og vansker med kameraet ble det ikke gjort slike opptak sommeren 2003. Midlene fra 2003 ble dermed overført til 2004.

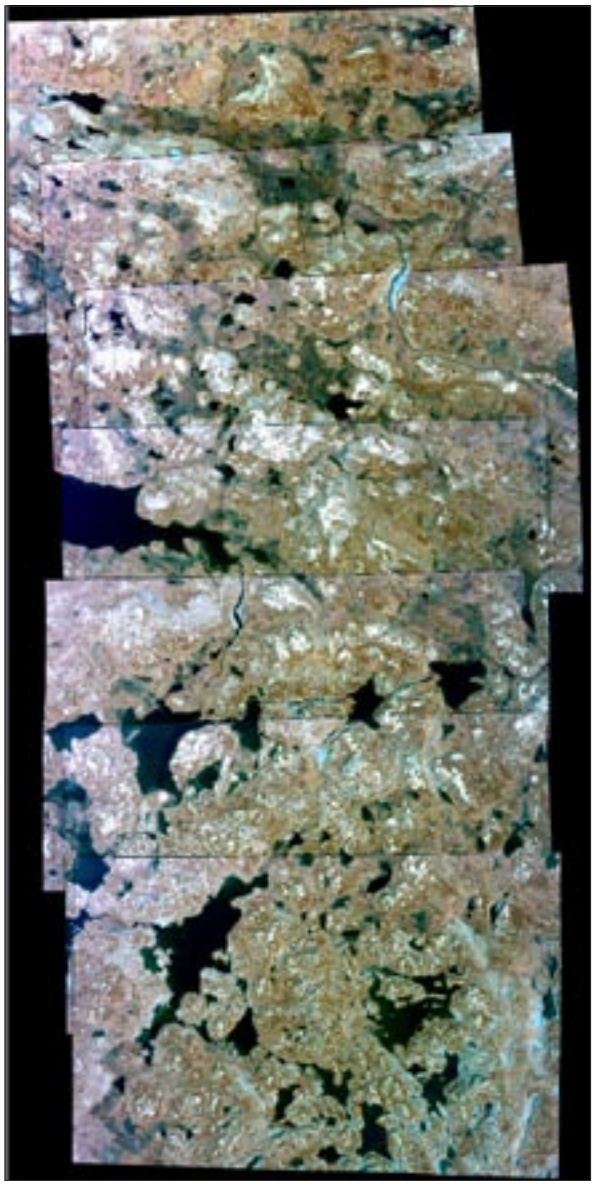
I 2004 leide Terratec, selskapet som tok over etter konkursen i Fjellanger-Widerøe, inn en tredje type digitalt kamera (Vexcel) for mer operasjonell bruk.



***Figur 5**. De røde områder er de steder hvor det sommeren 2004 ble kjøpt inn høyoppløselige satellittscener (Ikonos og Quickbird), de små svarte områdene er der det ble tatt digitale flyfoto på Hardangervidda 10. august 2004 og det blå området er der hvor Kartverket bestilte opptak med flybåren skanner i 2002.*

Prisen gikk dermed opp, men etter flere runder fikk vi likevel et tilbud som vi aksepterte. 10. august i 2004 ble det gjort opptak av 35 områder av 2 x 3 km på Hardangervidda (figur 5). Flere områder var bestilt, men på grunn av skyer ble disse ikke fotografert. I hvert av områdene er det tatt bilder med 70-80 % overlapp (figur 6).

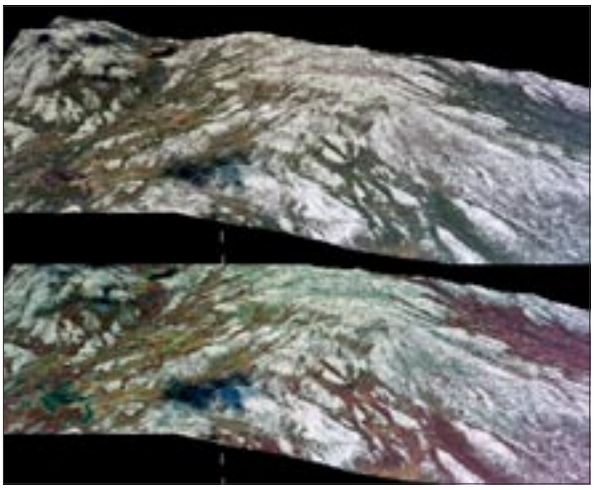
Vexcelkameraet som ble benyttet, var av en type som ble benyttet for første gang i Norge. Etter erfaringene fra 2004 sesongen vil Terratec nå anskaffe et digitalt flyfotokamera for permanent bruk i Norge. Det vil gi store muligheter innenfor detaljert kartlegging av vegetasjon. Blant annet vil det ikke lengre være nødvendig å velge mellom svart-hvit, farge eller infrarød fotografering. Kameraet tar alt i et opptak. Kamerat tar samtidig opptak i vanlige farger og infra-rødt med en oppløsning på 86 megapiksler. Oppløsningen er mange ganger høyere enn den oppløsning som dagens digitale kamera gir, og oppnås ved at 8 kamera tar bilder sekvensielt som siden settes sammen til ett stort høyoppløselig bilde.



***Figur 6**. Bildedata fra vexcelkameraet fra et av fotograferingsområdene. Bildene er her vist ortokorrigert klar for mosaikkering. Bildene vises i båndkombinasjonen IR, rødt, blått.*

På grunn av at det ikke ble fotoopptak i 2003 ble det ikke jobbet videre med analyser i 2004. Det ble isteden brukt mye tid på å tilrettelegge flyfotoene og på vegetasjonsmålinger i noen av de områder der flyfotoene var tatt. Å bearbeide slik høyoppløselige bildedata til et ferdig ortofotobilde med 4-kanaler var langt mer problematisk enn antatt og hva som var forespeilet fra Terratec.

Terratec lovet å levere GPS og INS (orienteringsdata for kameraet) med en slik presisjon at det skulle være mulig

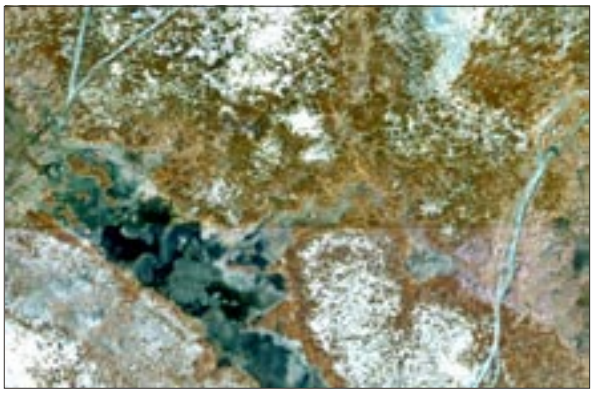


***Figur 7**. Bilder fra digitalt flyfotokamera drapert på en detaljert høydemodell. Høydemodellen er laget fotogrametrisk fra et bildepar. Bildene i figuren er vist i naturlig farge (øverst) og i kanalkombinasjonen 4,3,1 (nederst). 4-3-1 er benyttet da det har gitt den beste kombinasjon for visuelt å skille vegetasjon. Området bildet er fra har noe av den tetteste lavdekning på Hardangervidda. Lav er det lyse, vier kommer ut som rød-fiolett i det nederste bildet, gras som gult og grønt avhengig av fuktighet.*

å få bildene kartriktige til en nøyaktighet på ca 1 meter, og det uten noen form for korreksjon fra bakkeinnmålte punkter. Det ble da også gjort til slutt, men først etter flere runder hvor disse dataene hadde feil i seg. Ingen andre enn SatNat-prosjektet og Terratec gjorde bearbeidinger på de digitale flyfoto fra 2004, så her måtte en ny produksjonslinje etableres. Det var lite hjelp å hente fra andre.

Pr. 12. februar 2005 er nå alle bilder ferdig geokorrigert til nøyaktighet med gjennomsnittlig feil på ca 1 meter, bildene fra hvert område er mosaikkert sammen til ett bilde og det er avledet en detaljert høydemodell for hvert område. Dermed kan også ortofoto betraktes i 3D, noe som øker den visuelle tolkbarheten (figur 7). Stereo betrakting kan også gjøres med egnet programvare (Eks. Stereo Analyst), og samtlige data er klargjort for dette.

Dette datasettet, med 4 fargekanaler og 15 cm bakkoppløsning, utgjør et unikt referansedatasett med tanke



***Figur 8**. Bildet viser hvor godt bildene er blitt georeferet. Avviket er mindre enn 1 meter uten bruk av noen bakkekorrreksjoner. Med 86 megapiklser har hvert bilde med 15 cm oppløsning en utstrekning på 1725 x 1125 meter.*

på fremtidig overvåking av vegetasjon på Hardangervidda. Her kan selv små busker gjenkjennes (figur 8). Arbeidet i SatNat med disse dataene ble presentert på et nasjonalt seminar arrangert av Terratec i januar 2005.

I tillegg til opptak bestilt i SatNat-prosjektet har prosjektet fått tilgang på et opptak som Statens kartverk bestilte for Uvdal med LH-skanneren (ADS40) i 2002. Disse dataene var ikke prosessert fram til et ortofoto, men med innleid hjelp fra personale ved Inst. for matematiske realfag og teknologi på Landbrukshøgskolen (Ås) har vi i SatNat-prosjektet fått laget 4-kanalers ortofoto med bakkeoppløsning på 40 cm av disse opptakene. Området er markert blått i figur 5.

Høyoppløselige satellittdata

I tillegg til å undersøke mulighetene som ligger i bruk av digitale kamera for flyfotografering er det i prosjektet sett nærmere på bruk av høyoppløselige satellittdata. Dette er data med romlig oppløsning helt ned i 60 cm og samme spektrale informasjon som de digitale flyfotoene. Satellittdataene er rimeligere enn flyfotograferingen, men satellittoperatøren setter et minsteareal på 100 km² ved bestilling av nye opptak. Vi tror disse data kan erstatte eller supplere flyfotografering med tanke på fangst

***Tabell 1**. Antall punkt registrerte i felt med GPS fordelt på de områdene der høyoppløselige bildedata fra 2004 foreligger. For de fleste av disse foreligger bildedokumentasjon.*

Scener		**Antall feltpunkt**
Hardangervidda	Finse (Ikonos)	293
	Geitvassdalen (Ikonos)	802
	35 mindre områder (Vexcel)	626
Setesdal/Ryfylkeheiene	Hovden (Ikonos)	226
	Ljosådalen (Quickbird)	172
	Brokke (Ikonos)	152
	Valevatn (Ikonos)	181
	Knaben (Quickbird)	139
Totalt		**2591**

av detaljerte arealdata for kartlegging og overvåkingsformål.

Selv om de høyoppløselige satellittdataene gir noe dårligere oppløsning enn flyfotoene (60/100 cm mot 15 cm), så er fordelen at de spektrale egenskapene er like over store areal. En hel scene fra Quickbird dekker 16x16 km (256 km²). Like spektrale egenskaper gjør det letter å benytte automatiserte metoder i tolkningen.

På Hardangervidda er det kjøpt inn 2 datasett fra IKONOS-satellitten i samarbeid med Universitet i Oslo og Høgskolen i Hedmark. (merket rødt i figur 5). Disse data er georefert i prosjektet og områdene ble oppsøkt i felt høsten 2004.

Feltkontroller

Sommer og høst 2004 ble det gjort feltkontroller på 20 av flyfotoområdene på Hardangervidda, og på begge områdene med høyoppløselige satellittdata. I tillegg har SNO gjort feltkontroller på 5 av bildeområdene på Hardangervidda. I tillegg til å gjøre vegetasjonsmålinger er det blitt tatt fotografi med vanlig digitalt kamera på punkter kartfestet med GPS (tabell 1, figur 9).

Her er det både gjort målinger over dekning av vegetasjonselement og vegetasjonstypen er klassifisert basert på det registreringssystem som ble utarbeidet i SatNat (Øien og Hjeltnes 2002) og på NIJOS sitt system for vegetasjonskartlegging (Rekdal 1998). Disse feltdataene brukes i tolkingen av flyfotoene. Dette er et arbeid som pågår vinteren 2005. Resultater fra arbeidet er planlagt presentert på ISRSE 2005, og på norsk gjennom en DN-utredning høsten 2005.

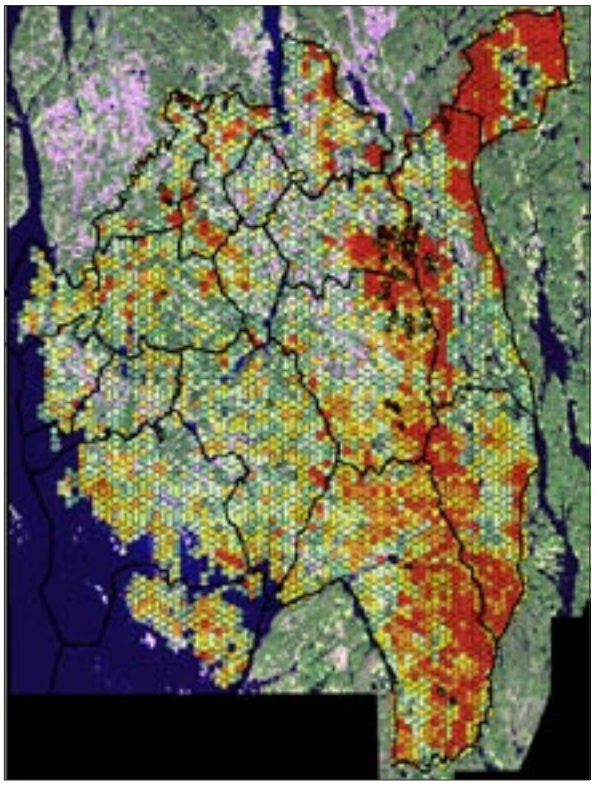


***Figur 9.** Eksempel på foto tatt ved felt-registreringer. Alle foto er lokalisert med GPS. Foto: Knut Nylend, SNO*

Habitatmodellering Østfold

I Østfold har det vært jobbet med å se på muligheten til å få en bedre og mer dokumentert oversikt over hvordan viltarter fordeler seg i innen hele fylker. Dette utprøves gjennom metodene som brukes i delprosjekt 2. I dette delprosjektet innhentes supplerende data fra registreringer i felt for å se hvordan observasjonsdata kan brukes til å lage utbredelseskart for store områder, og hvordan dette kan komplettere metodene i delprosjekt 2 (figur 10).

Som testarter er valgt storfugl og orrfugl. Tellinger av disse og stedfesting av observasjoner gjøres ved at det benyttes GPS. Dermed kartlegges nøyaktig den ruta en person går og alle steder der fugl blir observert. Det legges ikke opp til å følge rette linjer i terrenget, men heller tilpasse rute etter der det for taksøren er mest hensiktsmessig å gå. Denne tilnærming lar seg gjøre siden dataen blir sammenliknet med arealdekkekartet, og justert for overrepresentasjon i visse arealtyper.



***Figur 10**. Egnethet for storfugl i Østfold. Kartet er laget ut fra å kombinere observasjonsdata for 2003 med arealdekkekart for Østfold.*

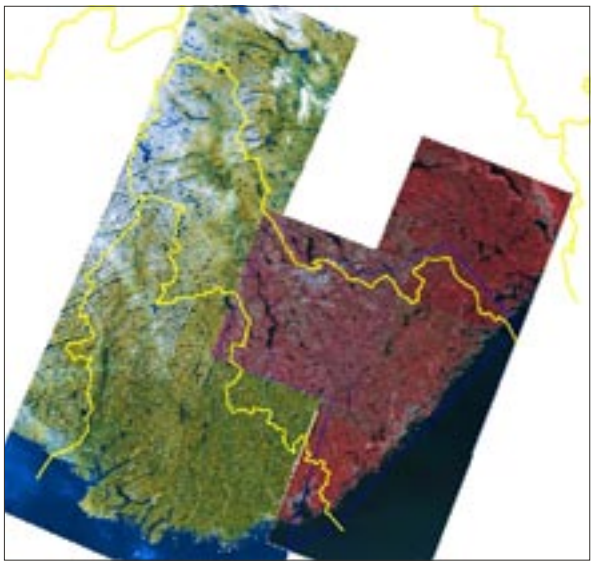
For storfugl og orrfugl (heretter skogsfugl) i Østfold ønsker vi å foreta kernelanalyser i forhold til habitatvalget. I modelleringen av habitatvalget velger vi ut de habitatvariablene fra arealdekkekartet og andre kartdata (grusveg, vatn, "villmark") som vi vet kan være relevante og viktige for skogsfuglen sitt habitat valg. Deretter kjører vi statistiske analyser på variablene, modellaveraging på modellene og bruker bayesiske regler for å finne "beste" modell. Dette er en analyse på landskapsnivå og målet er å bruke hele Østfold som studieområde.

Dataene vi har fra 2003 og 2004 utgjør henholdsvis 20 (04) og 21 (03) orrhane obs., 45 (04) og 53 (03) orrhøne obs., 29 (04) og 26 (03) tiur obs. og 32 (04) og 34 (03) røye observasjoner. Arbeidet med habitatmodelleringen er delvis rapportert gjennom en artikkel om rype i Forolhogna, og vil bli fulgt opp med artikler på ISRSE 2005, Int. hønsefuglsymposiet i Frankrike og en norsk rapport om habitatmodellering og bruk av satellittdata i Høgskolen i Hedmarks rapportserie.

Delprosjekt 10: Fjellforvaltning i Setesdal/Ryfylkeheiene

Prosjektet ble etablert med en prosjektgruppe på møte i Kristiansand 22. juni 2004. Prosjektet er et samarbeid mellom følgende regionale aktører: Fylkesmann i Aust-Agder, Vest-Agder og Rogaland, Fylkeskommunen i de samme fylker, kommunene Bykle, Valle, Sirdal og Hjelmeland, samt Statskog Sør-Norge. I tillegg finansieres prosjektet av midler fra DN og Norsk Romsenter. Prosjektets økonomi og regnskapsføring administreres av Norsk Romsenter.

På etableringsmøtet 22. juni ble det gjort prioritering for 2004. Siden det var kommet inn mindre midler enn opprinnelig budsjettert måtte flere delprosjekt kuttes ut. Det ble da først og fremst lagt



***Figur 11**. Dekning av SPOT5-data for Agderfylkene. Oppløsningen på dataene er 2,5 meter.*

vekt på delprosjekt 1 (Arealkartleggingen) og noe til oppfølging av de ryperegistreinger som pågår i regionen.

Et opplegg for bestilling av høyoppløselige satellittdata som grunnlag for referansedata ble drøftet, vedtatt og lokaliseringer av opptakene fastsatt. Totalt ble 7 områder identifisert hvor det var ønskelig med høyoppløselige data (figur 11). Dette var områder ved Hovden, Brokke, Ljosådalen, Knaben og Valevatn. I den utvalgsfotografering med satellitt som vi har gjort her begrenset vi hvert område til 100 km² (minste enhet som kan bestilles).

Høyoppløselige satellittdata ble valg som kilde for referansedata på grunn av pris sett i forhold til digital flyfotografering. Kostnaden ved digital flyfotografering ble vurdert å være for høy. Data ble bestilt fra de to satellittene IKONOS og Quickbird, for på den måten å øke sjansen for å få gode opptak. Norsk Satellittdataarkiv stod for bestillingen. Gode satellittopptak kom i månedskiftet juli/august, men data ble først mottatt i september. Dermed ble det ikke tid til å få gjennomført feltkontroller i det omfang som var planlagt.

Det ble gjort feltregistreringer i alle 5 områder. Etter å ha jobbet med georefereringen av scenene viste det seg at dataene fra Quickbird (2 områder) ikke lot seg georeferere med god nøyaktighet. Mye arbeid ble lagt ned for å få det til, også fra forhandler i Sverige. Etter en del frem og tilbake med satellittleverandøren i Europa (Italia) ble det klart at de hadde gjort transformasjon av bildene basert på en grov høydemodell. Denne samsvarte dårlig med virkeligheten, og den endring i bildegeometrien som dette hadde gjort var det ikke mulig å tilbakeføre.

Det viste seg videre at denne behandlingen hadde de som standard praksis, og at det måtte vært spesifisert spesielt dersom dette ikke skulle gjøres. Siden prosjektet på mange måter fører an i bruk av høyoppløselige sensorer er dette erfaringer en får ta med seg videre. Konklusjonen var at vi måtte bestille dataene på nytt, men fikk god reduksjon i pris. Nye data er ennå ikke mottatt.

Som satellittdata foreligger nå dekning av SPOT5 for fjellområdene i Agder (figur 10). For hele studieområdet foreligger data fra Landsat. Alle disse satellittdata er bearbeidet og gjort klare for analyser. I tillegg er andre støttedata klargjort.

Siden det ikke ble tid til å gjennomføre feltkontrollen etter planen og siden det ikke var mulig å få kartriktige referansedata ble videre analysearbeid utsatt til 2005. I steden ble det prioritert å fremskynde satsingen på å få frem en 3D-applikasjon for bruk til saksbehandling av arealsaker i utmark. Her har det vært runder med SINTEF om bruk av deres programvare WinECCE.

Et møte om dette ble holdt i Sirdal 2. desember 2004 hvor SINTEF presenterte 3D visualisering, og hvor innholdet ble drøftet. Diskusjoner om innhold og pris er siden Sirdals-møtet ført videre til et endelig forslag som legges frem for styringsgruppa. SINTEF kan starte arbeidet umiddelbart og regner med å ha

en testversjon ferdig i løpet av 3-4 måneder. SPOT5 data med 2,5 meters oppløsninger er fargekorrigert og klargjort for slikt bruk. Det er foreløpig usikkert hvordan kartverkets 25 meters høydemodell kan brukes, siden denne nå distrubueres av Ugland IT. Kartverket utreder dette for prosjektet.

Parallelt med dette arbeidet er det hentet inn data fra rypetakseringer i Njardarheim og ved Valevatn i Sirdal. Dette følger samme opplegg som er gjennomført i takseringsarbeidet i Forolhogna. Analyser på disse data vil først bli gjort når arealdekkekart foreligger på høstparten.

En egen rapport for arbeidet i Setesdalsprosjektet i 2004 blir ettersendt så snart den foreligger.