



NIBIO

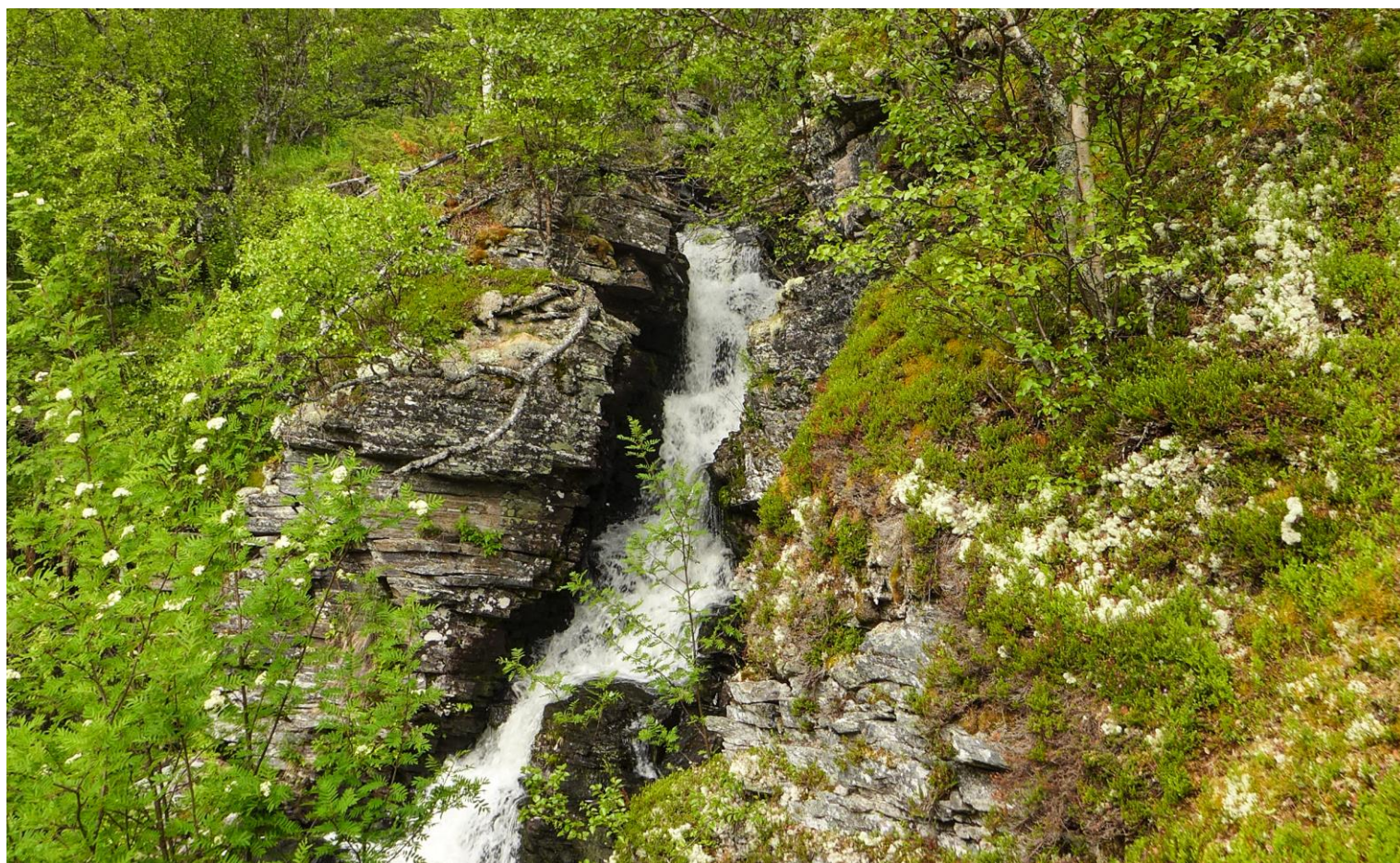
NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

NIBIO RAPPORT | NIBIO REPORT

VOL.: 2, NR.: 55, 2016

Arealrepresentativ kartlegging og overvåking av naturtyper (NiN)

Framlegg til metode og arbeidsopplegg



GEIR HARALD STRAND¹, ANDERS BRYN¹ OG ERIK FRAMSTAD²

¹Kart og statistikkdivisjonen, NIBIO og ²NINA

TITTEL/TITLE

AREALREPRESENTATIV KARTLEGGING OG OVERVÅKING AV NATURTYPER (NIN) –
SKISSE TIL GJENNOMFØRING

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

GEIR-HARALD STRAND, ANDERS BRYN OG ERIK FRAMSTAD

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
31.03.2016	2/55/2016	Åpen	10109	2015/1803
ISBN-NR./ISBN-NO:	ISBN DIGITAL VERSJON/ ISBN DIGITAL VERSION:	ISSN-NR./ISSN-NO:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-01624-3		2464-1162	42	0

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Miljødirektoratet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Tor Egil Kaspersen

STIKKORD/KEYWORDS:

Naturtyper; Overvåking
Environment: Monitoring

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Arealrepresentativ overvåking av naturtyper
Environmental monitoring

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Rapporten foreslår og drøfter metode for en nasjonal arealrepresentativ overvåking av naturtyper basert på klassifikasjonssystemet Natur i Norge (NiN). Aspekter som omhandles er: Kunnskapsbehov ved kartlegging og overvåking; Utvalgsmetoder; Registreringsmetode; Opplæringsbehov; samt Prosedyrer og dataflyt. Rapporten inneholder et framlegg til en samlet metodikk og beskrivelse av et pilotprosjekt for uttesting, samt skisse til et program for løpende overvåking.

GODKJENT /APPROVED

HANNE-GRO WALLIN

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

GEIR-HARALD STRAND



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

BAKGRUNN (FORORD)

Miljødirektoratet ga i november 2015 Kart og statistikkdivisjonen i NIBIO i oppdrag å lede et forprosjekt for arealrepresentativ kartlegging og overvåking av NiN¹-naturtyper (AKO). Målet med forprosjektet var å beskrive hvordan arealrepresentativ kartlegging og overvåking av NiN-naturtyper (AKO) kan gjennomføres, og levere en prosjektbeskrivelse for et hovedprosjekt samt en gjennomføringsplan for et pilotprosjekt i 2016. NIBIO har gjennomført prosjektet i samarbeid med NINA og Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo. I tillegg har Miljødirektoratet og Artsdatabanken bidratt med faglig innhold i prosjektet.

Formålet med arealrepresentativ kartlegging og overvåking av naturtyper i Norge etter NiN-systemet (Halvorsen et al., 2015) vil være å utarbeide representativ og forventningsrett nasjonal arealstatistikk for NiN-naturtyper og et utvalg av beskrivelsesvariabler fra NiN-systemet på et nærmere definert detaljeringsnivå. Videre vil denne arealstatistikken bli brukt som basis for å måle og rapportere endringer i forekomst og arealfordeling av disse naturtypene, samt om mulig også naturtypenes tilstand og endringer i tilstand.

Rapporten er bygd opp etter følgende struktur

- Kunnskapsbehov ved kartlegging og overvåking
- Utvalgsmetoder
- Registreringsmetode
- Opplæringsbehov
- Prosedyrer og dataflyt
- Forslag til samlet metodikk med beskrivelse av et pilotprosjekt for uttesting sommeren 2016 og beskrivelse av et hovedprosjekt (må justeres etter pilotfasen)

Rapporten er utarbeidet av Erik Framstad (NINA), Anders Bryn (NHM-UiO) og Geir-Harald Strand (Kart og statistikkdivisjonen, NIBIO). Tor-Egil Kaspersen (Miljødirektoratet) og Øyvind Bonesrønning (Artsdatabanken) har bidratt med faglige innspill til rapporten. Arbeidet er utført med støtte fra en referansegruppe med representanter fra Miljødirektoratet og Artsdatabanken.

Ås, 31.03.16

Geir-Harald Strand

¹ NiN: Natur i Norge

INNHOOLD

1	KUNNSKAPSBEHOV VED KARTLEGGING OG OVERVÅKING	5
1.1	Mål for kartlegging og overvåking av naturtyper.....	6
1.2	Avgrensing av definisjonsområdet	7
1.3	Utvalg av kartleggings- og overvåkingslokaliteter	7
1.4	Aktuelle kartleggings- og overvåkingsindikatorer	8
1.5	Design for datainnsamling pr overvåkingslokalitet.....	9
1.6	Registreringsmetoder for indikator-variabler	10
1.7	Romlig autokorrelasjon	11
2	UTVALGSMETODE	13
2.1	Utvalgsramme	13
2.2	Utvalgsstørrelse.....	14
2.3	Utvalgsmekanisme	14
2.4	Tre konkrete metoder	14
2.5	Fordeling av kartleggingsinnsats over tid.....	18
3	REGISTRERINGSMETODIKK.....	21
3.1	Valg av klassifikasjonssystem	22
3.2	Valg av beskrivelsesvariabler	24
3.3	Kostnad og framdrift	26
4	OPPLÆRING OG KOMPETANSEKRAV.....	27
5	PROSEDYRER OG DATAFLYT	30
5.1	Datamodell for AKO	30
5.2	Preprosessering.....	33
5.3	Innsamling av data i felt	34
5.4	Postprosessering	34
5.5	Prosessering ved analyse og bruk av data	34
6	ANBEFALING – SAMLET METODIKK	36
6.1	Pilotprosjekt	37
6.2	Hovedprosjekt	39

1 KUNNSKAPSBEHOV VED KARTLEGGING OG OVERVÅKING

Naturtyper utgjør enheter i naturen med et felles preg i miljøforhold, utforming og artsinnhold. Enhetene kan karakteriseres ut fra sine egenskaper på en måte som gjør at de kan identifiseres og skilles fra hverandre. Her legger vi til grunn naturtypesystemet Natur i Norge (NiN 2.1), med dette systemets underliggende konseptuelle forståelse og konkrete beskrivelse av naturvariasjon på ulike skalaer.

Kartlegging av naturtyper innebærer å skaffe oversikt over ulike naturtypers forekomst, fordeling, mengde, egenskaper og/eller tilstand. Arealrepresentativ kartlegging innebærer at estimater for naturtypenes mengde og/eller egenskaper er et forventningsrett estimat for det geografiske området vi ønsker at kartleggingen skal si noe om.

Overvåking av naturtyper innebærer en systematisk, gjentatt kartlegging for å skaffe et datagrunnlag som tillater oss å trekke holdbare slutninger om endringer i viktige egenskaper ved naturtypene over tid.

Punkter som må avklares i et kartleggings- og overvåkingsopplegg

- 1) Hva er målene for kartleggingen og overvåkingen?
- 2) Hva er det som skal kartlegges og overvåkes?
- 3) Hva er definisjonsområdet, dvs det geografiske området resultatene skal gjelde for?
- 4) Hvordan skal kartleggings/overvåkingslokaliteter velges mest mulig representativt innenfor definisjonsområdet?
 - a) sikre best mulig nøyaktighet (forventningsrette estimater)
 - b) dekke intern heterogenitet (stratifisering)
- 5) Hvilke overvåkingsindikatorer skal registreres?
- 6) Hva slags design skal brukes for datainnsamling pr. lokalitet?
 - a) antall prøveflater/transekter
 - b) fordeling av prøveflater: dekke intern heterogenitet
- 7) Hva slags registreringsmetoder (feltprotokoll) skal benyttes for indikatorvariablene?
- 8) Hva slags analysemetoder må brukes for å få fram robuste og presise estimater?
- 9) Hva er kostnader og tidsbruk pr. lokalitet?
- 10) Hva er andre kostnader: datasystem, lagring, utstyr, transportm.m.?
- 11) Opplæringsbehov og harmonisering av metoder mellom kartleggere?
- 12) Valg av typesystem, klassifikasjonssystem, artsnomenklatur m.m. for registreringsopplegg

(Punkt 12 er her gitt gjennom valg av NiN 2.0 som system)

(modifisert fra Sverdrup-Thygeson et al. 2013)

Ulike prinsipielle sider ved kartlegging og overvåking av naturtyper er nylig gjennomgått av Halvorsen (2011) og Framstad (2013). I tekstboksen er listet opp de viktigste spørsmålene som må avklares ved utvikling av et kartleggings- og overvåkingsopplegg for naturtyper. Nedenfor er de viktigste av disse spørsmålene kort diskutert for kartlegging og overvåking av naturtyper basert på NiN 2.1.

Utvikling av et overvåkingsopplegg vil kreve innhenting av ulike data om naturtypenes fordeling og andre egenskaper fra gjennomført kartlegging eller et eget forprosjekt for å kunne gi konkrete anbefalinger for bl.a. antall overvåkingslokaliteter, gjentakfrekvens, indikatorvariabler, design for datainnsamling pr lokalitet, feltprotokoll og ressursbruk. Generelt er det å anbefale at overvåkingen følger modellen for adaptiv overvåking (Lindenmayer & Likens 2010), der overvåkingsopplegget justeres i lys av resultatene og innsikten som fortløpende genereres fra overvåkingen.

1.1 Mål for kartlegging og overvåking av naturtyper

Arealrepresentativ kartlegging av norske naturtyper basert på NiN 2.1, har som generelt mål å beskrive og kvantifisere forekomst, lokalisering, omfang, egenskaper og/eller tilstand for de aktuelle naturtypene. Hensikten kan dels være å skaffe data til internasjonal/nasjonal/regional statistikk om naturtypene, dels å skaffe informasjon som grunnlag for forvaltningstiltak. Kartlegging for å skaffe arealstatistikk til rapportering etc kan løses ved utvalgskartlegging, mens kartlegging som datagrunnlag for arealforvaltning kan medføre behov for heldekkende kartlegging med avgrensning av naturtypepolygoner for hele området som er av interesse.

Arealrepresentativ overvåking av naturtyper har som generelt mål å følge utviklingen av naturtypenes forekomst, lokalisering, omfang, egenskaper og/eller tilstand over tid. Hensikten kan dels være å dokumentere generelle endringer i naturtypene som grunnlag for statistikk og rapportering, dels å følge utviklingen for naturtyper av spesiell forvaltningsinteresse, f.eks. truede naturtyper, dels å dokumentere evt. effekter av forvaltningstiltak, klimaendringer eller andre påvirkningsfaktorer av samfunnsinteresse.

Slike generelle mål for kartlegging og overvåking må konkretiseres til aktuelt natursystemnivå og hvordan de aktuelle egenskapene ved naturtypene skal registreres, dvs hvilke indikatorer som skal brukes og hvordan disse skal måles. Hvorvidt en gitt kombinasjon av systemnivå, omfang og tilstand kan kartlegges eller overvåkes i praksis, vil avhenge av hvilke metoder som velges og hvilke ressurser som er tilgjengelig. I den grad en kartlegging av naturtypene og deres tilstand legges til grunn for overvåkingen, vil målsetting og innretning for kartleggingen også legge føringer for målsetting for overvåkingen.

1.2 Avgrensning av definisjonsområdet

Det er i denne sammenhengen ønskelig å få resultater for terrestriske naturtyper som er arealrepresentative for hele Norge, som dermed utgjør definisjonsområdet. Dette innebærer at datainnsamlingen må legges opp slik at den gir mulighet for forventningsrette estimater med ønsket presisjon for hele dette området.

Dersom det er ønskelig også å få resultater for ulike regioner eller andre deler av landet, må datainnsamlingen for hver av disse delene av definisjonsområdet legges opp for å gi mulighet for forventningsrette estimater innen hvert delområde.

1.3 Utvalg av kartleggings- og overvåkingslokaliteter

Siden den generelle målsettingen her er å få arealrepresentative uttrykk for mengde og/eller tilstand av aktuelle naturtyper for hele definisjonsområdet, må lokaliteter for å registrere disse egenskapene ved naturtypene velges slik at vi kan få mest mulig forventningsrette estimater for naturtypenes mengde og/eller tilstand. Dette krever at registreringslokaliteter velges slik at hver mulig slik lokalitet har fast og lik, eller i det minste kjent, sannsynlighet for å velges ut.

Ved å trekke et tilfeldig utvalg fra alle mulige registreringslokaliteter, vil hver mulig lokalitet ha samme sannsynlighet for å trekkes ut (jf nærmere diskusjon av enkelt tilfeldig utvalg, SRS, nedenfor). Enkelt tilfeldig utvalg av registreringslokaliteter vil, med rimelig antall lokaliteter, gi brukbar presisjon for vanlig forekommende naturtyper som er noenlunde jevnt eller tilfeldig fordelt over definisjonsområdet. Estimater for naturtyper med infrekvent eller klumpet forekomst vil imidlertid ha dårlig presisjon. Halvorsen (2011) anslår at enkelt tilfeldig utvalg kan være egnet for naturtyper med prevalens, dvs gjennomsnittlig forekomst, på minst 10% av registreringslokalitetene.

Ved på forhånd å dele inn definisjonsområdet i ulike større enheter (f.eks. regioner) og deretter trekke et spesifisert antall registreringslokaliteter tilfeldig innen hver region, kan vi sikre en mer balansert fordeling av datainnsamlingen over alle deler av definisjonsområdet (jf nærmere diskusjon av stratifisert tilfeldig utvalg, STR, nedenfor). Dersom vi på forhånd har grunn til å tro at forekomsten av naturtyper varierer mellom regionene, f.eks. at noen regioner har mer naturvariasjon på fin skala, kan vi velge ut ulikt antall lokaliteter pr arealenhet i de enkelte regionene, f.eks. med forholdsvis flere lokaliteter i regioner med mye naturvariasjon på fin skala. Vi vil da få ulik, men kjent sannsynlighet for å velge ut registreringslokaliteter i de ulike regionene. For et gitt antall registreringslokaliteter vil estimatene bli mer presise enn med enkelt tilfeldig utvalg, men de vil avvike noe fra forventningsrette estimater.

Registreringslokaliteter kan også velges ut systematisk fra et forhåndsspesifisert sett av lokaliteter regelmessig utlagt over definisjonsområdet (jf diskusjonen av systematisk tilfeldig utvalg, SYS, nedenfor). Dette innebærer mange av de samme fordelene og ulempene som enkelt tilfeldig utvalg og vil dessuten gi en enda enklere praktisk gjennomføring med

utlegging og oppsøking av lokalitetene. Imidlertid kan estimer basert på systematisk utlegging, avvike fra forventningsrette estimer dersom den romlige dimensjonen for systematisk utlegging sammenfaller med naturgitt variasjon i naturtypene, slik at den romlige autokorrelasjonen (jf under) blir betydelig.

For naturtyper med sjeldnere forekomst og begrenset geografisk utbredelse vil både enkelt og stratifisert tilfeldig utvalg gi lav presisjon for realistiske antall registreringslokaliteter. Halvorsen (2011) viser til muligheten for å bruke sannsynlighetsbasert utvalg av registreringslokaliteter i noen slike tilfeller. Framgangsmåten er en form for adaptive sampling (Thompson & Seber, 1994). Dette kan være aktuelt for naturtyper med prevalens mellom 2 % og 10 %, i sær om disse forekommer med svært ujevn geografisk fordeling.

Adaptiv sampling etter Halvorsens metode forutsetter at forekomst av slike naturtyper har nær sammenheng med kjente miljøgradienter som vi har arealdekkende data for. Det kan da lages sannsynlighetsmodeller for naturtypenes forekomst i ulike deler av definisjonsområdet. Disse sannsynlighetene kan så legges til grunn for et stratifisert tilfeldig utvalg av registreringslokaliteter. Denne utvalgsmetoden kan fungere og gi tilnærmet forventningsrette estimer for de spesifikke naturtypene som modellen gjelder for, men ikke for øvrige naturtyper. Metoden er følgelig bare aktuell der man har behov for en målrettet kartlegging og overvåking av slike spesifikke naturtyper ut fra spesielle forvaltningsbehov.

Dette vil være en metode som kan benyttes etter første omdrev av en grunnleggende kartlegging, hvor prevalensen blir kjent. Foreløpig mangler det datagrunnlag for å lage sannsynlighetsmodeller for naturtyper med lav prevalens, ettersom det ikke er kartlagt særlig mye i Norge etter NiN 2.0.

Antall registreringslokaliteter må bestemmes ut fra den presisjonen i estimatene som ønskes for naturtyper med en spesifisert prevalens (gjennomsnittlig forekomsthypighet) innen hele landet eller enkeltregion og ressursene som er tilgjengelige. Erfaring fra annen landsdekkende utvalgskartlegging (Arealregnskap for utmark, Landsskogtakseringen, 3Q) tilsier 1 000-10 000 lokaliteter. Dersom man ønsker holdbare estimer for naturtyper med lavere forekomstfrekvens enn 10% med begrenset utbredelsesmønster og/eller estimer for enkeltregioner, må enten antall lokaliteter økes eller fordelingen av dem må prioriteres mot regioner med høy forekomstfrekvens av mindre vanlige naturtyper.

1.4 Aktuelle kartleggings- og overvåkingsindikatorer

Hvilke indikatorer som skal kartlegges og overvåkes, vil dels avhenge av formålet med kartleggingen og overvåkingen, dels av hvilke egenskaper som kjennetegner naturtypene etter NiN, dels av hvilke registreringsmetoder som velges, og dels av hvor mye ressurser som stilles til disposisjon.

Generelt kan kartlegging og overvåking av naturtyper si noe om typenes utbredelse og tilstand. Utbredelse kan kvantifiseres som antall steder (flater) der naturtypen forekommer.

I tillegg kan omfanget kvantifiseres gjennom kartlegging av arealet som de ulike forekomstene dekker (gitt nærmere spesifisering av hvordan dette skal beregnes). Med en utvalgs-kartlegging som i hovedsak vil være innrettet mot forholdsvis vanlig forekommende naturtyper, vil mengde spesifisert som areal være mest relevant. Dette kan gjøres enten ved å telle antall forekomster av naturtypen i et sett med punkter eller ved å avgrense og måle opp arealet av kartlagte forekomster av naturtypen. Opptelling av forekomst/fravær av en gitt naturtype på et antall punkter vil kreve mindre erfaring og skjønn enn avgrensing av forekomster, men vil ikke gi like god romlig informasjon om naturtypenes forekomster. Se ellers Registreringsmetodikk.

Egenskaper og tilstand ved naturtypene som bør registreres, vil avhenge av forvaltningens behov for informasjon til statistikk, rapportering og evt. forvaltningstiltak. NiN har en lang rekke beskrivelsesvariabler som dels angir naturgitt variasjon som artsinnhold eller forekomst av naturgitte objekter, dels tilstandsvariasjon som konsekvens av menneskelig påvirkning. Generelt vil forvaltningsinteresse knytte seg til forekomst av truede eller svartelistede arter og tilstandsvariasjon som reflekterer menneskelig påvirkning. Hvilke beskrivelsesvariabler som faktisk skal kartlegges og overvåkes må avklares nærmere ut fra forvaltningens behov og sannsynlige tilgjengelige ressurser. Det vil uansett være en fordel å begrense dette til enkle, helst binære variabler knyttet til en klar, veldefinert instruks som gir minst mulig rom for individuelle vurderinger og skjønn blant inventørene.

1.5 Design for datainnsamling pr overvåkingslokalitet

Design for datainnsamling pr kartleggings- eller overvåkingslokalitet vil avhenge av hvilke spesifikke indikatorer som velges. Generelt vil det være nyttig å legge opp datainnsamlingen slik at man kan få estimater for variasjonen i indikatoren pr lokalitet, dvs at data innsamles systematisk eller tilfeldig fra flere punkter/delområder pr lokalitet. Dette vil gi mulighet for å vurdere presisjonen på datainnsamlingen pr lokalitet. En kombinasjon av punktobservasjoner og arealdekkende data som skissert for Arealregnskap for utmark vil gi mulighet for komplementær informasjon om forekomst og tilstand for ulike naturtyper.

Overvåking representerer en systematisk gjentatt kartlegging. Vanligvis vil slik gjentatt kartlegging foregå på samme lokaliteter og så godt som mulig på samme observasjonspunkter pr lokalitet. Dette reduserer variasjonen som skyldes variabilitet mellom ulike lokaliteter eller punkter og gir dermed bedre presisjon. Med mindre slike observasjonspunkter merkes permanent, vil det ikke være mulig å gjenfinne disse nøyaktig ved hjelp av GPS etc (ved differensial-GPS kan lokaliseringspresisjonen økes, men ressursbruken vil også øke). Dette vil særlig påvirke lokalisering av punktobservasjoner og avgrensing av polygoner for naturtypeforekomster. For punktobservasjoner kan presisjonen opprettholdes i noen grad ved å bruke flere observasjonspunkter pr lokalitet. For polygoner vil det trolig være vanskelig å få korrekte avgrensinger fra gang til gang. Det bør gjennomføres tester med flere observatører for å avklare hvilke feil som vil oppstå ved manglende presisjon i lokaliseringen.

Uten merking, men med GPS koordinater, kan gjentak utføres ved at lokaliteten oppsøkes og inventøren vurderer om naturtypen som er registrert ved første gangs kartlegging, fortsatt er til stede innenfor en radius som tilsvarer normal GPS-unøyaktighet (5 - 15 meter). Hvis naturtypen gjenfinnes, gjøres gjentakregistreringen for denne. Hvis naturtypen ikke gjenfinnes, gjøres gjentakregistrering med punktet reetablert på vanlig måte.

Et alternativ kan være å foreta gjenkartleggingen som en «ny» kartlegging ved samme lokalitet, uten forsøk på å gjenfinne samme posisjoner for punkter eller arealavgrensing. Det er da mest korrekt å etablere helt nye punkter innenfor utvalgsflata. Dette vil introdusere ekstra variasjon i observasjonene som det må tas hensyn til, men samtidig kan det være kostnadseffektivt med noe større innsamlingsinnsats (for å øke presisjonen) framfor å bruke mye tid på å gjenfinne tidligere posisjoner så nøyaktig som mulig. Det bør også gjennomføres tester for å avklare hvor stor variasjon dette gir i observasjonene.

Ved overvåking av naturtyper må det tas stilling til hvor ofte kartleggingen skal gjentas. Dette avhenger av de registrerte indikatorenes presisjon (variabilitet mellom observatører) og variabilitet over tid og hvor store endringer vi har ambisjoner om å oppdage med hvilken presisjon. Det bør tas sikte på å framskaffe kunnskap om indikatorenes variabilitet i første del av overvåkingen, for så å raffinere denne i lys av resultatene.

Generelt vil endringer i forekomsthypighet for de fleste naturtyper gå forholdsvis langsomt. Unntaket vil være kulturbetingete naturtyper der opphør av hevd vil kunne føre til tydelige endringer på få år, men dette vil i første omgang (< 10 år) vise seg i tilstandsendringer, ikke i endret forekomsthypighet. Også andre naturtyper vil kunne endre seg raskt ved ulike menneskelige inngrep. Nedbygging vil endre forekomsthypighet, mens annen påvirkning (som skogbruk) vil gi endring i tilstand. Dersom overvåkingen skal ha ambisjon om å følge tilstandsendringer så vel som endringer i forekomsthypighet, bør trolig overvåkingen legges opp med et omdrev på 5 – 10 år, ikke minst i regioner med betydelig arealpress og høy sannsynlighet for endringer. For endringer i forekomst kan brukes et omdrev på 10 år eller mer. Alternativt kan gjentakshypigheten være større for lokaliteter med naturtyper av stor forvaltningsinteresse enn for øvrige naturtyper.

1.6 Registreringsmetoder for indikator-variabler

De variablene som etter en grundig vurdering implementeres ved kartlegging av punkter, bør generelt registreres som gitt av standarden for NiN-systemet (Veileder for kartlegging og NiN-Artikkel 3). Dette vil gi grunnlag for sammenlikninger med andre kartleggingsprosjekter, bl.a. i regi av Miljødirektoratet. Det bør imidlertid i størst mulig grad implementeres variabler som er binære og enkle å registrere. Det vil også være behov for å tilrettelegge en del variabler for registrering i punkter, og ikke i polygoner. Det kan imidlertid også vurderes om en del variabler skal omgjøres til en binær registreringsskala, eller med færre verdikategorier enn det som er gitt av standarden gjennom NiN-Artikkel 3. Dette vil f. eks være en del telle- og konsentrasjonsvariabler, f. eks liggende eller stående død ved.

Det må også vurderes om en del egenskaper skal vurderes etter et noe større areal enn det naturtypen bestemmes i. Dette vil som regel være variabler knyttet til skog, som f. eks tredekning m.m.

En del naturtyper på lavere nivå i NiN kan kreve bruk av beskrivelsessystemet for tilfredsstillende identifikasjon og avgrensing. En del rødlista naturtyper (ADB 2011), som sannsynligvis er av forvaltningsinteresse, kan f.eks. kun registreres gjennom bruk av beskrivelsesvariablene i NiN. For eksempel kan semi-naturlig beitemark skilles fra semi-naturlig slåttemark gjennom bruk av en uLKM₂ (SP = slåttemarkspreg). Beiteskog kan skilles fra naturskog ved bruk av en annen uLKM (HI = hevdintensitet). De variablene og uLKM'ene som er viktige for Miljødirektoratet, må derfor identifiseres og implementeres i prosjektet.

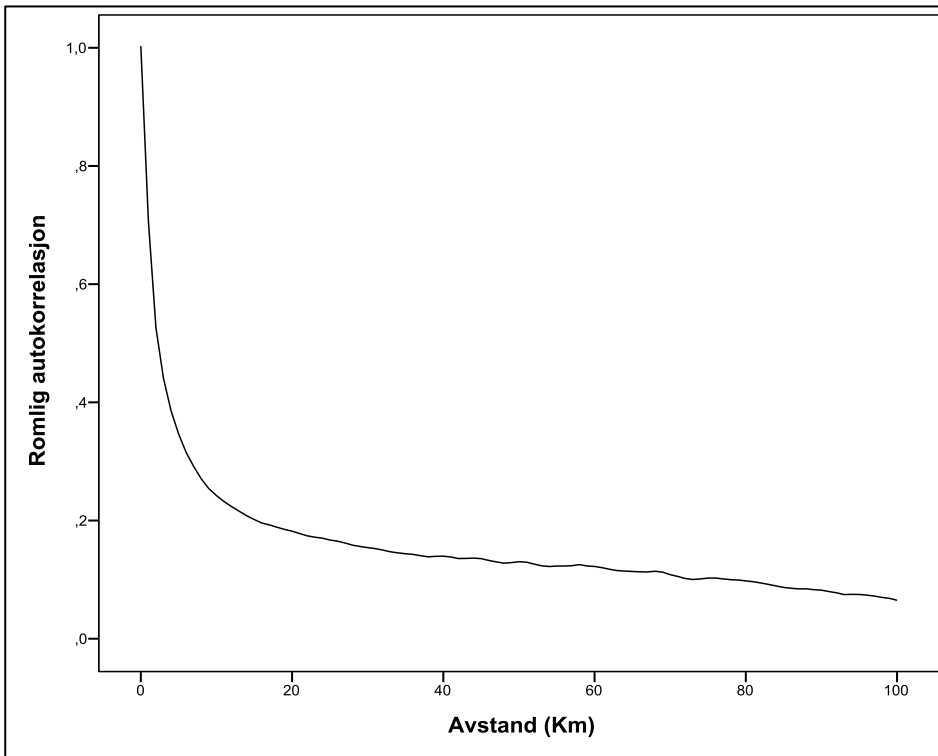
1.7 Romlig autokorrelasjon

At et fenomen er romlig autokorrelert innebærer at samsvaret mellom observasjoner av fenomenet er relatert til (den geografiske) avstanden mellom observasjonene. Den gjennomsnittlige forskjellen mellom to observasjoner tatt nær hverandre er liten. Når observasjonene tas med større avstand øker den gjennomsnittlige forskjellen mellom dem. Dette skjer opp til en gitt avstand (autokorrelasjonens rekkevidde) der forskjellene stabiliserer seg på et nivå nært knyttet til den generelle variansen i fenomenet som undersøkes.

Romlig autokorrelasjon har betydning ved organisering av utvalgsundersøkelser. Nå avstanden mellom (en del av) enhetene i utvalget blir kortere enn autokorrelasjonens rekkevidde, innebærer det at samme fenomen til en viss grad måles flere ganger. Man bør derfor spre observasjonene best mulig for å oppnå høyest effektivitet i utvalget. Det er grunn til å anta at mange naturtyper er romlig autokorrelerte, og at det derfor er grunn til å ta hensyn til dette ved valg av utvalgsmetode.

Et eksempel på romlig autokorrelasjon er vist i Figur 1. Datagrunnlaget er andel myr per kvadratkilometer registrert i kartgrunnlaget N50. Myrandelen er sterkt autokorrelert opp til avstander på om lag 10 – 15 km, hvoretter autokorrelasjonen flater ut og faller langsomt mot 0. For å undersøke forekomsten av arealtypen myr (uten hensyn til variasjonen innenfor denne arealtypen) vil det være optimalt med registreringsenheter som legges ut med 15 – 20 kilometers avstand. For å fange opp lokal variasjon innenfor arealtypen myr kan det samtidig være hensiktsmessig å registrere hele flater eller legge ut klynger av punkter.

² uLKM = underordnet lokal kompleks miljøvariabel



Figur 1: Romlig autokorrelasjon: Andel Myr registrert i kartgrunnet N50 (data tilgjengelig fra <http://kilden.nibio.no>).

2 UTVALGSMETODE

En komplett inventering vil som oftest være å foretrekke når naturmiljøet skal kartlegges og overvåkes. En slik totalinventering er imidlertid svært tid- og ressurskrevende for store områder og derfor sjelden gjennomførbar innenfor en hensiktsmessig tidsramme og realistiske budsjetter. Alternativet er da å gjennomføre en utvalgsundersøkelse. Når målet er å fremskaffe statistikk for naturtyper i Norge, må metoden som legges til grunn for en utvalgsundersøkelse være forventningsrett og arealrepresentativ. Viktige forutsetninger for å oppnå dette er at

- hele populasjonen som undersøkes må ha en reell mulighet for å komme med i utvalget
- utvalgsmetoden må baseres på en tilfeldighetsmekanisme
- sannsynligheten for at en enhet kommer med i utvalget må være kjent

2.1 Utvalgsramme

For å oppfylle kravene om at en utvalgsundersøkelse skal være forventningsrett og arealrepresentativ må det konstrueres ei utvalgsramme der alt areal i populasjonen inngår. Det kan gjøres ved å benytte en tilfeldighetsmekanisme for å projisere punkter eller linjer inn i et kart på en slik måte at alt areal har en kjent og positiv sannsynlighet for å bli truffet. Alternativt kan det også gjøres gjennom en partisjon (i matematisk forstand) av arealet. En partisjon er en oppdeling av en mengde i gjensidig utelukkende delmengder hvor delmengdene samlet omfatter hele mengden. Partisjoner kalles også for Arealramme (Area frame) og utvalgsundersøkelser basert på partisjoner for Area Frame Surveys. Utvalgsenheterne kan være jevnstore og ha samme form (f.eks. kvadrater) eller variere i form og størrelse (f.eks. grunnkretser). Fra denne partisjonen trekker vi et utvalg av enhetene ved hjelp av en tilfeldig, men kontrollert trekkmekanisme.

Hvis man velger arealramme som utvalgsramme anbefales det, for å gjøre både arbeidet og den etterfølgende statistikkproduksjonen så enkel som mulig, å benytte et rutenett med jevnstore ruter som partisjon. En mulighet er da å bruke SSBs standardiserte rutenett (SSB-grid, Strand & Bloch 2009) som kan etableres med egendefinert rutestørrelse (en valgmulighet som inngår i standarden). En annen mulighet er å bruke rutenettet som ligger til grunn for Arealregnskapet for utmark (Strand 2013). Hvilket system det er hensiktsmessig å bruke, vil bl.a. avhenge av om det allerede finnes eksisterende data knyttet til eksisterende rutenett, som det er interessant å koble til resultatene for kartlegging og overvåking av naturtyper.

Ei arealramme er enkel å konstruere, gir god kontroll over utvalgsmetodikken og sikrer at områder ikke velges ut flere ganger. Arealramme kan legge grunnlag både for rene punktutvalg (hvor punkter trekkes ut innenfor de arealenheterne som kommer med i utvalget) og for arealutvalg (hvor arealenheterne undersøkes i sin helhet). Valg av rutenett og rutestør-

relse begrunnes først og fremst ut ifra to hensyn: Tilgjengelig budsjett og effektivisering av registreringsarbeidet på de utvalgte arealene.

2.2 Utvalgsstørrelse

Antall enheter i utvalget vil ha betydning for presisjonen i estimatene. Generelt gjelder det at større utvalg gir bedre presisjon. Samtidig øker kostnadene ved feltarbeid proporsjonalt med størrelsen på utvalget. I praksis blir derfor utvalgsstørrelsen bestemt av det tilgjengelige budsjettet. En tommelfingerregel kan imidlertid være at for å få et konservativt konfidensintervall for landstall på +/- 3% med 95% sannsynlighet for de vanligste naturtypene bør utvalget være på om lag 1 000 enheter.

I Arealregnskap for utmark er dette konservative konfidensintervallet på +/- 2%. Sjeldnere arealtyper vil ha et smalere konfidensintervall målt i % av populasjonen (men fordi forekomsten er liten vil intervallet likevel være høyt, relativt til forekomsten selv), og valg av utvalgsmetode kan krympe intervallet ytterligere. Ved bruk av komplekse utvalg (utvalg gjennom to eller flere trinn) gjelder disse vurderingene for primærutvalget (Trinn 1). Når det benyttes et punktutvalg for sekundærutvalget (Trinn 2), vil dette øke usikkerheten.

2.3 Utvalgsmekanisme

Selve trekningen av enheter kan utføres på ulike måter. Hva som er en optimal metode vil variere etter egenskaper ved det som skal registreres. Når målet er å registrere en rekke ulike naturtyper med ulike fordelingsmønstre vil det neppe finnes en enkelt, optimal metode. Den utvalgsmetoden som gir best presisjon i estimatene av én naturtype, trenger ikke være beste metode for estimering av en annen naturtype. Årsaken til dette er at naturtypene har ulik geografisk utbredelse, frekvens og fordelingsmønstre.

Proseduren for å trekke et utvalg kan utføres i ett enkelt trinn. De enhetene som trekkes ut i første trinn blir da gjenstand for undersøkelse. Dette er sjelden effektivt ved rene punktregistreringer. Alternativet er da et komplekst (to eller flertrinns) utvalg hvor man på første trinn trekker større arealenheter og på neste trinn trekker utvalgspunkter innenfor arealenheten. Spørsmålet om valg av kompleksitet vil i praksis bestemmes gjennom valg av registreringsmetodikk (registrering på enkeltpunkter eller arealdekkende kartlegging av utvalgsheter).

2.4 Tre konkrete metoder

På overordnet nivå står valget mellom tre utvalgsmetoder. Alle tre kan benyttes som utvalg av arealenheter for arealdekkende kartlegging, eller utgjøre første trinn i et komplekst utvalg der det gjøres registrering på enkeltpunkter som velges innenfor arealenheterne.

Overordnet utvalg, alternativ 1: Enkelt tilfeldig utvalg

Et enkelt tilfeldig utvalg (Simple random sampling - SRS) med arealramme utføres ved at arealenheterne i populasjonen sorteres i tilfeldig rekkefølge. I praksis skjer dette ved at hver

enhet tildeles et unikt men tilfeldig identifikasjonsnummer og enhetene sorteres etter stigende identifikasjonsnummer. De første n enhetene i den sorterte lista vil være et SRS med n enheter. Et SRS er enkelt å konstruere og det har den verdifulle egenskapen at det er lett å utvide. Tillater budsjettet å øke utvalget til $n + k$ enheter kan man enkelt inkludere de neste k enhetene fra lista. Man kan imidlertid ikke, innenfor SRS logikken, styre plasseringen av slike utvidelser inn mot utvalgte regioner.

Skog og landskap (nå NIBIO) sin undersøkelse av seterlandskapet og Overvåking av vernet myr, som NIBIO utfører på oppdrag fra Miljødirektoratet, er to eksempler på arealrepresentativ undersøkelse organisert som SRS.

Ved bruk av SRS er estimater av gjennomsnitt og andeler enkle å beregne. Det samme gjelder variansen til disse estimatene. Ulempene ved bruk av SRS er at utvalgsenheterne gjerne blir ujevnt fordelt slik at noen regioner er «bedre» representert enn andre. Dette har ingen betydning for de statistiske egenskapene ved estimatene, men kan svekke mulighetene for å utarbeide regional statistikk. I tillegg gir SRS som oftest (men ikke alltid) større usikkerhet enn de alternative utvalgsmetodene når fenomenet som undersøkes er romlig autokorrelert. Figur 2 viser et tilfeldig utvalg av vernet myr. Registreringsområdene er spredt utover landet uten noen form for regional styring av treffområdene.

Pro: Enkelt å organisere

Enkelt å beregne estimater og usikkerhet

Statistikk kan produseres straks de første enhetene er kartlagt

Enkelt å utvide med flere enheter (for landet som helhet)

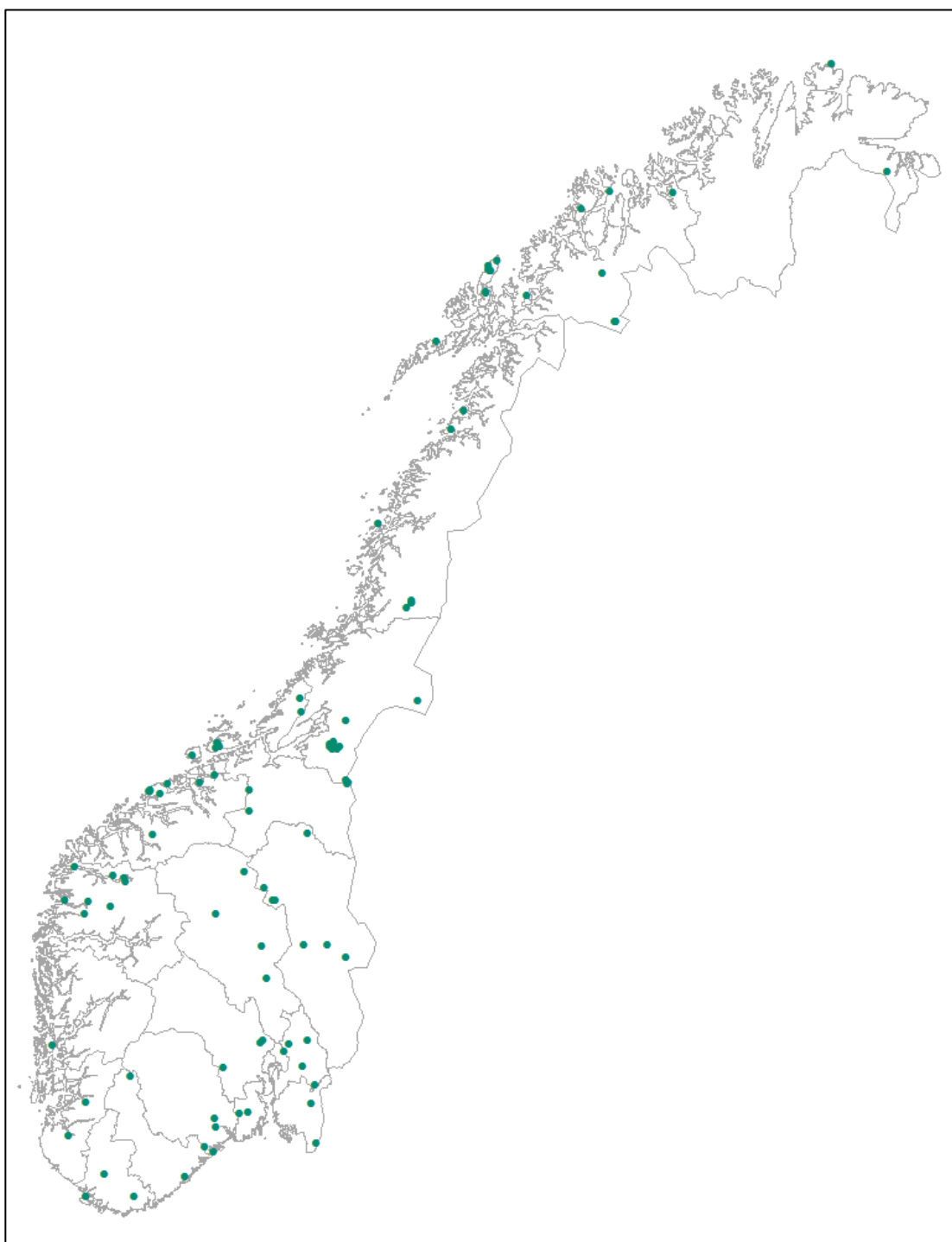
Con: Ujevn fordeling av arealenhetene

Høyere usikkerhet enn alternative metoder ved romlig autokorrelasjon

Overordnet utvalg, alternativ 2: Stratifisert tilfeldig utvalg

Et stratifisert tilfeldig utvalg (Stratified random sample - STR) med arealramme utføres i to trinn. Arealenhetene i populasjonen grupperes i regioner («strata»). Dette kan for eksempel være fylker eller stor-ruter på 20 X 20 km. Innenfor hver stor-rute trekkes en eller flere enheter i form av et SRS.

I praksis vil man gjøre dette ved først å opprette regionene og feste regionnummer til hver arealenhet. Deretter sorteres alle enhetene i tilfeldig rekkefølge på samme måte som ved et SRS. De første n enhetene innenfor hvert stratum utgjør et STR. Et STR kan øke nøyaktighetene i estimatene, men det forutsetter at strataene er organisert på en slik måte at variasjonen innenfor hvert stratum er liten, mens det meste av variasjonen fanges opp mellom strataene.



Figur 2: Tilfeldig utvalg (SRS) av vernede myrområder.

Et STR er på samme måte som et SRS lett å utvide. Tillater budsjettet å øke utvalget til $n + k$ enheter kan man enkelt inkludere de neste k enhetene fra lista innenfor det eller de strataene hvor det er behov for flere observasjoner.

Ulempene ved bruk av STR er at det er mer krevende å holde orden på utvalgsenheter, og at tilfeldighetsmekanismen innenfor strataene kan gi ineffektivitet med hensyn på romlig autokorrelasjon.

Pro: Bedre geografisk spredning av utvalgsenheter enn ved SRS
Enkelt å utvide med flere enheter

Con: Mer komplisert å organisere
Kostnadskrevene å ha jevn fremdrift over hele landet
Mer komplisert å beregne estimater og usikkerhet
Høy usikkerhet om utvalget ikke er fordelt proporsjonalt med regionenes areal

Overordnet utvalg, alternativ 3: Systematisk tilfeldig utvalg

Ved systematisk tilfeldig utvalg (Systematic random sample - SYS) ordnes enhetene i populasjonen (i dette tilfellet arealstykkene) i en rekkefølge og en trekker ett tilfeldig individ blant de k første forekomstene. Fra og med dette individet inkluderes hvert k 'nde individ fra rekka i utvalget. I et geografisk utvalg vil rekka være ei todimensjonal matrise. Det trekkes et tilfeldig individ blant de første $k \times k$ individene, og fra og med dette individet inkluderes hvert k 'nde individ i begge kardinalretninger. Et slikt systematisk utvalg vil ofte gi mer presise estimater enn et utvalg etablert ved SRS når fenomenet som undersøkes er romlig autokorrelert. Det vil imidlertid kunne gi store skjevheter hvis systematikken i utvalget skulle falle sammen med en systematisk variasjon i den naturen som undersøkes (for eksempel at alle utvalgspunktene faller i bunnen av daler, mens fjellområdene mellom dalene ikke fanges opp i utvalget).

Usikkerhetsberegninger i systematiske utvalg er krevende. Et konservativt anslag er å håndtere utvalget som om det skulle være et SRS. Det finnes imidlertid også mer presise metoder som er utprøvd og publisert, (Wolter 2007; Aune-Lundberg & Strand 2014; McGarvey et al. 2015). I tillegg har forsøk vist at statistikken som produseres kan styrkes ved bruk av post-stratifisering (Strand & Aune-Lundberg 2012).

Pro: Enkelt å organisere
Sikrer god fordeling av utvalgsenheter over hele populasjonen
Enkelt å beregne estimater

Con: Kostnadskrevene å ha jevn fremdrift over hele landet
Fare for sammenfall mellom systematikk i utvalget og systematikk i naturen
Ingen presis metode for å beregne usikkerhet
Komplisert (men ikke umulig) å utvide utvalget

2.5 Fordeling av kartleggingsinnsats over tid

Siden det trolig vil være nødvendig å kartlegge naturtypene på flere lokaliteter (flater) enn det som hensiktsmessig kan gjennomføres på én feltsesong, vil det være nødvendig å spre innsatsen over flere år (jf også Anbefaling). En må da velge mellom to ulike strategier.

Alternativ 1: Den årlige innsatsen spres på flater over hele landet, f.eks. ved et årlig stratifisert tilfeldig utvalg (uten «tilbakelegging») i hver definerte region. Dette kan medføre noe mer komplisert og kostbar logistikk, men vil til gjengjeld innebære at statistikk kan produseres for hele landet allerede etter én sesong (presisjonen vil imidlertid forbedres etter som flere flater inkluderes årlig). Samtidig unngår man at en eventuell årlig variasjon i registreringsvariabler gjør at estimerer ikke blir forventningsrette.

Alternativ 2: Den årlige innsatsen konsentreres i en region (f.eks ett til to fylker). Dette gir noe mindre komplisert og billigere logistikk, men det blir ikke mulig å utgi nasjonal statistikk før hele undersøkelsen er gjennomført. Derimot vil man med denne strategien kunne utgi regionale, f.eks. fylkesvise, rapporter etter hvert som undersøkelsen skrider fram. Eventuell årlig variasjon i registreringsvariabler kan under denne strategien føre til forventningsskjevne estimerer.

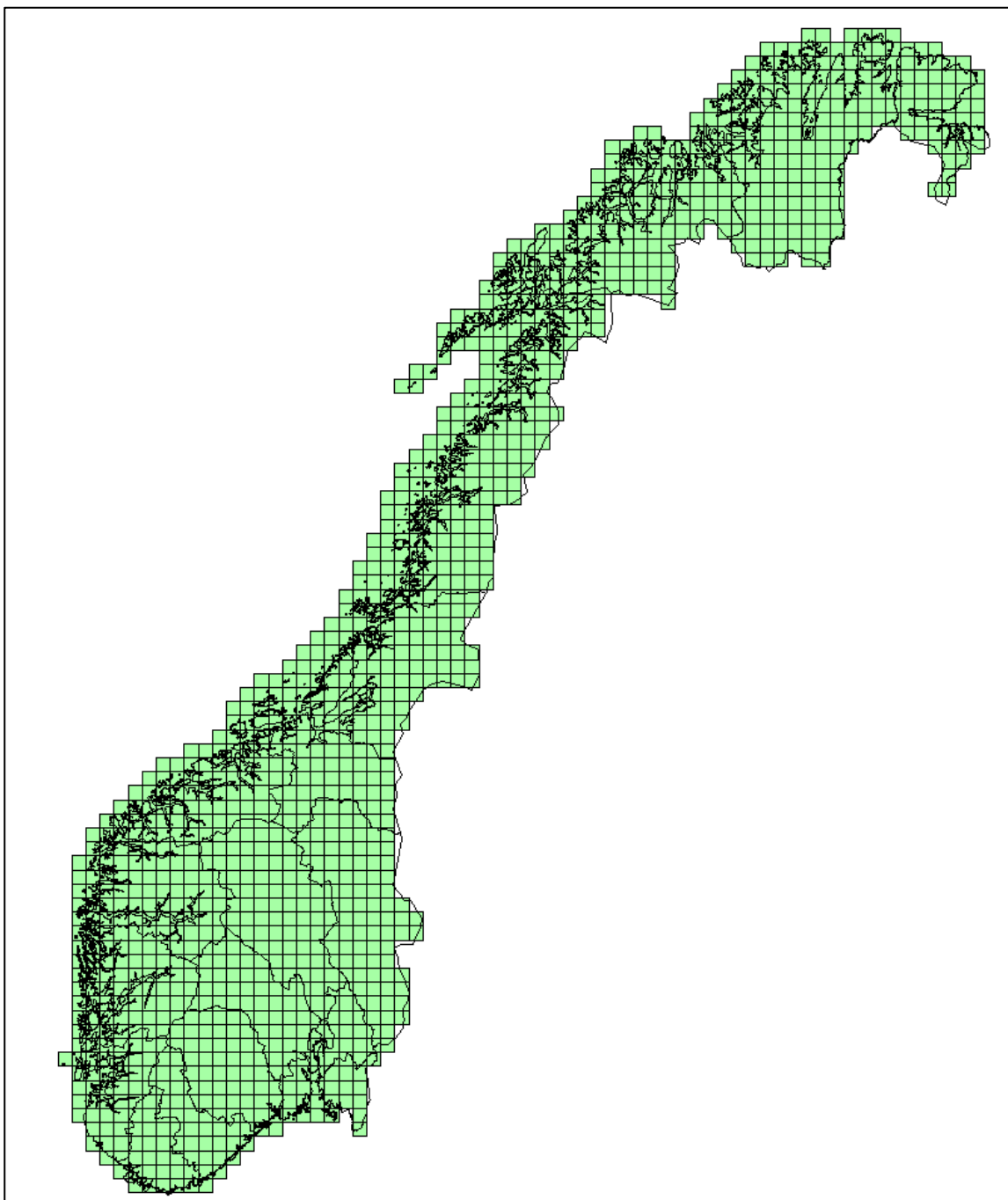
Eksempel: Utvalgsmetode for myrreservater (SRS)

Overvåkingen av myrreservater (Erikstad et al 2011, Strand & Bentzen 2016) tar utgangspunkt i en populasjon som omfatter alt vernet areal med verneformål 14 (myr). Dette utgjorde i 2012 totalt 292 verneområder med svært varierende størrelse. Alle vernede myrer under 4 km² ble beholdt som egne individer. Dette utgjorde 262 av de 292 myrreservatene. De resterende 30 myrene ble delt opp ved hjelp av SSBs standard rutenett for statistikk (Strand & Bloch 2009) med rutestørrelse på 2 x 2 km (4 km²). På denne måten ble de 30 store myrreservatene delt opp i 302 segmenter som så ble lagt til de første 262 enhetene. Dette ga en utvalgsramme med 564 arealenheter. Disse ble sortert i tilfeldig rekkefølge ved hjelp av statistikkprogrammet SPSS®. Undersøkelsen utføres på de 100 første arealenheterne i den tilfeldig sorterte lista. Det er dermed også svært enkelt å utvide utvalget ved å ta inn nye arealenheter fra lista i sekvensiell rekkefølge. Det er dette utvalget som er vist i Figur 2.

Eksempel: Utvalgsmetode for arealregnskap (SYS)

Arealregnskap for utmark (AR18X18) er en nasjonal arealstatistisk undersøkelse som ble gjennomført av Skog og landskap og nå videreføres av Kart og statistikkdivisjonen i NIBIO (Strand 2013; Strand & Rekdal 2005). Metoden er nært knyttet opp mot første generasjon

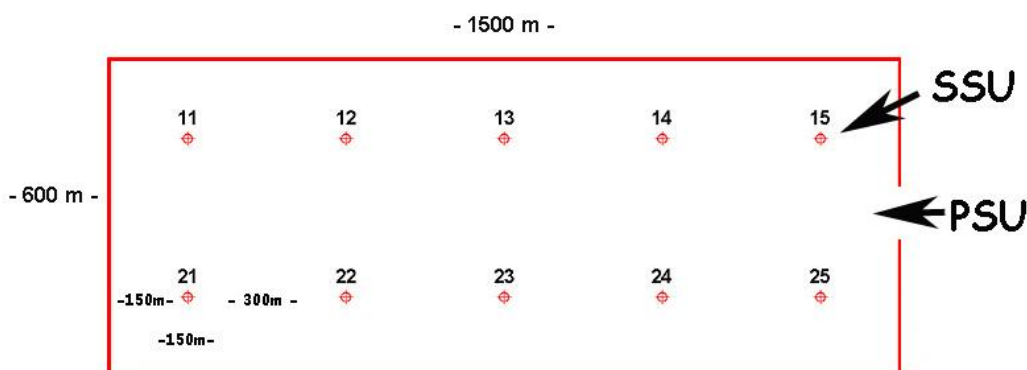
av den Europeiske arealundersøkelsen Lucas (Land Use/Cover Area frame statistical Survey; Eurostat 2003).



Figur 3: AR18X18 inndeling av storruter i rutenett på 18 x 18 km. I sentrum av hver av disse rutene ligger en feltflate på 900 x 1500 meter.

Lucas er en statistisk utvalgsundersøkelse iverksatt av Eurostat som gjennomføres i EUs medlemsland. Undersøkelsen er basert på et nettverk av punkter med 18 km mellomrom (Figur 3). Hvert punkt i dette nettet er sentrum i en Primary Statistical Unit (PSU). PSU utgjør en flate på 1500 m x 600 m (0,9 km²). I Norge gir dette om lag 1080 flater jevnt fordelt over hele landet.

Inne i hver PSU er det lagt ut ti punkter. Disse kalles Secondary Statistical Units (SSU). Fem av disse ligger nord for sentrum og er nummerert 11-15. De øvrige ligger syd for sentrum og er nummerert 21-25 (Figur 4). I Lucas-undersøkelsen gjøres det registreringer på om lag 7 m² rundt hvert SSU-punkt samt langs en linje gjennom SSU-punktene 11-15.



Figur 4. Ei Lucas-flate består av en Primary Statistical Unit (PSU) formet som et rektangel på 1500 × 600 meter. Ti Secondary Statistical Unites (SSU) er lokalisert innenfor PSU. Avstanden mellom SSU-punktene er 300 meter.

På flatene gjennomføres punktmålinger på SSU-punktene samt en fullstendig kartlegging av arealet over hele flata. Dette gir en bedre arealdekning enn registreringer utført på SSU-punktene alene. Spesielt vil sjeldne forekomster i større grad fanges opp ved undersøkelse av hele feltflater. Bruk av flater istedenfor enkeltpunkter gir i tillegg til arealstatistikken en helhetlig miljøbeskrivelse. Metoden fanger opp samspillet mellom ulike arealklasser og vegetasjonstyper innenfor hver lokalitet.

På SSU-punktene utføres et utvalg av de registreringene som er beskrevet i Eurostats instruks for Lucas-programmet. Utvalget er gjort i nært samarbeid med SSB. Data som like gjerne, og kanskje med høyere presisjon, kan hentes fra registre eller andre kilder blir ikke registrert. På SSU-punktene blir det også registrert vegetasjonstyper i henhold til klassifikasjonssystemet som er beskrevet hos Fremstad (1997). I tillegg til registreringene på SSU-punktene utføres vegetasjonskartlegging av hele PSU-arealet. Kartleggingen skjer i henhold til V50 system for vegetasjonskartlegging på oversiktsnivå (Rekdal og Larsson 2005). Dette systemet er gjennomprøvd, ressursforbruket akseptabelt og resultatene har mange anvendelser innen kvantifisering og vurdering av arealressurser og naturmiljø.

Vegetasjonskartlegging etter V50 systemet utføres ved feltbefaring. Kartleggeren benytter flyfoto (stereopar) i målestokk omkring 1:40 000. I hovedsak vil dette være svart/hvite foto eller fargefoto, men IR-foto benyttes der slike er tilgjengelige. Feltregistreringene tegnes inn på bildene og digitaliseres senere fra disse. Minste figurstørrelse ved kartlegging er vanligvis 10 dekar, men i AR18x18 registreres mindre areal når det er mulig og hensiktsmessig innenfor de begrensningene flybildene setter. Arealberegninger utføres deretter med GIS-programvare.

3 REGISTRERINGSMETODIKK

Arealrepresentativ kartlegging av naturtyper etter NiN baseres på en utvalgsmetode der NiN typer, eventuelt med tilleggsvariabler, registreres på et utvalg lokaliteter. Flere forhold må vurderes når en skal velge registreringsmetodikk, hvorav særlig følgende faktorer er utslagsgivende:

- Valg av registreringsenheter
- Metode for registrering
- Valg av beskrivelsesvariabler
- Kostnad og framdrift
- Opplæring og kompetansekrav

Det er prinsipielt to måter å gjennomføre arealrepresentativ kartlegging av naturtyper i flater på:

- arealdekkende kartlegging av kartleggingsenheter i form av polygoner
- kartlegging av kartleggingsenheter i form av punkter av en predefinert størrelse

Ved arealdekkende kartlegging mener vi her at hele flata kartlegges etter en bestemt målestokktilpasning gitt av Veileder for kartlegging av terrestrisk naturvariasjon etter NiN (2.0.2) (Bryn & Halvorsen 2015). I veilederen oppgis kartleggingsenhetene for de ulike målestokkene. Disse vil ikke gjentas her.

Ved punktkartlegging, må punktets størrelse og form defineres på forhånd (i m²). Størrelsen vil påvirke framdrift og kostnad, men også kvaliteten. Generelt vil vi få en mer presis enhetsbestemmelse ved å velge små punkt, for eksempel 1 m², enn det vi vil få ved å velge større punkt, for eksempel 100 m². Velger vi 100 m², vil vi risikere utfordringer med flere enheter innen samme punkt, og da vil det bli mye jobb med å registrere mosaikker og sammensatte polygoner. Optimal punkt-størrelse er antakelig et inntil 10 m² stort sirkulært punkt (1,8 m radius), hvor midtpunktet defineres av punktkoordinatene. For noen variabler, for eksempel tresjiksdekning, må vurderingsarealet være større enn arealet enheten bestemmes i. Dette er helt normalt for punktregistreringer og benyttes blant annet ved vegetasjonskartlegging (Bryn et al., 2015).

Dersom man velger punktregistrering må det avgjøres hvor mange punkt som skal legges ut innen hver flate, og hvordan disse skal legges ut. I praksis begrenses antallet punkter av budsjettet, og dermed den tiden man har til rådighet for registrering på flatene. For plasseringen av punktene gjelder de samme vurderingene som for utlegging av flatene. Systematisk variasjon kan imidlertid være et større problem innenfor avgrensede lokaliteter enn for landet som helhet. En registreringsmetodikk som baserer deg på punktregistrering (istedenfor arealkartlegging) innenfor flatene, bør derfor vurdere å benytte enkelt tilfeldig

utvalg ved plassering av punktene innenfor flatene, selv om flateutvalget i seg selv er et stratifisert eller systematisk utvalg.

Tabell 1: Fordeler og ulemper ved arealdekkende kartlegging versus kartlegging i punkter av predefinert størrelse.

Arealdekkende kartlegging	Typebestemming i punkter
<ul style="list-style-type: none"> • God arealstatistikk • Tidkrevende og dyr registrering • Stort behov for tilrettelegging av materiale, utstyr og programvare – full kartlegging m feltbrett • Stort behov for harmonisering av kartleggere m.h.t. figuravgrensing og kartografiske utfordringer • Utfordrende m.h.t. mosaikk og sammensatte polygoner 	<ul style="list-style-type: none"> • God arealstatistikk, men punktutvalget introduserer ny usikkerhet • Tidseffektivt og billig • Lite behov for tilrettelegging av materiale, utstyr og programvare – kan begrenses til håndholdt GPS hvor forhåndsdefinerte punkt lastes opp • Ingen behov for harmonisering av kartleggere m.h.t. figuravgrensing og kartografiske utfordringer • Lite utfordrende m.h.t. mosaikk og sammensatte polygoner

Uansett registreringsform bør det foreligge en metodikk for å fange opp forekomst av et engere utvalg sjeldne naturtyper som er av spesiell forvaltningsmessig interesse. Dette kan gjøres ved at slike forekomster registreres som tilleggsinformasjon for flata, gjerne med en veiledende punktkoordinat for å understøtte gjentak. Miljødirektoratet må i så fall utarbeide en liste over de naturtypene som skal inngå i denne registreringen. Andre praktiske spørsmål er om alle flater skal oppsøkes i felt, eller om enkelte (f.eks. blokkdominerte) flater i høyfjellet og vegetasjonsløse øyer til havs kan tolkes fra flybilder.

3.1 Valg av klassifikasjonssystem

Valg av klassifikasjonssystem vil påvirke alle deler av AKO-prosjektet. Valget av nomenklatur og beskrivelsesvariabler står sentralt for:

- formål - hvilket naturtypenivå ønsker Miljødirektoratet å samle informasjon om
- tidsbruk i felt – hvor mye skal dette koste, og hvor raskt må undersøkelsen ferdigstilles
- opplæring og kompetansekrav – hvor mye må inventørene læres opp og kunne for å gjennomføre kvalitativt tilfredsstillende feltarbeid

Miljødirektoratet valgte NiN klassifikasjonssystem i målestokken 1:5.000 for arealdekkende kartlegging gjennom kunnskapsløftet i 2015. Vi må anta at Miljødirektoratet dermed har bestemt seg for at dette enhetsnivået gir tilstrekkelig informasjon om naturens variasjon i Norge. Dette er et nivå med 281 fastmarks- og våtmarksenheter (Veileder for kart-

legging av terrestrisk naturvariasjon; Bryn & Halvorsen 2015), hvilket er et langt mer detaljert system enn det f. eks Fremstad (1997) har for sine vegetasjonstyper

Det vil åpenbart gi raskere framdrift og redusere kostnadene i prosjektet, uansett om en velger arealdekkende kartlegging eller typebestemmelser i punkter, å velge enhetsnivåene tilpasset 1:10.000 eller 1:20.000. Vi anbefaler likevel ikke disse nivåene dersom informasjonsbehovet hos Miljødirektoratet tilsier enhetsnivået 1:5.000. Dette er en vurdering som må gjøres av Miljødirektoratet.

Tabell 2: Antall kartleggingsenheter for de 5 målestokkene kartlegging etter NiN er tilpasset til, gjeldende fastmark- og våtmarkssystemer, samt is- og snøsystemer.

Målestokk	# klasser
1:20.000	141
1:10.000	175
1:5.000	281
1:2.500	352
1:500	448

Arealrepresentativ utvalgskartlegging er billigere å gjennomføre enn arealdekkende kartlegging (slik den ble gjennomført i 2015). Likevel må det fremheves at detaljeringsgraden i typesystemet er sterkt kostnads- og tidsdrivende. I tillegg er en del av typene i NiN tilpasset målestokkområdene 1:2.500 og 1:500 særdeles krevende m.h.t. artskunnskap innen kryptogamer. Ett godt eksempel er de 85 enhetene av T1 Nakent berg for målestokken 1:500, hvor mange av grunntypene bare kan skilles fra hverandre av kartleggere med svært inngående artskunnskap om moser. Ut fra behovet for opplæring og kompetansebehovet hos alle kartleggerne, anser vi det ikke som realistisk å få stabil tilgang til slik kompetanse gjennom hele prosjektperioden for AKO.

Følgende forhold tilsier at enhetsnivået for målestokken 1:5.000 bør benyttes i AKO-prosjektet:

Det er dette enhetsnivået det er lagd beskrivelser for i NiN, det vil si faktaark med artslistor, foto, utbredelsesbeskrivelser og annet. Det finnes ikke beskrivelser for kartleggingsenheter innen de andre enhetsnivåene.

Miljødirektoratets valg av dette enhetsnivået for kartlegging i 2015 tilsier at dette vil bli det primære enhetsnivået for kartlegging av naturtyper i Norge. Det er trolig dette enhetsnivået som da blir mest relevant for Miljødirektoratet å skaffe arealstatistikk fra.

Dette enhetsnivået ansees som informativt nok for å dekke formålene til Miljødirektoratet, og er mer detaljert enn typesystemer som de har basert tidligere kartlegginger på (for eksempel naturtypene i DN HB-13 (2007), hvor mange er basert på vegetasjonstyper etter Fremstad (1997)).

Det er effektivt å benytte samme enhetsnivå i AKO-prosjektet som i andre prosjekter, ettersom dette letter opplæring og gjør flere inventører kvalifiserte for kartlegging (gjennom tidligere erfaringer).

Dersom man velger å typebestemme enheter fra målestokkområdet 1:5.000, kan alle enheter for målestokkene 1:10.000 og 1:20.000, samt hovedtyper og hovedtypegrupper avledes for hvert punkt. Det har derfor ingen hensikt å registrere enheter fra noen av de hierarkiske nivåene over det valgte enhetsnivået.

3.2 Valg av beskrivelsesvariabler

Valg av beskrivelsesvariabler fra NiN-systemet vil også påvirke alle deler av AKO-prosjektet. Beskrivelsessystemet i NiN er særdeles omfattende, og det må gjøres et meget skjønnsomt utvalg av kun de aller mest relevante variablene. Det er viktig å være klar over at det kan være langt mer tidkrevende å registrere variabler fra beskrivelsessystemet enn å bestemme NiN type. Med et stort antall variabler som skal registreres, vil en arealrepresentativ kartlegging av naturtyper etter NiN trolig bli dyrt å gjennomføre.

Prosjektgruppen vil på generelt grunnlag ikke anbefale å følge Bryn & Halvorsens (2015) tabell C3 (Veileder for kartlegging av terrestrisk naturvariasjon; Bryn & Halvorsen 2015), som oppgir standard variabler fra beskrivelsessystemet for de ulike målestokkområdene. Det er betydelig potensial for å fjerne variabler, uten at dette vil medføre tap av vesentlig informasjon for miljøsektoren.

I NiN-systemet er det ni ulike variabelkategorier som kan registreres i kartfigurer (Tabell 3), foruten NiN klasse. I tillegg kan det registreres underordnede lokale komplekse miljøvariabler (uLKM) i kartfigurene (se kap. A6 i Veileder for kartlegging av terrestrisk naturvariasjon; Bryn & Halvorsen 2015, og neste delkapittel). For detaljert informasjon om alle variablene i beskrivelsessystemet henviser vi til Veileder for kartlegging av terrestrisk naturvariasjon etter NiN (Bryn & Halvorsen 2015).

De mest brukte variabelkategoriene er artssammensetningsvariabler (1), naturgitte objekter (4) og tilstandsvariasjon (7). For hver hovedtype er det angitt hvilke av disse som, ifølge standarden, skal kartlegges (se vedlegg). Menneskeskapte objekter (5), som ifølge standarden skal kartlegges, stedsfestes der de forekommer, som punkter eller linjer.

Tabell 3: Kategorier av variabler fra beskrivelsessystemet som benyttes under kartlegging etter NiN.

Kode	Kategori	Beskrivelse	Eksempler på formål
0	Lokale komplekse miljøvariabler	Gruppe av enkeltmiljøvariabler som samvarierer, og som kan forklare variasjonen i artssammensetning innen en hovedtype. Brukes først og fremst til inndeling i grunntyper, men LKM'er som gir opphav til observerbar, men ikke betydelig variasjon i artssammensetning (underordnede LKM'er / uLKM) inngår som variabler i beskrivelsessystemet	Beskrive miljørelatert variasjon i større detalj enn kartleggingsenhetene og grunntypeinndelingen gir mulighet for, f.eks. for å skille mellom beite- og slåttemark, eller angi at skogsmarka er fuktig
1	Artssammensetningsvariabler	De artene som lever sammen innenfor et gitt område; beskrives ved å angi hvilke arter som forekommer og eventuelt også deres mengde	Beskrive tresjiktdeknning i skogsmark, om det er barskog eller edellauvskog, eller angi relativ mengde av lav og moser på nakent berg
2	Geologisk sammensetning	Parallellen til artssammensetning; omfatter bergarter, mineraler, jordarter, jordsmonn og eventuelle fossiler som finnes innenfor et gitt område	Knytte mineral- eller fossilforekomster til kartlagte naturtypepolygoner
3	Landform	Mer eller mindre distinkt terrengform som kan gi en felles karakteristikk på grunnlag av egenskaper som ofte er forårsaket av én enkelt eller en kombinasjon av distinkte landformdannende prosesser	Knytte naturtypepolygoner til tydelige landformer som f. eks ravinedaler eller bekkekløfter
4	Naturgitte objekter	Fysisk observerbare, romlig avgrensede elementer som helt eller for det meste består av umodifiserte livsmedier og som ikke inngår i et natursystems vanlige bunn- eller marksystem	Beskrive dødvedinnhold, forekomst av store eller gamle trær, rotvelter, etc. i skogsmark
5	Menneske-skapte objekter	Fysisk observerbare gjenstander som ofte (men ikke alltid) består av sterkt modifiserte eller syntetiske livsmedier og som er resultatet av menneskers virksomhet	Beskrive forekomst av kulturminner; beskrive egenskaper som f. eks bygningstyper og arealbruk
6	Regional naturvariasjon	Variasjon i makroklimatiske og/eller andre miljøforhold som gir opphav til mønstre på grov romlig skala (karakteristisk skala for variasjon typisk > 1 km)	Angi regional eller bioklimatisk tilhørighet ved plassering til bioklimatisk seksjon og bioklimatisk sone
7	Tilstandsvariasjon	Variasjon i miljøforhold som gir opphav til mønstre som er observerbare i et relativt kort tidsrom [typisk mindre enn 100 (-200) år] og som ikke endrer det aktuelle systemets grunnleggende egenskaper, og den variasjonen i artssammensetning den gir opphav til	Angi gjengroingstrinn for semi-naturlig mark som ikke lenger er i bruk, beitetrykk og beitedyreslag på beitemark, suksesjonsstadier (hogstklasser) i normalskog
8	Terrengformvariasjon	Variasjon i terrengets overflateformer som kan beskrives ved kontinuerlige variabler som for eksempel relativt relieff og terrengujevnhet	Gi en detaljert beskrivelse av terrengform
9	Romlig strukturvariasjon	Variabler som beskriver observerbare arealegenskaper (størrelse, omkrets etc.), vertikal samfunnsstruktur (sjiktning, tresjiktdeknning)	Åpne for å kunne beskrive sjiktning i skog, etc.

3.3 Kostnad og framdrift

Beregning av kostnad og framdrift er krevende, og baseres på erfaringstall fra NiN-kartlegging og prosjektet Arealregnskap i utmark (AR 18X18; Strand 2013). Spesielt viktig er valg av kartleggingsmetode og flate-tetthet. Det er isolert sett adskillig dyrere å gjennomføre arealdekkende kartlegging, enn å kartlegge enkeltpunkter. Tiden det tar å komme inn til hver flate, før kartlegginga kan begynne, er også svært viktig.

Erfaringer fra AR 18X18 viser at godt over halvparten av tidsbruken i felt går med til transport til flatene. Dette omfatter både transport langs vei og transport gjennom terrenget. Motorisert ferdsel (f.eks. med ATV og helikopter) bør så langt det er mulig unngås – både av hensyn til miljøet og av hensyn til signaleffekten fra et prosjekt som skal understøtte god forvaltning av miljøet. I blant vil det imidlertid ikke være mulig å unngå bruk av helikopter og båt. Dette drar opp prisen per dagsverk. I Arealregnskap i utmark (AR 18X18) ble det brukt helikopter til 84 flater.

Effektiv bruk av helikopter krever svært god logistikk. Det må være mange kartleggere tilgjengelig og tidsforbruket per flate må være forutsigbart slik at man kan koordinere transporten av disse. En god del flater krever også båttransport. Det mest effektive har vist seg å være leie av båttransport lokalt. Dette krever noe mindre logistikk, men både helikopter- og båt-transport forutsetter god koordinering og forutsigbar framdrift og er derfor nært knyttet til valg av målestokknivå og antall variabler fra beskrivelsessystemet som inkluderes.

Eventuelle andre registreringer vil også begrense framdriften og øke kostnadene. Om Miljødirektoratet ønsker at det skal brukes noe tid på artsregistreringer i felt, for eksempel at noe av tiden i felt brukes til registrering av rødlista arter, vil dette nødvendigvis medføre økte kostnader.

Optimal framdrift og kostnad får man antagelig med et design som gjør det mulig (som hovedregel) å registrere to flater per dag der hvor transporten mellom flatene er enkel, og en flate per dag der transporten er komplisert. Dette innebærer en arbeidstid på 3 - 4 timer på selve flata. Hvis arbeidstiden per flate er mer enn dette, vil det ikke være mulig å rekke over to flater per dagsverk. Hvis tidsbruken per flate overstiger omkring 6 - 7 timer vil det heller ikke være mulig å gjennomføre kartlegging av hele flater med komplisert transport (5 - 6 timer) innenfor ett dagsverk. Disse vurderingene bør legges til grunn ved endelig fastsettelse av registreringsmetodikk. Alternativene er da 1) et opplegg som tar om lag 3-4 timer per flate; og 2) et opplegg som tar om lag 6 - 7 timer per flate (begge eksklusive transporttid).

Estimert kostnad og framdrift ved ulike studiedesign er summert opp i Tabell 5.

4 OPPLÆRING OG KOMPETANSEKRAV

Kartlegging med NiN som type- og beskrivelsessystem setter klare kompetansekrav til feltinventøren (se kap. A6 i Veileder for kartlegging av terrestrisk naturvariasjon; Bryn & Halvorsen 2015). Dette er spesielt viktig i AKO, hvor inventøren forutsettes å beherske hele typesystemet. I andre prosjekter, med fokus på et mindre utvalg enheter eller som foregår innen en spesifikk region, vil det være mulig å kartlegge uten å ha en full oversikt over hele NiN natursystemnivået. Dette vil ikke være tilrådelig ved arealrepresentativ kartlegging.

Det er imidlertid viktig å gjøre oppmerksom på at opplærings- og kompetansebehovet er sterkt avhengig av hvilken metode (arealdekkende kartlegging eller punktregistrering – se diskusjon ovenfor) som velges.

Begge metodene krever god kunnskap og erfaring om alle typene på det valgte enhetsnivået, samt innsikt i regional variasjon. I tillegg krever begge metodene inngående kjennskap til de variablene fra beskrivelsessystemet som skal inngå. Kunnskapen hos inventørene som skal delta, må også harmoniseres, slik at typebestemmelser og beskrivelsesvariabler brukes konsekvent i alle flater, uavhengig av hvem feltinventøren er. Arealdekkende kartlegging krever i tillegg minst 3-5 års erfaring med kartografisk avgrensning av polygoner, hvor harmonisering mellom inventører har stått spesielt i fokus (Bryn & Halvorsen 2015).

Vi vet fra tidligere prosjekter at figuravgrensning utført av ulike inventører kan gi opphav til ulike kart, og at dette er en av de mest krevende utfordringene ved arealdekkende kartlegging. Det må derfor påregnes ulikt behov for opplæring og kompetanse ved valg av metode (Tabell 4).

Tabell 4: Opplæringsbehov ved valg av kartleggingsmetode:

	Arealdekkende kartlegging	Typebestemming i punkter
Opplæringsbehov	<ul style="list-style-type: none">• 2 dagers teoretisk innføring• 1 ukeskurs i enhetsgjenkjenning og opplæring i registrering av variabler fra beskrivelsessystemet• 1 ukeskurs i kartlegging av polygoner, teknisk opplæring m.m.	<ul style="list-style-type: none">• 2 dagers teoretisk innføring• 1 ukeskurs i enhetsgjenkjenning og opplæring i registrering av variabler fra beskrivelsessystemet• ½ dags opplæring i bruk av håndholdt GPS
Tidsbruk / kostnad	<ul style="list-style-type: none">• 2 ½ ukesverk per inventør	<ul style="list-style-type: none">• 1 ½ ukesverk per inventør

Et pilotprosjekt for kartlegging av naturtyper etter NiN på et utvalg av Landsskogflater ble gjennomført av NIBIO i 2015 (Granhus et al., 2016). Resultatene var i tråd med andres funn, og viser at det er et stort behov for opplæring i forbindelse med kartlegging etter NiN (Bryn & Halvorsen 2015). Erfaringer viser at man ved opplæring bør fokusere på særlig følgende forhold:

- Det ser ut til å være avgjørende for å lykkes med kartlegging etter NiN, at inventøren har god oversikt over systemets oppbygning. Det vil derfor være behov for en teoretisk innføring i systemets arkitektur.
- Semi-naturlige naturtyper er mer utfordrende å bestemme og avgrense sammenliknet med naturlige og sterkt endrete naturtyper. Opplæringsdelen bør derfor fokusere på de semi-naturlige typene.
- Regional variasjon innen naturtypene ser ut til å gi ustabil typebestemmelse mellom kartleggere. Opplæringsdelen må derfor inkludere en komponent som tar opp i seg regional variasjon.
- Artskunnskap har vist seg å være viktig for å skille fra hverandre en del nærstående naturtyper. Til dette trengs god kompetanse om karplanter, men også et bredt utvalg av mose- og lavarter.

Uavhengig av valg av metode må derfor grunnkurset i enhetsgjenkjenning og opplæring i registrering av variabler fra beskrivelsessystemet inkludere en ekskursjon som inkluderer regional variasjon. Kurset bør ha spesielt fokus på semi-naturlige kartleggingsenheter og arter som kan anvendes for å skille enhetene fra hverandre.

Arealrepresentativ kartlegging av naturtyper i Norge vil måtte foregå over flere år. Det vil ikke være mulig å gjennomføre et slikt prosjekt på en sesong. Antakelig vil etableringsfasen av et AKO-program (første gangs registrering på alle flatene) måtte gjennomføres på mellom 5 til 10 år. Det bør minst være 1 (helst 2) feltinventør(er) som deltar gjennom hele denne etableringsfasen, det vil si som deltar hvert år. Slike faste inventører er viktig for å holde registreringene konsistente fra år til år og for å sørge for harmonisering av nye feltinventører. Ved kursing av nye inventører må de faste inventørene delta i kursstaben. Det er også en fordel om enkelte inventører fra etableringsfasen deltar i den langsiktige gjennomføringen av programmet (etter etableringsfasen) idet dette bidrar til kontinuitet og harmonisering av arbeidsmetode.

Tabell 5: Oppsummerende tabell for ulike studiedesign. Tiden det tar å komme inn til flatene varierer mye, og vil gi store forskjeller i tidsbruken. Med punkt menes her naturtypen rundt senterkoordinatene av en sirkel på 10 m² størrelse (1,8 m radius), men noen av variablene vurderes for et større areal. Ett dv er estimert til 10.000 NOK i snitt, som inkluderer lønn, transportkostnader, kost- og døgntillegg m.m. Forkortelser: dv = dagsverk, uv = ukesverk. Kostnader knyttet til modul 6 avhenger av utvalgets størrelse (antall enheter) og hvor sjeldne de er. Kostnadene er anslått uten at det er tatt hensyn til lønns- og prisvekst. Med en normal lønns- og prisvekst på 3 % vil totalsummene øke med om lag 5 % ved implementering over en periode på 5 år, og nær 10 % ved implementering over en periode på 10 år. Kostnadene er anslått uten mva.

Alt.	Metode	Utvalgsdesign	Registreringer	Variabler	Artsreg.	Framdrift i felt i snitt	For- og etterarbeid	Opplæringsbehov og kostnad ³	Kostnad uten opplæring
1	Areal-dekkende kartlegging	1100 flater (18x18) av 0,9 km ²	1:5.000, alle kartleggingsenheter	1:5.000, alle standard var. (Vedlegg C5)	20 % tid i snitt til artsreg.	7 dv per flate	1 ½ dv per flate	2 ½ uv totalt = 100.000 NOK	8,5 dv x 1100 = 93 mill NOK
2		1100 flater (18x18) av 0,9 km ²	1:5.000, alle kartleggingsenheter	1:5.000, alle standard var. (Vedlegg C5)	Ingen artsreg.	5 dv per flate	1 ½ dv per flate	2 ½ uv totalt = 100.000 NOK	6,5 dv x 1100 = 71 mill NOK
3		1100 flater (18x18) av 0,9 km ²	1:5.000, alle kartleggingsenheter	Svært begrenset utvalg var.	Ingen artsreg.	3,5 dv per flate	1 dv per flate	2 ½ uv totalt = 100.000 NOK	4,5 dv x 1100 = 49 mill NOK
4		1100 flater (18x18) av 0,45 km ²	1:5.000, alle kartleggingsenheter	1:5.000, alle standard var. (Vedlegg C5)	20 % tid i snitt til artsreg.	3,5 dv per flate	1 dv per flate	2 ½ uv totalt = 100.000 NOK	4,5 dv x 1100 = 49 mill NOK
5	Punkt-registrering	1100 flater (18x18) av 0,9 km ² med 40 punkt	1:5.000, alle kartleggingsenheter	1:5.000, alle standard var. (Vedlegg C5)	20 % tid i snitt til artsreg., og reg. av utv. typer	2 dv per flate	1 dv per flate	1 ½ uv totalt = 60.000 NOK	3 dv x 1100 = 33 mill NOK
6		1100 flater (18x18) av 0,9 km ² med 30 punkt	1:5.000, alle kartleggingsenheter	Svært begrenset utvalg var.	Ingen artsreg., ingen reg. av utv. typer	1 dv per flate	½ dv per flate	1 ½ uv totalt = 60.000 NOK	1 ½ dv x 1100 = 16 mill NOK
7	Areal-dekkende kartlegging av utvalgte typer	1100 flater (18x18) av 0,9 km ²	1:5.000, ~ 30 - 40 utvalgte enheter	1:5.000, alle standard var. for de utvalgte enhetene	20 % tid i snitt til artsreg., og reg. av utv. typer	2 dv per flate	1 dv per flate	2 ½ uv totalt = 100.000 NOK	3 dv x 1100 = 33 mill NOK

³ Opplæringskostnad estimert per deltakende inventør. Lønn, ekskursjonskostnader, overnatting m.m. inkludert.

5 PROSEDYRER OG DATAFLYT

5.1 Datamodell for AKO

AKO må i etableringsfasen bli bygget opp med en enkel datamodell. Grunnmodellen består av følgende nivåer:

AKO-Programmet. Dette er en container for hele modellen

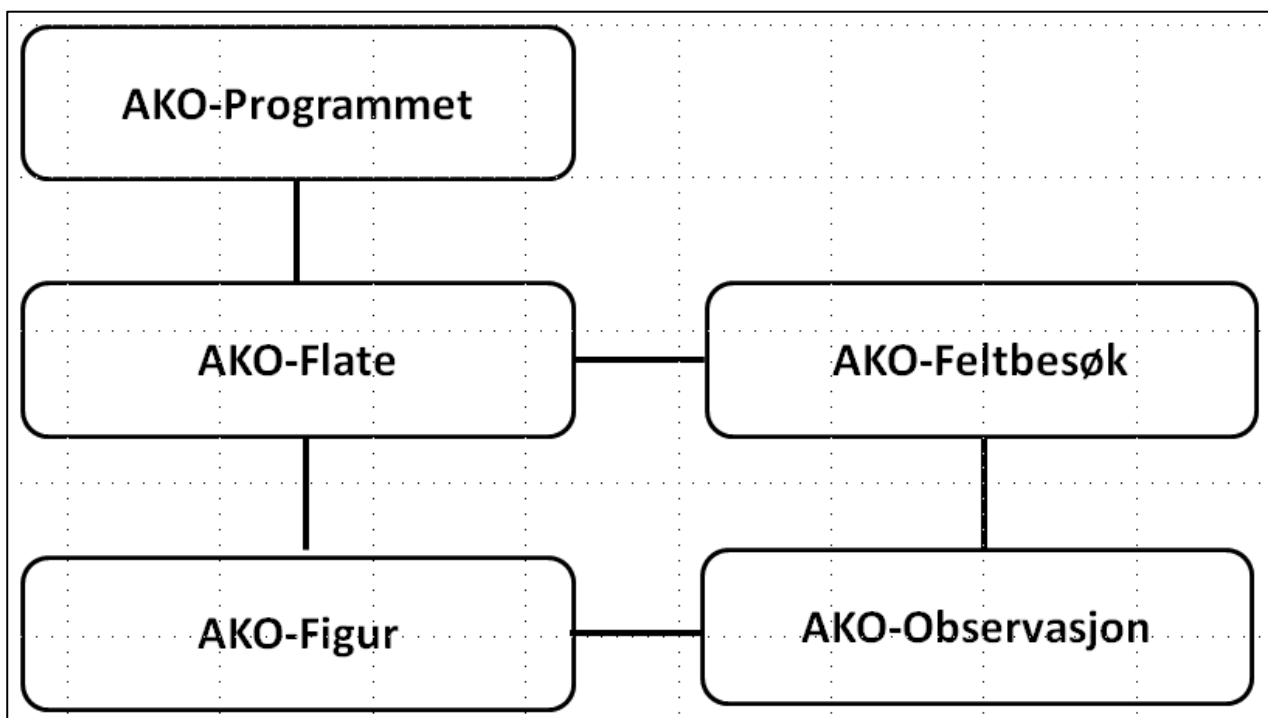
AKO-Flate. En enkelt utvalgsflate

AKO-Feltbesøk. Dette er «hendelsen» der en inventør oppsøker ei overvåkingsflate og utfører registreringer på flata.

AKO-Figur. Dette er en geografisk lokalitet hvor det er utført registreringer. Kan være et punkt eller en arealfigur

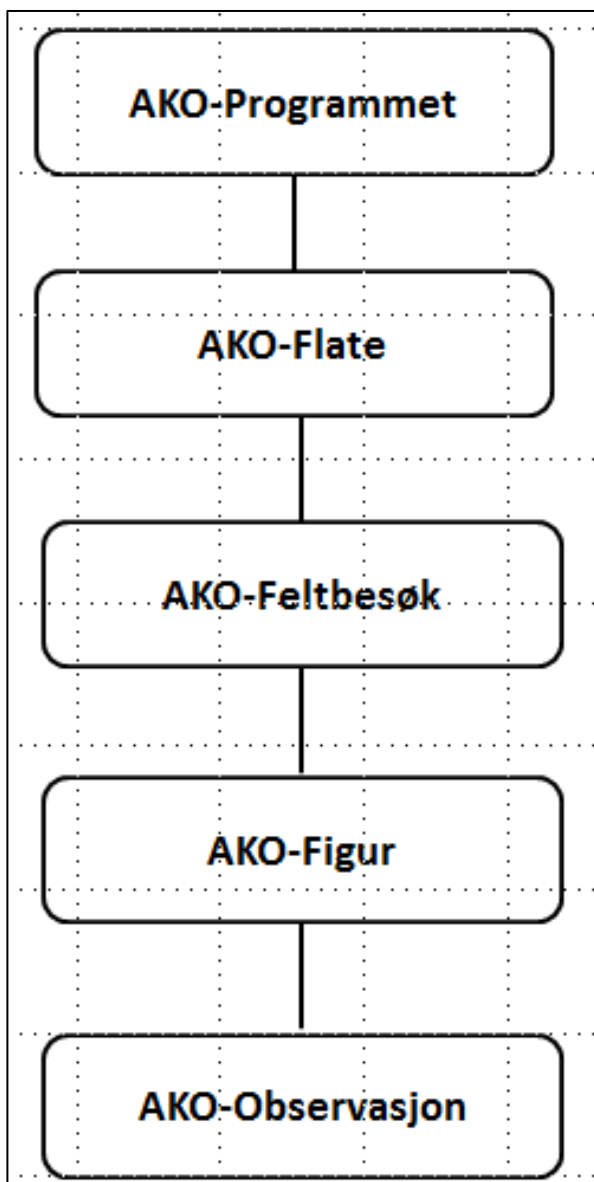
AKO-Observasjon. Registrering av NiN type og et knippe tilleggsvariabler for en figur.

Modellen består av et sett med en-til-mange relasjoner der AKO-Programmet består av mange AKO-Flater og hver AKO-Flate inneholder mange AKO-Figurer, hvor det over flere år vil bli utført mange AKO-Registreringer. Til hver relasjon i denne modellen vil det være knyttet et sett med egenskaper. Modellen kan få noe ulik form, avhengig av om figurene betraktes som permanente eller ikke.



Figur 5: Datamodell med permanente observasjonssteder

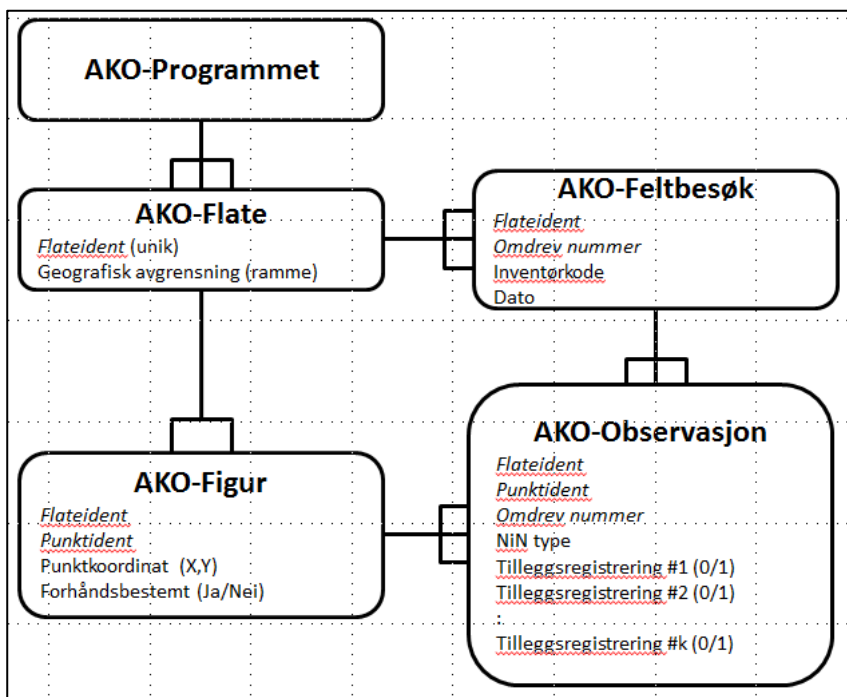
I datamodellen med faste observasjonssteder består AKO-programmet av en serie AKO-Flater. For hver AKO-Flate er det etablert et fast sett med observasjonssteder i form av AKO-Figurer. Ved punktregistrering vil «figurene» være punkter og de fleste av disse er forhåndsdefinerte, men noen punkter (som representerer sjeldne forekomster observert på flatene) kan legges til av inventørene. På flatene gjennomføres AKO-Feltbesøk. Under feltbesøket utfører inventørene AKO-Observasjoner hvor det registreres ulike data for AKO-Figurene



Figur 6: Datamodell uten permanente observasjonssteder

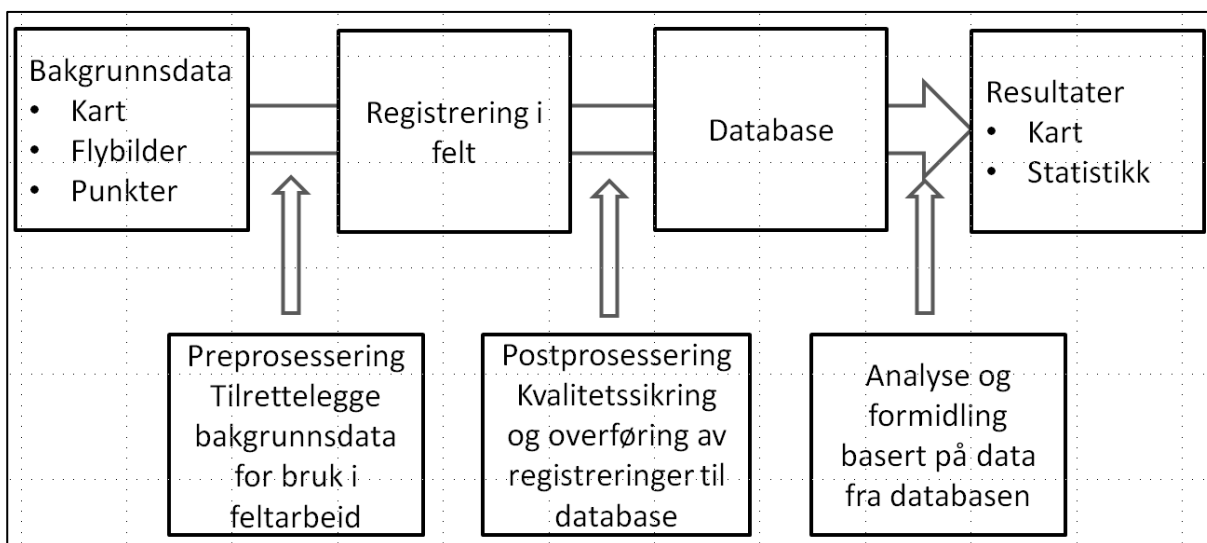
I datamodellen uten permanente observasjonssteder består AKO-programmet av en serie AKO-Flater. For hver AKO-Flate vil det med noen års mellomrom bli utført AKO-Feltbesøk. Under feltbesøket registreres nye AKO-Figurer (i form av punkter eller polygoner) og egenskaper ved AKO-Figurene registreres som AKO-Observasjoner.

I Figur 7 beskrives en datamodell med permanente observasjonspunkter med aktuelle egenskaper på hvert nivå i modellen (nøkkelfelt i kursiv):



Figur 7: Datamodell. Variant med permanente observasjonspunkter

Dataflyt i AKO prosjektet kan deles i flere faser: Pre-prosessering og post-prosessering av data, samt analyse og uttak av registrerte data i etterkant. Innholdet i pre-prosesseringsfasen avhenger av valg av system og registreringsmetodikk. Dataflyt i denne fasen blir mer komplisert ved valg av arealdekkende kartlegging innenfor utvalgsenhetene, enn ved punktregistreringer. Dataflyt i post-prosesseringsfasen vil også være avhengig av registreringsmetode, spesielt med hensyn på kvalitetssjekk av data. Dataflyt i anvendelsesfasen vil være relativt standardisert, uavhengig av tilnæringsmetode.



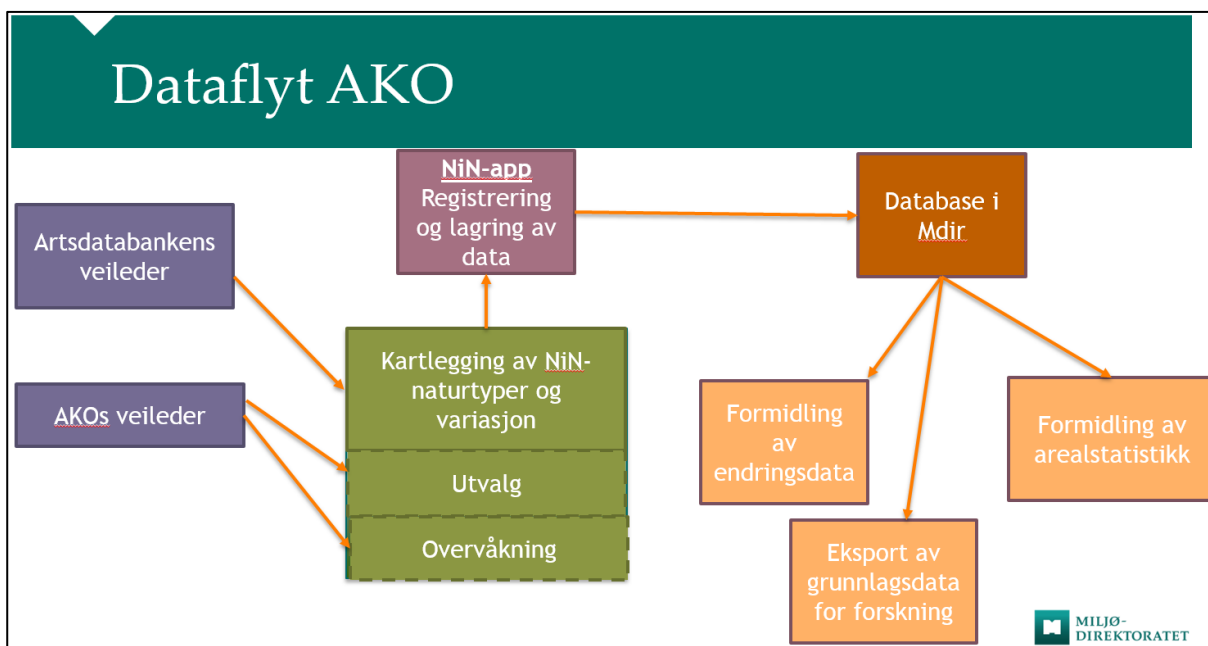
Figur 8: Prinsippskisse for overordnet dataflyt.

5.2 Preprosessering

Det må utvikles programvare for feltdatasamler som følger den instruksjonen som velges for prosjektet. Ved arealdekkende kartlegging på utvalgsflater må programvaren understøtte slik kartlegging. Ved punktregistrering er det tilstrekkelig at programvaren kan lede feltinventøren frem til forhåndsdefinerte punkter og registrere observasjon. I tillegg bør det være mulig å registrere forekomster av utvalgte NiN klasser ut over det som observeres ved punktene.

Ved arealdekkende kartlegging må det tilrettelegges nedlastbare «pakker» med bakgrunnsdata. Dette omfatter topografisk kart, høydemodell og ortorektifiserte flybilder av akseptabel kvalitet. Det anbefales også å konstruere et grunnlag bestående av en polygonisert kombinasjon av vannkontur, veier og flatekant. Kartkonstruksjonen i felt utføres deretter som en redigering og videre detaljering av denne modellen.

Ved punktregistreringer er det tilstrekkelig å tilrettelegge en «pakke» bestående av GPS koordinater for punktene som skal oppsøkes i felt. Selve registreringen kan skje på papirskjema, men det anbefales å benytte en programmert feltdatasamler (fortrinnsvis, men ikke nødvendigvis) kombinert med GPS for registrering av NiN klasse og eventuelle tilleggsvARIABLES. Opplegget bør tillate registrering av punktforekomster av utvalgte sjeldne NiN klassene ut over det som observeres på de forhåndsdefinerte punktene.



Figur 9: Påtenkt dataflyt i AKO. Utarbeidet av Miljødirektoratet og Artsdatabanken.

Ved fremtidig gjentak av registreringene i overvåkingsammenheng kan det være behov for å laste ned tidligere registreringer til feltdatasamler hvis disse skal gjenbrukes/kontrolleres. Det må uansett utarbeides egne instruksjoner for gjentak, hva enten dette gjøres i form av arealdekkende kartlegging eller punktregistreringer. Selv om slike gjentak

ligger et stykke inn i fremtiden, må skisse til metodikk utarbeides nå for å sikre at første-gangsregistreringene understøtter de planlagte gjentakene.

5.3 Innsamling av data i felt

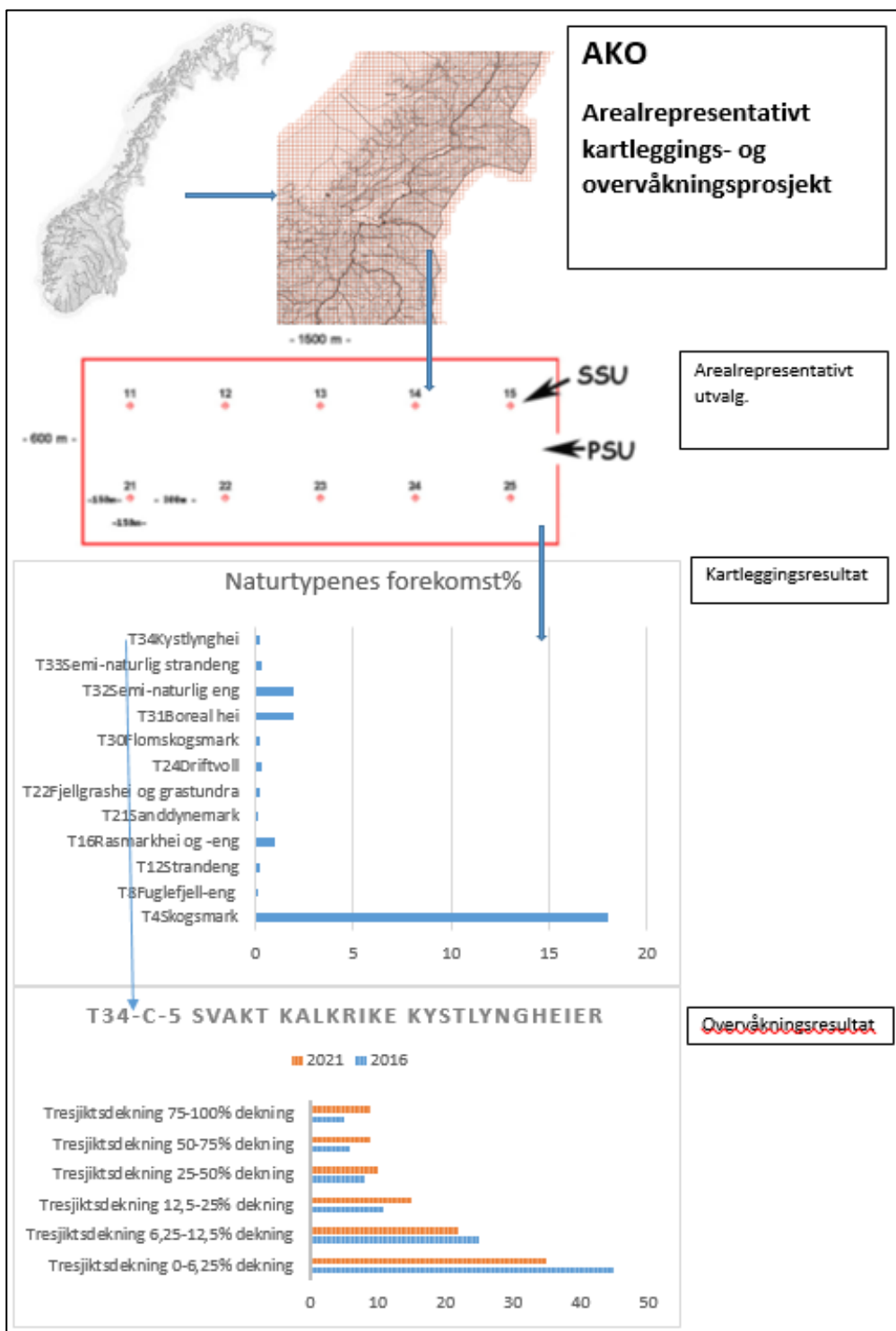
Innsamling av data i felt skjer etter fastsatt instruks. Ved arealdekkende kartlegging benyttes generell instruks for arealdekkende kartlegging i den målestokken som velges. Instruksen må ha klare regler for minstefigurer, figurering, fastsettelse av NiN-klasse, mosaikking og registrering av tilleggsvARIABLE. Skjønnsmessige vurderinger må forsøkes unngått, og må om de benyttes knyttes til valg mellom få og veldefinerte kategorier.

5.4 Postprosessering

Registrerte data i AKO-prosjektet må lastes inn i systemene som utvikles for dette i Miljødirektoratet eller Artsdatabanken. Innlasting av data fra feltdatasamler eller registrerings-skjema må underkastes kvalitetssjekk og korrektur før data lastes opp til en felles database.

5.5 Prosessering ved analyse og bruk av data

Prosessering og analyse av AKO-data utføres mot sentral database hos Miljødirektoratet eller Artsdatabanken. Systemet må om nødvendig kunne skjerme lokalitetsdata, men tillate visning av statistikk og generaliserte kart. Det kan også legges til rette for eksport av data til bruk i forskning etc.



Figur 10: Bearbeiding og analyse av data i AKO. Et landsdekkende nettverk av punktregistreringer benyttes i første omgang til å utarbeide statusoversikt over naturtypenes forekomst, dernest til å rapportere endringer observert ved fremtidige gjentak av registreringene. Utarbeidet av Miljødirektoratet og Artsdatabanken.

6 ANBEFALING – SAMLET METODIKK

Prosjektgruppas anbefaling

- Arealrepresentativ kartlegging- og overvåking av naturtyper (AKO) utvalgsundersøkelse organisert som et systematisk tilfeldig utvalg.
- For nasjonal og regional statistikk bør et flatetall på om lag 1 000 være tilstrekkelig. Det systematiske nettet må være konstruert slik at det kan suppleres med ytterligere flater i regioner der det er behov for det.
- For det konkrete valget av utvalgsflater likestiller prosjektgruppa to alternativer
 - Alternativ 1: AKO kan benytte utvalgsflatene i AR18X18. Argumenter for dette alternativet er at man kan
 - Benytte eksisterende kart og oppsøke rik vegetasjon for å finne sjeldne og viktige naturtyper
 - Analysere registreringer av inngrep og vegetasjonsdekke fra overvåking av verneområder (som benytter utvalgsflater – Strand og Bentzen 2016)
 - Analysere data fra fugleregistreringene som er utført for nasjonal bærekraftindikator
 - Alternativ 2 : AKO kan etableres basert på SSBGrid 1 km i et forband på 20 km. Argumenter for dette alternativet er at man kan
 - Skjerme utvalg og registreringer mot det innsyn som oppstår om utvalget samlokaliseres med en annen undersøkelse
 - Tilrettelegge for enkel fortetting på to halveringsnivåer med forband på hhv 10 og 5 kilometer
 - Enklere benytte egen flateform, f.eks. kvadratiske ruter
- For det konkrete valget av framdriftsmodell likestiller prosjektgruppa to alternativer
 - Alternativ 1: Ferdigstille undersøkelsen fylkesvis. Argumenter for dette alternativet er
 - Enklere og billigere logistikk
 - Fylkesstatistikk kan rapporteres etter hvert som undersøkelsen skrider frem
 - Alternativ 2: Gruppere flatene i klynger og undersøke klynger spredt over hele landet hvert år
 - Nasjonal statistikk kan publiseres allerede etter første år. Usikkerheten vil være stor det første året, men gradvis bli mindre etter hvert som større deler av undersøkelsen ferdigstilles.
- Registreringene på flatene bør utføres som punktregistreringer (fordi arealdekkende kartlegging ventelig blir for kostnadskrevenende)
- Utføre registreringene på et tilfeldig utvalg av forhåndsdefinerte punkter (og unngå effekter av systematisk variasjon innenfor den enkelte flate)

- Punktstørrelsen settes til 1 m², men omkringliggende areal av samme type kan benyttes for å typebestemme i punktet, dersom selve punktet er vanskelig å typebestemme m.h.t. artsinventar
- På punktene registreres dominerende NiN type i henhold til NiN typesystem tilpasset målestokk 1:5 000.
- På punktene registreres også et begrenset antall veldefinerte beskrivelsesvariabler. Det bør etterstrebtes å benytte binære variabler. Variablene bør fange opp forvaltningsinteressante typer som ikke framkommer gjennom typesystemet. Valg av beskrivelsesvariabler inngår i pilotprosjektet
- Et begrenset antall NiN typer med særlig forvaltningsmessig betydning (i henhold til en forhåndsdefinert liste) registreres om de forekommer på flatene selv om de ikke opptrer på punktene. Formålet er å rapportere utbredelsesområde.
- Etableringsfasen (første omdrev) av undersøkelsen gjennomføres over en periode på 5 - 10 år avhengig av tilgjengelig budsjett
- I etableringsfasen kartlegges årlig klynger av flater spredt over hele landet (etter modell av Landsskogtakseringen) slik at man allerede fra første år kan produsere forventningsrett (om enn usikker) nasjonal statistikk.

Anbefalingen tilsvare Alternativ 5 i Tabell 5 ovenfor (men med justeringer for registrering av variabler). Antatt totalramme ligger i størrelsesorden 35 til 40 mNOK (2015 kroner) eks mva. Dette anslaget må justeres når erfaringene fra pilotprosjektet (beskrevet nedenfor) foreligger.

6.1 Pilotprosjekt

Som fase 2 i utviklingen av Arealrepresentativ kartlegging- og overvåking av naturtyper (AKO) foreslås et pilotprosjekt, gjennomført i 2016. Formålet med pilotprosjektet er å prøve ut praktiske løsninger i alle deler av metodikken, samt skaffe erfaringstall for kostnadene ved feltarbeid. Elementene i pilotprosjektet vil være

- A. Etablere forslag til et landsdekkende utvalg med primær og sekundærenheter
- B. Avklare hvilke variabler fra NiNs beskrivelsessystem som skal inngå
- C. Utarbeide instruks for feltarbeid
- D. Tilrettelegge data og feltutstyr (Kart, GPS, Feltskjema/samler)
- E. Opplæring/kalibrering av feltpersonell
- F. Feltarbeid (anslagsvis 20 primærenheter m/ sekundærenheter)
- G. Bearbeide, dokumentere og analysere feltmateriale
- H. Evaluere erfaringene gjennom rapport
- I. Utarbeide opplegg for hovedprosjekt

Etablere forslag til et landsdekkende utvalg med primær og sekundærenheter

Baseres på eksisterende nettverk i form av AR18X18 eller SSB-grid. Det skal etableres et utvalg av primærenheter og velges pilotflater innenfor dette. Utvalget etableres for hele

landet med sikte på bruk i et hovedprosjekt, men for pilotprosjektet må det velges noen flater som gir god erfaring med metodikken under varierende forhold. Det kreves dermed en manuell vurdering av flatene for å velge ut et sub-sett til bruk i pilotstudien som gir tilstrekkelig botanisk spredning og terrengmessig variasjon men samtidig er geografisk hensiktsmessig arrondert.

Omfang: Anslagsvis 2-3 dagsverk

Utarbeide instruks for feltarbeid

Klassifikasjonssystemet er gitt gjennom dokumentasjonen av NiN. Det må imidlertid utarbeides en instruks for det praktiske arbeidet på flatene, hvordan bestemme sekundærenheter og hvordan håndtere sjeldne forekomster utenfor sekundærpunktene. Det må utarbeides ei liste over de NiN typene som kan registreres som sjeldne forekomster. Det må også utarbeides registreringsskjema (analogt og evt også digitalt) og en instruks for fotodokumentasjon. Det må utarbeides sikkerhetsinstruks for feltarbeid. Her kan NIBIO (tidligere Skog og landskap) sin sikkerhetsinstruks benyttes.

Omfang: Anslagsvis 5 dagsverk

Tilrettelegge data og feltutstyr (Kart, GPS, Feltskjema/samler)

Kart og sekundærenheter lastes til GPS/feltdatasamlere. Papirkart skaffes til veie som referanse og med tanke på ekstra sikkerhet i felt.

Omfang: 2-3 dagsverk

Opplæring/kalibrering av feltpersonell

Det forutsettes at pilotprosjektet benytter personale som har inngående kjennskap til NiN. Det er likevel behov for en gjennomgang av opplegget samt en felles testing på en dummyflate i nærområdet, samt gjennomgang av erfaringene. To feltarbeidere i to dager samt en veileder.

Omfang: Anslagsvis 5 dagsverk

Feltarbeid (anslagsvis 20 primærenheter m/ sekundærenheter)

Forutsetter ett dagsverk per primærenhet samt noe ekstra reisetid. En må imidlertid ta hensyn til at «dagsverk» i felt om sommeren gjerne strekkes i antall timer og erfaringsmessig utgjør 1,5 budsjett-dagsverk.

Omfang: Anslagsvis 35 dagsverk

Bearbeide, dokumentere og analysere feltmateriale

Omfang: Anslagsvis 5 dagsverk

Evaluer erfaringene og rapportere

Debriefing av feltarbeidere. Gjennomgang av data og resultater. Analyse av tids- og ressursbruk. Utarbeide rapport fra pilotprosjektet.

Omfang: Anslagsvis 5 dagsverk

Utarbeide opplegg for hovedprosjekt

Omfang: Anslagsvis 5 dagsverk

Kostnader

Skissen anslår 65 dagsverk samt noe tid til prosjektadministrasjon, kontakt med oppdragsgiver etc. Totalt 70 dagsverk = 560 timer. I tillegg kommer driftsutgifter til feltarbeid, feltutstyr og noe reising.

Timer:560 á 1100 kr	616 000
Drift Feltarbeid	60 000
Reiser (inkl feltreiser)	24 000
<hr/>	
Sum	700 000
MVA	175 000
<hr/>	
Totalt	875 000

Budsjettet kan reduseres ved å benytte færre feltflater. Prisen per feltflate er anslått til ca 20 000,- inkl MVA, men vil selvsagt variere noe etter beliggenhet og utforming. I praksis må det antagelig settes av en sum til feltarbeid, og så må en forsøke å rekke over mest mulig innenfor denne rammen.

6.2 Hovedprosjekt

Detaljene i et hovedprosjekt for operativ implementering av AKO må utarbeides når erfaringene fra pilotprosjektet foreligger. Et detaljert opplegg for kontinuerlig gjentatt kartlegging (overvåking) av naturtyper basert på NiN, må bygge på erfaringene og datagrunnlaget fra etableringsfasen (første omdrev) av hovedprosjektet.

En operativ implementering av AKO bør skje på flere nivåer, der en skiller mellom eierskapsfunksjoner, koordinatorfunksjoner og feltarbeidsfunksjoner. Eierskapet til programmet må ligge i Miljødirektoratet og omfatter styring og finansiering av programmet på overordnet nivå.

Koordinatorfunksjonene kan ivaretas av Miljødirektoratet. Koordineringsfunksjonene kan også helt eller delvis settes ut til en annen institusjon hvis Miljødirektoratet finner dette hensiktsmessig. Koordinatorfunksjonen omfatter

- Utarbeide instruksjer
- Tilrettelegge feltutstyr og felldata

- Implementere prosesser for pre- og postprosessering av data
- Utarbeide felles sikkerhetsrutiner for feltarbeid
- Utarbeide fremdriftsplan for feltarbeid
- Innleie av mannskap/firma for feltarbeid
- Felles opplæring og koordinering av feltarbeidere
- Kvalitetssikring av registreringer og innlegging i sentral database
- Analyse og rapportering av registreringsresultater

Ved eventuell utsetting av (hele eller deler av) koordinatorfunksjonene til en institusjon utenfor Miljødirektoratet bør dette gjøres uten videre oppsplitting av oppgavene og med et langsiktig perspektiv.

Feltarbeid kan settes ut til firma som har kapasitet og kompetanse for slikt arbeid. Feltarbeidet utføres innenfor de rammer og retningslinjer som settes av koordinator, og utførende enhet leverer sine resultater til koordinator.

For øvrig anbefaler prosjektgruppa at hovedprosjektet legges opp etter de rammer og retningslinjer som er anbefalt for pilotprosjektet, men med nødvendige justeringer avhengig av erfaringene som høstes i pilotprosjektet.

Prosjektgruppa mener at de totale kostnadene ved et hovedprosjekt slik det er skissert her vil være i størrelsesorden 40 millioner kroner per omdrev, fordelt over fem eller ti år avhengig av ønsket fremdrift.

LITTERATURREFERANSER

- Aune-Lundberg L & Strand G-H. 2014. Comparison of variance estimation methods for use with two-dimensional systematic sampling of land use/land cover data. *Environmental Modelling & Software*. 61:87-97. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.07.001>
- Artsdatabanken 2011: Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim.
- Bryn, A., Kristoffersen, H.P., Angeloff, M., Nystuen, I., Aune-Lundberg, L., Endresen, D., Svindseth, C. & Rekdal, Y. 2015. Location of plant species in Norway gathered as a part of a survey vegetation mapping programme. Data in Brief 5: 589-594. Bryn, A, & Halvorsen, R. 2015. Veileder for kartlegging av terrestrisk naturvariasjon. Versjon 2.0.2. Artsdatabanken, Trondheim.
- DN 2007 HB 13
- Erikstad, L., Strand, G.H., Bentzen, F. & Salberg, A-B. 2011. Arealrepresentativ overvåking basert på fjernanalyse. Flyfototolkning i fjell og myrnatur - NINA Rapport 743, Norsk institutt for naturforskning, Oslo
- Eurostat. 2003. The Lucas survey. European statisticians monitor territory. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, Eurostat
- Framstad, E. 2013. Overvåking av handlingsplanarter og -naturtyper. Kriterier for valg av overvåkingsopplegg. - NINA Rapport 971. 111 s.
- Fremstad E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. Trondheim: NINA Temahefte 12. Norsk institutt for naturforskning
- Granhus, A., Eriksen, R., Viken, K.O., Wollan, A.K., Bryn, A., Halvorsen, R. 2016. Naturtyperegistrering etter NIN 2.0 i landsskogtakseringen. Erfaringer og resultater fra pilotprosjekt. NIBIO Rapport 29/2016. Norsk institutt for bioøkonomi, Ås
- Halvorsen, R. 2011. Faglig grunnlag for naturtypeovervåking i Norge - begreper, prinsipper og verktøy. - Naturhistorisk museum, Univ. i Oslo, Rapport 10. 117 s.
- Halvorsen, R. et al. 2015. NiN – typeinndeling og beskrivelsessystem for natursystemnivået. – Natur i Norge, Artikkel 3 (versjon 2.0.2). Artsdatabanken, Trondheim.
- Lindenmayer, D.B. & Likens, G.E. 2010. Effective ecological monitoring. - CSIRO Publishing, Collingwood.
- McGarvey R, Burch P, Matthews JM. 2015. Precision of systematic and random sampling in clustered populations: habitat patches and aggregating organisms. *Ecological Applications*.
- Strand G-H. 2013. The Norwegian area frame survey of land cover and outfield land resources. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*. 67:24-35. <http://dx.doi.org/10.1890/14-1973.1> doi 10.1890/14-1973.
- Strand, G.-H. & Aune-Lundberg, L. 2012. Small-area estimation of land cover statistics by post-stratification of a national area frame survey. *Applied Geography* 32: 546-555.

Strand, G.H. & Bentzen, F. 2016. Arealrepresentativ overvåking av norske verneområder. Rapport for registreringer utført i 2012-2015. NIBIO Rapport 30/2016. Norsk institutt for bioøkonomi, Ås

Strand, G.-H. & Bloch, V.V.H., 2009. Statistical grids for Norway. Documentation of national grids for analysis and visualization of spatial data in Norway. Statistics Norway

Strand, G.-H., Rekdal, Y. 2005. Nasjonalt arealrekneskap _ utprøving i fjellet i Hedmark. Kart og Plan 65, 236-243.

Sverdrup-Thygeson, A., Evju, M. & Skarpaas, O. 2013. Nasjonal overvåking av hul eik. Beskrivelse av overvåkingsopplegg fra ARKO-prosjektet. - NINA Rapport 1007. 29 s.

Thompson, S. K., & Seber, G. A. 1994. Detectability in conventional and adaptive sampling. Biometrics, 50: 712-724.

Wolter, K.M., 2007. Introduction to Variance Estimation, 2nd ed. Springer, New York

Nøkkelord:	Naturtyper; Overvåking
Key words:	Environment: Monitoring
Andre aktuelle publikasjoner fra prosjekt:	

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.

