

1478

NINA Rapport

Arealrepresentativ overvåking av terrestriske naturtyper

Indikatorer for økologisk tilstand

Marianne Evju & Signe Nybø (red.), Erik Framstad, Anders Lyngstad, Hanne Sickel, Anne Sverdrup-Thygeson, Vigdis Vandvik, Liv Guri Velle og Per Arild Aarrestad



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig..

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

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

Arealrepresentativ overvåking av terrestriske naturtyper

Indikatorer for økologisk tilstand

Marianne Evju & Signe Nybø (red.)

Erik Framstad, Anders Lyngstad, Hanne Sickel, Anne Sverdrup-Thygeson, Vigdis Vandvik, Liv Guri Velle og Per Arild Aarrestad

Evju, M. & Nybø, S. (red.), Framstad, E., Lyngstad, A., Sickel, H., Sverdrup-Thygeson, A., Vandvik, V., Velle, L. G. & Aarrestad, P. A. 2018. Arealrepresentativ overvåking av terrestriske naturtyper. Indikatorer for økologisk tilstand. NINA Rapport 1478. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo/Trondheim, februar 2018

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3209-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Marianne Evju, Signe Nybø

KVALITETSSIKRET AV

John Atle Kålås

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Svein-Håkon Lorentsen (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

M-995|2018

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Else Løbersli

FORSIDEBILDE

Langedalen, Luster, Sogn og Fjordane. Foto: Marianne Evju

NØKKEWORD

Norge – terrestriske naturtyper – overvåking – økologisk tilstand – indikatorer

KEY WORDS

Norway – terrestrial ecosystems – monitoring – ecological state – indicators

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen

Thormøhlensgate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Evju, M. & Nybø, S. (red.), Framstad, E., Lyngstad, A., Sickel, H., Sverdrup-Thygeson, A., Vandvik, V., Velle, L. G. & Aarrestad, P. A. 2018. Arealrepresentativ overvåking av terrestriske naturtyper. Indikatorer for økologisk tilstand. NINA Rapport 1478. Norsk institutt for naturforskning.

Denne rapporten foreslår nødvendig overvåking for å operasjonalisere «Fagsystem for god økologisk tilstand». Fastsetting av økologisk tilstand bygger på kunnskap om indikatorer som er relevante for økosystemenes struktur, funksjon og produktivitet. Eksisterende overvåking og fjernmåling vil være viktige, men ikke tilstrekkelige, datakilder og må suppleres med ny overvåking. «Fagsystem for god økologisk tilstand» framhever at etablering av arealrepresentativ overvåking sammen med økosystembasert overvåking er nødvendig for å fastsette økologisk tilstand og utviklingen i denne over tid.

«Arealrepresentativ kartlegging og overvåking av naturtyper» (AKO) er et forslag til opplegg for å frambringe nasjonal statistikk for naturtyper (etter Natur i Norge) for fastlands-Norge (Strand 2016). Her diskuteres ulike muligheter og begrensninger ved bruk av det foreslåtte AKO-programmet som plattform for innsamling av data om indikatorer for økologisk tilstand. Det foreslås et sett med variabler som bør registreres i en pilot av AKO, fortrinnsvis i 2018. Variablene er knyttet til arter og artsmengder (planter), samt strukturvariabler (dekning og høyde av ulike vegetasjonssjikt).

Totalt foreslås 38 indikatorer for økologisk tilstand basert på tilleggsregistreringer i AKO. Av disse er 26 avledet fra variabler som registreres i felt (artssammensetning, dekning og høyde av ulike sjikt, spor av smågnagere), ni indikatorer er basert på registreringer identiske med Landsskog-takseringens (LSK) registreringer og tre kan avledes fra naturtypeinformasjon som registreres som standard i AKO. Det foreslås 13 indikatorer for skog (hvorav ni LSK-registreringer), 15 indikatorer for fjell, 17 for våtmark (inkludert sju LSK-registreringer) og 20 for semi-naturlig mark. I tillegg anbefales innsamling av insekter på et utvalg flater. Sammenhengen mellom indikatorene, de sju egenskapene som karakteriserer økologisk tilstand, og følsomhet for påvirkningsfaktorer, er beskrevet. Vi anbefaler at alle relevante indikatorer for skog registreres i AKO. Referanse- og grenseverdier for indikatorer som inngår i denne rapporten, utvikles i et parallelt prosjekt. Verdiene må testes i et pilotprosjekt og utvikles og forbedres over tid.

Hvilket rutenett som er best egnet for arealrepresentativt utvalg av overvåkingsflater for indikatorer for økologisk tilstand, er vurdert. SSBs rutenett anbefales, i tråd med anbefalingen for AKO for øvrig, fordi det gjør det fleksibelt å endre utvalgsstørrelser etter tilgjengelige ressurser og behov. Eventuelle utvidelser av overvåkingsopplegget, f.eks. i gitte fylker eller økosystemer, er lett å gjennomføre og kostnadseffektivt sammenlignet med andre rutenett.

For å få tilstrekkelig god geografisk oppløsning og presis statistikk for indikatorer for økologisk tilstand er det behov for et stort antall overvåkingsflater. Vi diskuterer dette, men understreker samtidig at det er viktig å komme i gang med arealrepresentativ overvåking, som har vært anbefalt etablert siden midten av 1990-tallet.

Vi anbefaler at data fra overvåkingen skal gjøres tilgjengelig gjennom offentlige databaser, slik at datasettene skal kunne kombineres med annen overvåking og fjernmåling for en best mulig samlet vurdering av økologisk tilstand, men også for at data skal kunne benyttes i andre vitenskapelige analyser. Strengt hemmelighold av AKO-flatenes lokalisering anses som problematisk.

Før arealrepresentativ overvåking av indikatorer for økologisk tilstand gjennom AKO etableres over hele landet, anbefales å teste de foreslåtte variablene i en pilot. Dette vil gi mulighet til å vurdere tidsbruk, kostnader og forbedrede registreringsmetoder. Når metodikk er fastsatt, bør

det vurderes om noen av variablene som ligger til grunn for indikatorer for økologisk tilstand også burde registreres i ordinær NiN-kartlegging, Dette vil bidra til at NiN-kartleggingen kan benyttes til å vurdere økologisk tilstand på lokal skala.

Marianne Evju, NINA; Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, marianne.evju@nina.no

Signe Nybø, NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, signe.nybo@nina.no

Erik Framstad, NINA, Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, erik.framstad@nina.no

Anders Lyngstad, NTNU Vitenskapsmuseet, Erling Skakkes gate 47A, 7012 Trondheim, anders.lyngstad@ntnu.no

Hanne Sickel, NIBIO, Avdeling Landskapsovervåking, Postboks 115, 1431 Ås, hanne.sickel@nibio.no

Anne Sverdrup-Thygeson, NMBU, Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning, Postboks 5003 NMBU, 1432 Ås, anne.sverdrup-thygeson@nmbu.no

Vigdis Vandvik, Universitetet i Bergen, Biologisk institutt, Postboks 7803, 5020 Bergen, vigdis.vandvik@uib.no

Liv Guri Velle, Møreforskning Ålesund AS, Postboks 5075, 6021 Ålesund, liv.guri.velle@moreforsk.no

Per Arild Aarrestad, NINA, Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen, per.aarrestad@nina.no

Abstract

Evju, M. & Nybø, S. (eds), Framstad, E., Lyngstad, A., Sickel, H., Sverdrup-Thygeson, A., Vandvik, V., Velle, L. G. & Aarrestad, P. A. 2018. Spatially representative monitoring of terrestrial ecosystems. Indicators for ecological state. NINA Report 1478. Norwegian Institute for Nature Research.

This report suggests monitoring necessary for operationalization of “System for good ecological condition”. Determination of ecological condition is based on knowledge of indicators for ecosystem structure, function and productivity. Existing monitoring and remote sensing will be important, but not sufficient, data sources, and need to be supplemented by new monitoring. “System for good ecological condition” underlines that establishment of spatially representative as well as ecosystem-based monitoring is required for determination of ecological condition and its development over time.

“Spatially representative mapping and monitoring of nature types” (AKO) is a proposed system for obtaining national statistics for nature types for mainland Norway (Strand 2016). We discuss possibilities and limitations with using the proposed AKO-program as a platform for sampling of data for indicators for ecological condition. A set of variables to be registered in an AKO pilot, preferably in 2018, is proposed. The variables are related to species and species abundances (plants) and to vegetation structure (cover and height of vegetation layers).

In total we propose 38 indicators for ecological condition based on additional registrations in AKO. Of these 26 are derived from variables registered in the field (species composition, cover and height of different layers, rodent traces), nine are based on registrations that are identical to registrations carried out in the National Forest Inventory (LSK) and three can be derived from nature type information registered as a standard in AKO. A total of 13 indicators are proposed for forest (including nine LSK-registrations), 15 for mountains, 17 for wetlands (seven LSK-registrations) and 20 for semi-natural ecosystems. In addition, we recommend sampling of insects in a selection of monitoring sites. The relationships between indicators, the seven properties of ecosystems in good ecological conditions, and the drivers and disturbances important for the indicators, are described. We recommend that all relevant indicators for forests are registered through AKO. Reference values and boundaries for good ecological condition for indicators are developed in a parallel project. The values will need testing in a pilot and revision and improvement over time.

Which grid net is best suitable for spatially representative sampling of monitoring sites for indicators for ecological condition, is assessed. The grid network of SSB is recommended, in line with recommendations for AKO in general, mainly because this grid allows for a flexible adjustment of sampling size according to available resources and needs, and that expanding the monitoring, e.g. in given counties or ecosystems, is easy and cost effective compared to other grid nets.

To achieve a sufficient geographic resolution and precise statistics for indicators for ecological condition a large number of monitoring sites is needed. We discuss this, but at the same time underline that starting spatially representative monitoring is important, being recommended since the 1990ies.

In line with national politics we recommend that data from the monitoring are made available through public databases, to allow for combination with other monitoring and remote sensing data for a best possible assessment of ecological condition, and for use in scientific analyses. We regard strict secrecy of the location of monitoring sites as problematic.

Before spatially representative monitoring of indicators for ecological condition through AKO is established nationwide, we recommend testing the proposed variables in a pilot, allowing for

assessment of time use, costs and registration methods. When methodology for AKO-registrations is determined, an assessment of whether some of the variables should be registered in ordinary NiN-mapping, contributing to making NiN-mapping results valuable for assessment of ecological condition at local scales, should be carried out.

Marianne Evju, NINA; Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, marianne.evju@nina.no

Signe Nybø, NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, signe.nybo@nina.no

Erik Framstad, NINA, Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, erik.framstad@nina.no

Anders Lyngstad, NTNU Vitenskapsmuseet, Erling Skakkes gate 47A, 7012 Trondheim, anders.lyngstad@ntnu.no

Hanne Sickel, NIBIO, Avdeling Landskapsovervåking, Postboks 115, 1431 Ås, hanne.sickel@nibio.no

Anne Sverdrup-Thygeson, NMBU, Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning, Postboks 5003 NMBU, 1432 Ås, anne.sverdrup-thygeson@nmbu.no

Vigdis Vandvik, Universitetet i Bergen, Biologisk institutt, Postboks 7803, 5020 Bergen, vigdis.vandvik@uib.no

Liv Guri Velle, Møreforskning Ålesund AS, Postboks 5075, 6021 Ålesund, liv.guri.velle@moreforsk.no

Per Arild Aarrestad, NINA, Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen, per.aarrestad@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	5
Innhold	7
Forord	8
1 Innledning.....	9
1.1 Beskrivelse av prosjektet.....	11
1.2 Rapportens struktur	12
2 Overvåking av terrestriske naturtyper i AKO	14
2.1 Registrering av NiN-naturtyper	14
2.2 Utvalg av overvåkingsflater	15
2.3 AKO og Landsskogtakseringen.....	15
3 Valg av rutenett for AKO-flater.....	16
3.1 Foreslåtte rutenett.....	16
3.1.1 Tilfeldig utvalg fra SSBs rutenett for statistikk	16
3.1.2 AR18x18	16
3.1.3 Landsskogtakseringens rutenett.....	17
3.2 Hvilket rutenett er best egnet for å vurdere økologisk tilstand?	18
4 Generelle aspekter ved arealrepresentativ overvåking	20
4.1 Hvor hyppig må variablene forekomme?.....	20
4.2 Krav til variabler som skal registreres i felt.....	21
5 Annen pågående registrering av relevante variabler og indikatorer.....	23
5.1 Arealrepresentativ overvåking.....	23
5.2 Kartlegging etter Natur i Norge (NiN)	24
6 Vurdering av indikatorer for økologisk tilstand i AKO	27
6.1 Ulike kategorier av indikatorer	27
6.2 Anbefalte feltregistreringer i AKO-regi.....	30
6.3 Indikatorenes relevans og følsomhet for påvirkninger	37
7 Utfordringer med AKO som rammeverk for overvåking	39
7.1 Nasjonal statistikk vs. vurdering av økologisk tilstand på fylkes- eller regionnivå	39
7.2 Hemmelige vs. offentlig tilgjengelige overvåkingsflater	40
7.3 Begrensinger ved foreslått registreringsmetodikk på AKO-flatene	40
7.4 Konklusjon	41
8 Oppfølging videre.....	43
9 Referanser	44
Vedlegg 1 Gruppering av indikatorer	47
Vedlegg 2 Insekter – mulighet for overvåking	49

Forord

Miljødirektoratet har bedt NINA lede et prosjekt for å videreutvikle et vitenskapelig basert system og metodikk for fastsettelse av økologisk tilstand, som ledd i videreutvikling av «Fagsystem for fastsetting av god økologisk tilstand». Prosjektet gjennomføres som et samarbeid mellom NINA og eksperter fra Ekspertrådet for god økologisk tilstand og andre relevante eksperter fra økosystemene skog, fjell, våtmark og semi-naturlig mark.

Miljødirektoratet har tidligere fått utarbeidet et forslag til opplegg for «Arealrepresentativ kartlegging og overvåking av naturtyper» (AKO) (Strand 2016).

I denne delrapporten ser vi på hvordan det foreslåtte AKO-opplegget kan brukes og bygges ut for å være nyttig for fagsystemet for økologisk tilstand, gjennom å være en plattform for innsamling av variabler som kan brukes som indikatorer for økologisk tilstand. Arbeidet har omfattet en gjennomgang av AKO, av andre relevante kartleggings- og overvåkingsaktiviteter, og en gjennomgang og prioritering av foreslåtte indikatorer for økologisk tilstand i «Fagsystem for fastsetting av god økologisk tilstand – forslag fra et ekspertråd» (Nybø & Evju 2017), og munner ut i et forslag til ekstra registreringer i AKO som kan legge grunnlag for en rekke indikatorer for god økologisk tilstand i norske terrestriske økosystemer.

Marianne Evju og Signe Nybø har vært ansvarlige for arbeidet. Erik Framstad og Anne Sverdrup-Thygeson har hatt ansvar for skog, Vigdis Vandvik og Per Arild Aarrestad har hatt ansvar for fjell, Anders Lyngstad har hatt ansvar for våtmark og Hanne Sickel og Liv Guri Velle har hatt ansvar for semi-naturlig mark.

Kontaktperson hos Miljødirektoratet har vært Else Løbersli, som takkes for god dialog underveis i arbeidet.

Oslo, 28. februar 2018

Signe Nybø
Prosjektleder

1 Innledning

Denne rapporten er et ledd i å etablere overvåking som er nødvendig for å operasjonalisere «Fagsystem for fastsetting av god økologisk tilstand». Fastsetting av økologisk tilstand vil bygge på kunnskap om indikatorer som er relevante for økosystemenes struktur, funksjon og produktivitet. Allerede eksisterende overvåking og fjernmåling vil være viktige datakilder, men disse er ikke tilstrekkelig for å fastsette økologisk tilstand.

Overvåking av natur kan motiveres av ulike behov, og overvåking av natur kan gjennomføres på ulike måter (**Boks 1**). Her skal vi vurdere hvordan et foreslått opplegg for arealrepresentativ overvåking kan bidra til å dekke databehovet for å vurdere økologisk tilstand i terrestriske naturtyper. Å vurdere økologisk tilstand innebærer å vurdere status og utvikling for økosystemers struktur, funksjoner og produktivitet i forhold til kriterier eller grenseverdier for hva som utgjør god økologisk tilstand for et bestemt økosystem, og lys av aktuelle påvirkningsfaktorer. Vi må altså ha en oppfatning av hva som kjennetegner god økologisk tilstand, vi må ha kunnskap om hvordan økosystemene responderer på ulike påvirkningsfaktorer, og vi må ha utviklet indikatorer som er sensitive for endringer i økologisk tilstand i de ulike økosystemene. Kriterier for god økologisk tilstand og valg av indikatorer for økologisk ulike økosystemer utvikles nå i flere parallelle prosesser. Her vil vi konsentrere oss om å vurdere det foreslåtte overvåkingsopplegget, men vi vil se det i lys av disse andre prosessene og utviklingsarbeidene.

Fagsystemet for økologisk tilstand (Nybo & Evju 2017) skisserer sju generelle kriterier for god økologisk tilstand og utvikler mulige indikatorer for noen hovedtyper av norsk natur. For å skaffe fram et datagrunnlag for å vurdere økologisk tilstand på nasjonal og regional skala anbefaler fagsystemet en kombinasjon av intensiv økosystembasert overvåking av utvalgte systemer og ekstensiv arealrepresentativ overvåking. Økosystembasert overvåking innebærer målretting av innsatsen mot spesielle økosystemer der man foretar innsamling av et bredt sett med tilstandsvariabler, godt integrerte målinger i tid og rom, samt analysemodeller som gir grunnlag for robust kvantifisering av systemets egenskaper og responser på påvirkningsfaktorer. Slik økosystembasert overvåking er avgjørende for å forstå økosystemenes dynamikk (punkt 3; **Boks 1**), men er kostnadskreven og kan i praksis gjennomføres på mindre romlig skala (selektiv datainnsamling; **Boks 1**). Arealrepresentativ overvåking er basert på registreringer i en rekke lokaliteter i et statistisk representativt utvalg og gir utsagnskraft om registrerte indikatorer på større arealer (punkt 2, se **Boks 1**). I motsetning til økosystembasert overvåking som utføres på mindre arealer, kan arealrepresentativ overvåking gi kunnskap om hvordan den generelle økologiske tilstanden er i ulike økosystemer på f.eks. nasjonal eller regional skala. Arealrepresentativ overvåking er som regel basert på færre indikatorer enn økosystembasert overvåking, og metoden egner seg godt til å fange opp og særlig til å kvantifisere endringer på stor skala, men den vil ikke fange opp sjeldne arter og naturtyper og er derfor best egnet til å overvåke endringer i vanlige arter og økosystemer.

Denne rapporten omhandler arealrepresentativ overvåking og indikatorer for økologisk tilstand som kan inngå i denne typen overvåking. Forfatterne understreker at arealrepresentativ overvåking har en annen funksjon enn økosystembasert overvåking. Økosystembasert overvåking avklarer økosystemenes funksjon, dynamikk, og toleranse og respons til ulike eksterne påvirkningsfaktorer. Dermed kan økosystembasert overvåking påvise og kvantifisere hvilke påvirkninger, naturlig eller menneskeskapt, som endrer økologisk tilstand i et gitt system. Arealrepresentativ overvåking kartlegger endringene i økologisk tilstand på en måte som gir mulighet til kvantitative analyser av trender, og gir oss mulighet til å forstå hvor viktige og vanlige ulike endringer er i naturen. Ikke minst gir arealrepresentativ overvåking resultater som kan generaliseres utover de lokalitetene som datainnsamlingen foregår. Arealrepresentativ og økosystembasert overvåking er derfor komplementære for å fastslå endringer i økologisk tilstand og forstå hvordan disse endringene drives av ulike faktorer.

Arbeidet med å få på plass arealrepresentativ overvåking for biologisk mangfold i Norge har en lang historie. Første gang arealrepresentativ overvåking for biologisk mangfold ble foreslått var

i 1995 som en oppfølging av Norges ratifisering av Konvensjonen for biologisk mangfold (Direktoratet for naturforvaltning 1995, Direktoratet for naturforvaltning 1998). Senere ble forslaget utdypet (Framstad & Kålås 2001, Halvorsen 2011), men kun terrestriske fugl, samt humler og sommerfugler i noen fylker, er nå innlemmet i ny arealrepresentativ overvåking (Kålås mfl. 2017, Åström mfl. 2017).

Boks 1. Overvåking – behov og gjennomføring

Overvåking kan fylle behov for kunnskap om:

- 1) Stedfestet naturinformasjon, f.eks. opplysninger om forekomster av en gitt art. Dette kan være sentralt for f.eks. arealforvaltning.
- 2) Status og endringer over tid, for f.eks. arter, naturtyper eller indikatorer for økologisk tilstand.
- 3) Dyp innsikt i komplekse økosystemers struktur, funksjon og dynamikk, inkludert tidlige indikasjoner på endringer, forståelse av endringsforløp og årsakssammenhenger.
- 4) Effekt av spesifikke forvaltningstiltak, f.eks. skjøtselstiltak.
- 5) Evaluering av måloppnåelse, f.eks. av bevaringsmål i verneområder.

Overvåking kan gjennomføres på ulike måter, og et viktig punkt er hvordan man velger å plassere overvåkingsflatene (utvalgsmetode) innenfor definisjonsområdet, dvs. det området overvåkingsresultatene skal gjelde for.

Et overvåkingsopplegg kan være:

- a) Arealdekkende – indikatorvariabler registreres i hele definisjonsområdet, dvs. det er ingen utvalg.
- b) Arealrepresentativt – et representativt utvalg av overvåkingsflater velges for registrering av indikatorvariabler.
- c) Sannsynlighetsbasert – man bruker kunnskap om sannsynligheten for forekomst av indikatorvariabelen som grunnlag for utvalg av overvåkingsflater.
- d) Gradientbasert – indikatorvariabler registreres i overvåkingsflater som er plassert slik at viktige miljøgradienter innenfor definisjonsområdet fanges opp.
- e) Selektivt – datainnsamlingen gjennomføres i et subjektivt utvalg av overvåkingsflater.
- f) Basert på spesialutvalg – hvor indikatorer registreres på en annen måte enn 1–5 beskrevet her.

Kilde: Halvorsen (2011).

NIBIO har utarbeidet et forslag til opplegg for arealrepresentativ kartlegging og overvåking av naturtyper i Norge (AKO) på oppdrag fra Miljødirektoratet (Strand 2016, Strand mfl. 2016). Naturtypeinndeling og beskrivelsesvariabler skal være basert på systemet Natur i Norge (NiN) (Halvorsen mfl. 2016a). AKO har som formål å framstille arealrepresentativ nasjonal statistikk for terrestriske naturtyper, bl.a. hvilke naturtyper som er vanlige og sjeldne. Med tidsseriedata vil AKO også gi statistikk for endringer, f.eks. hvilke naturtyper som er i tilbakegang og framgang, og – avhengig av hvilke indikatorer som måles i felt – endringer i tilstand for naturtypene.

I fagsystemet for økologisk tilstand (Nybø & Evju 2017) er det foreslått sju hovedkriterier for god økologisk tilstand på tvers av økosystemer, og det er foreslått en rekke indikatorer som skal bidra til å gi en helhetlig vurdering av tilstand for de forskjellige økosystemene. En del av disse indikatorene bør registreres gjennom arealrepresentativ overvåking, deriblant gjennom AKO.

NINA har fått i oppdrag av Miljødirektoratet å lede et arbeid med å videreutvikle fagsystemet for økologisk tilstand for terrestriske økosystemer på fastlandet. Ekspertene som representerte terrestriske økosystemer i utviklingen av fagsystemet, utgjør kjernekompetansen i dette arbeidet. En del av videreutviklingen består i å vurdere hvilke indikatorer som bør inngå i framtidig arealrepresentativ overvåking i AKO-regi. Dette delprosjektet rapporteres i foreliggende rapport. I delprosjektet inngår også å vurdere om andre indikatorer enn de som er foreslått i fagsystemet, kan være egnet for arealrepresentativ overvåking. Disse indikatorene må være i tråd med egenskapene som karakteriserer god tilstand (se kap. 1.1).

1.1 Beskrivelse av prosjektet

Vi diskuterer i denne rapporten ulike muligheter og begrensninger ved bruk av det foreslåtte AKO-programmet som grunnlag for innsamling av data om indikatorer for økologisk tilstand, og vi foreslår et sett med indikatorer som bør registreres i en pilot-gjennomføring av AKO, fortrinnsvis sommeren/ høsten 2018.

Arbeidet i delprosjektet, slik det er gitt i bestillingen fra Miljødirektoratet, innebærer:

1. *å vurdere hvilke økosystemer i fagsystemet som kan egne seg for arealrepresentativ overvåking.*

Fagsystemet for økologisk tilstand (Nybø & Evju 2017, videre kalt fagsystemet) har utarbeidet kriterier og indikatorer for de terrestriske hovedøkosystemene skog, fjell, arktisk tundra, våtmark og semi-naturlig mark. Flere av hovedøkosystemene er delt inn i nivå 2-enheter basert på forvaltningsmessig relevans, aktuelle påvirkningsfaktorer og indikatorsett, og koblingen mellom nivå 2-enheter og naturtyper i NiN-systemet er synliggjort.

Videre skal vi:

2. *vurdere mulige indikatorer i forhold til relevans for fagsystemet.*

I fagsystemet beskrives sju egenskaper som kjennetegner et økosystem i god økologisk tilstand:

- Økosystemets primærproduksjon avviker ikke vesentlig fra produksjonen i et intakt økosystem.
- Fordelingen av biomasse mellom ulike trofiske nivåer avviker ikke vesentlig fra fordelingen i et intakt økosystem.
- Funksjonell sammensetning innen trofiske nivåer avviker ikke vesentlig fra sammensetningen i et intakt økosystem.
- Funksjonen til funksjonelt viktige arter, habitatbyggende arter og biofysiske strukturer avviker ikke vesentlig fra et intakt økosystem.
- Landskapsøkologiske mønstre er forenelige med artenes overlevelse over tid og avviker ikke vesentlig fra et intakt økosystem.
- Økosystemets genetiske mangfold, artssammensetning og artsutskiftning avviker ikke vesentlig fra et intakt økosystem.
- Abiotiske forhold (fysiske og kjemiske forhold) avviker ikke vesentlig fra et intakt økosystem.

Indikatorene som inngår i fagsystemet, må reflektere viktige egenskaper ved økosystemenes struktur, funksjon og produktivitet, i samsvar med disse sju egenskapene. Vi tar utgangspunkt i indikatorer foreslått i fagsystemet for økologisk tilstand, men vurderer også andre indikatorer som ikke i utgangspunktet ble foreslått, for å dekke mangler i forhold til representasjon av de sju egenskapene, eller fordi bedre indikatorer er identifisert etter at fagsystemet ble lansert.

Arbeidet medfører også:

3. *å vurdere hvor operasjonelle indikatorene er, dvs. vurdere hvordan/hvorvidt indikatorene kan måles i felt på en standardisert og etterprøvbar måte, samt gi en overordnet vurdering av gjennomførbarhet i forhold til målemetodikk og kostnader.*

Delprosjektet skal ikke utarbeide konkret metodikk for overvåking av indikatorene og dermed heller ikke protokoller for registreringer i felt. Vurdering av merkostnader med tilpasning av AKO til fagsystem for økologisk tilstand var heller ikke del av oppdraget.

Dette arbeidet vil munne ut i en liste over foreslåtte indikatorer som bør inngå i AKO for å gi kunnskap om status og utvikling for økologisk tilstand i norske terrestriske økosystemer.

Til slutt skal prosjektet:

4. *vurdere hvilket rutenett som egner seg best for arealrepresentativ overvåking av indikatorer for økologisk tilstand.*

I AKO er det diskutert tre ulike rutenett som overvåkingsflater kan hentes fra (se kap. 2). Vi går gjennom disse og vurderer om det kan gi positive muligheter for tolking av data at pågående arealrepresentativ overvåking (TOV-E, humle- og sommerfuglovervåking, AR18x18, Landskog-takseringen, 3Q) foregår i samme rutenett som AKO. Et viktig moment som har store implikasjoner, både for bruk av dataene og for hvilke data som kan samles inn, er om AKO skal være et hemmelig nettverk eller ikke. Dette kan ha betydning for hvem som kan gjennomføre overvåkingen (frivillige eller en fast stab) og hvilke indikatorer som kan benyttes, da noen indikatorer (f.eks. data om insekter) må samles inn ved bruk av mindre installasjoner på flatene, som ikke kan brukes i et hemmelig nettverk.

1.2 Rapportens struktur

Kapittel 2 gir en kort beskrivelse av AKOs formål og hvordan opplegget er foreslått designet og gjennomført.

I kapittel 3 går vi grundigere gjennom de ulike rutenettene som er foreslått i AKO og diskuterer fordeler og ulemper med de ulike rutenettene for AKO generelt og som rammeverk for fagsystem for økologisk tilstand spesielt, og vi gir våre anbefalinger til valg av rutenett.

I kapittel 4 diskuterer vi hvilke rammer arealrepresentativt utvalg legger for hvilke økosystemer vi kan gjennomføre overvåking av og hvilke indikatorer vi kan bruke i overvåking av økologisk tilstand. Deler av naturmangfoldet (naturtyper, arter osv.) som forekommer sjeldent, egner seg ikke for arealrepresentativ overvåking. Det vil si at økosystemer med liten utbredelse og/eller forekomstareal i liten grad kan forventes å fanges opp i et arealrepresentativt nettverk av et begrenset antall flater.

I kapittel 5 går vi gjennom andre arealrepresentative overvåkingsopplegg og de indikatorene som er fanget opp der. Vi diskuterer også systemer som er under utvikling, som valg av indikatorer kan koordineres med.

Kapittel 6 ser nærmere på hvilke indikatorer for økologisk tilstand som ble foreslått registrert i AKO-regi da fagsystemet ble presentert. I lys av konklusjonene i kapittel 4 og 5 presenterer vi en liste over foreslåtte registreringer i AKO og hvilke indikatorer for økologisk tilstand som kan avledes fra disse registreringene.

I kapittel 7 tar vi opp ulike utfordringer med AKO som rammeverk for innsamling av indikatorer for økologisk tilstand. Vi diskuterer behov for fortetting av AKO-nettverket av overvåkingsflater for å fange opp mer sjeldne naturtyper. Videre drøfter vi hemmelighold av AKOs overvåkingsflater og betydningen av åpne og tilgjengelige databaser slik at data fra ulike overvåkingsprogrammer kan ses i sammenheng.

Kapittel 8 omhandler ekspertgruppas råd til miljøforvaltningen om videre arbeid med AKO for å sikre overvåking av gode indikatorer for økologisk tilstand. En pilottesting av AKO, med innsamling av data for indikatorer for økologisk tilstand, bør gjennomføres for å gi grunnlag for bl.a. kostnadsestimer for tilleggsregistreringer og hvor store utvalg som er nødvendig for å gi estimer med utsagnskraft.

2 Overvåking av terrestriske naturtyper i AKO

I dette kapittelet presenteres «Arealrepresentativ kartlegging og overvåking av naturtyper i Norge» – AKO, slik opplegget foreslås i Strand (2016). Strand presenterer AKO-prosjektet i detalj, drøfter metodiske utfordringer og presenterer forslag til metodikk for kartlegging og overvåking. Her gjennomgår vi hovedstrukturen for opplegget og punkter som er relevante når man skal vurdere AKO-prosjektet som ramme for overvåking av indikatorer for økologisk tilstand.

Forslaget til AKO (Strand 2016) legger opp til å levere nasjonal statistikk om terrestriske naturtyper etter type- og beskrivelsessystemet «Natur i Norge» (NiN) (Halvorsen mfl. 2016a). Statistikken vil omfatte areal og forekomstfrekvens av ulike naturtyper, men ikke antall (unike) forekomster av en gitt naturtype eller hver naturtypeforekomsts areal. Sett med variabler som registreres på hvert AKO-punkt (se under), vil bestemme hva slags statistikk som kan utarbeides. Det foreliggende forslaget til variabler som skal inngå i AKO, omfatter ikke variabler som er relevante for økologisk tilstand eller naturindeks siden dette ikke inngikk i NIBIOs oppdrag.

2.1 Registrering av NiN-naturtyper

En AKO-flate vil være en flate på 500 × 500 m. På hver flate vil det legges ut et sett med AKO-punkter i et regulært forband, totalt 36 punkter per flate (**Figur 1**).



Figur 1. En AKO-flate med 36 AKO-punkter lagt ut i systematisk forband. Fra Strand (2016).

I disse punktene vil man registrere NiN-naturtype, definert som kartleggingsenhet for målestokk 1:5000. Man vil også registrere viktige beskrivelsesvariabler. Variablene vil vurderes på det arealet som legges til grunn for å bestemme NiN-typen (en sirkel på opptil 250 m² (9 m radius) rundt

AKO-punktet). Strand (2016) foreslår å begrense beskrivelsesvariablene til de variablene som må inkluderes for å skille mellom viktige utforminger av NiN-naturtyper, dvs. de foreslår å avvike fra kartleggingsinstruksen for NiN (Bryn & Halvorsen 2015). Kartleggingsinstruksen lister standardvariabler fra beskrivelsessystemet som skal registreres for ulike målestokkområder, inkludert et utvalg av tilstandsvariabler.

Etter Strand (2016) er AKO-punktene foreslått å være semi-permanente, dvs. permanente, men umerkede. Dette betyr i praksis at man anser at naturtypen er uendret på et punkt dersom den ved gjentak fortsatt er til stede innenfor en gitt avstand (innenfor GPS-ens usikkerhetsmargin) fra antatt posisjon. Basert på forekomst av naturtyper på AKO-punktene kan en så beregne areal og utbredelse for ulike naturtyper.

I tillegg legger AKO-rapporten opp til å registrere sjeldne forekomster, dvs. NiN-typer med liten utbredelse, som tilleggspunkter til AKO-punktene. Dersom en sjelden NiN-type (spesifisert i en liste) forekommer innenfor en AKO-flate, registreres en typisk, men subjektivt valgt lokalitet, og registrering gjennomføres etter samme instruks som for AKO-punkter forøvrig. Med andre ord: sjeldne naturtyper registreres selv om de ikke forekommer på det på forhånd spesifiserte AKO-punktene. Dette vil bidra til bedre oversikt over geografisk utbredelse av sjeldne NiN-typer. Disse ekstra registreringene (tilleggsobservasjonene) vil ikke inngå i ordinær statistikkproduksjon. Man vil dermed ikke kunne regne på endring i areal (eller eventuelt tilstand) basert på data fra disse sjeldne NiN-typer.

2.2 Utvalg av overvåkingsflater

AKO-flatene kan trekkes enten fra SSBs rutenett for statistikk, klippes fra AR18×18 eller fra Landsskogtakseringens rutenett (inkludert lokaliteter som ligger på areal uten trær), se kap. 3 for en mer detaljert gjennomgang. Strand (2016) anbefaler at utvalgsstørrelsen bør være minimum 1000 flater. Dette gir mulighet til å få et konservativt konfidensintervall på $\pm 3\%$ med 95 % sannsynlighet for nasjonale estimater av areal av vanlige naturtyper, dvs. den sanne verdien for arealet av en gitt naturtype vil med 95 % sannsynlighet være innenfor et 3 % avvik av den estimerte verdien.

Strand (2016) anbefaler at AKO implementeres med tilfeldig utvalg av AKO-flater basert på SSBs 500×500 m rutenett for statistikk, fordi SSB-rutenettet gir mulighet for en fleksibel tilpasning av overvåkingsopplegget, med hensyn på økonomi og gjennomføring. Ved bruk av SSB-rutenettet er det enkelt å endre utvalgsstørrelsen, f.eks. basert på tilgjengelige ressurser, eller for å utvide utvalget innenfor ønskede strata (f.eks. fylker, regioner eller verneområder), uten at muligheten for å beregne forventningsrette estimater kompliseres.

2.3 AKO og Landsskogtakseringen

Strand (2016) anbefaler at AKO og Landsskogtakseringen (LSK) gjennomføres som uavhengige undersøkelser. Det foreslås likevel at man gjennomfører NiN-registreringer i LSK for å supplere AKO med mer detaljerte registreringer i skog. Strand (2016) foreslår at beskrivelsesvariabler som spesifikt gjelder i skog, som f.eks. stående død ved (4DG), liggende død ved (4LD) og gammelt tre (4TG), kun registreres i LSK. Resultater fra AKO og LSK sammenfattes ved at AKO benyttes til å beskrive naturtypefordeling (og eventuelle generelle beskrivelsesvariabler), mens data samlet inn av LSK benyttes til å utarbeide statistikk som beskriver skogens tilstandsfordeling, basert på beskrivelsesvariabler innenfor de enkelte NiN-typer i skog.

3 Valg av rutenett for AKO-flater

AKO-rapporten diskuterer tre ulike rutenett som alternativer for utvalg av overvåkingsflater: SSBs rutenett (500×500 m-ruter) for statistikk, AR18×18 eller Landsskogstakeringens rutenett (inkludert lokaliteter som ligger på areal uten trær, og som ikke oppsøkes i Landsskogstakeringen). I dette kapitlet diskuterer vi fordeler og ulemper med de ulike rutene, ser på ulike andre (overvåkings-)aktiviteter knyttet til de ulike rutenettene og konkluderer med hvilket rutenett vi anbefaler for AKO som plattform for fagsystem for økologisk tilstand.

3.1 Foreslåtte rutenett

3.1.1 Tilfeldig utvalg fra SSBs rutenett for statistikk

SSBs rutenett er en inndeling av hele Norge i arealer/ flater på 500×500 m. Norge består således av 1 603 635 flater. SSBs rutenett er følgelig ikke et grid-nettverk slik som landsskogtakseringen og AR 18×18. Fra SSBs rutenett kan man trekke et tilfeldig utvalg av flater, gjøre undersøkelser i disse utvalgte flatene og lage forventningsrette estimater, dvs. at estimatet ikke har systematiske skjevheter/avvik fra den verdien vi ønsker å estimere – f.eks. arealet av semi-naturlig eng i Norge.

Tilfeldig utvalg av overvåkingsflater fra SSBs rutenett for statistikk er den anbefalte metoden for utvalg i AKO. Tilfeldig utvalg gir stor fleksibilitet i forhold til økonomi og gjennomføring – det er enkelt å øke utvalgsstørrelsen dersom økonomien tilsier det, og det er også enkelt å fortette utvalget i gitte fylker/regioner dersom en ønsker mer presise estimater. Det er også enkelt å beregne usikkerhet for estimatene.

SSB utarbeider statistikk knyttet til virksomheter, befolkning, boliger, bygninger, landbrukseiendommer og jordbruk til sitt rutenett (<http://www.ssb.no/natur-og-miljo/geodata>). Rutenettet på 1×1 km er grunnlaget for utvalg av flater som inngår i 3Q (Tilstandsovervåking og resultatkontroll i jordbrukets kulturlandskap) (Stokstad mfl. 2016). Sannsynlighetsbasert utvalg fra SSBs 500×500 m rutenett brukes i overvåking av hule eiker i Norge (Sverdrup-Thygeson mfl. 2013). I overvåking av inngrep og arealdekke i myrreservater brukes SSBs rutenett på 2 × 2 km (men begrenset til ruter med myrreservater) (Strand & Bentzen 2017). Foreslåtte arealrepresentative overvåkingsopplegg for strandeng, åpen grunnlendt kalkmark og semi-naturlig eng benytter også SSBs rutenett (250×250 m for strandeng, 500×500 m for de øvrige) (Bakkestuen mfl. 2014, Bratli mfl. 2014, Evju mfl. 2015, Johansen mfl. 2017). I tillegg foregår Miljødirektoratets utvalgskartlegging etter NiN-systemet (pr. 2017) i SSBs 500×500 m rutenett.

3.1.2 AR18×18

AR18×18-nettverket er brukt for å lage «Arealregnskap for utmark» i Norge. Det er etablert 1081 flater. Hvert punkt i AR18×18-nettverket er sentrum i en PSU (primary statistical unit). PSU-en utgjør en flate på 1500×600 m (0,9 km²). I denne flaten registreres vegetasjonstyper, i henhold til V50 system for vegetasjonskartlegging på oversiktsnivå (Rekdal & Larsson 2005). Dette systemet omfatter 45 vegetasjonstyper og 9 andre arealtyper, og systemet er enklere enn, men sammenlignbart med, Fremstads (1997) vegetasjonstyper. I tillegg er det i hver PSU lagt ut 10 punkter (secondary statistical units; SSU). På disse punktene utføres et utvalg registreringer som er beskrevet i Eurostats instruks for Lucas-programmet, knyttet til arealdekke og arealbruk, og også vegetasjonstyper i henhold til Fremstad (1997). Se også Strand mfl. (2016) for mer detaljert gjennomgang. Selv om mange vegetasjonstyper i Fremstad (1997) nok kan knyttes til ulike natursystemtyper i NiN, er vegetasjonsenheter brukt i utmarkskartlegging på oversiktsnivå og arealtyper brukt i Lucas-programmet, for grove og upresise til å kunne knyttes til NiN på en meningsfylt måte.

Dersom AKO skal benytte AR18×18, vil en AKO-flate legges til punktet i AR18×18-nettverket og således være delvis overlappende med PSU-en. Systematisk utvalg knyttet til AR18×18 gir også mulighet til å fortette/utvide utvalgsstørrelsen, ved å dele inn rutenettet videre, f.eks. ved å legge ut flater i forband på 9×9 km i stedet for 18×18 km.

Det foregår flere overvåkingsaktiviteter i dag knyttet til AR18×18-nettverket. «Ekstensiv overvåking av hekkefugl (TOV-E)» benytter AR18×18-nettverket som grunnlag for utlegging av lokaliteter for telling av fugl (Kålås mfl. 2017). Takseringsrutene (lokalitetene) er etablert i halvparten av AR18×18-flatene. Rutene er trukket tilfeldig, men regionvis innenfor regionene Øst-Norge, Sørlandet, Vestlandet, Midt-Norge, Nordland og Troms, samt Finnmark. Takseringsrutene er lagt slik at 20 tellepunkt plasseres med 300 m avstand langs sidene av et kvadrat med 1,5 km sidelengde. Startpunktene i kvadratet ligger vel 600 m vest og 150 m sør for selve AR18×18-punktene, for slik å sikre at kvadratet passer sammen med flest mulige av SSU-ene i overvåkingsflaten (se over).

Data fra TOV-E inngår blant indikatorene for bærekraftig utvikling i Norge, for arealtypene jordbrukslandskap, skog og fjell. Datasettene rapporteres til miljøstatus.no, til naturindeksen og til den felles europeiske databasen for hekkefuglovervåking (Pan European Common Bird Monitoring Schemes), som beregner europeiske indekser for endringer i fuglebestander og som også inngår som del av EUs bærekraftindeks for biologisk mangfold. Data leveres også til UNEP-World Conservation Monitoring Centre for bruk i deres Wild Bird Index.

Videre foregår overvåking av humler og dagsommerfugler innenfor 1,5×1,5 km-flater i AR18×18-forbandet (Åström mfl. 2013, Åström mfl. 2017). Flatene er trukket i tre regioner: Østfold og Vestfold (alle flater), Sør- og Nord-Trøndelag, samt Vest-Agder og Rogaland (i begge regioner: flater med åpent lavland og skogsmark), med 17–18 flater i hver region. I hver flate er 1 km transekter (20 transekter á 50 m) lagt ut i subjektivt for å dekke åpen skog- og grasmak i omtrent samme arealandel som i AR18×18-flaten. Overvåkingsprosjektet leverer data til fire indikatorer i naturindeks: humler i skog, humler i åpent lavland, dagsommerfugler i skog og dagsommerfugler i åpent lavland. Prosjektet leverer også data til det europeiske samarbeidet European Grassland Butterfly Index, som igjen leverer data til Living Planet Report.

Arealrepresentativ overvåking av inngrep og arealdekke i norske verneområder skjer på vernet areal som ligger innenfor overvåkingsrutene i AR18×18, der status er kartlagt i en femårsperiode (2012–2016) (Strand & Bentzen 2017).

3.1.3 Landsskogtakseringens rutenett

Landsskogtakseringens (LSK) rutenett har et forband på 3 × 3 km under barskoggrensa, 3×9 km over barskoggrensa og 9×9 km i bjørkeskogsområdene i Finnmark. Dette rutenettet gir til sammen 22 000 punkter ujevnt spredt over hele landet. Rutenettet kan fortettes til et jevnt, 3×3 km rutenett for hele landet, da med 36 000 punkter. AR18×18 flatene sammenfaller ikke med LSK-flater.

Gjennom Landsskogtakseringen framskaffes informasjon om skogarealet og skogressursene, men også arealstatistikk for arealer utenom skog og tresatt mark. Nettverket av permanente prøveflater utgjør ca. 22 000 flater på landsbasis. Ca. 13 000 av disse ligger i skog eller på tresatte arealer og oppsøkes i felt hvert femte år. Resten av flatene sjekkes på flybilder hvert femte år, slik at en får informasjon om arealbruksendringer og ev. gjengroing av åpne arealer. De fleste standardvariablene i beskrivelsessystemet for skog i NiN kan utledes av eksisterende data fra Landsskogtakseringen.

Fordeler med å bruke LSK-rutenettet er at over halvparten av prøveflatene oppsøkes i felt over en femårsperiode. Det vil også kunne være mulig å trekke utviklingslinjer bakover i tid, da de

permanente prøveflatene ble etablert i ca. 1990. LSK har også et etablert opplegg for datafangst og dataforvaltning, som kan fungere som et godt utgangspunkt for å utarbeide arealstatistikk for flere naturtyper enn skog. Strand (2016) anfører imidlertid at kostnadene knyttet til gjennomføring av AKO på arealtyper som ikke er skog, vil bli høye.

Arealrepresentativ overvåking av skog i verneområder foregår gjennom Landsskogtakseringen (Hyllen mfl. 2017).

3.2 Hvilket rutenett er best egnet for å vurdere økologisk tilstand?

Halvorsen (2011) fastslår at et helhetlig overvåkingsprogram for natur i Norge bør inneholde ett landsdekkende standard-rutenett for naturovervåking – som heller kan tilpasses spesialbehov, f.eks. ved fortetting til finere maskevidde. Han sier videre at dette standardnettverket bør være åpent – uten restriksjoner på informasjon om observasjonsområdenes plassering, og uten restriksjon på gjenbruk av data, men understreker videre at det kan være gode grunner til å bruke lukkede nettverk, som f.eks. Landsskogtakseringen.

Som oversikten over viser, foregår overvåking i Norge i dag med basis i ulike rutenett. AR18×18 sammenfaller f.eks. ikke med LSK-nettverket. Flere av de eksisterende arealrepresentative overvåkingsprogrammene foregår i AR18×18 (se kap. 3.1.2). TOV-E samler data på bestandsnivåer av fugl, som kan være relevante indikatorer for økologisk tilstand (se kap. 5.1). Det romlige overlappet mellom TOV-E-flater og eventuelle AKO-flater vil imidlertid være varierende; TOV-E bruker kvadrater på 1,5 km, og de er ikke lagt i senterpunktet av PSU-en, slik AKO-flatene foreslås å plasseres hvis AR18×18 flatene skal benyttes i AKO. Videre vil data på areal- og vegetasjonstyper i Arealregnskap for utmark ikke være direkte overførbare til NiN-systemet, og eventuell datainnsamling om naturtyper i AKO vil måtte gjennomføres på nytt, på tross av eksisterende kunnskap om overvåkingsflatene, ettersom naturtyper registrert i AR18×18 og AKO ikke er kompatible. Kunnskapen om overvåkingsflatene kan muligens benyttes som støttevariabler for vurdering av økologisk tilstand, men fagsystemet for økologisk tilstand legger vekt på å benytte indikatorer som observeres direkte (Nybo & Evju 2017). Når man i tillegg tar i betraktning at muligheten å utvide utvalgsstørrelsen av AKO-flater innenfor AR18×18-nettverket er mindre fleksibel, gjør dette at eksisterende overvåking i AR18×18 ikke i seg selv er et godt nok argument for å benytte dette nettverket for datainnsamling for økologisk tilstand-indikatorer i AKO.

Strand (2016) skriver at å benytte LSK-nettverket til AKO vil innebære store kostnader knyttet til AKO-flater utenom skog. Strand (2016) anbefaler imidlertid å bruke Landsskogtakseringen som innsamlingsplattform for variabler knyttet til skogtilstand (gjennom en utvidelse av dagens feltprotokoll, se kap. 2.3), og bruke AKO-flater kun til å se på arealfordelingen av ulike naturtyper i skog. Landsskogtakseringens permanente prøveflater er hemmelige, og ekstra datainnsamling knyttet til disse flatene må eventuelt gjennomføres av Landsskogtakseringens personale. Det vil ikke være mulighet til å gjennomføre tilleggsinnsamling av data som for eksempel forutsetter installasjoner (insektfeller mm).

Ekspertrådet anbefaler, i tråd med Strand (2016), å benytte SSBs rutenett for utvalg av AKO-flater. Dersom overvåkingsflater trekkes fra SSBs rutenett, er det enkelt å øke utvalgsstørrelsen, gjennom å trekke flere ruter fra det settet av 1 603 635 ruter som utgjør 500×500 m-rutenettet. Det er lett å tilpasse utvalgsstørrelsen til budsjett, eller til den utvalgsstørrelsen som gir ønsket utsagnskraft, f.eks. mulighet til å oppdage en 10 % endring med 80 % sikkerhet. Det er også enkelt å fortette i en gitt region, gjennom å trekke tilfeldig fra de rutene blant hele settet som ligger innenfor regionen. En kan også enkelt fortette innenfor et gitt hovedøkosystem, f.eks. skog, og slik trekke ekstra tilleggsflater for overvåking av invertebrater (se kap. 6.2 og **Vedlegg 2**). Videre gjør SSBs rutenett det mulig å sammenholde data fra AKO med annen statistikk av relevans for økologisk tilstand (arealbruk, påvirkninger). Vi anbefaler at data fra AKO er åpne. Åpne data er et vitenskapelig ideal, det sikrer muligheter for gjenbruk av data (se også kap. 7.2). Vi anbefaler videre at AKO-flatene ikke hemmeligholdes i den forstand at det bare er et fåtall

personer (ev. enkeltinstitusjoner) som kjenner til flatenes lokalisering. Samtidig er det et poeng at flatene, fordi de er AKO-flater, ikke skal undergå en annen arealforvaltning enn det som ellers ville vært tilfellet, dvs. at kjennskap til at flatene inngår i overvåking gjør at de utsettes for andre typer påvirkninger. Følgelig kan det være et poeng å ikke publisere lokaliseringen av flatene offentlig. Vi understreker likevel at tilgang til lokalisering bør sikres på en enkel måte for personer (forskere, forvaltning) med faglig godt begrunnede formål.

4 Generelle aspekter ved arealrepresentativ overvåking

I dette kapitlet diskuterer vi generelle aspekter ved arealrepresentativ overvåking og betydningen de har for hvilke naturtyper, indikatorer og variabler som er egnet for arealrepresentativ overvåking. Flere faktorer har betydning for hvilke indikatorer vi foreslår inkludert i ny arealrepresentativ overvåking: naturtypenes og variabelenes hyppighet i forekomst, i hvilken grad variablene kan operasjonaliseres, hvor kostnadseffektivt de kan registreres, samt hva som dekkes av eksisterende datainnsamling.

4.1 Hvor hyppig må variablene forekomme?

AKO legger opp til arealrepresentativ overvåking av *naturtyper*. I denne rapporten skal vi foreslå variabler som skal registreres i ulike naturtyper i den arealrepresentative overvåkingen. Disse variablene danner grunnlag for indikatorer for økologisk tilstand, se **Boks 2**. For eksempel kan indikatoren være smågnagere, mens tettheten av smågnagere i august måned er en mulig variabel.

Egenskaper ved naturmangfoldet, enten det er naturtyper eller indikatorer/variabler, som skal overvåkes i et arealrepresentativt utvalg, må forekomme hyppig nok til at antallet observasjoner av indikatorer/variabler gir grunnlag for pålitelige estimater (Framstad & Kålås 2001). Halvorsen (2011) antyder, som en grov generalisering, at det som registreres bør forekomme i minst mellom 2 % og 10 % av alle potensielle overvåkingsflater for å være aktuelt for arealrepresentativ overvåking.

Dette avhenger av flere faktorer: Et større utvalg (flere overvåkingsflater) gir grunnlag for estimater også for egenskaper ved naturmangfoldet som forekommer sjeldnere. Egenskaper ved variabelen, f.eks. variasjon i forekomst og oppdagbarhet, er viktig. Ikke minst er våre krav til presisjon i resultatene av betydning (Framstad 2013) – for en gitt utvalgsstørrelse vil vi få høyere presisjon (mindre usikkerhet) i estimatene for en variabel som forekommer ofte, f.eks. i 50 % av flatene, enn en variabel som forekommer sjeldent (f.eks. i 5 %). I følge Halvorsen (2011) øker påliteligheten til arealrepresentative estimater proporsjonalt med kvadratroten av antallet observasjoner, dvs. at for å halvere usikkerheten i et estimat må du firedoble antallet observasjoner.

Erfaringer fra den terrestriske fugleovervåkingen «Ekstensiv overvåking av hekkefugl» (TOV-E) tilsier at det for enkeltindikatorer trengs data fra mer enn 50 reelle telleruter (ruter hvor indikatoren forventes å finnes) for å få gode estimater på bestandsendringer, dvs. indikatoren bør forekomme i ca. 10 % av overvåkingsflatene i TOV-E (Kålås mfl. 2017).

Indikatorens fordelingsegenskaper har også betydning for hvor ofte den må forekomme for å gi grunnlag for pålitelige estimater. I ARKO-prosjektet har man brukt kartleggingsdata og simuleringer til å beregne hvor mange overvåkingsflater (både totalt og reelle telleruter, jf. over) som trengs for at man med 80 % sannsynlighet kan fange opp en 20 % endring for en indikator (statistisk styrke). Antallet telleruter som er nødvendig, varierer mellom naturtyper, og også mellom ulike indikatorer for en gitt naturtype. For strandeng fant man f.eks. at 300 overvåkingsflater med

Boks 2. Indikatorer og variabler

En **indikator** er en egenskap ved naturmangfoldet man er interessert i (f.eks. ønsker å kartlegge eller overvåke). En indikator for økologisk tilstand er en variabel, eller en verdi avledet fra variabelen, som gir informasjon om tilstanden til en eller flere av de sju egenskapene som karakteriserer økosystemet.

En **variabel** er i utgangspunktet et hvilket som helst kvantitativt eller kvalitativt uttrykk for en gitt egenskap.

En operativ indikator må baseres på én eller flere spesifikk(e) variabel(er) som best mulig representerer egenskapen ved naturtypen eller indikatoren som er av interesse, eller ved avledning fra slike variabler.

Fra Nybø & Evju (2017).

strandeng (dvs. reelle telleruter) var nødvendig for å fange opp (altså få statistisk signifikante resultater) en 20 % endring i areal. Hvis man vil fange opp en 20 % endring i antall rødlistede karplantearter, trengs 200 overvåkingsflater med strandeng (Evju mfl. 2015). For åpen grunnlendt kalkmark var tilsvarende tall henholdsvis 110 og 130 flater (Bakkestuen mfl. 2014), altså betraktelig lavere. Dette skyldes at variasjonen i areal spesielt, men også rødlisteartsrikdom, generelt er høyere mellom overvåkingslokaliteter av strandeng enn av åpen grunnlendt kalkmark.

Indikatorens forekomstfrekvens må også vurderes i forhold til fordelingen innenfor definisjonsområdet, dvs. det arealet som overvåkingen skal gi estimater for. I AKO legges det opp til at en skal lage nasjonale estimater, dvs. at fastlands-Norge er definisjonsområdet. En naturtype eller indikator som for eksempel kun forekommer i sørlige deler av landet, vil vanskelig fanges opp i tilstrekkelig antall, på tross av at naturtypen/indikatoren lokalt eller regionalt kan være vanlig. For eksempel brukte Evju mfl. (2015) SSBs rutenett på 250×250 m og avgrenset definisjonsområdet til kystlinjen inkludert øyer fra Østfold til Rogaland. Innenfor dette definisjonsområdet fant de at det vil være behov for ca. 2500 overvåkingsflater for å oppdage en endring i areal av strandenger (jf. over).

TOV-E benytter halvparten av AR18×18-rutene, og har mellom 67 og 95 ruter per region, og mellom 1 og 79 per fylke (Kålås mfl. 2017). De konkluderer med at det er begrenset datatilgang for arter som forekommer i få og/eller i små habitater og som har begrenset utbredelse i Norge. For ca. 80 arter kan man presentere nasjonal statistikk. På regionalt nivå antyder foreløpige analyser at man kan få statistikk om bestandsendringer for minst 50 arter for Østlandet og Nord-Norge, og minst 25 arter for Sør- og Vestlandet (J.A. Kålås, pers. medd.). Det er nå satt i gang et arbeid i naturindeksen for å modellere TOV-E data sammen med andre data, for å se om det er mulig å øke utsagnskraften på finere geografisk skala. Resultatet av dette arbeidet vil også være nyttig for arbeidet med økologisk tilstand.

Betydning for indikatorer for økologisk tilstand i AKO

AKO, slik det er foreslått gjennomført (se kap. 2), vil framskaffe presis statistikk på nasjonalt nivå om areal og endringer av vanlige naturtyper i Norge. Behov for fortetting av utvalget av overvåkingsflater for å framskaffe statistikk også for mindre vanlige naturtyper, og for mindre geografiske enheter, diskuteres videre i kap. 7.1.

Det synes likevel klart at indikatorer for økologisk tilstand som skal baseres på datainnsamling i AKO-regi, bør være knyttet til variabler som i prinsippet kan registreres på alle AKO-punkter innenfor alle AKO-flater, for å sikre tilstrekkelig stor utvalgsstørrelse for å kunne lage presise estimater for indikatorene. Mer detaljert vurdering av nødvendige utvalgsstørrelser for de aktuelle indikatorene for økologisk tilstand krever mer informasjon om indikatorenes fordelingsegenskaper og om hva slags feltprotokoll som skal brukes. Det ligger utenfor rammen for denne rapporten.

4.2 Krav til variabler som skal registreres i felt

Variabler som skal inngå i et overvåkingsopplegg, må være representative for den naturtypen eller indikatoren vi ønsker å overvåke (relevans), følsomme for endringer og operasjonelle og effektive å måle/observere i felt. Her omtales operasjonalitet og kostnadseffektivitet, mens relevans og følsomhet diskuteres i tilknytning til aktuelle indikatorer i kap. 6.

En variabel som skal registreres av ulike feltpersonell, og på ulike tidspunkter, må kunne registreres på en standardisert og etterprøvbart måte, med høy presisjon og liten grad av subjektivitet. Variabler som er vanskelige å operasjonalisere, vil gi data med høy usikkerhet og et dårlig grunnlag for å gjøre tilstandsvurderinger.

Variabler som har varierende oppdagbarhet gjennom sesongen og/eller mellom år bør unngås, f.eks. fruktlegemer av jordboende sopper. Erfaringer fra kartlegging etter NiN-systemet viser at det kan være utfordrende å registrere variabler fra beskrivelsessystemet presist, både fordi beskrivelsen av variablenes ulike trinn ikke er god nok, og fordi det er vanskelig å observere skillene mellom ulike trinn i felt (se f.eks. Evju mfl. 2017a). Strand (2016, f.eks. s. 14-15) problematiserer også instruksene for NiNs beskrivelsesvariabler og foreslår en rekke forbedringer som må gjennomføres før variablene benyttes i ordinær AKO-kartlegging. Vi foreslår å registrere variabler i felt på en kontinuerlig skala og ikke benytte trinninndelingen for NiN-variabler, og utvikle grenseverdier for indikatorene basert på de kontinuerlige dataene, ikke bruke de ulike NiN-variabeltrinnene som grenseverdier (slik det gjøres for naturtyper av nasjonal forvaltningsinteresse, se kap. 5.2).

Variabler som skal registreres i felt, må også kunne registreres på en kostnadseffektiv måte, dvs. med begrenset tidsbruk per registrering. Tilsvarende må eventuelt etterarbeid (f.eks. bestemmelse av innsamlet materiale) være kostnadseffektivt. Den faktiske tidsbruken knyttet til registrering av variabler må testes i en pilot (se kap. 8).

Betydning for økologisk tilstand-indikatorer i AKO

Helt sentralt for variabler som skal registreres i AKO og som skal være grunnlag for indikatorer for økologisk tilstand, er at det utarbeides gode instruksjer/feltprotokoller for hvordan variablene skal registreres i felt, og at det gjennomføres kursing og kalibrering mellom ulike inventører.

Forslagene til variabler kommer i tillegg til AKOs regulære datainnsamling og de protokollene som beskriver denne. For variabler knyttet til indikatorer for økologisk tilstand foreslår vi at det utarbeides standardiserte protokoller som er åpne, og helst publiserte. Vi bør etterstrebe innsamling av informasjon av indikatorer som følger etablerte internasjonale protokoller, slik at dataene vi får er sammenlignbare med andre datasett, og slik at andre kan samle data som kan sammenlignes med de AKO-deriverte økologisk tilstand-dataene. De standardiserte protokollene ferdigstilles først etter at en pilot er gjennomført, ettersom feltarbeidet kan avdekke praktiske problemer med gjennomføring av de standardiserte metodene, og fordi vurderinger av kostnader og tidsbruk kan legge føringer for endelige protokoller.

5 Annen pågående registrering av relevante variabler og indikatorer

I dette kapitlet går vi gjennom annen pågående kartlegging og arealrepresentativ overvåking som kan være relevant for å vurdere økologisk tilstand. Vi vurderer om slik pågående overvåking og kartlegging dekker tilsvarende indikatorer som er foreslått i fagsystemet for vurdering av økologisk tilstand, og om datainnsamlingen i så fall er tilstrekkelig eller om supplerende datainnsamling gjennom AKO er nødvendig for å kunne gjøre gode vurderinger av økologisk tilstand.

5.1 Arealrepresentativ overvåking

Som beskrevet i kapittel 3, pågår en del arealrepresentativ overvåking av norsk natur, inkludert den som er avgrenset til visse arealtyper. Data som samles inn gjennom annen overvåking, kan også være relevant for å avlede indikatorer for økologisk tilstand, og AKO skal ikke erstatte den pågående overvåkingen, men supplere den. Her gir vi en oversikt over de variablene fra andre arealrepresentative overvåkingsprogrammer vi mener kan være relevante for å utlede indikatorer for økologisk tilstand (**Tabell 1**). I tillegg pågår det relativt heldekkende overvåking av de store rovdirene, fjellrev, villrein, elg og hjort, og data fra disse overvåkingsprogrammene vil være viktige for indikatorer som dekker de trofiske nivåene «predatorer» og «store herbivorer» når økologisk tilstand skal vurderes på fylkes-, regions- eller nasjonalt nivå.

Tabell 1. Indikatorer som allerede inngår i pågående arealrepresentativ overvåking som har relevans for fastsetting av økologisk tilstand. I hvor stor grad man kan ha en geografisk oppløsning på statistikken på regionalt- eller nasjonalt nivå varierer med indikatorene.

Indikator	Økosystem	Dekningsgrad	Overvåkingsprogram
Biomasse av trær	Skog	Norge, 13 000 flater	LSK
Mengde død ved (flere variabler)	Skog	Norge, 13 000 flater	LSK
Mengde av rogn, osp og selje	Skog	Norge, 13 000 flater	LSK
Treslagsfordeling	Skog	Norge, 13 000 flater	LSK
Mengde store/gamle / hule løvtrær (som del av MiS-registrering på LSK-flatene)	Skog	Norge, 13 000 flater	LSK
Mengde gammel naturskog	Skog	Norge, 13 000 flater	LSK
Mengde biologisk gammel skog	Skog	Norge, 13 000 flater	LSK
Trærnes aldersfordeling	Skog	Norge, 13 000 flater	LSK
Dekning av blåbær	Skog	Norge, 13 000 flater	LSK
Terrestrisk fugl, ca. 80 arter i statistikken	Alle	Norge, ca. 500 flater	TOV-E
Humler og sommerfugler	Semi-naturlig mark og åpen skogsmark	Østfold/ Vestfold, Rogaland/ Hordaland, Trøndelag. Totalt 54 flater	Eget program
Karplanter	Semi-naturlig mark ¹	Alle fylker unntatt Oslo. Totalt 97 flater	3Q
Terrestrisk fugl	Semi-naturlig mark ¹	Alle fylker unntatt Oslo. Totalt 130 flater	3Q

¹ Bare deler av hovedøkosystemet semi-naturlig mark er inkludert, se brødtekst.

Betydning for indikatorer for økologisk tilstand i AKO

Indikatorene i Tabell 1 som dekkes av Landsskogtakseringen (LSK), gir gode arealrepresentative estimater med bedre romlig oppløsning enn hva som er foreslått for AKO. De er også høyst

relevante for økologisk tilstand i skog. Hvorvidt relevante indikatorer som overvåkes i LSK, også skal inkluderes i AKO, er opp til Miljødirektoratet å vurdere (se også kap. 6.1 og 6.2).

Fugl er godt dekket opp i arealrepresentativ overvåking, og fugl er knyttet til større arealenheter enn kartleggingsenheter i NiN. Dermed vil det være lite kostnadseffektivt å legge fugleovervåking til som et element i AKO.

Humler og sommerfugler er bare delvis godt dekket opp (begrenset geografisk utbredelse av overvåkingen og få flater). Framfor å utvikle ny overvåking av humler og sommerfugler gjennom AKO, bør miljøforvaltningen i samråd med institusjonene som er ansvarlige for gjennomføringen av overvåkingen, vurdere å utvide denne overvåkingen til å inkludere flere geografiske områder.

For karplanter fanger overvåkingen i 3Q bare delvis opp hovedøkosystemet semi-naturlig mark. Overvåkingen er lagt til naturbeitemarker (som faller inn under nivå 2-enheten semi-naturlig eng) i tillegg til kultiverte beiter som enten er i drift eller brakklagt (såkalte «villenger»), som i hovedsak vil falle utenfor hovedøkosystemet. For indikatorer for økologisk tilstand er det derfor viktig at AKO supplerer 3Q gjennom registreringer av karplanter, se kap. 6.

5.2 Kartlegging etter Natur i Norge (NiN)

Det foregår i dag ulike typer kartleggingsprosjekter etter NiN-metodikk, og noen av beskrivelsesvariablene kan være relevante for å vurdere økologisk tilstand. Kartlegging i regi av Miljødirektoratet omfatter f.eks. heldekkende NiN-kartlegging av verneområder og utvalgskartlegging i subjektivt valgte ruter å 500x500 m (hentet fra SSBs rutenett) med presumptivt verdifull natur, bl.a. av rødlistede naturtyper og naturtyper av nasjonal forvaltningsinteresse (NNF), se nedenfor. I 2017 ble det gjennomført heldekkende kartlegging i hver rute, dvs. man får oversikt over areal og antall unike lokaliteter av ulike naturtyper innenfor rutene. Knyttet til den ordinære kartleggingen registreres en rekke beskrivelsesvariabler angitt i kartleggingsinstruksen for målestokk 1:5000 (Bratli mfl. 2017), jf. også Miljødirektoratets feltinstruks for kartlegging, se **Tabell 2**. Som beskrevet i kap. 2.1, er disse variablene ikke foreslått registrert som del av ordinær AKO-protokoll, fordi variablene ikke benyttes til å identifisere naturtypen som sådan, dvs. de bidrar ikke til nasjonal statistikk om forekomst av NiN-naturtyper, og for å holde kostnadsnivået på AKO nede (Strand 2016).

Relevante variabler fra NiNs beskrivelsessystem for økologisk tilstand

Lokaliteter med naturtyper av nasjonal forvaltningsinteresse (NNF) skal kvalitetsvurderes. Evju mfl. (2017a, b) har på oppdrag fra Miljødirektoratet utviklet et forslag til vurdering av lokalitets-kvalitet for i alt 70 ulike NNF-er, basert på variabler som kan registreres med NiN-metodikk. Rent konseptuelt ses en lokalitets kvalitet som en funksjon av

- tilstand *sensu* NiN – målt som omfang av påvirkninger og/eller effekt av disse påvirkningene, og
- artsmangfold og naturvariasjon, gitt ved faktiske og potensielle forekomster av (rødliste)arter, lokalitetsstørrelse og eventuell annen naturtypespesifikk variasjon.

Tilstandsvurderingene bygger på variabler i NiNs beskrivelsessystem. Tilstand vurderes langs en firedelt skala – fra «god» (lite eller ingen påvirkning eller effekt av påvirkning), «moderat» (noe påvirkning/effekt), «dårlig» (stor påvirkning/effekt) til «ikke kvalitetsvurdert» (graden av påvirkning er så stor at arealet ikke er kartlagt). Artsmangfold/naturvariasjon vurderes langs en tredelt skala (stort, moderat, lite) og inkluderer variabler som forekomst og antall rødlistearter, artsrikdom for øvrig, størrelse og strukturer. Variabler som skal inngå i vurderingen, er spesifisert for hver naturtype (for en grov oversikt se **Tabell 2**). Det er satt grenseverdier mellom de ulike trinnene for hver variabel som inngår (der en anser kunnskapen som tilstrekkelig), og det er angitt hvordan ulike variabler skal vurderes sammen for å fastsette lokalitetens kvalitet (Evju mfl. 2017b, Evju mfl. 2017a).

Tabell 2. NiN-beskrivelsesvariabler som registreres i pågående kartlegging. NNF-kartlegging = variablene er foreslått for å vurdere økologisk kvalitet i lokaliteter av naturtyper av nasjonal forvaltningsinteresse. NiN-kartlegging = variablene registreres som del av ordinær NiN-kartlegging. Naturlig åpne = naturlig åpne områder i lavlandet.

NiN-variabel	Hovedøkosystem ¹	Registreres i
Rask suksesjon (7RA-SJ)	Semi-naturlig	NNF-kartlegging NiN-kartlegging
Aktuell bruksintensitet (7JB-BA)	Semi-naturlig	NNF-kartlegging NiN-kartlegging
Slåtteintensitet (7JB-SI)	Semi-naturlig	NNF-kartlegging
Beitetrykk (7JB-BT)	Semi-naturlig, Naturlig åpne, Fjell, Skog	NNF-kartlegging
Gjødsling (7JB-GJ)	Semi-naturlig, Naturlig åpne	NNF-kartlegging
Fremmedartsinnslag (7FA)	Semi-naturlig, Naturlig åpne, Fjell ³ , Våtmark, Skog	NNF-kartlegging NiN-kartlegging
Slitasje (7SE)	Alle	NNF-kartlegging NiN-kartlegging
Spor av tunge kjøretøy (7TK)	Semi-naturlig ³ , Naturlig åpne, Fjell, Våtmark, Skog	NNF-kartlegging
Overbeskatning (7OB)	Fjell	NNF-kartlegging
Grøftingsintensitet (7GR-GI)	Våtmark	NNF-kartlegging
Vassdragsreguleringsintensitet (7VR-RI)	Naturlig åpne ²	NNF-kartlegging NiN-kartlegging
Skogbestandsdynamikk (7SD)	Våtmark, Skog	NNF-kartlegging
Tilsåing/tilplanting (7SB-FT-TS)	Skog	NNF-kartlegging
Torvuttak (5AB-DO-TT)	Våtmark	NNF-kartlegging
Total tresjiktdekning (1AG-A-0)	Semi-naturlig, Naturlig åpne, Fjell ³ , Våtmark ³ , Skog ³	NNF-kartlegging
Dekning av gjenvæksttrær (1AG-A-G)	Semi-naturlig ³ , Våtmark	NNF-kartlegging NiN-kartlegging
Dekning av overstandere (1AG-A-E)	Semi-naturlig, Våtmark	NiN-kartlegging
Busksjiktdekning (1AG-B)	Semi-naturlig ³ , Naturlig åpne ⁴ , Våtmark, Skog ⁴	NNF-kartlegging
Mark- og bunnlevende art – dekning (1AE-MB-0)	Alle	NiN-kartlegging

¹ En del av variablene registreres bare for noen få NNF-er innenfor hovedøkosystemet.

² Bare åpen flomfastmark

³ Bare ordinær NiN-kartlegging

⁴ Bare NNF-kartlegging

NiN-kartleggingens relevans for fastsetting av økologisk tilstand

Pågående NiN-kartlegging foregår enten i verneområder eller i subjektivt valgte 500x500 m-flater. Selv om variabler som registreres i kartleggingen, kan være relevante for å vurdere økologisk tilstand, er data som samles inn ikke representative for naturtypenes forekomster verken nasjonalt eller regionalt. Dette innebærer at eventuelt relevante NiN-variabler som registreres ikke kan benyttes til å utforme forventingsrett statistikk for økologisk tilstand på fylkes-, regions- eller nasjonalt nivå.

En del av variablene som brukes, spesielt i kvalitetsvurderingen av NNF-er, kan være svært relevante for å beskrive økologisk tilstand, og variabler som indikerer omfang av påvirkning, er relevante for å vurdere mulige tiltak for å bedre økologisk tilstand. De kan også bidra til ekspertvurdering av økologisk tilstand lokalt der det mangler tilstrekkelig kunnskap om indikatorer for økologisk tilstand. Som beskrevet i kap. 4.2, viser erfaringer fra kartlegging etter NiN-systemet en del utfordringer med å registrere variabler i felt, noe også Strand (2016) peker på i sin rapport.

En del variabler fra beskrivelsessystemet har også svært grove trinninndelinger – variabelen «Spor etter slitasje og slitasjebetinget erosjon» er f.eks. delt i fire trinn: 0, 0–1/16 av lokaliteten med spor, 1/16–1/2 av lokaliteten med spor og > 1/2 av lokaliteten med spor. Evju mfl. (2017a) understreker at slike grove inndelinger er lite egnet for å vurdere økologisk kvalitet for en lokalitet. Ekspertrådet foreslår derfor at alle variabler som registreres for indikatorer for økologisk tilstand i AKO, registreres på en kontinuerlig skala. Dette gir mulighet til å fastsette grenseverdier basert på felldata, ikke basert på forhåndsdefinerte trinn.

Videre er ikke NiN-kartleggingen planlagt gjentatt for de samme lokalitetene over tid, dvs. utviklingen kan ikke beregnes. AKO vil derfor fylle et annet formål enn denne kartleggingen. Nytteverdien for å vurdere utvikling i økologisk tilstand på de kartlagte arealene over tid er derfor liten for utforming av statistikk, men resultatene fra NiN-kartlegging kan imidlertid være relevante for å vurdere den økologiske tilstanden på lokal skala på et gitt tidspunkt. Slik sett kan relevante variabler fra NiN-kartleggingen bidra til en geografisk ekstrapolering av resultatene fra AKO, slik at disse resultatene potensielt kan få finere geografisk oppløsning (i det minste for noen år etter at NiN-kartleggingen er gjennomført). Forutsetningen er at NiN-kartleggingen inkluderer et bredere sett av effektvariabler med relevans for vurdering av økologisk tilstand, slik det også forutsettes for AKO. I klartekst bør man derfor vurdere å utvide NiN-kartleggingen med noen av variablene som foreslås for økologisk tilstand hvis NiN-kartleggingen også skal bidra til i større grad med kunnskap om økologisk tilstand lokalt. Rapport med samlet oversikt over operasjonelle indikatorer for økologisk tilstand er ventet sommeren 2018.

6 Vurdering av indikatorer for økologisk tilstand i AKO

I dette kapitlet tar vi utgangspunkt i AKO-opplegget (kap. 2), generelle aspekter ved arealrepresentativ overvåking (kap. 4), indikatorer foreslått for fagsystem for økologisk tilstand (Nybø & Evju 2017) og enkelte indikatorer som er foreslått senere. Ut fra dette foreslår vi variabler som kan være egnet å registrere gjennom AKO, og som deretter kan være grunnlag for avledede indikatorer for økologisk tilstand. I den endelige vurderingen av indikatorer og variabler har vi også vurdert hvilke menneskeskapte påvirkninger indikatorene er følsomme for, samt relevans, dvs. om de sju egenskapene som karakteriserer god økologisk tilstand, er tilstrekkelig reflektert i indikatorsettet.

6.1 Ulike kategorier av indikatorer

I Nybø & Evju (2017) ble det i alt foreslått 336 indikatorer for økologisk tilstand. Av de 336 ble 72 foreslått innlemmet i AKO, mens for 99 indikatorer ble det kryssset av for «vet ikke», totalt 171 indikatorer. Av de 171 ble henholdsvis 39 (foreslått innlemmet) og 85 (vet ikke) vurdert å være operasjonelle/klare til bruk (Vedlegg 5a i Nybø & Evju 2017).

Noen indikatorer ble foreslått for flere økosystemer – disse kan være enten identiske eller svært like. Når slike like/lignende indikatorer samles, omfatter indikatorlisten om lag 100 ulike indikatorer som tentativt foreslås overvåket gjennom AKO. De 100 indikatorene kan grovt grupperes i seks kategorier.

1. Arter, denne gruppen omfatter enkeltarter og artsgrupper, f.eks. dagsommerfugler.
2. Artssammensetning. Dette er indikatorer som omfatter flere arter og mengdemål av artene.
3. Struktur, denne gruppen omfatter strukturvariabler, f.eks. dekning av ulike sjikt, død ved og forekomst av strukturer f.eks. på myr.
4. Naturtyper. Disse indikatorene tar utgangspunkt i fordelingen av ulike naturtyper (hovedtyper, grunntyper og/eller utforminger) innenfor et hovedøkosystem.
5. Abiotiske indikatorer, f.eks. pH i jord
6. Annet – inkludert indikatorer som kan betraktes som påvirkningsindikatorer, indikatorer som involverer fjernmåling m.m.

Nedenfor vurderer vi egnetheten til de ulike gruppene av indikatorer for AKO, mens en mer detaljert vurdering foreligger i **Vedlegg 1**. Av de 100 inngår 25 i allerede etablert arealrepresentativ overvåking.

Arter og artsgrupper

Denne gruppa omfatter enkeltarter og artsgrupper, f.eks. dagsommerfugler. Mange av de foreslåtte indikatorene er fuglearter, som registreres i annen arealrepresentativ overvåking (TOV-E, 3Q). Videre er det en del vertebrater som dekkes av andre (ikke arealrepresentative) overvåkingsprogrammer og en del sjeldent forekommende og/eller vanskelig oppdagbare arter. Gruppa omfatter også noen vanlige arter/artsgrupper, først og fremst karplanter.

Fugl, humler og sommerfugler er dekket av annen arealrepresentativ overvåking, og vi ser ikke behov for datainnsamling av disse artsgruppene knyttet til AKO selv om de er relevante som indikatorer for økologisk tilstand (se kap. 5.1). Sommerfugl- og humleovervåkingen har imidlertid begrenset geografisk omfang (se **Tabell 1**) og bør vurderes for utvidelse.

Store vertebrater, som hjortevilt og rovdyr, opererer på større romlig skala enn AKO-flater, AKO-punkter og NiN kartleggingsenheter. De er i tillegg dekket av andre (ikke arealrepresentative) overvåkingsprogrammer, som kan brukes for å vurdere disse artene som indikatorer på ho-

ved økosystemnivå. Smågnagere overvåkes i ulike prosjekter, både med fangst og med sporregistreringer (Eide mfl. 2015, Framstad 2017). Det finnes imidlertid ikke arealrepresentativ overvåking. Smågnagere forekommer på en romlig skala som er relevant for AKO-prosjektet, i motsetning til f.eks. hjortedyr og fugl. Innsamling av smågnagerdata i AKO-regi kan være nyttig for vurderinger av økologisk tilstand, da smågnagere er funksjonelt viktige arter, spesielt i fjelløkosystemer. Imidlertid vil registrering av spor etter smågnageraktivitet kreve årlige registreringer, noe som kan være problematisk om AKO ellers legges opp med 5-årig omdrev. Smågnageres bestandsendringer kan heller ikke tolkes som uttrykk for økologisk tilstand uten å ha en lang tidsserie av observasjoner som kan fortelle oss om bestandsdynamikken avviker fra det typiske mønsteret med 3–4 års fluktuasjoner og en del store bestandstopper. Se også i kap. 7.3.

Sjeldne arter (f.eks. rødlistearter) og arter som har varierende oppdagbarhet (f.eks. jordboende sopp) vil vanskelig kunne fanges opp gjennom arealrepresentativ overvåking. Vanlig forekommende arter, derimot, dvs. arter som vanligvis forekommer i en gitt naturtype, og som på en konsistent måte lar seg registrere i felt, kan være egnet for arealrepresentativ overvåking gjennom AKO. De mest aktuelle artsgruppene å inkludere er **karplanter** og **smågnagere**. Gitte naturtypespesifikke «problemarter» (karplanter) eller følsomme indikatorarter kan være svært relevante indikatorer for økologisk tilstand.

Artssammensetning

Dette er indikatorer som fordrer at man i felt registrerer artsidentitet og mengde av artene, og hvor indikatoren avledes av disse artssammensetningsdataene. De fleste indikatorene som er foreslått, er knyttet til karplanter (feltsjikt, men også tresjikt), men det er også foreslått artssammensetningsindikatorer for invertebrater. Karplantesammensetning overvåkes arealrepresentativt gjennom 3Q, men da bare i form av engarealer tilknyttet jordbrukets kulturlandskap, som i praksis er semi-naturlig eng (T32) og ulike former for dyrket eng (T41 og T45).

En rekke indikatorer kan utledes fra artssammensetningen, basert på tilstedeværelse av spesifikke problemarter eller indikatorarter, ulike fordelinger som artsrikhet og mengdefordeling, samt indikatorer beregnet basert på de tilstedeværende artenes funksjonelle trekk, nisjekrav, eller respons på biotiske og abiotiske faktorer. Slike samfunnsbaserte indikatorverdier har en lang historie i vegetasjonsøkologien (Ellenberg mfl. 1992, Grime 1977, Grime 2001). De baserer seg på at hver enkelt art har et gitt optimum og en gitt toleranse for forskjellige abiotiske og biotiske faktorer, f.eks. lys, pH i jord, fuktighet, nitrogentilgang og saltholdighet i omgivelsene (Diekmann 2003, Ewald 2003). Artens verdi reflekterer artens realiserte økologiske nisje, altså et estimat basert på artens dose-responskurver. Gjennom å beregne et veid gjennomsnitt av alle artene som er tilstede i vegetasjonen, kan man estimere den sannsynlige verdien for disse faktorene for en gitt vegetasjonsprøve. Parallelt med delprosjektet som rapporteres her, gjennomføres det analyser av feltdata fra en rekke datasett over vegetasjonssammensetning gjennom «Ellenberg-prosjektet». Prosjektet vurderer om man kan beregne grenseverdier for ulike avledede indikatorer for ulike økosystemer basert på de generaliserte artsdata-listene for NiN (Halvorsen mfl. 2016b) og gjennomfører sensitivitetsanalyser som vurderer hvor mye man kan begrense feltinnsatsen og likevel kunne få data på en rekke avledede indikatorer for økologisk tilstand. Indikatorer som foreslås, inkluderer ulike Ellenbergindikatorer, basert på Ellenbergs britiske indikatorverdier (Hill mfl. 1999), som er bedre egnet for skandinaviske forhold enn de opprinnelige verdiene fra Ellenberg mfl. (1992). I tillegg vurderes Grimes C-S-R-verdier, som beskriver artssammensetningen sett i lys av forstyrrelser og næringsstress. Dahls respirasjonssum (Dahls r) (Dahl 1998), som er et mål for artens varmekrav gjennom vekstsesongen, vurderes i forhold til klimaendringer.

Data på artsforekomst og -mengde kan registreres i alle forekomster av et gitt hovedøkosystem og gir grunnlag for en rekke avledede indikatorer (kap. 6.2). Registrering av artssammensetning (forekomst og mengde) av **karplanter** gjennom AKO kan med andre ord gi svært relevante data for å vurdere økologisk tilstand i økosystemene. Registrering av karplanter er mulig å operasjonalisere og gjennomføre på en kostnadseffektiv måte.

En annen artssammensetningsindikator som foreslås, er biomasse av insekter. Nye studier viser alarmerende tilbakegang av terrestriske insekter i verneområder i Tyskland (Hallmann mfl. 2017), og en rekke andre studier fra hele Europa viser lignende trender for en rekke insektgrupper. Insekter inngår i viktige funksjoner i økosystemene, for eksempel nedbrytning, pollinering og frøspredning, i populasjonskontroll av skadegjørende organismer og ikke minst som et vesentlig ledd i næringsnettet. I dag er overvåking av invertebrater i terrestrisk natur nesten ikke-eksisterende, og data fra innsamling av insekter vil dekke et stort hull i eksisterende overvåking av norsk biologisk mangfold. **Vedlegg 2** skisserer hvordan innsamling av **insekter** kan gjøres i et utvalg av AKO-flater.

Struktur

Denne gruppa av indikatorer omfatter tre ulike typer: dekning av ulike sjikt i vegetasjonen, forekomst av viktige strukturer i skog (død ved, gamle trær, nedbrytningsgrad) og strukturer i våtmark.

Dekning av ulike sjikt i vegetasjonen registreres til en viss grad i NiN-kartlegging (**Tabell 2**), men da på polygonnivå (dvs. innenfor det arealet en gitt naturtypeforekomst dekker), og på en ordinal skala, m.a.o. registreres dekning i mengdeklasser. NiN-kartleggingen er ikke arealrepresentativ, og det er behov for supplering data fra disse kartleggingene for å vurdere økologisk tilstand på fylkes-, regions- eller nasjonalt nivå.

En del strukturvariabler i skog omfattes av Landsskogtakseringen (LSK), se **Tabell 1**. Hvorvidt relevante variabler for økologisk tilstand som allerede dekkes i LSK også skal registreres i AKO, er en beslutning for miljøforvaltningen. Faglig sett vil AKO gi best grunnlag for samlede vurderinger av økologisk tilstand i skog dersom alle relevante variabler registreres på alle AKO-flater, også skogflater.

Det finnes ingen arealrepresentativ overvåking av våtmark, med unntak av våtmarker innenfor verneområder. Strukturer i våtmark kan registreres i felt, men man kan med fordel benytte fjernmåling eller registrering av et større areal enn AKO-punktene. Det diskuteres ikke videre her.

Indikatorer knyttet til **dekning og høyde av ulike vegetasjonssjikt** kan imidlertid registreres på alle forekomster av et gitt økosystem. Dette er høyst relevante indikatorer for de fleste økosystemene.

Naturtyper

Disse indikatorene tar utgangspunkt i fordelingen av ulike naturtyper (hovedtyper, grunntyper og/eller utforminger) innenfor et hovedøkosystem, for eksempel andel kystlyngheier i hevd. Ved kartlegging av naturtyper i 1:5000 målestokk vil kartleggingsenheter med ulik hevdpreg fanges opp. Så lenge naturtype registreres på relevant nivå på AKO-punktene, kan slike indikatorer avledes av innsamlede data. Imidlertid kan vi forvente at sjeldne naturtyper i liten grad vil fanges opp gjennom AKO, slik at det kan være vanskelig å bruke f.eks. forekomst og mengde av rødlistede naturtyper som en indikator.

Abiotiske indikatorer

Denne gruppa inkluderer indikatorer på jordkjemi. Disse indikatorene er bare foreslått for et fåtall nivå 2-enheter. Vi foreslår ikke å prioritere disse indikatorene for AKO nå, men se **Tabell 4**.

Annet

I denne kategorien ligger ulike typer indikatorer, inkl. indikatorer basert på fjernmåling og påvirkningsindikatorer. En del av disse (f.eks. landskapsstrukturer) omfatter et romlig skalanivå som går ut over rammen for de enkelte AKO-flatene og vil derfor måtte kreve annen datainnsamling enn gjennom AKO.

6.2 Anbefalte feltregistreringer i AKO-regi

Blant variablene som synes relevante å registrere i AKO-regi, er altså artssammensetning av karplanter, vegetasjonsstruktur (dekning og høyde av ulike sjikt), mengde av smågnagere (gitt årlige registreringer), samt biomasse av invertebrater. Også strukturer i skog kan registreres i AKO, selv om disse er godt dekket gjennom Landsskogtakseringen (LSK). Gjennom å registrere alle variabler i de forhåndsdefinerte romlige skalaene for variablene, på alle AKO-punkter uavhengig av naturtypen som forekommer på AKO-punktet, sikres gode tidsserier for indikatorene.

I den ordinære AKO-registreringen vil man (jf. kap. 2.1) registrere NiN-naturtype og gitte beskrivelsesvariabler på 36 AKO-punkter per AKO-flate. Et AKO-punkt omfatter to romlige skalaer i vårt forslag: en kvadratmeter i senter av punktet, og et areal på 250 m² rundt punktet, dvs. en sirkel med ca. 9 m radius. Dette arealet utfigureres på samme måte i LSK, og tilsvarer det arealet Strand (2016) skisserer for registrering av beskrivelsesvariabler knyttet til NiN-naturtypen. I **Ta-bell 3** gir vi en detaljert oversikt over hvilke konkrete registreringer som anbefales for alle AKO-punkter og hvilken romlig skala de bør registreres på.

For å registrere forekomst og mengde av karplanter, samt dekning og høyde av (de fleste) vegetasjonssjikt, foreslår vi å bruke 1 × 1 m-ruter på AKO-punktet (for diskusjon av antall AKO-punkter per AKO-flate, se kap. 7.4). Ruter på 1 m² er mye benyttet innenfor vegetasjonsøkologi. Rutestørrelsen er en avveining mellom tidsbruk (mer tid jo større flate), heterogenitet (jo større areal, jo større heterogenitet og kanskje flere naturtyper) og å fange opp de artene som forekommer på stedet. Rutene bør merkes med metallrør i hjørnene, slik at man ved gjentak registrerer vegetasjonen på det samme arealet, eventuelt benytte svært nøyaktig GPS. Dette reduserer variasjonen i de innsamlede dataene og gir grunnlag for bedre estimater av endring over tid.

Vi foreslår å registrere alle karplantearter som forekommer, og estimere mengde som prosentvis dekning. Vi har diskutert muligheten for å registrere et utvalg (vanlige) arter, men konkludert med at det i liten grad er tidsbesparende, da man i felt gjerne vil bruke en god del tid på å bestemme hvilke arter som er «vanlige». Ved å avgrense til et utvalg plantearter øker man også sannsynligheten for variasjon mellom ulike inventører, og man mister potensielt verdifulle data. Arter med smalere nisje vil gjerne være mer følsomme for påvirkninger enn arter med bred nisje, og slike arter vil ofte ikke være blant de aller mest vanlige.

Noen av variablene bør registreres på arealet rundt AKO-punktet, dette gjelder f.eks. dekning av busksjikt eller problemarter, der en større romlig skala bedre fanger opp potensiell heterogenitet i variabelen. Det samme gjelder for skogstrukturvariabler, dersom disse skal registreres på AKO-flatene i tillegg til i LSK. Metodene bør i så fall følge feltprotokollen til LSK.

Fangst av smågnagere er ressurskrevende og lar seg ikke gjennomføre parallelt med ordinære AKO-registreringer. Registrering av spor (avføring, tunneler osv.) er imidlertid ikke spesielt tidkrevende og anbefales gjennomført i AKO. Gitt årlige registreringer på fastsatte tidspunkter (ev. i et utvalg flater, se kap. 7.3), kan man f.eks. bruke 1 m² fast rute for hvert AKO-punkt og registrere prosentvis andel av ruta som er påvirket, men med en protokoll som gjør det mulig å skille årets spor fra tidligere års spor.

Når det gjelder innsamling av insekter, må forvaltningen først avklare målsetning/ambisjonsnivå for en insektovervåking. Kunnskap om insektene er helt essensielt for å forstå økosystemenes struktur og funksjon og dermed en sentral indikator, uten eksisterende data, for økologisk tilstand. Det bør i første rekke fokuseres på å komme i gang med selve innsamlingen. Selv om artsbestemmelse er krevende, er innsamlingen relativt rimelig og enkel. Vi foreslår derfor at det bør utvikles en feltinstruks for å starte opp innsamling av insekter med tanke på biomasseovervåking på AKO-flatene. Etterbehandling av prøver kan justeres i etterkant, avhengig av tilgjengelige ressurser. En grovsortering i hovedgrupper eller funksjonelle grupper, med påfølgende bio-

massemåling, vil gi mye informasjon for en begrenset innsats. Detaljert artsidentifikasjon er derimot svært krevende, men her vil nye metoder innen DNA barcoding gi helt nye og rimeligere muligheter på litt sikt (**Vedlegg 2**). Vi foreslår i første omgang et opplegg med om lag 50 innsamlingspunkter fordelt mellom et utvalg AKO-flater i hhv. skog og kulturlandskap. Dette vil gi data om både pollinerende og vedlevende insekter, to viktige artsgrupper der vi har grunn til å forvente endringer. En slik datainnsamling vil ikke kunne gjennomføres i samband med ordinære AKO-registreringer, og variabelen er derfor ikke inkludert i **Tabell 3**.

Tabell 3. Foreslåtte registreringer på AKO-punkter i alle AKO-flater, og hvilken romlig skala (punkt, areal rundt punktet, jf. kap. 2.1) variablene registreres på. Skogstrukturvariabler er oppført for seg, i tilfelle det vedtas at slike skal registreres i AKO i tillegg til i Landsskogtakseringen (LSK). Variablene kan være egne indikatorer eller grunnlag for avledede indikatorer.

Feltregistrering	Romlig skala 1 m ²	Romlig skala 250 m ²	Kommentar
Mengde av karplanter	X		Alle karplanter innenfor en 1 x 1 m ² rute registreres med mengde, som % dekning.
Dekning bunnsjikt	X		Bunnsjiktet deles inn i tre grupper: lav, moser og torvmoser, og % dekning registreres for hver gruppe.
Dekning strøsjikt	X		Dødt organisk materiale: % dekning
Dekning feltsjikt	X		Urter og vedvekster < 0,8 m: % dekning
Dekning busksjikt	X	X	Vedvekster med høyde 0,8–2 m: % dekning
Dekning tresjikt		X	Vedvekster med høyde > 2 m: % dekning
Høyde/tykkelse bunnsjikt	X		Bunnsjiktet deles inn i tre grupper: lav, moser og torvmoser, og høyde (cm) registreres for hver gruppe.
Tykkelse strøsjikt	X		Dødt organisk materiale: tykkelse (cm)
Høyde feltsjikt ¹	X		Urter og vedvekster < 0,8 m: høyde (cm)
Høyde busksjikt ¹	X	X	Vedvekster med høyde 0,8–2 m: høyde (cm)
Høyde tresjikt ¹		X	Vedvekster med høyde > 2 m: høyde (cm)
Dekning av enartsbestander ²		X	Karplanter definert som «problemarter» - dekning (%). Hvilke arter det er snakk om, vil variere mellom naturtyper.
Smågnagerspor	X		Spor (avføring, tunneler osv.) registreres på en standardisert måte innenfor 1 m ² .
Skogstrukturvariabler (opsjon)			
Treslagsfordeling		X	Definisjon og metode som i LSK
Mengde av rogn, osp, selje		X	Definisjon og metode som i LSK
Trærnes aldersfordeling		X	Definisjon og metode som i LSK
Mengde død ved (flere variabler)		X	Definisjon og metode som i LSK
Mengde/andel av gammel naturskog		X	Definisjon og metode som i Storaunet & Rolstad (2015), basert på LSK-data
Mengde/andel biologisk gammel skog		X	Definisjon og metode som i LSK

¹ definisjonen av felt-, busk- og tresjikt følger NiN.

² vi ser her for oss at den håndholdte feltcomputeren lister aktuelle problemarter som skal registreres i naturtypen etter at naturtypen først er registrert i AKO-punktet.

Som diskutert i kap. 4.2, er det sentralt at det utarbeides gode instruksjoner og feltprotokoller for hvordan variabler skal registreres i felt. Det bør utarbeides standardiserte protokoller som er åpne, og helst publiserte. Vi bør etterstrebe innsamling av informasjon av indikatorer som følger etablerte internasjonale protokoller, slik at dataene vi samler inn, er sammenlignbare med andre datasett, og slik at andre kan samle data som kan sammenlignes med AKO. Her kan bl.a. læring av svensk arealrepresentativ overvåking være aktuelt.

Sammenheng mellom feltregistreringer og indikatorer for økologisk tilstand

En rekke indikatorer kan avledes fra de ulike variablene som registreres i felt, spesielt fra arts-sammensetning av karplanter, og indikatorene responderer på ulike typer påvirkninger. I **Tabell 4** vises en oversikt over foreslåtte indikatorer for økologisk tilstand basert på registreringer i AKO. De fleste variablene som foreslås registrert, er basert på karplanter. Indikatorene som avledes fra disse variablene, vil i hovedsak representere egenskapene primærproduksjon, funksjonell sammensetning innen trofiske nivåer (og da nivået primærprodusenter), funksjonelt viktige arter/strukturer og biologisk mangfold (artssammensetning og artsutskiftning), men dels også abiotiske forhold. Indikatorer som avledes av naturtypestatistikk, vil representere landskapsøkologiske mønstre. En indikator kan i mange tilfeller representere flere egenskaper.

Vi anbefaler at variablene registreres i alle AKO-punkter uavhengig av naturtypen i punktet (men jf. tidligere merknader om skogstrukturvariabler som registreres i Landsskogtakseringen). Selv om det som skal registreres i felt er likt for alle naturtyper, kan indikatorene som utledes fra registreringene, variere mellom naturtyper. Likeså vil referanse- og grenseverdier for en gitt indikator kunne variere mellom ulike økosystemer. Første forslag til slike verdier utarbeides i eget delprosjekt som forventes rapportert sommeren 2018.

Tabell 4. Indikatorer for økologisk tilstand basert på variabler registrert i AKO. De sju egenskapene er representert ved kortnavnene Primærproduksjon, Biomasse i trofiske nivåer, Funksjonelle grupper, Funksjonelt viktige arter/strukturer, Landskapsøkologiske mønstre, Biologisk mangfold og Abiotiske forhold (se Nybø & Evju 2017).

Type	Indikator	Egenskap	Skog	Fjell	Våtmark	Semi-naturlig mark	Påvirkning
Art	Blåtopp	Primærproduksjon, Abiotiske forhold			X		Forurensning
	Duskull	Primærproduksjon, Abiotiske forhold			X		Forurensning
	Torvmoser	Primærproduksjon, Funksjonelt viktige arter/ strukturer, Biologisk mangfold, Abiotiske forhold			X		Arealbruk, Forurensning
	Blåbær	Primærproduksjon, Funksjonelt viktige arter/ strukturer	X	X			Arealbruk (skogbruk), Klimaendring
	Dekningsgrad av «en-artsbestander» (definerte problemarter)	Primærproduksjon, Funksjonelle grupper, Biologisk mangfold				X	Arealbruk, Forurensning, Klimaendring, Fremmede arter
	Dekningsgrad skadet og/eller død røsslyng	Primærproduksjon, Funksjonelt viktige arter/ strukturer				X	Forurensning, Klimaendring
	Risbjørk	Primærproduksjon, Funksjonelt viktige arter/ strukturer		X			Klimaendring
	Issoleie	Biologisk mangfold		X			Klimaendring
	Snømose	Biologisk mangfold		X			Klimaendring
	Smågnagere	Biomasse i trofiske nivå, Funksjonelt viktige arter/ strukturer		X			Klimaendring
Arts-sammen-setning	Ellenberg lys	Primærproduksjon, Funksjonelle grupper, Biologisk mangfold		X	X	X	Arealbruk (opphør av hevd), Klimaendring

Type	Indikator	Egenskap	Skog	Fjell	Våtmark	Semi-naturlig mark	Påvirkning
	Ellenberg nitrogen	Primærproduksjon, Funksjonelle grupper, Biologisk mangfold, Abiotiske forhold	X	X	X	X	Forurensning, Arealbruk (intensivering)
	Ellenberg fuktighet	Primærproduksjon; Funksjonelle grupper: Biologisk mangfold, Abiotiske forhold			X	X	Arealbruk (grøfting), Klimaendring
	Ellenberg pH	Biologisk mangfold, Abiotiske forhold		X		X	Arealbruk (opphør av hevd), Klimaendring, Forurensning
	Ellenberg salt	Abiotiske forhold				X	Arealbruk (grøfting)
	Dahls r	Biologisk mangfold, Abiotiske forhold	X	X		X	Klimaendring
	Mengde tyngdepunktarter (jf. NiN) ¹	Biologisk mangfold				X	Arealbruk, Forurensning
	Mengde/andel fremmede arter	Biologisk mangfold	X		X	X	Fremmede arter
	Mengde av rogn, osp og selje	Biomasse i trofiske nivåer, Funksjonelt viktige arter/ strukturer	X				Arealbruk (skogbruk)
	Treslagsfordeling	Biomasse i trofiske nivåer, Funksjonelle grupper	X			X	Arealbruk (skogbruk)
Struktur							
	Dekning av busker	Primærproduksjon; Funksjonelle grupper, Biologisk mangfold		X	X	X	Arealbruk (opphør), Klimaendring
	Høyde av busker	Primærproduksjon, Funksjonelle grupper, Biologisk mangfold		X		X	Arealbruk (opphør), Klimaendring
	Dekning av trær	Primærproduksjon; Funksjonelle grupper: Biologisk mangfold		X	X	X	Arealbruk (opphør, skogbruk), Klimaendring

Type	Indikator	Egenskap	Skog	Fjell	Våtmark	Semi-naturlig mark	Påvirkning
	Høyde av trær	Primærproduksjon, Funksjonelle grupper, Biologisk mangfold		X		X	Arealbruk (opphør), Klimaendring
	Dekning bunnsjikt	Funksjonelle grupper			X	X	Arealbruk, Forurensning
	Lavdekning	Primærproduksjon, Funksjonelt viktige arter/ strukturer		X			Beskatning, Forurensning, Klimaendring
	Dekning strøsjikt	Primærproduksjon, Biologisk mangfold				X	Arealbruk (opphør av hevd), Forurensning
	Tykkelse strøsjikt	Primærproduksjon, Biologisk mangfold				X	Arealbruk (opphør av hevd), Forurensning
	Trærnes aldersfordeling	Landskapsøkologiske mønstre	X		X		Arealbruk (skogbruk)
	Mengde død ved totalt (m ³ /ha)	Funksjonelt viktige arter/ strukturer	X		X		Arealbruk (skogbruk)
	Mengde grov (>30 cm i diam) død ved (liggende, stående) (m ³ /ha)	Funksjonelt viktige arter/ strukturer	X		X		Arealbruk (skogbruk)
	Mengde død ved >20 cm i diameter på areal i tidlig suksesjonsfase (m ³ /ha)	Funksjonelt viktige arter/ strukturer	X		X		Arealbruk (skogbruk)
	Mengde mye nedbrutt (liggende) død ved (m ³ /ha)	Funksjonelt viktige arter/ strukturer	X		X		Arealbruk (skogbruk)
	Mengde/andel av gammel naturskog	Landskapsøkologiske mønstre	X		X		Arealbruk (skogbruk)
	Mengde/andel biologisk gammel skog	Landskapsøkologiske mønstre	X		X		Arealbruk (skogbruk)
Naturtype							
	Andel semi-naturlig mark med hevdintensitet 3–5 (7JB-BA) ²	Landskapsøkologiske mønstre				X	Arealbruk (opphør, intensivering)

Type	Indikator	Egenskap	Skog	Fjell	Våtmark	Semi-naturlig mark	Påvirkning
	Menge/ andel areal av lynghei i ulike faser	Landskapsøkologiske mønstre				X	Arealbruk
	Mengde/ andel areal med rabb, leside, hei og snøleie	Landskapsøkologiske mønstre		X			Arealbruk, klimaendringer

¹ Tyngdepunktarter jf. NiN er arter som har sitt hovedtyngdepunkt i naturtypen. Endring i mengde av artene tyder på påvirkninger.

² 7JB-BA Aktuell bruksintensitet (jf. NiN), trinn 3–5 omfatter nokså ekstensiv, ekstensiv og svak intensiv bruk og bidrar til å opprettholde semi-naturlig mark. Dette omfatter sviing i kystlynghei.

Totalt foreslår vi 38 indikatorer for økologisk tilstand basert på registreringer i AKO. Av disse er 26 avledet fra variabler som skal registreres i felt (artssammensetning, dekning og høyde av ulike sjikt, spor av smågnagere), ni indikatorer er basert på registreringer identiske med LSK-registreringer, og tre indikatorer kan avledes fra naturtypeinformasjon som registreres som standard i AKO. I alt er 13 indikatorer foreslått for skog, hvorav ni er LSK-registreringer, 15 indikatorer er foreslått for fjell, 17 for våtmark, hvorav sju er LSK-registreringer (og da knyttet til nivå 2-enhet sumpskog), og 20 for semi-naturlig mark. Ikke alle indikatorer for et hovedøkosystem er aktuelle for nivå 2-enheter, f.eks. vil Ellenberg salt-indikatoren bare være aktuell for semi-naturlig strandeng.

6.3 Indikatorenes relevans og følsomhet for påvirkninger

Indikatorene for økologisk tilstand som er foreslått å registreres i AKO, vil i ulik grad representere de forskjellige egenskapene ved økologisk tilstand som er gjengitt i kapittel 1.1, se **Tabell 4**. Indikatorenes kobling til disse egenskapene angir hvor relevante de er for å si noe om økologisk tilstand. Fordi AKO fokuserer på naturtyper, og registreringene vi foreslår i tilknytning til AKO er fokusert på vegetasjon, er det naturlig at AKO-avledede indikatorer for økologisk tilstand vil representere noen egenskaper ved god økologisk tilstand bedre enn andre (se **Tabell 5** og kap. 6.2). Primærproduksjon, biologisk mangfold og funksjonell sammensetning innenfor det trofiske nivået primærprodusenter er de egenskapene som best er representert, men også abiotiske forhold og funksjonelt viktige arter/strukturer er godt representert. Biomasse i trofiske nivåer er naturlig nok lite representert.

Tabell 5. Antall AKO-relevante indikatorer fordelt på ulike egenskaper for økologisk tilstand (jf. kap. 1.1) og aktuelle påvirkningsfaktorer. Fordi en indikator kan representere flere egenskaper og være følsom for flere påvirkningsfaktorer, overstiger totalsummen antallet unike AKO-relevante indikatorer.

	Areal- bruk	Klima- endring	Forurensing	Beskatning	Fremmede arter	Totalt
Primærproduk- sjon	12	11	9	1	1	34
Biomasse i ulike trofiske nivåer	2	1				3
Funksjonelle grupper	11	7	3		1	22
Funksjonelt vik- tige arter/ struk- turer	6	5	3	1		15
Landskapsøko- logiske mønstre	6	1				7
Biologisk mang- fold	13	11	7		2	33
Abiotiske forhold	5	3	5			13
Totalt	55	39	27	2	4	127

For de aller fleste indikatorene er det med dagens kunnskap ikke mulig å angi klare dose-respons-sammenhenger for en gitt endring i en påvirkningsfaktor og en respons hos indikatoren, og flere indikatorer vil respondere på ulike påvirkningsfaktorer. Vi kan bare angi om indikatoren sannsynligvis vil respondere på en endring i påvirkningsfaktoren. De viktigste påvirkningsfaktorene for de AKO-relevante indikatorene er listet i **Tabell 4** og oppsummert i **Tabell 5**. I **Tabell 5** ser vi at de aller fleste indikatorene er følsomme for arealbruk, mens mange også er følsomme for klimaendringer og noen er følsomme for forurensinger. Svært få er følsomme for fremmede

arter og beskatning. Beskatning har imidlertid liten betydning for planter og insekter, med unntak av innsamling av sjeldne arter.

Det er viktig å huske på at AKO ikke skal ta hånd om datainnsamling for alle relevante indikatorer for økologisk tilstand. Indikatorer utenom AKO vil bidra til mer omfattende dekning av både de ulike egenskapene for økologisk tilstand, så vel som følsomhet for de ulike påvirkningsfaktorene.

7 utfordringer med AKO som rammeverk for overvåking

I dette kapitlet tar vi opp ulike utfordringer med AKO som rammeverk for innsamling av indikatorer for økologisk tilstand og hvordan AKO bør videreutvikles og suppleres for å skaffe relevante data for vurdering av økologisk tilstand i ulike økosystemer på ulike romlige skalaer.

7.1 Nasjonal statistikk vs. vurdering av økologisk tilstand på fylkes- eller regionnivå

Forslaget til AKO legger opp til å levere nasjonal statistikk om areal – og endringen av areal – av terrestriske naturtyper (Strand 2016). Utvalgsstørrelsene som er foreslått (om lag 1000 AKO-flater) tar utgangspunkt i dette målet om nasjonal statistikk.

Fagsystemet for økologisk tilstand skal i første omgang kunne brukes på fylkes- eller regionalt nivå, og si noe om den økologiske tilstanden til norske hovedøkosystemer (og nivå 2-økosystemer). Der det er tilstrekkelig data om indikatorer for økologisk tilstand på mer lokalt nivå, kan det også være aktuelt å vurdere økologisk tilstand lokalt.

Dersom AKO-metodikken skal brukes som infrastruktur for overvåking av indikatorer for økologisk tilstand på regionalt nivå, vil det være nødvendig med en betydelig økning i antallet overvåkingsflater i forhold til forslaget om 1000 flater. Også for nasjonale estimater av økologisk tilstand i økosystemer med liten arealmessig utbredelse vil en økning i utvalgsstørrelse kunne være nødvendig.

Større utvalgsstørrelse er nødvendig for å få presise estimater for indikatorene på relevant romlig skala, slik at man med en viss statistisk sannsynlighet kan oppdage endringer. Det må gjøres en vurdering av hvor mange flater som er nødvendig for å sikre tilstrekkelig presise estimater for hvert enkelt økosystem på fylkes- eller regionskala.

For å bruke våtmark som eksempel: Hovedøkosystemet Våtmark har fire enheter på nivå 2: Myr og kilde, Semi-naturlig myr og våteng, Sumpskog og Helofyttsump. For de tre første av disse kan vi anslå areal med rimelig sikkerhet. Rekdal mfl. (2016) oppgir et samlet areal for intakt myr i Norge på 28 319 km². Myr er da definert ut fra forekomst av myrvegetasjon og med torv (ikke krav til dybde). Videre oppgir de arealet sumpskog til 9400 km². I tillegg kommer myr som er grøftet og betydelig endret. Dette utgjorde ved midten av 1990-tallet mer enn 6300 km² (Johansen 1997, Løddesøl 1948), og er høyere nå, 20 år senere. I jordbrukstallingen i 1907 ble arealet av utmarksslått i Norge oppgitt til 2700 km² (referert i Reinton 1957), og dette var etter at omfanget av utmarksslått hadde gått tilbake i noen tiår. Moen & Øien (2011) oppgir et totalt areal på 2200 km² slåttemyr, mens Lyngstad mfl. (2016) anslår at det har vært i størrelsesorden 3000 km² slåttemyr.

Hvis vi holder oss til Rekdal mfl. (2016) og Lyngstad mfl. (2016) sine estimater, kan vi anslå at myr og kilde dekker ca. 25 000 km² (7,7 % av arealet på fastlandet), semi-naturlig myr og våteng ca. 3000 km² (0,9 %), og sumpskog ca. 9400 km² (2,9 %). Basert på Halvorsens (2011) tommelfingerregel om at for å være egnet for arealrepresentativ overvåking bør en naturtype forekomme i minst mellom 2 % og 10 % av alle potensielle overvåkingsflater, betyr det at vi kan forvente, med et utvalg på 1000 flater, å få relevant statistikk på nasjonalt nivå for myr og kilde, men høyst sannsynlig ikke for sumpskog, og slett ikke for semi-naturlig myr og våteng.

For en naturtype som semi-naturlig strandeng, er det estimert et behov for en utvalgsstørrelse på 2500 overvåkingsflater med kystlinje langs kysten fra Østfold til Rogaland. Forventet forekomstfrekvens av semi-strandeng er ca. 10 % - dvs. at om lag 250 av overvåkingsflatene vil ha forekomst av naturtypen, og en slik utvalgsstørrelse gjør det mulig å oppdage en 20 % endring i areal av strandenger med 80 % sikkerhet (Evju mfl. 2015).

For at registrering av variabler relevante for økologisk tilstand-indikatorer gjennom AKO-opplegget skal kunne legge grunnlag for vurdering av økologisk tilstand på region-/fylkesnivå, vil det være behov for et større utvalg enn de 1000 flatene som foreslås i AKO. Tusen flater vil kanskje kunne gi nasjonale estimater for indikatorer for økologisk tilstand i de vanligste hovedøkosystemene (fjell, skog, våtmark), men sannsynligvis ikke for semi-naturlig mark eller for nivå 2-enheter. For regionale estimater trengs en ytterligere fortetting også for hovedøkosystemene.

Tross begrensningene knyttet til antall flater som er nødvendig for å gi forventningsrette estimater, er det nødvendig å komme i gang med arealrepresentativ overvåking. Dette har vært påpekt siden 1997 (se kap. 1). Antallet flater kan utvides etter hvert som behovene blir tydeligere, og det prioriterte SSB-nettverket vil gjøre det langt billigere med utvidelser enn hvis man prioriterer et fast forband.

7.2 Hemmelige vs. offentlig tilgjengelige overvåkingsflater

Et viktig spørsmål å avklare er hvorvidt AKO-flatene skal være, dvs. at det er restriksjoner på informasjon om flatenes beliggenhet og at all datainnsamling blir gjennomført av AKO-personell. Det er åpenbare fordeler med anonymisering av overvåkingsflatene, bl.a. at flatene ikke utsettes for andre påvirkningsfaktorer enn områder som ikke er under overvåking.

Imidlertid setter også anonymisering en del begrensninger. I TOV-E er frivillig feltpersonell selve grunnstammen i overvåkingen, og mobilisering av frivillige gjør programmet gjennomførbart, både med hensyn på logistikk og økonomi. Hemmelighold vil fjerne muligheten for å bruke frivillig feltpersonell til innsamling av relevante variabler som kan knyttes til indikatorer for økologisk tilstand. Videre vil hemmelige flater fjerne mulighet for installasjoner, for eksempel insektfeller eller klimaloggere, både fordi de er godt synlige og fordi grunneier må forespørres før oppsetting. Permanent merking av AKO-punktene kan også være en utfordring i hemmelige flater, men permanente fastruter gir mulighet for innsamling av svært verdifulle tidsseriedata på vegetasjonsdynamikk. Halvorsen (2011) trekker også fram at observasjoner av arter som gjøres, ikke vil kunne rapporteres inn og gjøres tilgjengelig via Artsdatabankens innsynsløsninger. Hemmelighold kan altså hindre potensiell kunnskapsoppbygging. Dersom flatenes lokalisering unntas fra offentlige databaser, understreker vi at dette ikke må være til hinder for bruk av frivillige, kontakt med grunneiere og flerbruk av flatene.

Åpne og tilgjengelige databaser er helt sentralt for å ha mulighet til å koble data fra ulike overvåkingsprogrammer for en samlet vurdering av økologisk tilstand. Hemmelighold av AKO-flater kan medføre utfordringer med å få tilgang til data og muligheter for å koble datasett fra ulike kilder, uten at dette gjøres av de som forvalter AKOs resultater. Vi må også understreke idealet om åpne data i forskningen, se f.eks. British Ecological Society (2014).

Det er viktig for forfatterne å understreke at både AKO-infrastruktur og data samlet inn under AKO, herunder både naturtypedata og data for å understøtte indikatorer for økologisk tilstand, blir offentlig tilgjengelige, og ikke spesifikke institusjoners eiendom. Åpne og tilgjengelige databaser er helt sentralt for å kunne kombinere data fra ulike overvåkingsprogrammer og for å kunne videreutvikle indikatorer.

7.3 Begrensninger ved foreslått registreringsmetodikk på AKO-flatene

AKO-metodikken legger opp til å registrere naturtyper – og eventuelle andre variabler – på 36 AKO-punkter per AKO-flate. Ved å registrere variabler som kan utledes til indikatorer for økologisk tilstand på AKO-punkter, kan datapunktet entydig knyttes til en naturtype, som igjen kan

knyttet til et hovedøkosystem. Dette kan være hensiktsmessig for variabler som dekning av enkeltarter, artssammensetning og dekning av vegetasjonssjikt.

Andre indikatorer kan vanskelig registreres på et punkt, f.eks. tresjiktdekning. Vi foreslår å bruke arealet rundt punktet, dvs. 250 m², som enhet for slike registreringer. Da beholdes koblingen mellom registreringer og naturtype-ID på punktet. For en del potensielle variabler er imidlertid også 250 m² en for liten skala for datainnsamling, f.eks. større vertebrater, eller landskapsøkologiske sammenhenger. Vi foreslår ikke å bruke AKO som plattform for innsamling av disse typene variabler.

AKO er foreslått gjennomført med et omdrev på 5 år, dvs. at 20 % av flatene registreres hvert år (tilsvarende som for Landsskogtakseringen). Omdrev på 5 år vil være særlig uheldig for indikatorer som varierer i bestandsstørrelse eller forekomst med omtrent samme periode. Slike indikatorer bør ikke inkluderes med mindre AKO legges opp med årlige registreringer av hver flate. Dette er særlig aktuelt for indikatoren smågnagere, som vil kunne ha stor variasjon mellom år, og hvor selve variasjonen ligger til grunn for indikatorens verdi for vurdering av økologisk tilstand. Som for innsamling av insekter (se **Vedlegg 2**), kan en tenke seg å bruke AKO-rammeverket som grunnlag for å trekke ut AKO-flater for årlige registreringer av smågnagerspor.

Innsamling av data på alle 36 AKO-punkter på en flate vil være kostnadsdrivende, men vil samtidig gi best dekning av variasjonen innen hver enkelt AKO-flate. Hvor mange AKO-punkter som bør brukes i registreringene av de enkelte indikatorene, bør beregnes basert på data innsamlet i et prøveprosjekt.

7.4 Konklusjon

Vi mener, som Strand (2016) at SSBs rutenett bør ligge til grunn for utvalg av AKO-flater.

En arealrepresentativ overvåking av terrestriske naturtyper med ca. 1000 overvåkingsflater vil sette klare begrensninger for muligheten for å vurdere økologisk tilstand regionalt eller på fylkesnivå for norske økosystemer. Bare de vanligste hovedøkosystemene (fjell, skog, våtmark), og sannsynligvis ingen nivå 2-enheter, vil fanges godt nok opp til å lage presise estimater på nasjonalt nivå. For at registrering av variabler relevante for indikatorer for økologisk tilstand gjennom AKO-opplegget skal kunne legge grunnlag for vurdering av økologisk tilstand på region-/fylkesnivå, vil det være et behov for et større utvalg enn de 1000 flatene som foreslås i AKO. Hvor mange overvåkingsflater som er nødvendig for hvert enkelt økosystem på fylkes- eller region-skala, må vurderes på bakgrunn av økosystemenes arealutbredelse og oppdragsgivers krav til presisjon, og ligger utenfor dette oppdraget, men se eksempler i kap. 4.1 og 7.1. Vi anbefaler likevel at arealrepresentativ overvåking av økologisk tilstand implementeres, slik det har vært foreslått siden 1997. Eventuell utvidelse av flater knyttet til spesifikke områder eller naturtyper kan gjøres senere. AKO vil være et svært verdifullt supplement til annen overvåking av elementer av norsk natur, som Landsskogtakseringen og TOV-E.

AKO-flater bør være offentlig tilgjengelige, og data bør samles inn på bakgrunn av standardiserte feltprotokoller som er åpne og helst publiserte. Protokollene bør følge etablerte internasjonale protokoller, slik at dataene vi får er sammenlignbare med andre datasett, og slik at andre kan samle data som kan sammenlignes med AKO. Data samlet inn under AKO, både naturtypedata og data for å understøtte indikatorer for økologisk tilstand, må også være offentlig tilgjengelige.

Indikatorer for økologisk tilstand som skal baseres på datainnsamling i AKO-regi, bør være knyttet til variabler som i prinsippet kan registreres på alle AKO-punkter innenfor alle AKO-flater, for å sikre tilstrekkelig stor utvalgsstørrelse for å kunne lage presise estimater for indikatorene. For alle indikatorer for økologisk tilstand tilstrebes det også å samordne metodikk med annen pågående overvåking/ kartlegging i Norge. Fra et faglig synspunkt anbefaler vi at AKO vil gi best grunnlag for samlede vurderinger av økologisk tilstand i skog dersom alle relevante variabler

registreres på alle AKO-flater, også skogflater. Dette er imidlertid et kostnadsspørsmål som miljøforvaltningen til syvende og sist må avgjøre. Endelige protokoller for registreringsmetodikk i felt må avvente resultater fra et pilotprosjekt. Et pilotprosjekt vil bl.a. avklare hvilke indikatorer som bør registreres på 1 m²- eller på 250 m²-nivå og hvor mange AKO-punkter som bør registreres per AKO-flate. Når metodikk for AKO-registreringer er fastsatt, bør det vurderes om noen av variablene som ligger til grunn for indikatorer for økologisk tilstand også burde registreres i ordinær NiN-kartlegging, slik at denne kartleggingen også i større grad har utsagnskraft om økologisk tilstand.

Dersom AKO legges opp med et omdrev på 5 år, anbefaler vi at indikatorer som varierer mye i forekomst eller bestandsstørrelse mellom år, velges fra et utvalg flater som registreres hvert år. Eksempler på slike indikatorer er smågnagere og insekter. Femårige omdrev for indikatorer som varierer mye mellom år, anbefales ikke.

8 Oppfølging videre

Vi anbefaler at innsamling av variabler for indikatorer for økologisk tilstand i AKO-regi gjennomføres i et pilotprosjekt i 2018. Pilotprosjektet vil gi grunnlag for justering av foreslått metodikk, og for kostnadsvurderinger knyttet til tid brukt i felt og etterarbeid. Videre vil resultater fra pilotprosjektet kunne brukes

For pilotprosjektet må det utvikles feltprotokoller for de ulike variablene som foreslås registrert for fagsystem for økologisk tilstand. Feltprotokollene bør revideres etter erfaringer med praktisk uttesting.

Pilotprosjektet vil gi grunnlag for å vurdere kostnader knyttet til registreringer for indikatorer for økologisk tilstand, samt eventuelt etterarbeid. Data fra pilotprosjektet vil også kunne brukes til å vurdere på hvor mange AKO-punkter per AKO-flate variabler for fagsystemet for økologisk tilstand bør registreres – og hvilke kostnader det koster seg til antallet punkter per flate.

Videre vil resultater fra pilotprosjektet kunne brukes til å utarbeide estimater for hvor stort utvalg av flater AKO bør omfatte for å gi presise, regionale vurderinger av indikatorene for økologisk tilstand

Vi foreslår også en uttesting av et lite antall fellepunkter for invertebrater, bestående av et malaisetelt og to vindusfeller. Hovedvekten legges på å utvikle en god og stringent protokoll og teste rutiner som skal redusere observatørfeil og sikre god merking og oppbevaring av innsamlet materiale. Selve felleoppsettet kan testes i skogflater i tilknytning til pilotprosjektet, eller eventuelt i tilknytning til eksisterende opplegg for humle- og sommerfugl-overvåking. En feltuttesting sommeren 2018 betinger en meget rask avgjørelse og avklaring med en oppdragstaker.

Pilotprosjektet gir også grunnlag for å sammenstille data fra ulike kilder til en samlet økologisk tilstand-vurdering for økosystemene i det geografiske området uttestingen foregår.

Vurdering av merkostnader med tilpasning av AKO til fagsystem for økologisk tilstand var ikke en del av dette oppdraget. Etter gjennomført pilotprosjekt bør det utvikles et forslag til endelig AKO-program som inkluderer registreringer for fagsystemet for økologisk tilstand, med kostnader

9 Referanser

- Bakkestuen, V., Stabbetorp, O., Molia, A. & Evju, M. 2014. Hotspot åpen grunnlendt kalkmark i Oslofjordområdet. Beskrivelse av habitatet og forslag til overvåkingsopplegg fra ARKO-prosjektet. NINA Rapport 1102. Norsk institutt for naturforskning.
- Bratli, H., Evju, M., Jordal, J.B., Skarpaas, O. & Stabbetorp, O.E. 2014. Hotspot kulturmarkseng. Beskrivelse av habitatet og forslag til nasjonalt overvåkingsopplegg fra ARKO-prosjektet. NINA Rapport 1100. Norsk institutt for naturforskning.
- Bratli, H., Halvorsen, R., Bryn, A., Jordal, J.B., Svalheim, E., Vandvik, V., Velle, L.G., Øien, D.-I. & Aarrestad, P.A. 2017. Dokumentasjon av NiN versjon 2.1 tilrettelagt for praktisk naturkartlegging i målestokk 1:5000. Natur i Norge, Artikkel 8 (versjon 2.1.1): 1-xx (www.artsdatabanken.no)
- British Ecological Society. 2014. A guide to data management in ecology and evolution. https://www.britishecologicalsociety.org/wp-content/uploads/Public_Data-Management-Booklet.pdf
https://www.britishecologicalsociety.org/wp-content/uploads/Public_Data-Management-Booklet.pdf
- Bryn, A. & Halvorsen, R. 2015. Veileder for kartlegging av terrestrisk naturvariasjon etter NiN 2.0.2. Veileder versjon 2.0.2a. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.
- Dahl, E. 1998. The phytogeography of Northern Europe (British Isles, Fennoscandia and adjacent areas). Cambridge University Press.
- Diekmann, M. 2003. Species indicator values as an important tool in applied plant ecology - a review. Basic and Applied Ecology 4: 493-506.
- Direktoratet for naturforvaltning. 1995. Strategi for overvåking av biologisk mangfold. DN-rapport 1995-7
- Direktoratet for naturforvaltning. 1998. Plan for overvåking av biologisk mangfold. DN-rapport 1998-1
- Eide, N.E., Evju, M., Nystuen, K.O., Jepsen, J.U., Soininen, E.M., Le Vaillant, M., Meijer, T., Graae, B.J., Angerbjörn, A., Ims, R.A. & Rusch, G. 2015. Smågnagerne gir puls og liv til høyfjellet. - I Jonsson, B., (red.). Effekter av klimaendringer på arter, økosystem og samfunn. Sluttrapport fra strategisk instituttsatsing (SIS) 2011-2015. Norsk institutt for naturforskning. s. 12-15.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica XVII, Göttingen.
- Evju, M., Bratli, H., Hanssen, O., Stabbetorp, O.E. & Ødegaard, F. 2015. Strandeng - et hotspot-habitat. Sluttrapport under ARKO-prosjektets periode III. NINA Rapport 1170. Norsk institutt for naturforskning.
- Evju, M., Blom, H., Brandrud, T.E., Bär, A., Lyngstad, A., Øien, D.-I. & Aarrestad, P.A. 2017a. Naturtyper av nasjonal forvaltningsinteresse. Revidert forslag til vurdering av lokalitetskvalitet. NINA Rapport 1428. Norsk institutt for naturforskning.
- Evju, M., Blom, H., Brandrud, T.E., Bär, A., Johansen, L., Lyngstad, A., Øien, D.-I. & Aarrestad, P.A. 2017b. Verdisetting av naturtyper av nasjonal forvaltningsinteresse. Forslag til metodikk. NINA Rapport 1357. Norsk institutt for naturforskning.
- Ewald, J. 2003. The sensitivity of Ellenberg indicator values to the completeness of vegetation relevés. Basic and Applied Ecology 4: 507-513.
- Framstad, E. 2013. Overvåking av handlingsplanarter og -naturtyper. Kriterier for valg av overvåkingsopplegg. NINA Rapport 971. Norsk institutt for naturforskning.
- Framstad, E., (red.). 2017. Terrestrisk naturovervåking i 2016: Markvegetasjon, epifytter, smågnagere og fugl. Sammenfatning av resultater. NINA Rapport 1376: Norsk institutt for naturforskning.
- Framstad, E. & Kålås, J.A. 2001. TOV 2000. Nytt program for overvåking av terrestrisk biologisk mangfold - videreutvikling av dagens naturovervåking (TOV). NINA Oppdragsmelding 702. Norsk institutt for naturforskning.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. Norsk institutt for naturforskning, Trondheim.

- Grime, J.P. 1977. Evidence for existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American Naturalist* 111(982): 1169-1194.
- Grime, J.P. 2001. *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. Second. utg. Wiley, Chichester.
- Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörrén, T., Goulson, D. & de Kroon, H. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *Plos One* 12: e0185809.
- Halvorsen, R. 2011. Faglig grunnlag for naturtypeovervåking i Norge - begreper, prinsipper og verkøy. Naturhistorisk museum, Univ. i Oslo, Rapport 10
- Halvorsen, R., medarbeidere & samarbeidspartnere. 2016a. NiN - typeinndeling og beskrivelsessystem for natursystem-nivået. *Natur i Norge*, Artikkel 3 (versjon 2.1.0): 1-528, Artsdatabanken, Trondheim (www.artsdatabanken.no).
- Halvorsen, R., Bryn, A. & Erikstad, L. 2016b. NiNs systemkjerne - teori, prinsipper og inndelingskriterier. *Natur i Norge*, Artikkel 1 (versjon 2.1.0): 1-358, Artsdatabanken, Trondheim (www.artsdatabanken.no).
- Hill, M.O., Mountford, J.O. & et. al. 1999. Ellenberg's indicator values for British plants. ECOFACT Volume 2 technical annex. Institute of Terrestrial Ecology, Huntingdon.
- Hyllen, G., Granhus, A. & Eriksen, R. 2017. Arealrepresentativ overvåking av skogvernområder gjennom Landsskogtakseringen. Rapport fra taksering utført i femårsperioden 2012-2016. NIBIO Rapport 3 (142). Norsk institutt for bioøkonomi.
- Johansen, A. 1997. Myrrealer og torvressurser i Norge. *Jordforsk Rapport* 1997-1: 1-37.
- Johansen, L., Wehn, S., Halvorsen, R. & Hovstad, K.A. 2017. Metode for overvåking av semi-naturlig eng i Norge. NIBIO Rapport 3 (25). Norsk institutt for bioøkonomi.
- Kålås, J.A., Husby, M. & Vang, R. 2017. Ekstensiv overvåking av hekkebestander av fugl - TOV-E. - I Framstad, E., (red.). *Terrestrisk naturovervåking i 2016: Markvegetasjon, epifytter, smågnagere og fugl. Sammenfatning av resultater NINA Rapport 1376*, Norsk institutt for naturforskning. s. 102-113.
- Lyngstad, A., Øien, D.-I., Fandrem, M. & Moen, A. 2016. Slåttemyr i Norge. Kunnskapsstatus og innspill til handlingsplan. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2016-3: 1-102
- Løddesøl, A. 1948. *Myrene i næringslivets tjeneste*. Grøndahl & Sønns Forlag, Oslo.
- Moen, A. & Øien, D.-I. 2011. Våtmark. - I Lindgaard, A. & Henriksen, S., (red.). *Norsk rødliste for naturtyper 2011*. Artsdatabanken, Trondheim
- Nybø, S. & Evju, M., (red.). 2017. Fagsystem for fastsetting av god økologisk tilstand. Forslag fra et ekspertråd, <https://regjeringen.no/no/dokument/rapportar-og-planar/id438817/>.
- Reinton, L. 1957. *Sæterbruket i Noreg*, bd. II. Sætra i haustingsbruket og i matnøytsla elles. Aschehoug & co.
- Rekdal, Y. & Larsson, J.Y. 2005. Veiledning i vegetasjonskartlegging, M 1:20 000 - 1:50 000. NIJOS Rapport 5/2005. Norsk institutt for jord og skogkartlegging.
- Rekdal, Y., Angeloff, M. & Bryn, A. 2016. Myr i Noreg. NIBIO POP 2-1. Norsk institutt for bioøkonomi.
- Stokstad, G., Fjellstad, W. & Dramstad, W. 2016. Overvåking av jordbrukets kulturlandskap. NIBIO POP 2 (34). Norsk institutt for bioøkonomi.
- Storaunet, K.O. & Rolstad, J. 2015. Mengde og utvikling av død ved produktiv skog i Norge. Med basis i data fra Landsskogtakseringens 7. (1994-1998) og 10. takst (2010-2013). Oppdragsrapport 06/2015 Norsk institutt for skog og landskap
- Strand, G.-H., (red.). 2016. Arealrepresentativ kartlegging og overvåking av naturtyper i Norge. Framlegg til hovedprosjekt og feltinstruks. NIBIO Rapport 2 (130): Norsk institutt for bioøkonomi.
- Strand, G.-H. & Bentzen, F. 2017. Arealrepresentativ overvåking av norske verneområder. Rapport for registreringer utført 2012-2016. NIBIO Rapport 3 (8). Norsk institutt for bioøkonomi.

- Strand, G.-H., Bryn, A. & Framstad, E. 2016. Arealrepresentativ kartlegging og overvåking av naturtyper (NiN) - skisse til gjennomføring. NIBIO Rapport 2 (55). Norsk institutt for bioøkonomi.
- Sverdrup-Thygeson, A., Evju, M. & Skarpaas, O. 2013. Nasjonal overvåking av hul eik. Beskrivelse av overvåkingsopplegg fra ARKO-prosjektet. NINA Rapport 1007. Norsk institutt for naturforskning.
- Åström, S., Åström, J., Bøhn, K., Gjershaug, J.O., Staverløkk, A. & Ødegaard, F. 2013. Dagsommerfugler og humler som tilstandsindikatorer i Naturindeks for Norge. Statusrapport etter årene 2009-2013. NINA Rapport 1005. Norsk institutt for naturforskning.
- Åström, S., Åström, J., Bøhn, K., Gjershaug, J.O., Staverløkk, A. & Ødegaard, F. 2017. Nasjonal overvåking av dagsommerfugler og humler i Norge. Oppsummering av aktiviteten i 2016. NINA Rapport 1328. Norsk institutt for naturforskning.

Vedlegg 1 Gruppering av indikatorer

I Nybø & Evju (2017) ble det i alt foreslått 336 indikatorer for økologisk tilstand. Av de 336 ble 72 foreslått innlemmet i AKO, mens for 99 indikatorer ble det kryssset av for «vet ikke», totalt 171 indikatorer. Her går vi gjennom de foreslåtte indikatorene, fordelt på gruppene «Art/artsgruppe», «Artssammensetning», «Struktur», «Naturtyper», «Abiotiske» og «Annet» og vurderer om indikatorene bør inngå i AKO (Ja) eller ikke (Nei), eller om vi er usikre (Kanskje).

Type	Antall	Kommentar	Inngå i AKO
Art/artsgruppe	53	<p>Mange fuglearter, som allerede dekkes av TOV-E. Også en del vertebrater som dekkes av andre overvåkingsprogrammer, eks. fjellrev, villrein, ulike rovdyr.</p> <p>En del sjeldent forekommende og/eller vanskelig oppdagbare arter som vanskelig lar seg fange godt opp i arealrepresentativ overvåking.</p> <p>Noen vanlige arter/artsgrupper, f.eks. fjellbjørk, blåbær.</p>	<p>Ja: 7 foreslåtte indikatorer – vanlige arter som kan forventes å finnes på de fleste forekomster av naturtypen/økosystemet de er indikator i.</p> <p>Nei: 46 indikatorer. I alt 22 av disse vurderes som vanskelig å få nok data (sjeldne arter, vanskelig oppdagbare arter), for de resterende 24 samles data inn gjennom andre overvåkingsprogrammer.</p>
Artssammensetning	18	Indikatorer som fordrer registrering av artsidentitet og mengde, i hovedsak knyttet til karplanter (felt-sjikt, men også tresjikt), men også forslag om sammensetning av invertebrater.	<p>Ja: 16 indikatorer. Dersom man registrerer arter på AKO-punktene/-flatene, kan disse indikatorene utledes fra dataene.</p> <p>Kanskje: 2 indikatorer, hvorav biomasse mål vanskelig lar seg registrere i felt, og brann-tilpassede arter kan forekomme for sjeldent til å gi presise estimater.</p>
Struktur	16	Tre hovedtyper: dekning av ulike sjikt i vegetasjonen, forekomst av viktige strukturer i skog (død ved, gamle trær, nedbrytningsgrad) og strukturer i våtmark.	<p>Ja: 12 indikatorer. Dekning av ulike sjikt kan registreres på alle punkter og indikatorer utledes fra data. Det samme gjelder mengde død ved, grov ved, nedbrytningsgrad osv. i skog.</p> <p>Kanskje: 4 indikatorer. Noen av strukturvariablene fordrer at man knytter fjernmåling (eller registrering av et større areal) til AKO-punktene. Noen er angitt for naturtyper med liten arealmessig utbredelse.</p>
Naturtyper	12	Forekomst/andel av ulike naturtyper/utforminger, f.eks. semi-naturlige naturtyper i god hevd.	Ja: 6 indikatorer, forutsatt at naturtype registreres på detaljert nok nivå, og at nok forekomster av de sjeldne naturtypene registreres.

			Kanskje: 6 indikatorer. Uklart om NiN-registrering av naturtype vil være tilstrekkelig for indikatoren.
Abiotiske	2	pH og C/N i jord	Nei: 2, krever jordprøver.
Annet	5	Fjernmålingsvariabler, noen påvirkningsvariabler.	Nei: 2 indikatorer, inngår i andre overvåkingsprogrammer. Kanskje: 3 indikatorer, kan utvikles dersom det knyttes fjernmåling til AKO-flatene.

Vedlegg 2 Insekter – mulighet for overvåking

Notat i forbindelse med Økologisk tilstand-arbeidet, februar 2018, av Anne Sverdrup-Thygeson, Anders Endrestøl, Frode Ødegaard, Sandra Åström, Tone Birkemoe og Erik Framstad.

Overvåking av insekter

Insekter er en stor og tallrik organismegruppe. I Norge utgjør insekter 44% av alle arter, og globalt er det anslått at det kan finnes oppunder 200 millioner insektindivider per menneske. I kraft av sin tallrikhet og det faktum at insektene er tilstede nesten overalt i terrestre og limniske økosystemer, gjør insekter til en vesentlig del av norsk biologisk mangfold, og av prosesser og funksjoner i norsk natur. Dermed er insektene avgjørende for en rekke av de økosystemtjenester norsk natur leverer. Insekter bidrar til næringsomsetning og resirkulering av organisk materiale, de står for pollinering og frøspredning, de er avgjørende føde for en rekke andre arter som fugl, flaggermus og ferskvannsfisk og de er viktige for å kontrollere andre arters populasjoner, inkludert arter vi betrakter som skadegjørere. Et velfungerende insektsamfunn er med andre ord avgjørende for god økologisk tilstand i alle våre terrestriske økosystemer.

Likevel har vi svært lite kunnskap om status og utvikling for norske insekter, og ingen systematisk overvåking som omfatter insekter som gruppe.

Status i andre land

En rekke studier fra andre land peker på en kraftig nedadgående trend for insekter. En studie med data fra flere land viser at mens vi mennesker har blitt dobbelt så mange de siste 40 årene, er antallet insektindivider fra de få eksisterende langtidsseriene som finnes, nær halvert (Dirzo et al. 2014). Et tysk studie antyder enda mer dramatiske endringer – på 27 år er insektbiomassen i over 60 verneområder i Tyskland blitt redusert med 75% (Hallmann et al. 2017).

En europeisk studie av dagsommerfugl i 22 land i Europa har vist at sommerfuglbestander knyttet til kulturmark har gått tilbake med cirka 30% fra 1990 til 2015 (Van Swaay et al. 2016). For store nattflygende sommerfugl peker en britisk studie på at 2/3 av de 337 studerte artene har hatt en nedgang siste 35 år (Conrad et al. 2006). Utbredelsesmønstrene til øyenstikkere har endret seg dramatisk på bare 20 år; mange arter har blitt mindre utbredt, og andre har flyttet mot nordøst, hvor klimaet er kjøligere (Zeuss et al. 2014).

Pollinerende insekter er undersøkt i en lang rekke studier, og selv om det er variasjon mellom grupper, tidsperioder og land, slår en stor oversiktsartikkel fast at hovedmønsteret er en klar negativ trend for både tamme (honningbie) og ville pollinerende insekter (Potts et al. 2010). For humler er det f.eks. vist at utbredelsesområdene krymper både i Nord-Amerika og Europa (Kerr et al. 2015).

Uten at det er mulig å fastslå årsakssammenhengen, påpeker stadig flere studier at det også er nedgang i andre artsgrupper som er i tett samspill med insekter. Det gjelder både planter som avhenger av pollinerende insekter (Biesmeijer et al. 2006) og fugl, ikke minst insektetende fugl. En studie fra 25 europeiske land viser at det har blitt 420 millioner færre fugl i Europa, på snaut 30 år (Inger et al. 2015). I Canada har populasjonen av sandsvale gått tilbake med 98% siden 1970 (COSEWIC 2013).

Status og eksisterende insektkartlegging i Norge

Vi har lite detaljert kunnskap om status og utvikling for norske insekter, men rødlistevurderingene angir at 1163 insektarter er truet, mens 655 er nær truet. Det er særlig to grupper av insekter som utmerker seg: Pollinerende insekter og insekter knyttet til død ved/naturskog.

Nesten en tredjedel av våre pollinerende insekt er rødlistet. Bare blant bier og humler er tolv biearter antatt å ha forsvunnet fra Norge de siste 100 år. Av alle truede arter i skog er 84 % knyttet til gammel skog.

Av eksisterende langtidsserier/overvåking finnes et prosjekt som ser på visse store og lett gjenkjennelige pollinerende insekter, basert på en «folkevitenenskap-metodikk» (Citizen science), nemlig *Den nasjonale overvåkingen av dagsommerfugler og humler i Norge*. I dette prosjektet har man siden 2009 gjennomført arealrepresentativ overvåking av dagsommerfugler og humler i tre områder (Østlandet, Sørlandet, Trøndelag) i Norge (Åström et al. 2017). Inventeringene foretas i åpen gressmark og skogsmark i lavlandet av frivillige registranter som rekrutteres og organiseres gjennom Samarbeidsrådet for biologisk mangfold (Sabima).

De analysene som er gjort så langt har ikke påvist noen trender over tid for hverken dagsommerfugler eller humler. Imidlertid indikerer dataene en kraftig redusert tilstand sammenliknet med referansesamfunnet, som er basert på en antatt tilstand rundt 1950, særlig for dagsommerfugler. Vi vet foreløpig ikke i hvilken grad denne negative utviklingen fortsatt er til stede, men det er grunn til å anta at disse insektsamfunnene fortsatt forandres. Habitatene som dagsommerfugler og humler er avhengige av er fortsatt i endring, på grunn endret arealbruk, effektivisering og intensivering i jordbruket, samt et endret klima.

På oppdrag fra miljødirektoratet arbeider NMBU og NINA også med en metode for overvåking av insekter knyttet til den utvalgte naturtypen hul eik, som publiseres i en rapport våren 2018. Denne overvåkingen er avhengig av at en finansiering kommer på plass.

Det finnes også noe data for enkeltarter som mnemosynesommerfugl (årlige data fra 1988-2001, samt en del enkeltår fra 2005-2015) (Ødegaard et al. 2011) og klippeblåvinge (Endrestøl & Bengtson 2017), eremitt (Endrestøl et al. 2017), samt spredte initiativ for overvåking av skadegjørere blant insektene (Birchmoth-prosjektet, Økland et al. 2007).

Viktige momenter for en mulig nasjonal insektovervåking

Overvåking av arter er en krevende aktivitet, og det er viktig at forvaltningen er bevisst hvilket formål overvåkingen skal ha, og kjenner til de begrensninger som ligger i ulike typer design.

Innledningsvis er det nødvendig å bestemme målsetning, veid mot tilgjengelige ressurser. I neste omgang vil målsetningen styre hvilket innsamlingsomfang som er nødvendig, hvordan overvåkingen skal designes i tid og rom, hvilke felletyper som er best egnet, og hvilken etterbehandling av felldata man ser for seg.

Hva er målsetningen med overvåkingen?

- Dersom målsetningen er å få et overordnet bilde av endringer i insektbiomasse, evt insektbiomasse fordelt på de viktigste insektgruppene? Dette kan oppnås gjennom grovsortering og veiing av innsamlet materiale
- Dersom man skal kunne si noe om populasjonstrender for enkeltarter, eller for funksjonelle grupper (f.eks. pollinatorer) kreves artsidentifikasjon av alle eller enkelte arter
- Skal overvåkingen rettes mot spesielle påvirkningsfaktorer, for eksempel klimaendring eller arealbruk, må overvåkingsdesignet rettes inn mot dette

Hvilket område skal overvåkingen dekke?

- Skal overvåkingen være nasjonalt representativ, kreves innsamling over hele landet.
- Alternativt kan man konsentrere overvåkingen til visse regioner eller hovednaturtyper der man forventer størst endring – sommervarme / kalkrike pressområder i Sør-Norge, skog, kulturlandskap eller annet.

Hvilken innsamlingsmetode skal brukes?

Det er vesentlig å lage et opplegg som er enkelt å gjennomføre på lik måte av ulike registranter, på ulike steder, slik at data blir sammenliknbare. I praksis innebærer dette fellefangst med et

nøye standardisert opplegg og en streng protokoll fra felleutplassering via tømning, merking og sikring av materialet. Det er vesentlig med dedikerte og nøyaktige medarbeidere for at materialet skal håndteres slik at det ikke ødelegges.

Aktuelle fellemetoder for terrestre (flygende) insekter i denne sammenhengen er først og fremst malaisefeller og vindusfeller (fallfeller er mulig, men har en rekke utfordringer, f.eks. behov for hyppig tømning). Disse kan med fordel kombineres, fordi de fanger ulike deler av insektsamfunnet.

- Malaisefeller er en form for 'telt' av netting som normalt monteres på bakken, der flygende insekter som møter nettet ledes slik at de havner i en oppbevaringsflaske med konserveringsmiddel. Malaisefeller fanger et stort antall individer, med hovedvekt på tovinger (fluer og mygg) og vepser (inkl. mange små og ofte parasittiske arter) – men også andre insektordener. Denne metoden er blant annet benyttet i et stort svensk prosjekt (Svenska Malaisefälleprosjektet) og i et internasjonalt prosjekt (Global Malaise Program).
- Vindusfeller har mindre areal og barrieren er normalt av gjennomsiktig plast, med en oppsamlingstrakt og -flaske under. De kan monteres i ulike høyder, hengende fra grener eller i en form for stativ. Vindusfeller fanger en stor andel biller, men også andre insektordener. Dette er den vanligste felletypen for insektinnsamling i skog, ikke minst for å samle den store og viktige gruppen vedlevende biller (Bouget et al. 2008, Hines & Heikkinen 1977)

Et viktig poeng er hvor lenge fellene kan henge ute før de må tømmes. Dette avhenger av størrelse på oppbevaringsflasken (den kan gå full) og om flasken fylles med regnvann, slik at konserveringsvæsken utvannes og innholdet råtner. Det siste gjelder først og fremst vindusfeller. Normalt har rutinen vært å tømme vindusfeller hver 4. uke gjennom sesongen, men med en dreneringsmodul kan man unngå at vindusfellenes oppsamlingsflasker fylles med regnvann. Dette gjør det mulig å la fellene henge ute hele sesongen, med innsamling etter endt sesong. Fellene bør henges opp av erfarne insektforskere og ikke frivillige, for å sikre riktig montering og at feltprotokollen følges nøyaktig. Dersom det kun blir en runde med montering og en runde for inntaking, er det neppe hensiktsmessig å bruke frivillige i dette arbeidet.

Siden fellene er godt synlige og gjerne skal henge ute hele aktivitetsperioden, må man vurdere stedet fellen monteres. Det bør ikke være et sted der mange mennesker ferdes, da risikerer man at fellene kan bli ødelagt av forbigående. Samtidig må man vurdere logistikk og kostnad ved å komme seg fram til fellestedet, siden dette vil utgjøre en stor del av tid/kostnad. Grunneier må forespørres og gi sin tillatelse, og dersom området har vernestatus må Fylkesmannen gi dispensasjon fra vernebestemmelsene. Fellene må plasseres på et sted hvor man kan anta de kan stå i en årrekke.

For å sikre verdien av innsatsen er det vesentlig å ha en god protokoll på behandling av materialet, fra felletømming til senere artsidentifisering. Det inkluderer også at det må investeres i mottak og oppbevaring.

Gode rutiner for oppbevaring av materialet er vesentlig

Det er vesentlig at en evt. igangsetting av insektovervåking får en bred og omforent organisering, og at det etableres solide rutiner for langtidshåndtering av materialet. Her må institusjoner som Artsdatabanken og museene inn, og det må bevilges midler som sikrer en god administrasjon av innkommende materiale, slik at man sikrer tilstrekkelig mottakskapasitet, sikker oppbevaring og flerbruk av materialet. En minimumshåndtering av innkommet materiale som f.eks. veiing og registrering/arkivering av sampler, evt. også grovsortering kan inngå.

Hvor mye ressurser er tilgjengelig?

Hovedpoenget med en overvåking må være å komme i gang med å samle inn materiale, og sørge for at dette oppbevares godt. Selv om kostnaden selvsagt er avhengig av omfang, er selve

innsamlingen ikke så kostnadskrevende og bør være mulig å realisere. Hvor omfattende analyser man har mulighet til å gjøre på innsamlet materiale, kan justeres etter ressurstilgang underveis.

Det er ønskelig med ressurser til en grovsortering av materialet underveis. Dette vil gi en vesentlig økt nytte av dataene. Detaljert artsbestemmelse er ikke avgjørende for at overvåkingen skal være nyttig. Ikke minst er metoder for artsbestemmelse basert på DNA i en rivende utvikling, og det kan vise seg å bli langt enklere og rimeligere å artsbestemme store datasett med DNA barcoding om noen år (Geiger et al. 2016, Hendrich et al. 2015). Da er det avgjørende at det faktisk finnes innsamlet materiale som kan brukes til å undersøke trender – og da må overvåking startes så raskt som mulig.

Referanser

- Biesmeijer, J. C., Roberts, S. P. M., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A. P., Potts, S. G., Kleukers, R., Thomas, C. D., Settele, J. & Kunin, W. E. 2006. Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. - *Science* 313: 351-354. 10.1126/science.1127863
- Birchmoth-prosjektet. <http://www.birchmoth.no/>.
- Bouget, C., Brustel, H., Brin, A. & Noblecourt, T. 2008. Sampling Saproxylic Beetles with Window Flight Traps: Methodological Insights. - *Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature*: 21-32.
- Conrad, K. F., Warren, M. S., Fox, R., Parsons, M. S. & Woiwod, I. P. 2006. Rapid declines of common, widespread British moths provide evidence of an insect biodiversity crisis. - *Biological Conservation* 132: 279-291. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.04.020>
- COSEWIC. 2013. Assessment and Status Report on the Bank Swallow *Riparia riparia* in Canada. -. 48 s.
- Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J. B. & Collen, B. 2014. Defaunation in the Anthropocene. - *Science* 345: 401-406. 10.1126/science.1251817
- Endrestøl, A. & Bengtson, R. 2017. Kartlegging av klippeblåvinge Scolitantides orion i Norge 2015–2016. - NINA Rapport 1342. 37 s.
- Endrestøl, A., Hanssen, O. & Flåten, M. 2017. Kartlegging og overvåking av eremitt Osmoderma eremita i Norge 2016. - NINA Rapport 1336. 32 s.
- Geiger, M. F., Moriniere, J., Hausmann, A., Haszprunar, G., Wägele, W., Hebert, P. D. N. & Rulik, B. 2016. Testing the Global Malaise Trap Program – How well does the current barcode reference library identify flying insects in Germany? - *Biodiversity Data Journal*: e10671. 10.3897/BDJ.4.e10671
- Global Malaise Program. <http://biodiversitygenomics.net/projects/gmp/>.
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hören, T., Goulson, D. & de Kroon, H. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. - *PLOS ONE* 12: e0185809. 10.1371/journal.pone.0185809
- Hendrich, L., Moriniere, J., Haszprunar, G., Hebert, P. D., Hausmann, A., Kohler, F. & Balke, M. 2015. A comprehensive DNA barcode database for Central European beetles with a focus on Germany: adding more than 3500 identified species to BOLD. - *Mol Ecol Resour* 15: 795-818. 10.1111/1755-0998.12354
- Hines, J. W. & Heikkinen, H. J. 1977. Beetles attracted to severed Virginia pine (*Pinus virginiana* Mill.). - *Environmental Entomology* 6: 123-127.

- Inger, R., Gregory, R., Duffy, J. P., Stott, I., Voříšek, P. & Gaston, K. J. 2015. Common European birds are declining rapidly while less abundant species' numbers are rising. - *Ecology Letters* 18: 28-36. 10.1111/ele.12387
- Kerr, J. T., Pindar, A., Galpern, P., Packer, L., Potts, S. G., Roberts, S. M., Rasmont, P., Schweiger, O., Colla, S. R., Richardson, L. L., Wagner, D. L., Gall, L. F., Sikes, D. S. & Pantoja, A. 2015. Climate change impacts on bumblebees converge across continents. - *Science* 349: 177-180. 10.1126/science.aaa7031
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. & Kunin, W. E. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. - *Trends in Ecology & Evolution* 25: 345-353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>
- Svenska Malaisefälleprojektet. <https://www.artdatabanken.se/var-verksamhet/svenska-artprojektet/stod-till-forskning/forskningsprojekt/svenska-malaisefalleprojektet/>.
- Zeuss, D., Brandl, R., Brändle, M., Rahbek, C. & Brunzel, S. 2014. Global warming favours light-coloured insects in Europe. - *Nature Communications* 5: 3874. 10.1038/ncomms4874
- Ødegaard, F., Hanssen, O. & Aagaard, K. 2011. Bestandsovervåking og skjøtelsesplan for mnemosynesommerfugl *Parnassius mnemosyne*. - NINA Rapport 676 52 s.
- Økland, B., Christiansen, E. & Krokene, P. 2007. Overvåking av skogens helsetilstand. Populasjons-overvåking av insekter. - *Viten fra Skog og landskap* 3/07. 2 s.
- Van Swaay, C. A. M., Van Strien, A. J., Aghababayan, K., Åström, S., Botham, M., Brereton, T. C., B., Chambers, P., Collins, S., Dopagne, C., Escobés, R., Feldmann, R., Fernán-dez-García, J. M., Fontaine, B., Goloshchapova, S., Gracianteparaluceta, A., Harpke, A., Heliölä, J., Khanamiryan, G., Komac, B., Kühn, E., Lang, A., Leopold, P., Maes, D., Mestdagh, X., Monasterio, Y., Munguira, M. L., Murray, T., Musche, M., Öunap, E., Pettersson, L. B., Piqueray, J., Popoff, S., Prokofev, I., Roth, T., Roy, D. B., Schmucki, R., Settele, J., Stefanescu, C., Švitra, G., Teixeira, S. M., Tiitsaar, A., Verovnik, R. & Warren, M. S. 2016. The European Butterfly Indicator for Grassland species 1990-2015. - Report VS2016.019, De Vlinderstichting, Wageningen.
- Åström, S., Åström, J., Bøhn, K., Gjershaug, J. O., Staverløkk, A. & Ødegaard, F. 2017. Nasjonal overvåking av dagsommerfugler og humler i Norge. Oppsummering av aktiviteten i 2016. - NINA Rapport 1328. 33 s.

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er ein uavhengig stiftelse som forskar på natur og samspelet natur–samfunn.

NINA vart etablert i 1988. Hovudkontoret er i Trondheim, med avdelingskontor i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driv NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskingsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINA driv både med forskning og utgreiing, miljøovervaking, rådgjeving og evaluering. Instituttet har stor breidde i kompetanse og erfaring, med både naturvitarar og samfunnsvitarar i staben. Vi har kunnskap om artane, naturtypene, menneska sin bruk av naturen og korleis dei store drivkreftene i naturen verkar.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-3209-8

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovudkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger