



GJÆREVOLLSENTERET
Framtidsanalyser av naturmangfold

Faggrunnlag for artskartlegging i Noreg

Forside: Rognetege (*Acanthosoma haemorrhoidale*). Foto: Arnstein Staverløkk, CC-BY-4.0

Version

1.0

Dato

30.04.2025

Forfattarar

Anders G. Finstad
Ivar Herfindal

Antal sider

102

Oppdragsgivar

Miljødirektoratet
Kontaktperson hos oppdragsgivar: Tomas Holmern

Oppgragsgivar ref.

M-2881 | 2024

Utarbeidde av

Anders G. Finstad
Ivar Herfindal
NTNU Grafisk senter ved
Monika Wist Solli og Marianne Gilbu

Godkjent av

Anders G. Finstad

Rapportnummer

1/2025

Rapportserie

NTNU Gjærevollsenteret

Gradering

Open



Faggrunnlag for artskartlegging i Noreg



Forord



Dette dokumentet presenterer eit utkast til rapport “Faggrunnlag for artskartlegging i Noreg”. Faggrunnlaget skal har som mål å sikre eit fundament for korleis artskartlegging kan gjennomførast på ein måte som gjer resultata tilgjengelege, objektive og mogleg å etterprøve. Målet er at resultata skal halde høg kvalitet og oppfylle formålet med kartlegginga.

Rapporten er ikkje ein systematisk kunnskapssamanstilling, då dette ville ha vore for omfattande i høve til prosjektets rammer. Rapporten skal gje ei oversikt over sentrale, grunnleggande element i artskartlegging, frå formål og planlegging til bruk av resultat og handtering av data, inkludert offentleggjering. Det er lagt vekt på å forklare korleis elementa heng saman.

Faggrunnlaget byggjer på konseptutreiinga Kartlegging av artar og dataflyt for artsdata i Noreg (Hovstad mfl. 2024) og er utforma som eit utfyllande dokument som utdjupar det teoretiske og empiriske grunnlaget for artskartlegging. Samstundes er rapporten meint som eit grunnlag for utviklinga av meir konkrete rettleiarar og instruksar for praktisk gjennomføring av artskartlegging.

Faggrunnlaget har som mål å legge til rette for etterprøvbare og føreseielege metodar for kartlegging av artar og artssamfunn. Eit anna hovudfokus er å definere prinsipp for kostnadseffektiv dataflyt, i samsvar med FAIR-prinsippa, samt å vurdere moglegheitene for heildigital dataflyt og tilgang til tidlegare kartleggingsresultat.

Rapporten gir ikkje tilråding om detaljerte metodar, men legg grunnleggande prinsipp for design av prøvetaking og innsamling, inkludert miljøvariablar. Det blir òg vurdert korleis ny teknologi kan auke kostnadseffektiviteten og objektiviteten i kartlegginga.

Faggrunnlaget dekkjer kunnskap om artar som kan nyttast i planprosessar og anna kartlegging. Det gjeld geografisk for fastlands-Noreg, norske havområde og øyar i Arktis og Antarktis. Målet er å gi eit grunnlag for retning av framtidig kartlegging.

Rapporten vert utarbeida på oppdrag frå Miljødirektoratet. Noregs Teknisk Naturvitskaplege Universitet ved Institutt for Naturhistorie, NTNU Vitenskapsmuseet og Gjærevollssenteret er utøvande.



SAMANDRAG

Noreg har eit ansvar for å ta vare på det biologiske mangfaldet gjennom internasjonale avtalar. Samtidig skal staten gjere innbygarane merksame på kva natur vi har og kva konsekvensar ulike inngrep har. Grunnlova § 112 slår fast at alle har rett til kunnskap om naturmiljøet og verknadene av naturinngrep. God kunnskap om artar og naturtypar er difor ikkje berre eit fagleg ansvar, men ein demokratisk rett.

Faggrunnlaget «Faggrunnlag for artskartlegging i Noreg» er laga på oppdrag frå Miljødirektoratet. Det skal vere eit fundament for vidare utvikling av rettleiarar og standardar, som skal sikre at all artskartlegging i Noreg held høg kvalitet, er etterprøvbar og møter forvaltinga sitt behov både no og i framtida.

Artskartlegging er grunnsteinen i kunnskapen om naturen. Utan oversikt over kva artar som finst, kvar dei finst og i kva tilstand dei er, står samfunnet og forvaltinga svakt. Dette gjeld alt frå arealplanlegging og klimatilpassing til forskning og berekraftig ressursforvaltning.

I tillegg til å vere avgjerande for miljøforvaltinga har artskartlegging stor verdi for forskning og allmennkunnskap. Ho gir innsikt i økologiske samanhengar, utviklingstrekk og trugsmål, og gjer det mogleg å dokumentere endringar over tid, til dømes som følge av klimaendringar eller framande artar.

Moderne artskartlegging må vere strukturert, etterprøvbar og formålstilpassa. Ho må byggje på ei kombinasjon av fagleg kompetanse og folkeforskning, med klare mål og tilpassa metodar for kvart prosjekt. Standardiserte datastrukturar og metadata må vere i tråd med internasjonale system som Darwin Core¹ og FAIR-prinsippa² Digital dataflyt, lagring etter TRUST-prinsippa³ og dokumentasjon av data for gjenbruk er avgjerande. Observasjonar kan ikkje gjenskapast, og difor må data dokumenterast godt og gjerast tilgjengelege. Referansemateriale må takast vare på for framtidige taksonomiske revisjonar.

Ny teknologi som miljø-DNA, fjernmåling, akustiske sensorar og kunstig intelligens opnar for raskare og meir effektiv kartlegging. Desse metodane må likevel testast grundig og samanliknast med etablerte metodar før brei bruk. Dei må vurderast kritisk, sidan dei ikkje alltid gir dei same resultata som tradisjonelle metodar.

Det er i dag store forskjellar i korleis kartlegging vert utført og i kvaliteten på data. For å få betre og meir samanliknbare data trengst overordna prinsipp og praktiske retningslinjer som kan tilpassast ulike artsgrupper og økosystem.

Artar kjenner ingen grenser, og det same må gjelde kunnskapen. Norsk artskartlegging må vere kompatibel med internasjonale standardar for å kunne bidra til global kunnskapsdeling.

Tilrådingar

- Start med klare mål og god planlegging: Avklar kva artar og område som skal kartleggast, kvifor, når og korleis.
- Bruk standardiserte metodar og dokumenter grundig: Det sikrar samanliknbarheit og pålitelege data.
- Legg til rette for open, strukturert dataforvaltning: Følg internasjonale standardar og gjer data offentleg tilgjengelege.
- Ta vare på fysiske prøvar: Deponer representativt materiale i naturhistoriske samlingar for revisjon og vidare bruk.
- Identifiser og reduser skeivheiter: Planlegg og dokumenter slik at feilkjelder kan vurderast og justerast for.
- Bruk ny teknologi med fagleg skjøn: Test og evaluer nye metodar grundig.
- Sjå kartlegging som ein lærande prosess: Juster metodar og retningslinjer i takt med ny kunnskap.
- Tilpass internasjonalt: Gjer norske data nyttige i globale samanhengar.
- Bygg og del kompetanse: Gje opplæring til profesjonelle og frivillige, og styrk forvaltinga si evne til å bruke data.
- Omset prinsipp til praktisk bruk: Utarbeid tydelege rettleiarar og instruksar for systematisk gjennomføring.

Ei betre, meir samordna og framtidsretta artskartlegging vil styrkje Noreg si evne til å møte dei store natur- og klimautfordringane vi står overfor.

¹**Darwin Core:** Ein internasjonal standard for å strukturere og dele biologiske observasjonsdata (sjå kapittel 5)

²**FAIR-prinsippa:** Data skal vere Findable, Accessible, Interoperable og Reusable (sjå kapittel 5).

³**TRUST-prinsippa:** Retningslinjer for trygg datalagring – Transparency, Responsibility, User focus, Sustainability og Technology (sjå kapittel 5)



SUMMARY

Norway holds an international responsibility to conserve biodiversity through agreements it has committed to. Additionally, the state is tasked with raising public awareness about the nature we possess and the implications of various interventions. Article 112 of the Norwegian Constitution affirms that all citizens have the right to knowledge about the natural environment and the impacts of environmental interventions. Consequently, robust knowledge of species and natural habitats is not merely a professional obligation, but a democratic right.

The report “Scientific Basis for Species Mapping in Norway” (Hovstad et al, 2024) has been commissioned by the Norwegian Environment Agency. It provides a foundation for developing guidelines and standards aimed at ensuring that all species mapping in Norway is of high quality, verifiable, and capable of meeting current and future management needs.

Species mapping constitutes the cornerstone of environmental knowledge. Without clear documentation of which species exist, their distribution, and their condition, both society and governance are significantly disadvantaged. This information is crucial for area planning, climate adaptation, scientific research, and sustainable resource management.

Beyond its pivotal role in environmental management, species mapping significantly benefits scientific research and public education. It offers insights into ecological relationships, trends, and threats, enabling documentation of changes over time, such as those resulting from climate change or invasive species.

Contemporary species mapping must be structured, verifiable, and fit for purpose, based on a combination of scientific expertise and citizen science, with clear objectives and adapted methodologies for each project. Standardised data structures and metadata should comply with international frameworks such as Darwin Core and the FAIR principles. Digital data flow, storage adhering to TRUST principles, and documentation for data reuse are essential. Observations are unique and irreplicable; hence, detailed documentation and public availability of data are critical. Reference material must be preserved for future taxonomic revisions.

Emerging technologies, such as environmental DNA (eDNA), remote sensing, acoustic sensors, and artificial intelligence, facilitate quicker and more efficient mapping. However, these methods must undergo rigorous testing and be compared with established methodologies before broader implementation. A critical evaluation is necessary, as new methods do not always yield results that are consistent with traditional approaches.



Currently, significant disparities exist in mapping methodologies and data quality. To achieve improved and more comparable data, overarching principles and practical guidelines adaptable to different species groups and ecosystems are necessary.

Species transcend borders, and the same should apply to biodiversity knowledge. Norwegian species mapping must be aligned with international standards to contribute effectively to global knowledge sharing.

Recommendations:

- Begin with clear objectives and thorough planning: Define what species and areas are to be mapped, including purpose, timing, and methodologies.
- Employ standardised methods and thorough documentation: Ensure comparability and reliability of data.
- Facilitate open, structured data management: Follow international standards and ensure public data access.
- Preserve physical samples: Deposit representative material in natural history collections for revision and future utilisation.
- Identify and mitigate biases: Plan and document methods to evaluate and adjust for sources of error.
- Use emerging technologies judiciously: Rigorously test and evaluate new methodologies.
- View mapping as a learning process: Continuously refine methods and guidelines based on new insights.
- International compatibility: Ensure Norwegian data is valuable within global contexts.
- Build and disseminate expertise: Provide training for professionals and volunteers to enhance data utilisation capabilities.
- Translate principles into practical applications: Develop clear guidelines and instructions for systematic implementation.

A more coherent, coordinated, and future-oriented approach to species mapping will significantly enhance Norway's capacity to address the substantial biodiversity and climate challenges we currently face.

INNHALD

Forord	4
Samandrag	6
Summary	8
Kapittel 1	12
Innleiing	
Artskartlegging: formål og overordna krav	13
Kva er ein art og kvifor skal vi bry oss?	17
Kva er eit individ og korleis måle mengde?	23
Kva er kartlegging av artar?	25
Status for kravspesifikasjonar til kartlegging heime og ute	28
Kapittel 2	30
Grunnleggande omsyn i design av kartlegging	
Informasjon frå artskartlegging	31
Kartlegging som eit utval	35
Kartleggingsinnsats og tilfeldige utvalsfeil	37
Systematisk utvalsfeil	41
Konsekvensar og handtering av utvalsfeil	45
Kapittel 3	48
Praktiske omsyn i design av kartlegging	
Avgrensing i tid og rom	49
Registrering av miljøvariablar	51
Registrering av data og strategiske metodeval	55
Bruk av ny teknologi og nye metodar for kartlegging	57

Kapittel 4	60
Bruk av kartleggingsinformasjon: Korleis omsette informasjon frå artskartlegging til kunnskap for avgjerder om natur	
Ulik bruk krev ulike data og ulike metodar for å tolka dei	61
Korleis omsette funn av artar til kunnskap om førekomst?	63
Frå funn av artar til utbreiing- og habitatmodellar	65
Frå funn av artar til økologisk funksjonsområde	67
Kapittel 5	70
Dataforvalting, kvalitetskontroll og gjenbruk av informasjon frå kartlegging	
Kvifor bør data frå kartlegging av artar vera offentleg tilgjengeleg?	71
Korleis kan data frå kartlegging gjerast tilgjengeleg?	75
Praktisk bruk av datastandarar	79
Dataflyt og døme på heildigital / semidigital dataflyt	83
Beskytta data	87
Kapittel 6	88
Oppsummering og anbefalingar for vegen vidare	
Vegvala vidare	89
Referansar	92



Kapittel 1

Innleiing

Samandrag:

- I Noreg har vi ein grunnlovsfesta rett til kunnskap om naturen, inkludert korleis den blir påverka av inngrep. Omgrepet art har i mange hundre år vore ein grunnstein i forståinga av korleis naturen er sett saman og verkar, og er det framleis.
- For å forstå naturen, og ta vare på den for framtidige generasjonar, er det heilt avgjerande å vite avgrensinga mellom ulike artar, kvar artane finst, kor mange dei er, og kor livskraftige dei er. Denne kunnskapen er essensiell for ei berekraftig forvaltning som sikrar både menneske og natur ei trygg framtid.
- Kartlegging av artar har vore ein viktig del av forholdet vårt til naturen sidan dei første menneska sette foten på norsk jord. I dag handlar det om å samle inn informasjon som hjelper oss å overvake, beskytte og forstå naturen. Miljøforvaltningas strategi for artskartlegging (2021–2030) set klare mål for arbeidet: meir standardiserte metodar, betre datakvalitet og bruk av teknologi som kan gi meir presise resultat.
- Internasjonalt samarbeid styrkar også innsatsen for å bevare biologisk mangfald. Ulike andre land har også tilsvarande strategiar. Globalt deler forskarar og myndigheiter data for å skape eit heilskapleg bilete av naturen.
- Kartlegging handlar ikkje berre om å forstå naturen i dag, men også om å sikre at kommande generasjonar kan glede seg over og lære av den.



ARTSKARTLEGGING: FORMÅL OG OVERORDNA KRAV

Noregs grunnlov slår fast at kunnskap om natur er ein rett for norske borgarar:

«Borgarane har rett til kunnskap om korleis det står til med naturmiljøet, og om verknadene av planlagde og iverksette inngrep i naturen, ...» (Grunnlova § 112, andre ledd).

Kva som ligg i omgrepet «kunnskap» i denne samanhengen, kan nok diskuterast, men i moderne naturforvaltning og naturvitskap er kunnskap om artar si utbreiing, førekomst og mengde, nødvendig for å auke kunnskapen om naturen som omgjev oss. Dette er også essensielt for ei berekraftig naturforvaltning som sikrar kommande slekter sine rettar til å oppleve og hauste av natur, jamfør Grunnlova § 112, fyrste ledd:

«Alle har rett til eit helsesamt miljø og ein natur der produksjonsevna og mangfaldet blir haldne ved lag. Naturressursane skal disponerast ut frå ein langsiktig og allsidig synsmåte som trygger denne retten òg for kommande slekter.

Naturmangfoldlova § 8 gjev oss meir informasjon om kva som er relevant kunnskap om natur:

“Offentlige beslutninger som berører naturmangfoldet skal så langt det er rimelig bygge på vitenskapelig kunnskap om arters bestandssituasjon, naturtypers utbredelse og økologiske tilstand, samt effekten av påvirkninger. Kravet til kunnskapsgrunnlaget skal stå i et rimelig forhold til sakens karakter og risiko for skade på naturmangfoldet.”

Lova nemner spesifikt kunnskap om artar og tilstanden deira. I praksis krev dette talfesting av mengda av ein art over tid, og stadfesting av kvar denne arten finst. Lova nemner vidare naturtypar og økologisk tilstand. Begge desse omgrepa byggjer i stor grad på kunnskap om artar sin førekomst i tid og rom (Edwardsen mfl. 2024, Nybø og Evju 2017).

Det er ofte lett å gløyme at kunnskap om artar har uerstatteleg verdi ut over det akutte behovet miljøforvaltninga har. Kartlegging av artar er naudsynt i nær all aktivitet som menneske har i og med natur, om vi vil vite noko om korleis vi kan bruke naturen til ulike føremål, og konsekvensane av handlingane våre. Å skaffe kunnskap om kvar ulike artar finst, kva tid dei er der og kor mykje det er av dei, er noko ein har drive med sidan vi sette foten på norsk landjord.

Medan kunnskap om natur i tidlegare tider stort sett vart samla av dei som hadde direkte nytte av denne kunnskapen, er ansvaret i dag plassert hjå staten, jamfør Grunnlova § 112, tredje ledd:

«Dei statlege styresmaktene skal setje i verk tiltak som gjennomfører desse grunnsetningane.»

Det er difor naturleg at eit ganske stort apparat i fleire offentlege etatar på ulike nivå er involvert i og har ansvar for kartlegging av natur generelt, og artskartlegging spesielt. Å ha ansvar for kunnskap er ikkje det same som å innhente den, og det meste av kunnskapsinnsamlinga om natur, til dømes feltobservasjonar av artar, blir gjort av firma og institusjonar i privat og offentlig sektor, eller av privatpersonar med



eigeninteresse i natur. Dette konglomeratet av ulike aktørar som på eitt eller anna vis er involvert i artskartlegging, krev klare køyrereglar for kva kunnskap som skal prioriterast å samlast inn, og korleis dette best skal gjennomførast i praksis.

Miljøforvaltninga sitt kunnskapsbehov set visse krav til artskartlegging, og dette er definert i strategien for artskartlegging i Noreg frå 2021 til 2030 (Miljødirektoratet 2021). Strategien legg til grunn at artskartlegging har som formål å legge til rette for ei kunnskapsbasert forvaltning av natur, altså å følgje opp Grunnlova § 112 og naturmangfaldlova § 8. Strategien peikar på at artskartlegging er uvurderleg i avgjerder om natur, og som viktige element i ulike forvaltningsverktøy. Strategien fokuserer på samfunnsansvar, forvaltningsrelevant artskunnskap og dataforvaltning, på tvers av dei økosystema vi finn i Noreg. Den presiserer òg at det er naudsynt med meir standardiserte og tydelege metodar for artskartlegging, å sikre høgare kvalitet på artsdata, og å ta i bruk ny og kostnadseffektiv teknologi. Den peikar òg på nokre hovudutfordringar ved artskartlegging slik den går føre seg i dag (Miljødirektoratet 2021):

- I. Det er mangel på heildekkjande kunnskap om artar si førekomst i tid og rom, mellom anna manglar forvaltningsrelevante karttenester som kan vise heildekkjande kunnskap om artsutbreiing.
- II. Det er behov for auka kvalitet i eksisterande artsdata, både i geografisk presisjon og innhald.
- III. Vi manglar ein nasjonal standardisert metodikk for artskartlegging.
- IV. Vi manglar ein anerkjend metodikk for kartlegging av artar i samband med konsekvensutgreiingar.

Artsdatabanken publiserte i 2024 konseptutgreiinga «Kartlegging av artar og dataflyt for artsdata i Noreg» (Hovstad mfl. 2024). Konseptutgreiinga gjev ein omfattande gjennomgang av metodikk og rammeverk for artskartlegging i Noreg i dag, og drøftar korleis ein kan betre kunnskapen om biologisk mangfald gjennom standardiserte kartleggingsteknikkar, ny teknologi og effektiv dataflyt. Utgreiinga gir fem tilrådingar for overordna krav til artskartlegging (Hovstad mfl. 2024):

1. Framgangsmåten ved kartlegging av artar bør vere tilpassa formålet med kartlegginga slik at denne gir den informasjonen ein har behov for, med tilstrekkeleg kvalitet og på ein kostnadseffektiv måte.
2. Kartlegging av artar bør utførast slik at artar som har forvaltningsinteresse (innanfor artsgruppene som kartlegginga omfattar) og som opptre innanfor kartleggingsområdet, kan bli registrert.
3. Kartlegging av artar skal gi nødvendig grunnlag for å avgrense og prioritere område som har ulik tyding for artsmangfaldet.
4. Kartlegging av artar bør vere strukturert og standardisert slik at det er mogleg å samanlikne resultat frå ulike kartleggingar både i tid og for ulike geografiske område. Resultata av ei kartlegging bør vere så objektive som mogleg, og det bør vere mogleg å gjenta kartlegginga innan kort tid med tilnærma same resultat.
5. Framgangsmåten for kartlegginga skal vere dokumentert på ein slik måte at det er mogleg å evaluere kvaliteten på kartlegginga. Resultat frå kartlegginga skal lagrast og gjerast tilgjengeleg i tråd med prinsippa om FAIR dataforvaltning (sjå kapittel 8 Dataflyt). Resultata frå kartlegginga saman med nødvendige metadata bør vere allment tilgjengeleg med unntak for sensitive artsdata.

Figur 1.1: Heilt sidan dei første menneske sette beina på norsk jord, har kartlegging av artar vore ein del av aktiviteten. Her illustrert med helleristingar i Alta. Foto: Andreas Haldorsen, CC BY-SA 3.0

Saman med strategien for kartlegging av artar, gjer konseptutgreiinga greie for mange viktige prinsipp. Formålet med dette faggrunnlaget er difor først og fremst å gjere den faglege bakgrunnen meir konkret, ved å sjå på kunnskapsgrunnlaget og tilgjengelege reiskapar for dei ulike elementa som inngår i ei artskartlegging.

«Alt flyt,» proklamerte Heraklit, og det gjeld spesielt i naturen – naturen ser ikkje lik ut neste gong ein besøker den. Observasjonar og materiale som er samla frå naturen i dag eller i går, er difor uerstattelege dokumentasjonar på ein natur i endring. Skal vi forstå denne endringa og korleis naturlege og menneskeskapte faktorar påverkar naturen, er vi heilt avhengige av tilgang til data over tid. Data og informasjon frå ei kartlegging har difor ein stor verdi ut over det avgrensa formålet. Eit godt døme er frivillig artskartlegging, òg kalla folkeforsking, der grunngevinga bak observasjonar varierer mykje og ikkje treng å ha noko praktisk årsak i det heile. Slike folkeforskingdata er likevel eit svært viktig grunnlag for kunnskapen om norsk natur, særleg på land.

Skal data kunne brukast i fleire samanhengar, krev det likevel at metodar har eit visst nivå av standardisering, slik at informasjon frå ulike kartleggingar kan samanliknast. Det er òg viktig at kartlegginga er godt dokumentert, og ikkje minst at observasjonar og innsamla materiale blir lagra på ein trygg måte og gjort allment tilgjengeleg. På den måten vil enkeltkartleggingar bidra til eit heilskapleg bilete av naturen over større område og lengre tid.

At naturen endrar seg, gjer òg at ei kartlegging eller ein observasjon vil ha ein “best før”-dato for i kva grad den skildrar naturen og tilstanden den har i dag. Haldbarheita til kartleggingar vil variere, fordi ikkje alle område opplever like raske endringar. Til dømes er klimaendringane raskare i Arktis enn lenger sør. På den andre sida er naturen i meir folketette område i større grad påverka gjennom nedbygging og slitasje frå auka bruk. I kva grad ulike påverknadsfaktorar på natur og økosystem spelar inn på haldbarheita til ei kartlegging er lite kjent. Den praktiske konsekvensen er likevel at det etter ei viss tid må gjerast nye kartleggingar for å få oppdatert kunnskap om naturen, artsmangfaldet og status. Då må kartlegginga gjerast slik at ein kan sjå nye data i samanheng med gamle, sjølv om personell eller utstyr har endra seg. Dette krev omsyn i metodeval og i lagring og deling av data.

Denne fleirbruken av data og informasjon frå kartleggingar gjer at kvar kartlegging kan bidra til å fylle fleire kunnskapshol enn det som var det opphavlege føremålet. Sjølv om miljøforskinga har gjort store steg dei siste tiåra, spesielt på ein del viktige artar for forvaltninga slik som hjortevilt og rovdyr, er det framleis mykje vi ikkje veit om norsk natur – både grunnleggjande økologi og ikkje minst korleis vi menneske påverkar naturen. Ikkje minst manglar vi heilt grunnleggjande kunnskap om kva for artar vi har og kvar dei finst. Ein har estimert at vi har om lag 70 000 artar i Noreg i dag. Av desse er om lag 25 000 (35 %) enno ikkje identifiserte og skildra (Elven og Søli 2021). Kor mange artar ein ikkje veit om, er særst vanskeleg å estimere, og mest truleg er dette difor eit konservativt estimat. Totalt har vi i verda om lag 1,7 millionar artar som er skildra og har fått eit vitenskapleg namn. Men estimata på kor mange artar vi enno ikkje har oppdaga, sprikar mellom to og fleire hundre millionar (Wiens 2023). Ein tek difor neppe for hardt i når ein seier at vi har eit stort kunnskapsbehov og mange uløyste oppgåver innan kartlegging av artar.





KVA ER EIN ART OG KVIFOR SKAL VI BRY OSS?

Konseptet art er mykje eldre enn vår moderne forståing av dei evolusjonære mekanismene bak artsdanning. Sjølv om tidlege forsøk på å klassifisere naturen kan sporast tilbake til Aristoteles og Plinius i antikken, er det først i renessansen at naturhistorikarar byrja å arbeide systematisk for å klassifisere artar. Taksonomi – vitskapen om klassifisering og namngiving av organismar – vaks då fram som ei av dei tidlegaste greinene i moderne naturvitskap. På 1700-talet gjorde Carl von Linné banebrytande arbeid ved å utvikle det binomiale systemet for namngiving av artar, som framleis er i bruk i dag. Arbeidet *Systema Naturae* la grunnlaget for moderne taksonomi (Linné 1758).

I dag omfattar taksonomi skildring, namngiving og klassifisering av levande organismar i hierarkiske grupper, og teoriane for dette. Taksonomi heng saman med systematikk, som er studiet av evolusjonære relasjonar mellom organismar. I systematikkvert det brukt analysar av slektskap og evolusjonære relasjonar basert på teori om utviklinga. Omgrepet biosystematikk vert ofte nytta om både taksonomi og systematikk (Bakken og Stenøien 2009). Dei hierarkiske gruppene i ein klassifisering inkluderer nivåa art, slekt, familie, orden, klasse, rekke og rike, med nokre undernivå. Eit fundament for biosystematikk er faunistikk, floristikk og fungistikk, som handlar om å identifisere artar av dyr, planter og sopp, og ha kunnskap om organismar i ein geografisk region. Identifikasjon og artskunnskap ligg såleis utanom biosystematikken, men er ein sentral kompetanse for å kunne setje namn på individ og dermed plassere artane i slekter og familiar der dei høyrer heime.

Ei omfattande taksonomisk forskning hindrar ikkje at sjølve artsomgrepet er omstridt. Spørsmåla «kva er artar?» og «korleis identifiserer vi artar?» har alltid vore ei kjelde til debatt blant biologar, og er det også i dag. Truleg kjem mykje av denne usemja av at ting er komplekse. Darwin skreiv: «Eg blei slått av kor fullstendig vagt og vilkårleg skiljet mellom artar og variantar er» (Darwin 1859). Darwin peikar her på at punktet der ein art kjem til, er glidande. Sidan det store fleirtalet av artar kjem til gradvis, er det ikkje overraskande at det er vanskeleg å avgjere kor tid ei artsdanning er fullenda, eller kva som er den beste måten å skildre ulike artar på.

Det er fleire titals måtar å definere art på, og kva omgrep ein brukar kan ha store konsekvensar for kartlegging og forvaltning (Frankham mfl. 2012, Hey 2009). Den vanlegaste vert kalla det «biologiske artsomgrepet» (Mayr 1942): Organismane som høyrer til same art, kan reproducere og få fruktbart avkom med kvarandre. Dei kan ikkje reproducere med organismar frå andre artar. Eit problem med denne definisjonen er at mange artar ikkje reproducerer seksuelt. Ei anna vinkling kan difor vere å definere art som ei gruppe organismar som deler ein felles evolusjonær fortid (Simpson 1951).

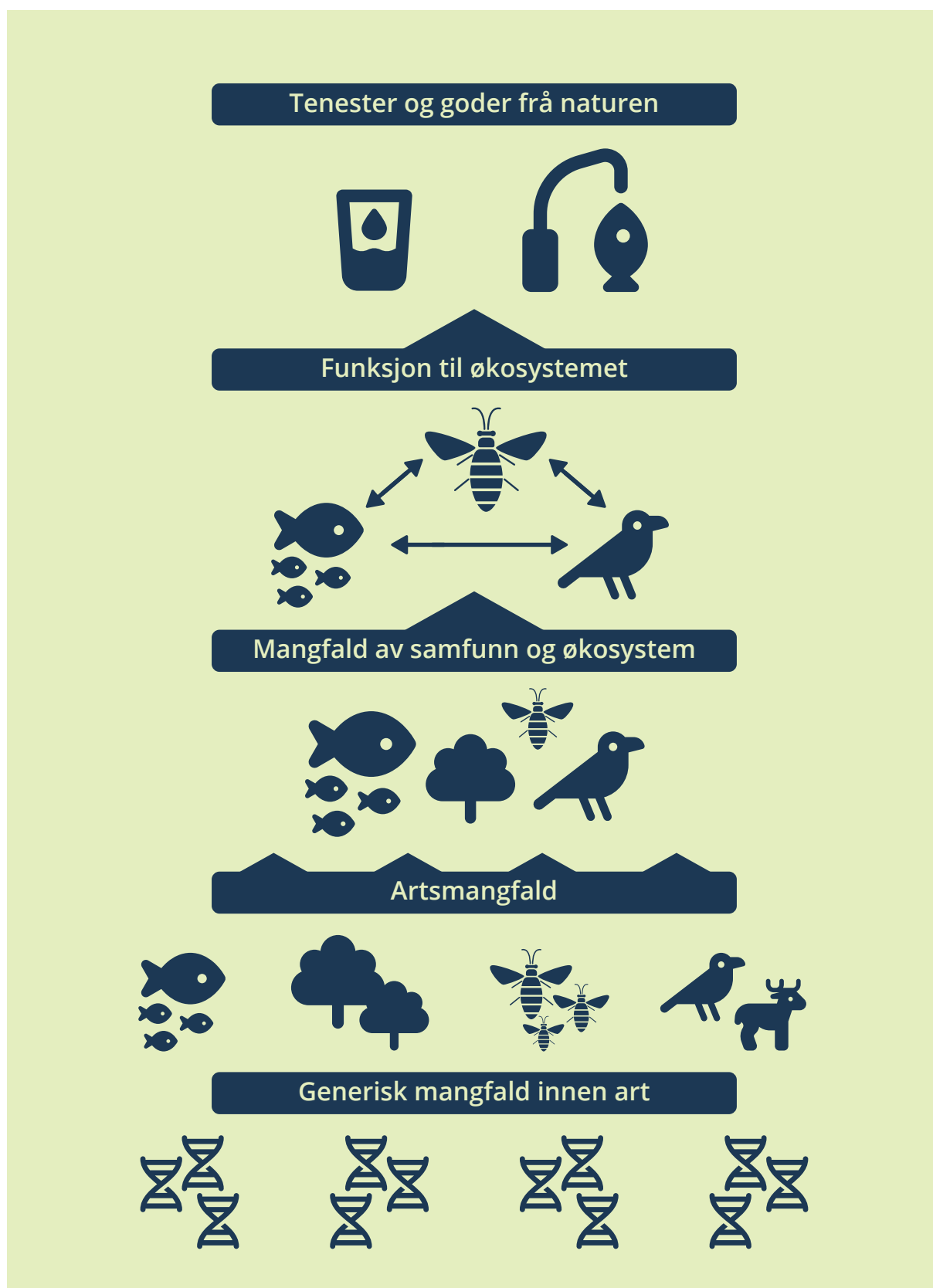
Teknologisk utvikling for å studere artar sin genetiske variasjon bidreg til å utfordre artsomgrepet ytterlegare. Analysar av genetisk variasjon mellom artar for å gjere avgrensingar vert kalla eit sameina artsomgrep («unified species concept») (Karbstein mfl. 2024). Dette artsomgrepet seier at distinkte genetiske evolusjonære linjer, bestandige over tid, der individa deler fenotype, økologiskenisje eller åtferd, vil vere ein art. Eit slikt artsomgrep vil omfatte både seksuelle og aseksuelle artar, di- og polyploide, haploide og hybridar.

Dei fleste biologar er einige om at artar består av organismar som utviklar seg saman, at det for seksuelle organismar er viktig at organismar innan same art kan formeire seg med kvarandre, og at det finst barrierar som hindrar reproduksjon mellom ulike artar. Men biologar blir ofte usamde når det gjeld korleis desse teoretiske idéane skal brukast for å oppdage og identifisere artar i praksis. Med andre ord: Dei er samde om at desse konseptane hjelper oss å forstå kva ein art er, men ikkje heilt einige om korleis dei skal hjelpe oss å identifisere artar.

Trass fleire ulike definisjonar og fagleg usemje, er artsomgrepet likevel heilt naudsynt for å organisere og forstå det store mangfaldet av liv på jorda. Det legg grunnlaget for å studere biodiversitet og evolusjon, og ikkje minst forstå korleis naturen fungerer og korleis ulike forvaltningsgrep påverkar naturen (sjå figur 1.2.b).

Figur 1.2.a: Utsjånaden til ein art kan variere svært mykje. Eit godt døme er ferskvassfiskken røye (*Salvelinus alpinus* L.). I tillegg til at han varierer mykje morfologisk (utsjånad), er ein ferskvassfisk som regel geografisk isolert. Mange innsjøar dannar isolerte bestandar som ikkje har hatt genetisk utveksling med andre bestandar av arten sidan dei immigrerte dit like etter siste istid. Den geografiske isolasjonen og store variasjonen mellom individ, både i same vatn og mellom ulike vatn, har gjort at nokre biologar klassifiserer røye som fleire ulike artar (t.d. Freyhof and Kottelat 2007), medan fleirtalet klassifiserer alle desse variantane som éin art. Alle foto: A.G. Finstad (CC-BY 4.0).





Figur 1.2.b: Gode frå naturen til oss menneske er avhengige av økosystemfunksjonar som ofte kjem frå samspelet mellom ulike organismar. Sidan organismar av same art oftast vil likne meir på kvarandre på grunn av felles genetisk opphav, vil dei òg ha mange felles eigenskapar og same funksjon i eit økosystem. Det gjer artsomgrepet til ein grunnstein i økologi og naturforvaltning.

Artsomgrepet er viktig ikkje berre for å forstå funksjonar og prosessar i naturen – det har også ein heilt sentral plass i lovgiving og forskrifter. I naturmangfaldlova § 5 kan vi lese: «Målet er at artene og deres genetiske mangfold ivaretas på lang sikt og at artene forekommer i levedyktige bestander i sine naturlige utbredelsesområder.» Artsomgrepet er såleis ikkje berre ei naturvitskapleg, men også ei juridisk eining.

I Noreg har Artsdatabanken ei viktig rolle i å samle og dele data og informasjon om norske artar. Dei har òg ansvar for å oppretthalde den nasjonale autoritative lista over artar og artsnamn gjennom Nortaxa (Artsdatabanken 2024; <https://nortaxa.artsdatabanken.no>), tidlegare kjend som Artsnamnebasen. Registeret inneheld vitskaplege namn på alle artar funne i Noreg, men òg mange utanlandske artar, i tillegg til populærnamn (norske og samiske namn) på mange av artane. Namna blir samla inn, kuraterte, kvalitetssikra og tilrettelagd av fagekspertar frå vitskaplege institusjonar i Noreg i samarbeid med Artsdatabanken. Internasjonalt finst det mange lister over artar, eller samanstillingar av artslistar, der ei av dei største er Catalogue of Life (<https://www.catalogueoflife.org>).

Naturhistoriske samlingar er avgjerande for å definere artar, og dermed det biologiske mangfaldet. Desse har referanseeksemplar, såkalla typeeksemplar, som er viktige for å definere og stadfeste nye artar. Desse eksemplara fungerer som ein standard for samanlikning når forskarar identifiserer og klassifiserer organismar – til dømes for å vurdere om ein innsamla organisme høyrer til ein eksisterande art eller ein ny. Dette er spesielt viktig viss artar er vanskelege å skilje morfologisk, eller når det er stor variasjon innan arten. I tillegg fungerer materialet i samlingane som fysisk dokumentasjon av det biologiske mangfaldet i tid og rom. Naturhistoriske samlingar er såleis ein heilt naudsynt reiskap i naturforvaltninga.

Artsdefinisjonar og -namn har òg ein “best før”-dato. Dette gjeld særskilt for mange grupper av dårleg kartlagde organismar med lite kunnskapsgrunnlag. Gjennom å gå tilbake til tidlegare innsamla materiale kan ein revidere identifikasjonen av gamle observasjonar når taksonomiske definisjonar endrar seg.

Dei naturhistoriske musea i Noreg sikrar materiale i samsvar med nasjonale og internasjonale retningslinjer (ICOM 2013, Universitets- og høgskulelova 2024, § 2-7). Musea er offentleg tilgjengelege, og er difor ein garantist for at materialet deira om norsk natur er tilgjengeleg for revideringar og undersøkingar, uavhengig av kven som ønskjer innsyn.



Figur 1.3: Trøndertorvmose (*Sphagnum troendelagicum*) er ein art som utfordrar det biologiske artsomgrepet. Denne arten formeirar seg ikkje seksuelt i det heile. Alle individ er difor av den same klona. Foto: Kjell Ivar Flatberg, NTNU Vitenskapsmuseet, CC-BY 4.0.



KVA ER EIT INDIVID OG KORLEIS MÅLE MENGDE?

Mange kartleggingsprosjekt ønskjer å skaffe eit mål på tal eller mengd av ein art. Ofte tenkjer vi då på mengd som talet på individ av arten i eit område over ei viss tid. For nokre artsgrupper er dette heilt intuitivt og uproblematisk. Til dømes er det liten tvil om korleis vi skal telje talet på sporv i ein flokk, sjølv om det sjølvstøtt kan dukke opp nokre praktiske problem. Det er litt vanskelegare for andre organismegrupper, til dømes plantar som formeirar seg med rotskot, der eit individ kan ha stor geografisk utstrekning, eller for marine kolonidannande artar som dannar skorper eller matter. I dei fleste tilfella vil det ikkje vere mogleg å definere klart kvar eit individ i ein ospeskog sluttar og eit anna byrjar. Det kan òg vere organismar som utfordrar det biologiske artsomgrepet, og dermed også indirekte korleis vi identifiserer individ. Trøndertorvmose (*Sphagnum troendelagicum*) formeirar seg ikkje seksuelt i det heile, slik at alle skot av arten kjem frå same genetiske klon.

Det er difor ikkje overraskande at det finst mange måtar å tenkje på mengda av ein art. Kva som er relevant mengdemål vil variere mellom ulike taksonomiske grupper, men det kan òg vere store forskjellar innan ein art mellom ulike miljø (sjå tabell 1.3). Det er difor vanleg å bruke indeksar for mengd i mange samanhengar.



MÅL PÅ MENGD	DEFINISJON	DØME
Tettleik eller bestandstorleik	Talet på individ per areal-/volumeining (tettleik), eller totalt tal på individ i bestanden (bestandstorleik)	Hønsefugl vert kartlagd langs linjer som gjev grunnlag for å estimere tal på individ pr. km ² før jakta. Villrein vert ofte kartlagd basert på teljingar frå flyfoto.
Biomasse	Vekt av organismar. Kan målast både som vekt per areal/volum eller som total biomasse til ein bestand	Mange marine fiskebestandar vert forvalta etter endring i biomasse basert på ein kombinasjon av kartleggingar og fangstdata, der biomasse (tonn) er eininga.
Indeks	Eit kvantitativt mål som ikkje kan gjerast om til direkte mål på kvantitet	Tal fisk per garn per fangstnatt seier ikkje noko om total mengd fisk i ein innsjø, men gjev verdifull informasjon om relativ tilstand mellom artar, bestandar eller over tid.
Mengde DNA	Definisjon avheng av metode. Kvantitativ PCR, digital PCR eller metastrekkoding	Mengd DNA frå ein bestemt art eller gruppe organismar i ei miljøprøve, til dømes frå vatn, jord eller sediment.
Dekningsgrad	Relativt eller absolutt areal som arten dekkjer av eit område	I vegetasjonsanalysar og for kolonidannande artar anslår ein ofte dekningsgrad eller frekvens av ulike artar per 0,5–1 m ² rute som eit mål på mengda.

Tabell 1.3: Ulike definisjonar på mengd brukt i artskartlegging. Sjå kapittel 5 for døme på korleis kvantitative data kan delast på ein standardisert måte.



KVA ER KARTLEGGING AV ARTAR?

Kartlegging er ofte forstått som prosessen med å samle inn, organisere og presentere informasjon om eit område avgrensa i tid og rom. I daglegtale tenkjer ein då ofte på kartlegging som ein prosess for å skaffe informasjon for å lage ein oversikt som viser variasjon i rom for ein eller fleire variablar. Kartlegging treng ikkje vere avgrensa til geografiske område – det kan òg vere kartlegging av spesifikke tema, fenomen eller ein tidsperiode. Til dømes vil observasjonar av ein art for å fange opp endringar i bestandstatus vere kartlegging med ein tidsdimensjon. I miljøforvaltninga vert dette ofte kalla overvaking. I praksis brukar vi omgrepa «kartlegging av artar» og «artskartlegging» om ein annan, og begge kan tyde noko ulikt avhengig av føremålet.

Det er òg eit stort omfang av kartlegging av artar gjennom frivillige aktivitetar frå ikkje-profesjonelle, ofte referert til som folkeforskning. Kartlegging treng altså ikkje ha eit bestemt praktisk formål driven av eit konkret forvaltningsspørsmål.

Artskartlegging vert oftast sett på som ei oppteljing eller oversikt over kva artar ein finn i eit bestemt geografisk område (òg kalla «inventering» etter det engelske *inventory* – lagerteljing). Kartlegging av artar kan òg vere undersøkingar og taksonomisk revisjon av dårleg kjende artsgrupper på nasjonal skala, slik som Artsdatabanken sitt Artsprosjekt. I motsett ende av skalaen kan ein nemne ruteanalysar av vegetasjon på avgrensa felt i samband med forskingsprosjekt som ofte dekkjer ganske små område.

Kva metodikk som vert nytta til artskartlegging varierer svært mykje, avhengig mellom anna av kva for organismegrupper og levemiljø som er i fokus. Også formålet med kartlegginga vil vere avgjerande for val av metode. I dette faggrunnlaget ser vi ikkje i detalj på kvar enkelt metode – dette høyrer heime i meir detaljerte instruksar – men vi vil gjere greie for nokre overordna prinsipp.

I praksis er kartlegging ofte ein kombinasjon av eksisterande informasjon og nye undersøkingar. Eit døme er kunnskapsgrunnlag for nasjonalparker, der ein skildrar kva data som er inkluderte, som belegg, observasjonar og årstal, og gjer ei vurdering av datakvaliteten. Vurderinga går ofte heilt ned til kvart datapunkt for ein del utvalde artar.



Data frå folkeforsking og museale samlingar er i dag svært vanleg å bruke som grunnlag i artskartlegging. Mykje av desse dataa er ikkje samla på ein geografisk strukturert måte. Slike usystematiske registreringar utgjer difor ein stor del av den samla kunnskapen om norsk natur. Av offentleg tilgjengelege registreringar av funn av artar i Noreg er ca. 66 % frå folkeforskingplattformen Artsobservasjonar, ca. 10 % frå naturhistoriske samlingar, og resten frå ulike mindre kartleggings- og forskingsprosjekt (GBIF.org 2024). I kapittel 2 gjer vi nærare greie for ulike utfordringar med tolking og bruk av desse dataa.

Nokre gonger brukar ein òg intervju og ekspertvurderingar i samband med artskartlegging. Dette vart gjort då førekomst og bestandstatus til ferskvassfisk skulle kartleggast (Tammi 2003, Hesthagen og Sandlund 2013). Informantar med god kjennskap til fiskefauna i nærmiljøet sitt veit ofte godt kva artar som finst i ein vassførekomst, spesielt dei artane som er til direkte nytte for oss, slik som sportsfiskeobjekt. IUCN sine kart over utbreiing til artar er eit anna døme på ekspertvurdering av artsutbreiing (IUCN 2024). Dette dømet kan òg sjåast på som konseptuelle modellar basert på tidlegare informasjon og ikkje direkte observasjonar (sjå kapittel 5).

Ny teknologi vert raskt teken i bruk i artskartlegging. I prinsippet gjer ikkje ny teknologi noko meir enn klassisk artskartlegging. Derimot kan ny teknologi effektivisere innsamlinga, identifiseringa og etterarbeidet. Til dømes kan ein kartlegge mange artar samstundes til ein mykje rimelegare kostnad (miljø-DNA), ein kan kartleggje i tidsrom der det ikkje er mogleg, eller svært kostnadscrewjande, å få til manuelle observasjonar (til dømes med kamera eller lydfeller), og ein kan kartleggje over store område (dronar eller annan fjernmåling). I praksis har metodar baserte på ny teknologi òg ei rekke avgrensingar, på same måte som meir tradisjonelle innsamlingsmetodar har. Dette vert drøfta meir i kapittel 3. Avgrensingane kan òg vere annleis enn i dei tradisjonelle metodane, og slik gje opphav til andre skeivskapar i innsamlinga (sjå kapittel 2). Dette kan gjere det utfordrande å tolke resultat opp mot tidlegare resultat.

I dag er det store forskjellar i kor godt ein kjenner ulike grupper av artar, både når det gjeld kva artar som finst i Noreg og kvar dei førekjem (Elven og Søli 2021). At vi har avgrensa kunnskap om kva artar som eksisterer og kvar dei finst, er ikkje ei ny erkjenning. Allereie for 150 år sidan peika Alfred Russel Wallace på at oppfatninga vår av naturen er usamanhengande og fragmentert (Wallace 1876). Vi strir òg med denne utfordringa i vår forståing av biologisk mangfald, det såkalla Wallace-gapet, i dag (Lomolino 2004). Kartet vårt over biologisk mangfald er framleis fullt av tomrom. For å fylle desse tomromma må vi enten ekstrapolere observasjonar til dei ukjende områda på kartet, eller vi må fylle dei med nye observasjonar.

Ei fullstendig fysisk kartlegging av det globale biologiske mangfaldet er truleg uopnåeleg. Sjølv med iverksetjing av storskala datainnsamlingstiltak, som KI-overvakte borgarvitskapsprogram (McClure mfl. 2020) eller miljø-DNA-metabarcoding (Deiner mfl. 2017), vil det framleis vere betydelege manglar i kartlegginga av biologisk mangfald. Som drøfta i kapittel 3 vil nye metodar, sjølv om dei av og til verkar revolusjonerande, likevel ha avgrensingar. Det vil difor som oftast òg vere naudsynt å ekstrapolere kunnskap. Når ein utarbeider kravspesifikasjonar for kartlegging, er det difor viktig òg å ta omsyn til utføring og handtering av informasjon, slik at ein kan omsetje informasjon til heilskapleg kunnskap. Dette vert drøfta vidare i kapittel 4.

Artsprosjektet kartlegg førekomst av artar på nasjonal skala, inkludert Svalbard. Foto: Geir Søli, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, CC-BY-SA 4.0





STATUS FOR KRAVSPESIFIKASJONAR TIL KARTLEGGING HEIME OG UTE

Naturen kjenner ingen landegrenser, og det er difor viktig å sjå kva som skjer internasjonalt med omsyn til artskartlegging. Dette er nødvendig både for å sikre at nasjonale system er compatible på tvers av landegrenser, og for å dra nytte av erfaringar og metodar frå andre land. Dei fleste land har etablert rammer for å verne og overvake naturmangfald, men sjølv om det finst enkelte globale standardar og avtalar, har kvart land òg sine eigne lovverk, kravspesifikasjonar og retningslinjer basert på lokale forhold, politiske prioriteringar og naturen sin tilstand.

Her ser vi på nokre døme frå land som har mykje til felles med Noreg: Sverige, Finland, Storbritannia, Canada og Australia. Vi fokuserer på lovverk, metodar og internasjonalt samarbeid. Det er viktig å presisere at denne gjennomgangen ikkje er ei fullstendig oppsummering av kunnskapsgrunnlaget, og det er ikkje gjennomført ei systematisk samanstilling av litteratur etter fastsette protokollar. I staden skal eksempla gi eit overblikk over korleis desse landa systematisk gjennomfører artskartlegging.

Sverige sitt arbeid med artskartlegging er forankra i Miljöbalken (1998:808), den svenske miljølova. Lova fastset overordna prinsipp og krav, men inneheld ikkje detaljerte metodar for kartlegging av artar. Eit sentralt krav er kunnskapskravet i Miljöbalken § 2, kapittel 2, som pålegg alle som planlegg eit tiltak å skaffe nødvendig kunnskap for å beskytte helse og miljø – noko som òg inkluderer kunnskap om påverknad på biologisk mangfald. I praksis inneber dette at artskartlegging må gjennomførast ved utbyggingar som kan påverke naturen, særleg i samband med miljøkonsekvensutgreiingar.

Den praktiske gjennomføringa av artskartlegging er delvis sentralisert. SLU Artdatabanken (Sveriges Lantbruksuniversitet) har nasjonalt ansvar for å dokumentere og overvake artsmangfaldet, blant anna gjennom databasar som Artportalen, som samlar inn artsobservasjonar frå både forskarar og frivillige. Sverige har òg utarbeidd ein nasjonal standard for naturkartlegging, Svensk Standard SS 199000:2023, som skildrar korleis ein skal gjennomføre feltkartlegging av biologisk mangfald, vurdere naturverdiar og rapportere resultat. Formålet er å skape eit felles rammeverk med standardiserte termar, krav og prinsipp for kartlegging og verdsetting av biologisk mangfald.



Bruken av NVI-standard (Naturvärdesinventering) er frivillig, men har blitt akseptert og nytta av både konsulentar, myndigheiter og utbygarar på tvers av sektorar. Trafikverket har tilpassa og teke i bruk standarden i sine retningslinjer for miljøkartlegging ved veg- og jernbaneprosjekt, noko som sikrar ein felles metodikk på tvers av sektoren.

Finland fornya nyleg sitt lovverk med den nye Naturvårdslagen (Luonnonsuojelulaki 9/2023), som styrker det juridiske grunnlaget for artskartlegging og naturvern. Lova fastslår at både nasjonale og regionale styresmakter har ansvar for systematisk kartlegging og forvaltning av truga artar og naturtypar. Eit døme er ei ny føresegn i lova som pålegg styresmaktene å ta omsyn til truga artar i all planlegging. Lova legg òg stor vekt på dataflyt og deling av kunnskap, noko som sikrar at informasjon om artar og naturtypar blir tilgjengeleg på tvers av forvaltningsnivå for betre forvaltningsvedtak. Finland følgjer i tillegg EU sitt habitatdirektiv og fugledirektiv, som krev regelmessig rapportering på status for artar og naturtypar.

Som i Sverige finst det breie, sektorovergripande rettleiarar. Ein viktig rettleiar for konsekvensutgreiingar, inkludert artskartlegging, blei utgjeven i 2021 (Mäkelä & Salo, 2021). Denne rettleiaren definerer standard framgangsmåtar for feltundersøkingar av artar og naturtypar, inkludert vurdering av verneverdiar, tilrådingar og rapportering. Formålet er å sikre at innsamling av data skjer på ein systematisk og påliteleg måte, slik at naturverdiane blir tekne omsyn til i planar og tiltak.

Storbritannia har tradisjonelt hatt fleire sektorvise retningslinjer for naturovervaking, men etter utmeldinga frå EU er det innført eit overordna rammeverk gjennom *Environment Act 2021*. Lova styrker krava til bevaring av biologisk mangfald og innfører nye verkemiddel som skal gjennomførast av lokale styresmakter. Storbritannia har ikkje éin sentralisert rettleiar for artskartlegging, men støttar seg på fleire faglege standardar frå bransjeorgan og forskingsinstitusjonar, som BS 42020:2013 for biologisk mangfald i arealplanlegging og CIEEM-retningslinjer for artskartlegging.

Eit særtrekk ved det britiske systemet er omfattande folkeforskning (citizen science), der ideelle organisasjonar systematisk samlar inn data. British Trust for Ornithology (BTO) og Royal Society for the Protection of Birds (RSPB) organiserer landsomfattande program som *Breeding Bird Survey* og *Butterfly Monitoring Scheme*, og offentlege etatar samarbeider tett med desse for å sikre kvalitet og nytte av data.

Canada sitt føderale rammeverk for artskartlegging er hovudsakleg bygd rundt *Species at Risk Act* (SARA 2002). Lova set strenge krav om vern av truga artar og pålegg styresmaktene å identifisere og beskytte viktige leveområde. COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada) gjer uavhengige vurderingar basert på vitenskapleg kunnskap, lokalsamfunnsinformasjon og tradisjonell urfolkskunnskap. Canada har ikkje éin einskapleg manual for artskartlegging, men opererer med sektorovergripande strategiar for restaurering og handlingsplanar.

Australia har eit omfattande nasjonalt lovverk, der *Environment Protection and Biodiversity Conservation Act* (EPBC 1999) utgjer hovudfundamentet for artskartlegging og naturforvaltning. Lova krev at alle større prosjekt som kan påverke verna artar eller naturtypar, må gjennom ein førehandsvurdering og eventuell miljøkonsekvensutgreiing. Myndigheitene har utarbeidd detaljerte nasjonale rettleiarar for feltkartlegging av truga artar, som skildrar beste metodar for ulike artsgrupper. Australia legg òg vekt på samarbeid med delstatlege styresmakter og har lange tradisjonar for å inkludere urfolkskunnskap i naturforvaltninga.

Samla sett har alle desse landa utvikla juridiske og metodiske rammer for artskartlegging, men tilnærmingane varierer. Skandinavia vektlegg nasjonal samordning, medan Storbritannia og Australia delegerer meir ansvar til lokale nivå. Canada og Australia har òg sterkare integrering av urfolkskunnskap i sine system, noko som er meir avgrensa i europeisk praksis.



Kapittel 2

Grunnleggande omsyn i
design av kartlegging

Samandrag:

- Dette kapittelet handlar om grunnleggande omsyn knytt til kartlegging av artar. Ulike metodar samlar ulik informasjon, men det er viktig å strukturere data slik at dei blir lettare å tolke og bruke.
- Det er òg avgjerande å ta omsyn til utvalsfeil, som kan oppstå tilfeldig eller systematisk, og som påverkar kvaliteten på data. Tilfeldige feil kan reduserast med auka innsats, medan systematiske feil kjem ofte frå selektiv innsamling eller karakteristikkar hos artane.
- Utvalsfeil, både tilfeldige og systematiske, må handterast aktivt. I mange tilfelle vert hjelpetiltak, som justering for systematiske avvik gjennom modellering eller bruk av hjelpedata, nytta for å betre datakvalitet.
- Standardisering, dokumentasjon og tilgjengeleggjering sikrar at informasjon kan vurderast og etterprøvast, noko som er særleg viktig for politiske og forvaltningsmessige avgjerder.
- Data frå kartlegging av artar har ofte relevans utanfor den opphavlege konteksten. Gjenbruk er òg heilt naudsynt for å fange opp endringar over tid. For å sikre at resultat frå kartlegging av artar blir forstått og brukt riktig, er det viktig med god dokumentasjon – spesielt innsamlingsmetodar og konteksten for kartlegginga.



INFORMASJON FRÅ ARTSKARTLEGGING

Ein grundig drøfting av grunnleggande omsyn er avgjerande for å sikre eit solid fagleg fundament og legge til rette for kartlegging som kan gje informerte og etterprøvbare avgjerder. Trass denne store variasjonen i kva data som blir samla inn og korleis dei bli lagra, er de ei rekke fellesnemnarar. For å få eit felles språk for å skildre informasjon frå kartlegging av artar, er det nyttig å strukturere informasjonen vi får i ulike klasser eller grupper. Eit slikt rammeverk som skildrar korleis data er organisert, vert ofte kalla ein datamodell. Viss modellen skildrar korleis data er kopla til einingar i den verkelege verda, kallar vi han ofte ein konseptuell datamodell. Ein slik modell har eit høgt abstraksjonsnivå og skal vise korleis data er strukturert og på kva måte strukturen speglar den verkelege verda. Modellen viser ikkje detaljar om korleis data blir lagra eller dokumentert.

Figur 2.1 viser ein forenkla konseptuell datamodell for data frå artskartlegging. Frå denne ser vi at vi kan dele data frå artskartlegging inn i ulike einingar (entitetar): lokalitet, hending, førekomst av art og digitale eller fysiske objekt. Kvar av desse einingane kan skildrast med ei rekke eigenskapar (attributtar). Til dømes kan ein lokasjon skildrast med geografiske koordinatar, projeksjonen til koordinatane og korleis lokasjonen

har vorte georeferert. Ei hending har gått føre seg på ein bestemt lokasjon, og kan skildrast med tidspunkt, kven som har gjort kartlegginga og med kva metode og kva artsgruppe(r) som har vore i fokus. I praksis treng ein fleire einingar for å skildre data frå ei kartlegging, til dømes informasjon om taksonomien. Datamodellen treng ikkje vere strukturert kronologisk etter kva tid ting blir bestemt eller samla, den viser berre strukturen av informasjon.

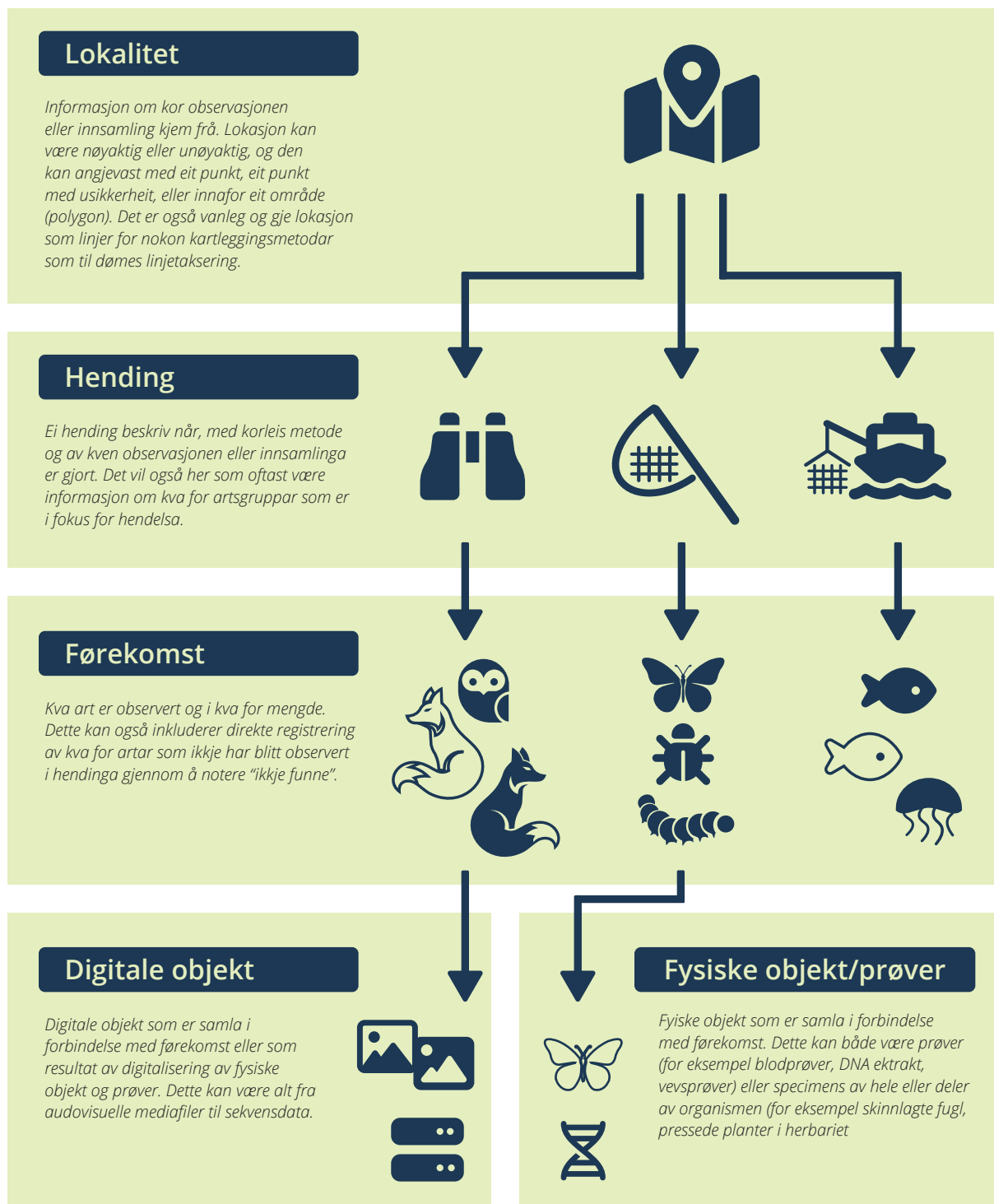
Når vi omtaler data, skil vi gjerne mellom primærdata og deriverte data. Primærdata er dei rådata som blir samla eller registrert, medan deriverte data er omarbeidde på ein eller annan måte. Skal ein teoretisere, kan ein argumentere for at ikkje ein gong feltnotatane er primærdata, då desse kan innehalde både skrivefeil og mistydingar.

I dagleg bruk skil vi ikkje mellom ulike representasjonar av primærdata, og grensa er noko flytande i praksis. Men ved omsetting av data, frå analog til digital eller mellom forskjellige digitale representasjonar, er det alltid fare for informasjonstap. Det er difor god praksis å ta vare på og dele dei mest originale formene data har blitt registrert i, men med praktiske tilpassingar. Til dømes vil digitalisering gjennom skanning av originale feltnotat i papirform vere den mest effektive og sikre lagringa av slike rådata.

For at resultat frå artskartlegging skal bli nytta til formålet for kartlegginga, er det eit krav at informasjon og fakta som ligg i dataa let seg tolke og analysere. Dette kan vere alt frå enkle slutningar basert på primærdata, som for eksempel om ein art er funnen i eit bestemt område, til komplekse statistiske modellar for artsutbreiing over store område og tidsperiodar. Uavhengig av kor kompleks tolkinga er: Skal resultata og slutningar basert på data frå artskartlegging vere mogleg å etterprøve, må data vere tilgjengelege for andre, uavhengige fagmiljø, slik at analysar kan gjentakast og konklusjonane frå dei vurderast på ny. Å etterprøve eit resultat vert ofte sett på som eit fundamentalt prinsipp i vitenskapleg metode. I samanheng med forvaltningsrelatert aktivitet som kartlegging av artar, vil feil i faktagrunnlaget eller i tolkingar av data veldig raskt kunne ha store samfunnskonsekvensar. Etterprøvarheit i resultata er difor endå meir nødvendig i anvendt forskning og i innsamling av kunnskap som raskt skal omsetjast til forvaltningsmessige og politiske avgjerder.

Tilgjengelegheit av data krev òg standardisering og dokumentasjon, slik at det blir mogleg å tolke uavhengig. Utan dette vert gjenbruk vanskeleg. Data kan ha stor verdi òg utanfor det avgrensa området og føremålet dei vart samla inn for. Dei store spranga i ny kunnskap om natur stammar ofte frå syntesar, der data frå mange einskildprosjekt vert sett saman for å forstå samanhengar over større tidsmessig, romleg eller økologisk skala. Dette krev ei felles forståing av den konseptuelle datamodellen, slik at ein kan skildre data med eit felles språk. Som nemnt tidlegare, og som vert nemnt igjen, er data (og innsamla materiale) frå kartlegging av artar uerstattelege og særskild viktige å ta vare på med tanke på gjenbruk, utan at ein må kontakte personen som stod for innsamlinga. Det er vanskeleg å vite i dag kva ein treng eller kan nytte seg av alternativt: når det gjeld informasjon i framtida. Difor bør ein, så langt det er mogleg, forsøke å ta vare på og gjere tilgjengeleg så mykje av rådata som mogleg, med ei god skildring av innsamlingshendinga. I samband med artskartlegging er det som regel snakk om relativt små datamengder som ikkje krev mykje ressursar å dele.





Figur 2.1: Ulike klasser av data i ei artskartlegging og samanhengen mellom dei illustrert i ein konseptuell datamodell. Ein lokalitet kan vere både eit punkt, ei linje eller ei flate (polygon), og bør alltid vere angitt med ein anslått usikkerheit. Ein lokalitet kan verte besøkt ein eller fleire gonger, og for kvart besøk kan det verte brukt fleire ulike metodar for innsamling eller observasjon. Dette gjev opphav til fleire hendingar per lokasjon. Ei hending kan gje opphav til fleire observasjonar av same eller ulike artar på ein gitt stad og tid, noko som utgjer ein førekomst av arten. Det kan vidare bli samla inn både digitalt materiale og fysiske prøver frå denne observasjonen. Digitalt materiale kan ein òg få frå innsamla fysiske materiale. Til dømes kan vevsprøver gje grunnlag for DNA-analysar som gjev opphav til sekvensdata. Merk at det òg er vanleg med hierarkiske strukturar på data innan ein klasse. Det er til dømes vanleg med næsta innsamlingsdesign der ein har ei hovudhending og fleire underhendingar. Arealrepresentativ overvaking (Tingsd m.fl. 2019) har ei rute som er 500 x 500 meter. Innanfor denne er det 18 observasjonspunkt, kvart på 1 m², og på kvart av desse observasjonspunkta vert det gjort observasjonar med ulik metodikk og taksonomisk omfang.



Sekstenprikket marihøne (*Halyzia sedecimguttata*, Linnaeus, 1758). Foto: Arnstein Staverløkk, CC-BY-4.0



KARTLEGGING SOM EIT UTVAL

Ein grunnleggjande eigenskap ved nesten all kartlegging av artar er at det ikkje er mogleg å observere alle artar eller alle individ av ein art som finst i eit bestemt område over eit visst tidsrom. Det inneber at når vi samlar informasjon frå naturen, må vi hente inn data frå berre ein del av den eininga vi er interesserte i. I statistikk og dataanalyse kallar vi dette for utvalet, medan heile eininga av interesse blir kalla populasjonen. Omgrepet populasjon blir i statistisk samanheng brukt på ein annan måte enn innan biologi og økologi.

Val av metode for kartlegging kan ha stor betydning for korleis samanhengen mellom den statistiske populasjonen og den biologiske populasjonen er, og for korleis resultata kan tolkast. Til dømes: Dersom ein berre samlar informasjon om auren i innløpsbekken til ein innsjø, vil denne bestanden utgjere den statistiske populasjonen, medan heile innsjøen representerer den biologiske bestanden. Ein kan då få eit skeivt bilete av den biologiske bestanden dersom ein ikkje tek høgde for at auren i sjølve innsjøen kan ha andre eigenskapar eller bestandsstruktur enn dei individa ein observerer i bekken.

På same måte, viss ein kartlegg karplanteartar i eit bestemt område, vil alle karplanteartane som finst der utgjere den statistiske populasjonen, medan dei artane ein faktisk observerer og registrerer i feltarbeidet utgjer utvalet. Manglande systematisk prøvetakingsmetode kan føre til at resultatet blir påverka av tilfeldige variasjonar i kva artar som blir oppdaga, og ein risikerer å undervurdere artsmangfaldet i området.

Eit anna døme frå marin forskning er bruk av miljø-DNA (eDNA) for å kartlegge artar i eit havområde. Dersom prøvetakinga berre skjer nær kysten, vil den statistiske populasjonen i analysane avgrensast til kystnære artar, sjølv om den biologiske bestanden av fleire artar kan strekke seg langt ut i djupare farvatn.

Vidare i rapporten nyttar vi omgrepet populasjon berre om den statistiske *populasjonen*, slik at dette skil seg frå den biologisk definerte bestanden.

Formålet med kartlegging er som regel å få nok kunnskap til å seie noko om heile den statistiske populasjonen. Det er altså ikkje berre utvalet vi har observert eller samla inn som er av interesse. Berre i heilt sjeldne tilfelle er vi i stand til å samle inn data om heile populasjonen.

Vanlegvis nyttar vi ei form for innsamling, til dømes prøvefiske med garn. Dette gir berre direkte kunnskap om kva samansetning av artar, aldersgrupper og storleikar som er i garna. Likeins, viss vi ønskerekunnskap om karplantesamfunnet i Trillemarka, gjer vi vanlegvis registrering på utvalde lokalitetar.



Ønsker vi ein full oversikt over fiskesamfunnet, kan vi rotenonbehandle innsjøen og samle opp all fisk, men sjølv dette vil truleg ikkje gi ei fullstendig oversikt. Å registrere kvar kvadratmeter av Trillemarka ville krevje ein formidabel innsats som kunne sysselsett alle botanikarar i landet i generasjonar.

Å gå frå kunnskap om eit utval til kunnskap om heile populasjonen er ikkje nødvendigvis ei triviell oppgåve. Det føreset at det ikkje er gjort utvalsfeil. Utvalsfeil betyr at det ein observerer eller samlar inn, ikkje er representativt for populasjonen ein undersøker. Dersom ein ikkje tek omsyn til dette, kan ein risikere å trekke slutningar som ikkje er gyldige for heile populasjonen.

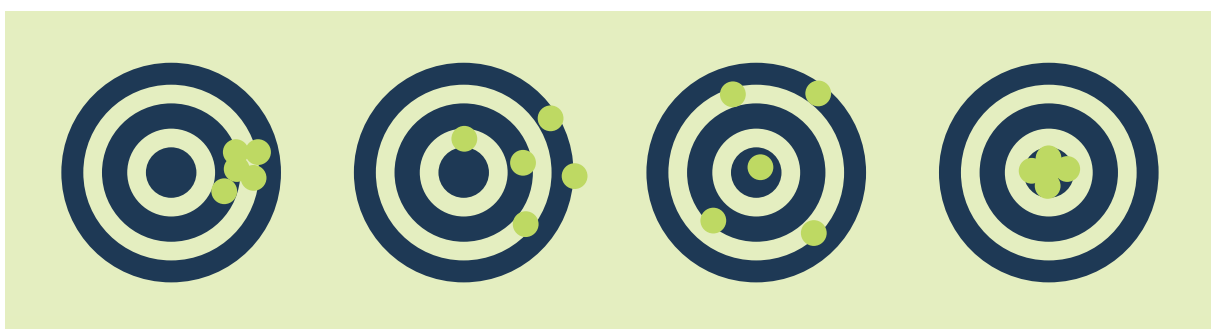
Det er derfor heilt nødvendig å ha kunnskap om dei mest grunnleggande formene for utvalsfeil når ein skal planlegge og gjennomføre kartlegging av artar, og i vidare bruk av data frå kartlegginga.

Utvalsfeil vil alltid vere der, uansett kva metode ein bruker. Også metodar som blir kalla heildekkande observasjonsmetodar inneheld slike feil. Til dømes vil ei dronekartlegging av karplantevegetasjonen i Trillemarka i mindre grad oppdage små plantar og artar som vanskeleg let seg identifisere frå bilete, enn store og lett gjenkjennelege plantar som til dømes grantre.

Forskjellige artar har ulike livssyklusar og blomstringstidspunkt (fenologi), så artsutvalet ved dronekartlegging vil òg variere mellom haust og vår.

Det er viktig å skilje mellom tilfeldige og systematiske utvalsfeil. Tilfeldige utvalsfeil oppstår når ein ved rein tilfeldighet ikkje treff karakteristiske trekk ved populasjonen. Dette er nært knytt til omgrep som målefeil, og blir ofte skildra med termar som presisjon og nøyaktigheit/skeivheit (Figur 2.2).

Tilfeldige utvalsfeil er ofte knytte til kartleggingsinnsatsen; jo meir innsats ein legg i kartlegginga, desto mindre påverkar tilfeldig variasjon resultata. Systematiske utvalsfeil oppstår gjerne fordi ein ikkje observerer eller samlar alle artar eller individ på same måte. Til dømes vil ein spesifikk metode for kartlegging som oftast vere særleg effektiv for enkelte artar, grupper av artar eller visse typar individ av ein art.



Figur 2.2: Eit utval frå ein statistisk populasjon kan vere systematisk feil eller tilfeldig feil. Dette er nært knytt til omgrepa presist og nøyaktig, som ofte blir nytta i samband med målefeil – eller, som i figuren, treffbilete på ei skyteskive. Treffbiletet til venstre viser eit unøyaktig, men presist utval. Treffbiletet nummer to frå venstre er upresist og unøyaktig. Treffbiletet nummer tre er nøyaktig, men upresist, medan treffbiletet til høgre er både nøyaktig og presist.



KARTLEGGINGSINNSATS OG TILFELDIGE UTVALSFEIL

Samanhengen mellom tilfeldige utvalsfeil og innsamlingsinnsats er enkel: Jo meir innsats ein legg i innsamlinga, dess mindre påverkar tilfeldige feil resultata. Når ein samlar inn meir data eller gjer fleire observasjonar, blir resultata tryggare fordi den tilfeldige variasjonen får mindre å seie. Dette omgrepet er godt etablert i statistisk teori, som gjer det mogleg å rekne ut kor stor innsats som trengst for å oppnå ein tilfredsstillande grad av usikkerheit.

For å gjere dette må ein ha god kunnskap om kor store dei tilfeldige feila er, og ein må ha ei klar førestelling om kva som utgjer eit tilfredsstillande sikkert resultat. I mange tilfelle innan praktisk biologi er ikkje slik informasjon lett tilgjengeleg. Tilfeldige utvalsfeil kan variere både mellom innsamlingsmetodar, på grunn av lokale miljøtilhøve, og ikkje minst mellom ulike observatørar. Ein person med mykje erfaring vil til dømes ha lettare for å oppdage ein art enn ein person med mindre erfaring, og dermed ha høgare kartleggingsinnsats per tidseining enn ein uerfaren. Dette gjer det utfordrande å fastsetje nøyaktig kva innsats som krevst på førehand, og ein viss grad av skjønn må ein difor ofte rekne med.

Det enklaste dømet på samanhengen mellom innsats og tilfeldige utvalsfeil er korleis innsats påverkar sannsynet for å oppdage ein enkelt art i eit spesifikt område. Ved låg innsats, som få observasjonshendingar eller kort tid i felt, er det større risiko for at arten ikkje blir oppdaga, sjølv om han faktisk er til stades. Med auka innsats, til dømes fleire observasjonshendingar eller lengre tidsbruk i felt, aukar sannsynet for å oppdage arten.

I praktisk artskartlegging er det difor viktig å vurdere kor mykje tid som er nødvendig i felt for å ha eit rimeleg sannsyn for å oppdage ein art, til dømes viss det gjeld ein truga art i eit område som skal konsekvensutgreiast for eit inngrep. Vidare er det avgjerande å dokumentere kva innsats som er lagt ned i kartlegginga for at ein i ettertid skal kunne vurdere resultata korrekt. Sjølv med mest mogleg standardisering vil innsatsen variere mellom innsamlingar. Både vår og personell vil ofte vere ulike. God dokumentasjon og lagring av informasjon om innsatsen som ein integrert del av kartleggingsdata er difor essensielt.



Samanhengen mellom innsats og tilfeldige utvalsfeil er viktig ikkje berre for sannsynet for å oppdage eller ikkje oppdage ein enkelt art. Han påverkar òg både kor mange artar ein oppdagar og kva artar som blir oppdaga. Til dømes vil fanst av ti billeindivider sannsynlegvis ikkje gje eit representativt bilete av mangfaldet av billeartar i eit område. Dette kjem av at dei ti billene i fella, på grunn av tilfeldige variasjonar, ikkje nødvendigvis speglar den faktiske samansetninga av artar i området.

Kor vanlege dei ulike artane er, påverkar òg resultatet. Dette skaper eit fenomen som er viktig å forstå i artskartlegging: Artar førekjem med ulikt tal individ i eit samfunn. Når ein plottar denne fordelinga på ein log-skala, framstår ho som ei normalfordelt kurve (Figur 2.3, nedste panel). Når ein samlar inn eller observerer artar, vil ein ikkje registrere dei som har låg førekomst med same sannsyn som dei med høg førekomst (Figur 2.3, to øvste panel). Dette fenomenet er ofte kalla «Prestons slør.»

«Prestons slør,» oppkalla etter den britiske økologen Frank W. Preston, viser til det at ein ikkje klarer å oppdage alle artane i eit område, sjølv med stor innsats i kartlegging. Nokre artar er så sjeldne at dei «skjuler seg» bak eit slør av sjeldanheit, noko som gjer at dei ikkje blir oppdaga i kartlegginga.

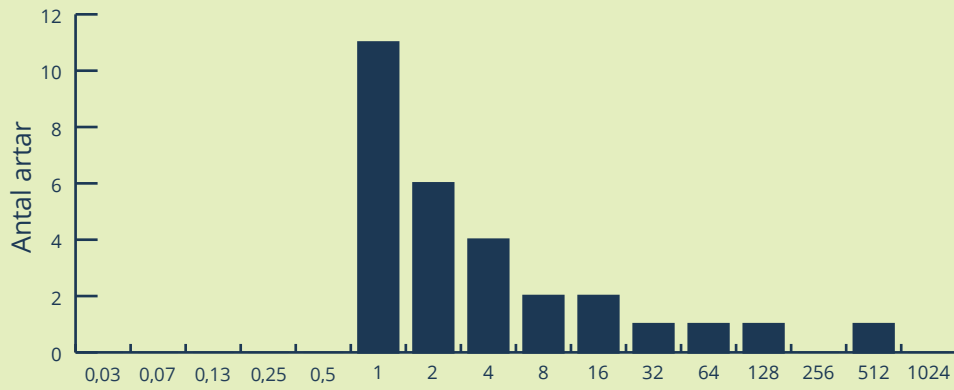
I praksis gjer ein alltid ei avveging mellom innsatsen ein legg ned i kartlegginga og graden av usikkerheit ein kan akseptere i resultata. Usikkerheita kan knytast til ulike spørsmål, som til dømes om ein framand art er til stades i eit avgrensa område, kor mange truga artar som finst i området, eller kor stor mengde av kvar art som er til stades. Ressursane til kartlegging vil alltid vere avgrensa, uavhengig av metode, men grundigare kartlegging vil redusere tilfeldige utvalsfeil, minke usikkerheita og gje meir pålitelege resultat.

Samtidig må ein vurdere om den auka innsatsen står i forhold til den potensielle gevinsten. I mange tilfelle må ein finne ein balanse mellom usikkerheit og effektivitet, slik at ressursane blir nytta på ein optimal måte for å oppnå gode og nyttige resultat. Difor er det viktig å ta omsyn til tilfeldige utvalsfeil både når ein designar kartlegginga og når ein tolkar resultata. Det som derimot ikkje alltid er like intuitivt, er dei praktiske avvegingane som kjem av metodiske avgrensingar og tilgjengelege ressursar.

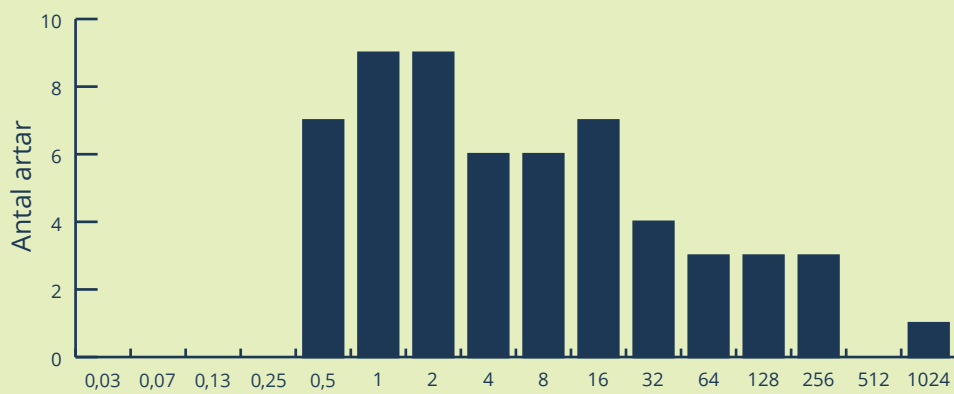
Viss ein kjenner alle parameterane i observasjonsprosessen og har ei klar, kvantitativ forståing av kva ein ønskjer å observere (til dømes: nærvær eller fråvær av ein truga art, eller kor stor endring i fiskebestand som er akseptabel når ein regulerer ei elv for kraftproduksjon), kan ein berekne kor mykje innsats som trengst for at tilfeldige utvalsfeil skal vere på eit akseptabelt nivå. Dessverre kjenner vi ofte ikkje desse parameterane fullt ut. I tillegg er det som er «godt nok» i ein kartleggingssamanheng avhengig av både formålet med kartlegginga og konsekvensane av å ta feil. Dette kan innebere politiske og juridiske vurderingar som må takast med i reknestykket. Det vil difor vere aktuelt å setje klare krav til kor mykje innsats som trengst i nokre tilfelle der dette er mogleg å berekne. Eit døme på dette kan vere overvaking av framande artar (Sandvik og Sæther 2012).

Figur 2.3: Figuren viser fordeling av talet på observasjonar i kvar art (x-aksen, log-skala) mot talet på artar med ein gitt antal observasjonar (y-aksen). Denne framstillinga kallast ei artsmengdskurve ("Species Abundance Distribution", forkorta SAD). Jo større innsats, desto fleire artar vil ein oppdage. Ein avgrensa innsats i innsamling i berre ein periode av året (øverst) vil ofte ikkje fange opp dei artane som er sjeldne og difor har få individ av kvar art. Etter kvart som innsatsen aukar til to eller fleire gonger (midtre og nedste panel), vil ein oppdage fleire og fleire av dei sjeldne artane. Konseptet understrekar viktigheita av å erkjenne og ta omsyn til tilfeldige utvalsfeil i kartlegging av artar. Figur omarbeidd frå Magurran (2004).

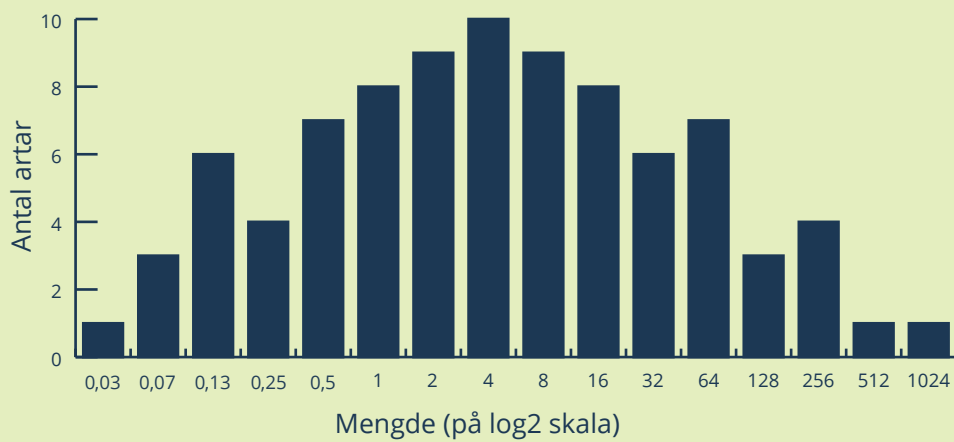
Ein innsamlingsomgang



To innsamlingsomgangar



Fleire innsamlingsomgangar







SYSTEMATISK UTVALSFEIL

Systematiske utvalsfeil oppstår når data blir samla inn på ein måte som systematisk favoriserer visse artar, individ eller miljø framfor andre, og dette fører til skeive eller ikkje-representative resultat. Slike feil er ikkje tilfeldige, men kjem av spesifikke eigenskapar ved innsamlingsmetoden, innsamlingspersonell, miljøet eller dei artane som blir undersøkte.

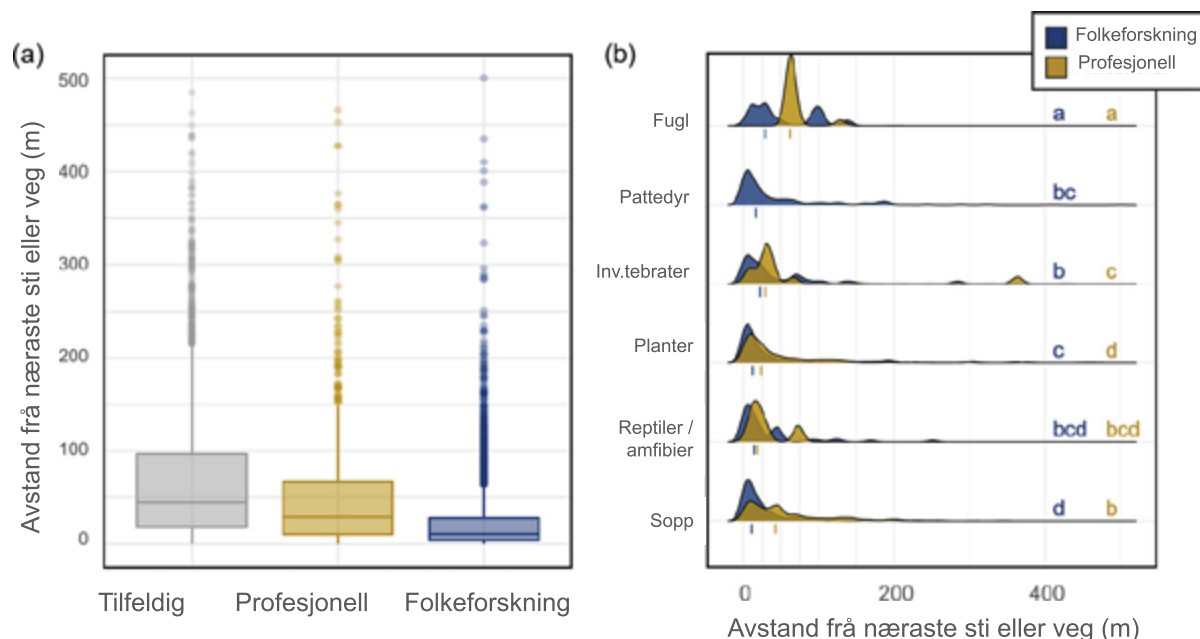
Alle metodar for innsamling eller observasjon har potensial for systematiske utvalsfeil (Maguran, 2004). Desse feila kan vere store eller små, men dei må alltid vurderast og takast omsyn til ved planlegging og tolking av resultat. Vår generelle kunnskap om artsmangfald er til dømes ofte skeiv mot artar med større kroppsstørleik som observerast lettare (McClain mfl., 2024). Alfred Russel Wallace, grunnleggjaren av faget biogeografi, påpeika allereie i 1876 at ulik mellom organismar pregar vår forståing av artsmangfaldet (Wallace, 1876).

Årsakene til systematiske utvalsfeil kan variere. Dei kan skuldast sjølv metodane som blir brukte, dei kan vere knytte til eigenskapar og åtferd hos artane som blir undersøkte, eller dei kan vere knytte til eigenskapar og åtferd hos personell som undersøker. Til dømes kan visse artar vere lettare å observere eller identifisere enn andre, særleg ved aktiv innsamling. Erfaringa til observatør kan òg spele ei stor rolle her. Det taksonomiske utvalet i ei profesjonell innsamling er ofte større enn i ei innsamling gjort meir tilfeldig som ledd i folkeforskning. Store variasjonar innanfor ein art kan òg gi eit skeivt bilete, som feil i vurderingar av alders- eller storleikssamansetting i ein bestand, noko som er viktig for å forstå bestandsdynamikk og økologisk tilstand.

Eit tydeleg døme på systematiske utvalsfeil er at åtferda til dyr påverkar kor lett dei kan fangast eller observerast. Passive fangstmetodar, som garn, fangar oftare aktive fisk enn fisk som bevegar seg lite (Finstad & Berg, 2004). På same måte kan aktive metodar som visuell observasjon gi eit skeivt bilete av stasjonære organismar, som plantar.

Slike feil oppstår også når områda som blir valde ut for kartlegging, ikkje er representative for artens utbreiing. Både i profesjonell kartlegging og folkeforskning ser ein ofte at område nær stiar og vegar blir kartlagde meir enn mindre tilgjengelege område (Figur 2.4a). Sidan stiar og vegar sjeldan er tilfeldig plasserte i terrenget, er ikkje eit tilfeldig utval av naturtypar representert. Dette betyr at data frå artskartlegging ofte inneheld systematiske feil knytt til artane sin førekomst i ulike naturtypar og miljø.



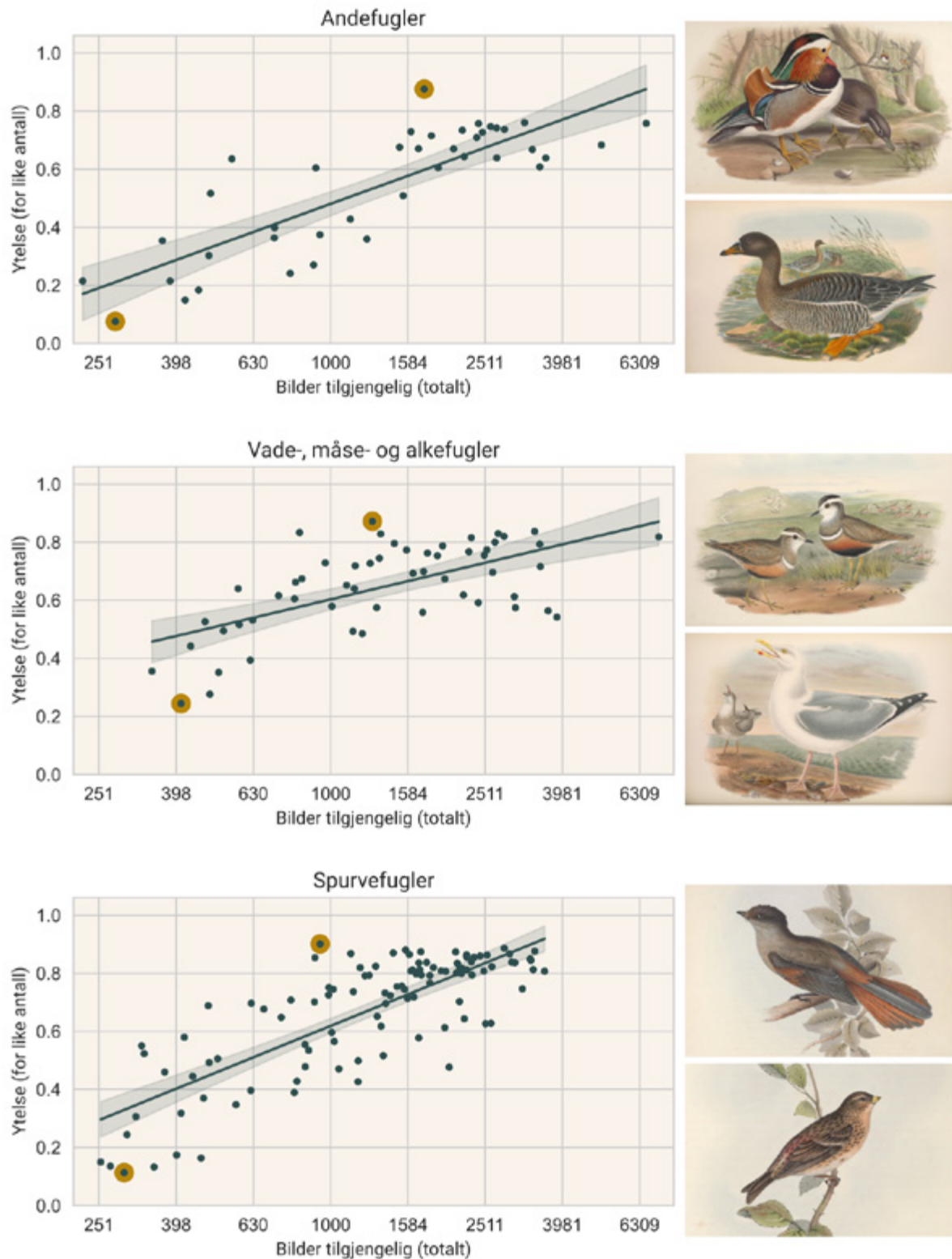


Figur 2.4a: (a) Avstand mellom observasjonar og næraste sti for lokalitetane til folkeforskning, profesjonelle innsamla data og eit tilfeldig utval av lokalitetar i Bymarka, Trondheim kommune. (b) Avstand til næraste sti for observasjonar innanfor kvar taksonomisk gruppe for folkeforskning og profesjonelle data. Figur frå Mandeville mfl. (2022). CC-BY-4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Oppdagbarheit er dessverre ikkje ein konstant storleik, verken innan eller mellom artar. For enkelte artar kan oppdagbarheita variere med årstid og utviklingsstadium, slik ein ser hos organismar med eittårig livssyklus. Til dømes kan mange karplantar vere vanskelege å oppdage eller identifisere både tidleg og seint på året. Oppdagbarheita varierer òg mellom habitat. Når ein leitar etter botndyr, vil innsamlingsmetodikken og oppdagbarheita variere avhengig av om ein undersøker grunt eller djupt vatn, hardbotn eller blautbotn, eller stillestående eller rennande vatn.

Det er òg store forskjellar i kunnskap og ferdigheiter mellom personar som gjer artsidentifisering, både i felt og på laboratorium. For å gjere systematiske utvalsfeil så små som mogleg er det viktig at rett kompetanse blir nytta til rett tid og at det blir sett eit minimumskrav til den som utfører identifisering. Dette er heller ikkje eit problem som enkelt let seg løyse med ny teknologi. Variasjon i oppdagbarheit er ikkje berre eit problem når menneske står for identifisering. Datamaskiner som nyttar KI-algoritmar for artsidentifisering vil òg ha ulik oppdagbarheit for ulike artar. Dette avheng blant anna av kvaliteten på biletmaterialet som algoritmane er trena på, og miljøet artane er avbilda i (Koch mfl., 2023) (Figur 2.4b). Akkurat som menneske, treng maskiner mykje trening for å skilje artar som liknar på kvarandre.

På liknande vis har metodar som baserer seg på miljø-DNA (eDNA) ulik oppdagbarheit for ulike artar. Denne variasjonen påverkast av fleire faktorar, som både miljøforhold og eigenskapar ved arten sjølv (Taberlet mfl., 2018). Dette viser behovet for å ta omsyn til variasjon i oppdagbarheit ved planlegging og tolking av kartlegging.



Figur 2.4b: Evne til ein KI-algoritme i bildegjenkjenning av ulike fuglegrupper, vist som variasjon i prestasjon med aukande treningsgrunnlag (antal bilete). Fuglar med karakteristiske trekk krev mindre treningsmateriale for å oppnå høg nøyaktigheit samanlikna med fuglar utan tydelege kjenneteikn. For kvart panel er ytterpunkta, som representerer anten lett eller vanskeleg gjenkjenning, markerte med utheva symbol og avbilda, for å illustrere samanhengen mellom tilgjengelege bilete og algoritmen si evne til gjenkjenning. Figur frå Koch mfl. 2023 (CC-BY-4.0).



Ekorn (*Sciurus vulgaris*). Foto: Ivar Herfindal, CC-BY-4.0



KONSEKVEN SAR OG HANDTERING AV UTVALSFEIL

Dei fleste metodar for kartlegging av artar har innebygde utvalsfeil, noko som gjer det heilt naudsynt å ha eit bevisst forhold til konsekvensane av slike feil og korleis dei kan handterast. Systematiske utvalsfeil oppstår når datainnsamling systematisk favoriserer visse artar, område eller tidspunkt framfor andre, noko som kan føre til eit skeivt bilete av artsmangfald eller bestandstilstand. Til dømes forsøker overvakingsprogram som Arealrepresentativ naturovervaking (ANO) å redusere slike skeivheiter ved å inkludere romleg variasjon i kartlegginga. Likevel kan faktorar som oppdagbarheit av artar variere med årstid, utviklingsstadium, lokale klimaforhold eller fenologi.

Kartlegging skjer i naturlege system, ikkje i kontrollerte laboratorieforhold, noko som gjer at systematiske utvalsfeil som regel er uunngåelege. Korleis ein skal tolke og ta omsyn til slike feil, varierer med formålet for kartlegginga. Ein god start er å vurdere korleis innsamlinga kan påverke konklusjonane ein trekk frå resultata. I andre fagfelt, som medisin, er det utvikla rammeverk for å analysere konsekvensane av utvalsfeil, som «Risk of Bias» (RoB) for behandlingseffektar (Stern mfl., 2019). Økologien har òg byrja å utvikle slike verktøy. Eit døme er ROBITT (Boyd mfl., 2022), som adresserer utvalsfeil i tidsseriestudiar og andre kartleggingsmetodar.

Ein vanleg misforståing er at systematiske utvalsfeil blir mindre med større datamengder. Dette er ikkje tilfelle. Når utvalet aukar, blir vi meir sikre på feilaktige resultat viss feila ikkje blir korrigerte – eit fenomen kjend som «the big data paradox» (Meng, 2018). Effektiv utvalsstorleik, som er eit mål på kor mykje informasjon eit utval faktisk inneheld, kan bli dramatisk redusert sjølv ved små skeivheiter. Vi har eit stadig aukande tilfang av data og eit stadig aukande problem med å handtere dette riktig. Eit døme frå folkeforsking på førekomsten av røsslyng (*Calluna vulgaris*) i Storbritannia viser korleis relativt små skeivheiter i utval av eit stort datasett kan føre til store feil i estimert førekomst og dramatisk redusere effektiv utvalsstorleik (Figur 2.5, Boyd mfl., 2023).

Det finst fleire metodar for å handtere utvalsfeil når ein skal dra slutningar frå data med skeivheiter. I enkelte tilfelle kan ein velje å sjå bort frå utvalsfeil viss det er lite sannsyn for at dei vil påverke konklusjonen. Til dømes kan ei kartlegging av ein framand art ha som hovudmål å setje i verk tiltak på lokaliteten der arten





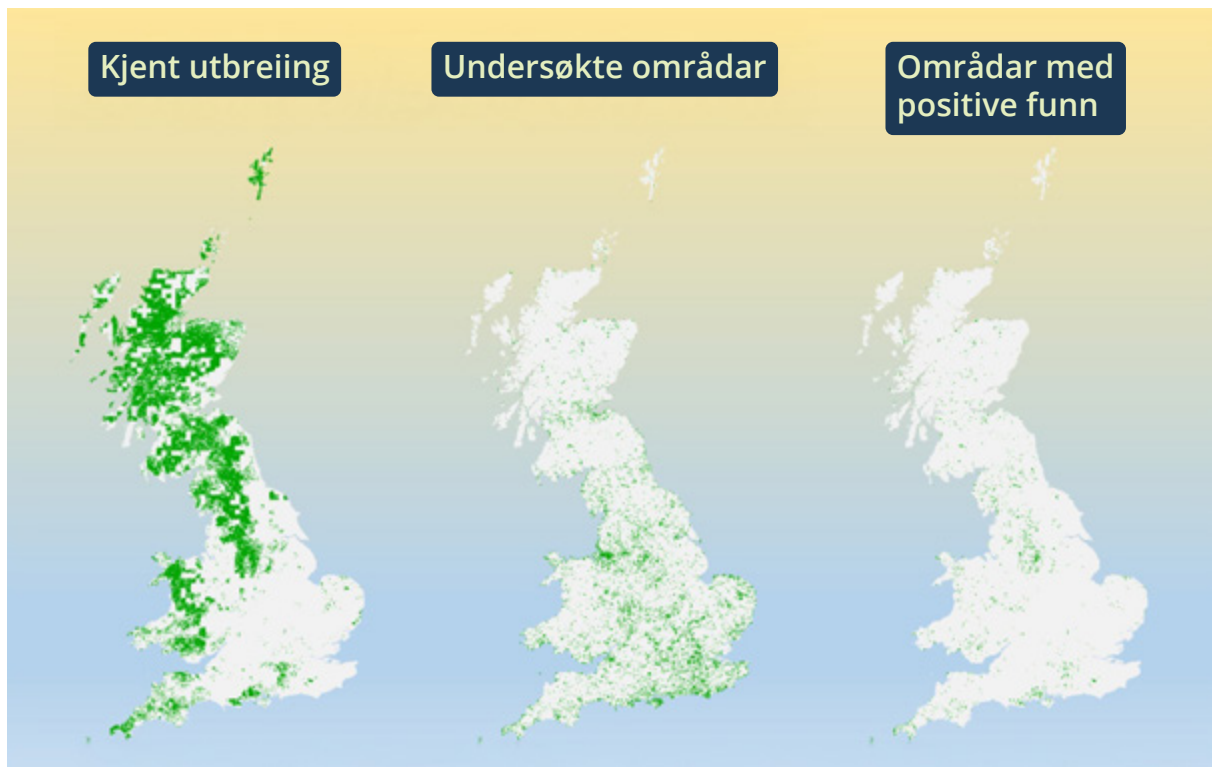
Røsslyng (*Calluna vulgaris* (L.) Hull). Foto: Bolette Bele, CC-BY-3.0

blir observert. Skeivheiter i observasjonar kan kanskje redusere den overordna effekten av tiltaket, men vil sjeldan påverke vurderinga av om tiltak bør setjast i verk på ein spesifikk lokalitet der arten er registrert.

Ein vanleg metode innan statistisk behandling av data frå kartlegging er bruk av hjelpevariablar. Ein hjelpevariabel er ein variabel som ikkje nødvendigvis er hovudfokuset i undersøkinga, men som kan bidra til å forklare variasjon i den variabelen som faktisk er av interesse. Hjelpevariablar blir brukte for å justere utvalet slik at det blir meir representativt for populasjonen som heilskap. Til dømes kan avstand til veg fungere som ein hjelpevariabel for å forklare og justere for forskjellar i observasjonsinnsats. Likevel krev slik justering ei fullstendig oversikt over faktorene som bidreg til skeivheit i utvalet, noko som ofte er svært krevande. I tillegg er hjelpevariablar ofte korrelerte med miljøvariablar som påverkar korleis artane er fordelte, noko som gjer full korreksjon av utvalsfeil vanskeleg (Boyd mfl., 2024).

Ein annan metode for å handtere systematiske utvalsfeil er bruk av dobbeltobservasjonar. Denne metoden inneber at ein gjer førehandsstudium eller pilotprosjekt for å kalibrere innsamlingemetodikken og redusere skeivheiter i det endelege datamaterialet (Peterson og Paukert, 2009).

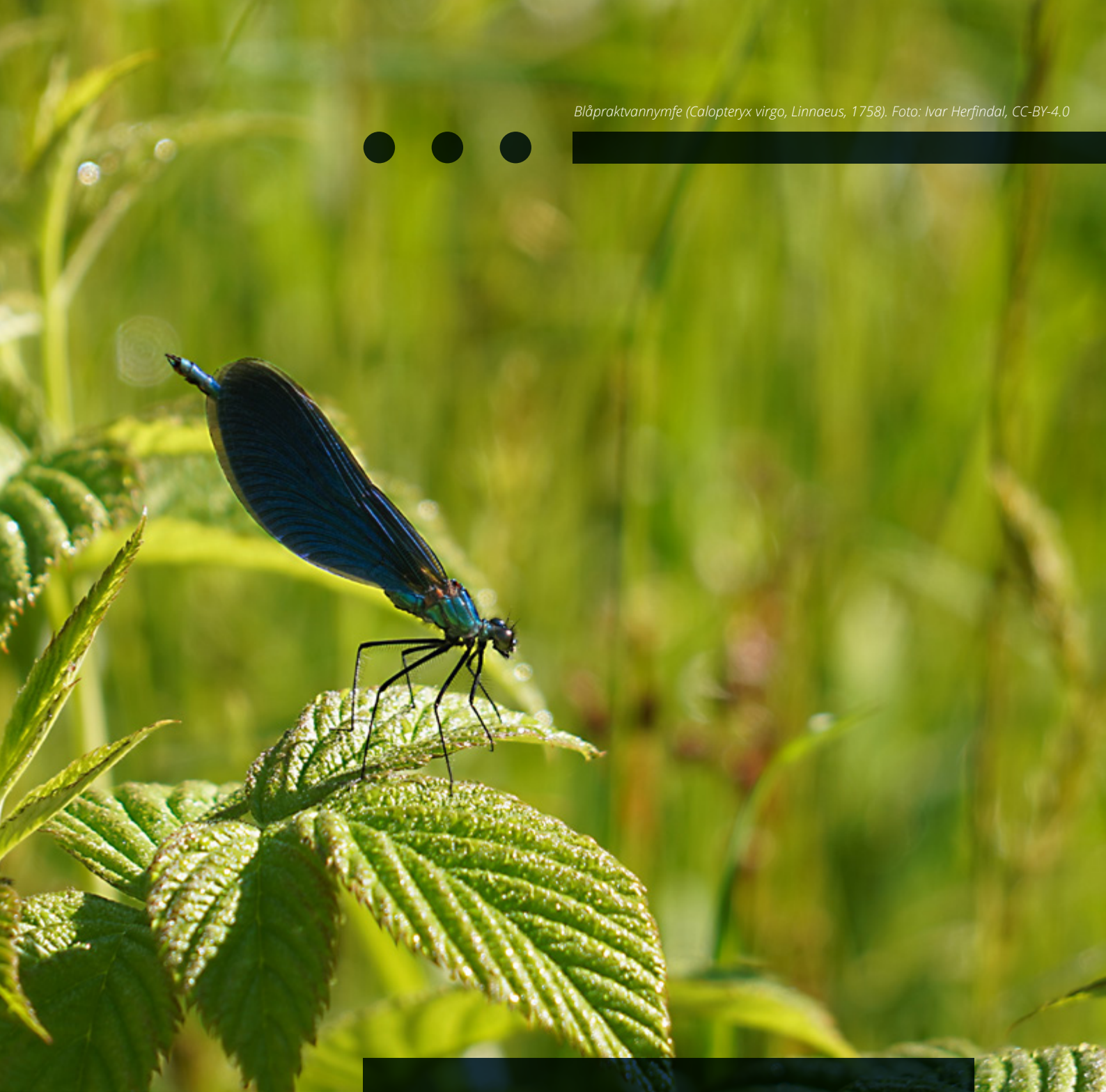




Figur 2.5: Førekost av røsslyng (*Calluna vulgaris*) i 1 km²-ruter i Storbritannia. Venstre panel viser eit kart over antatt kjent førekost, midtre panel viser lokalitetar undersøkt i eit folkeforskningsprosjekt, og høgre panel viser ruter med positive funn frå same prosjekt. Storbritannia er delt inn i totalt 229 772 ruter (N), der folkeforskningsprosjektet undersøkte 19 419 ruter (n). Figuren viser konsekvensane av å berekne førekost utan å ta omsyn til ein svak negativ korrelasjon (-0,058) mellom ruter som er undersøkt i prosjektet og førekost av røsslyng. Estimert førekost basert på folkeforskningsdata er betydeleg lågare enn den faktiske førekosten. Effektiv utvalsstorleik er redusert med 99,9 % grunna denne skeivheita. Figur og utrekningar frå Boyd mfl., 2023 (CC-BY-4.0).

For dei fleste undersøkingar er det avgjerande med god dokumentasjon av korleis data er samla inn. I kartlegging av artar inkluderer dette informasjon om korleis datasettet kan vere skeivt langs aksar som taksonomi, romleg fordeling og tidsmessig variasjon (Isaac og Pocock, 2015). I praksis er det ofte vanskeleg å ta omsyn til slike skeivheiter viss ein ikkje har registrert tilleggsinformasjon som kan nyttast til å estimere innsamlingsinnsatsen. Som eit minimum bør ein dokumentere når og kor data er samla inn med geografiske koordinatar, kva metodar som er brukte, og kva artar som var i fokus. Sjølv om denne typen informasjon ikkje krev mykje ekstra innsats å registrere, er det liten tradisjon for å inkludere dette i rapporteringa av kartleggingsresultat (Høitomt mfl., 2022).

Å ignorere utvalsfeil fører i mange tilfelle til ei overdriven tru på nøyaktigheita i resultata. Synleggjing av usikkerheiter ved å vise konsekvensane av utvalsfeil er derfor essensielt for å sikre gjennomsluktige og kunnskapsbaserte avgjerder (Simmonds mfl., 2023). Dette kan gjerast både gjennom formelle risikoanalysar (t.d. ROBITT, Boyd mfl. 2022), gjennom ulike andre former for ekspertvurdering av datamateriale eller gjennom kvantitative modellar (Finstad mfl., 2024).



Kapittel 3

Praktiske omsyn i
design av kartlegging

Samandrag:

- Effektiv kartlegging av artar krev grundig planlegging for å sikre relevante data som også er tilpassa framtidige forvaltningsbehov. Sidan desse behova kan endre seg over tid, er det viktig å sikre at kartlegginga har langsiktig relevans.
- Val av tidspunkt for kartlegging er kritisk, sidan førekomst og åtferd hos artar kan variere gjennom året. Ulike artar stiller ulike krav til kartleggingsmetodar og romleg oppløysing for å oppnå presise og pålitelege resultat.
- Relevante miljøvariablar bør registrerast saman med artskartlegging. Dette er òg viktig for seinare bruk av data, til dømes ved etablering av funksjonsområde. Desse variablane bør i så stor grad som mogleg registrerast på ein kontinuerleg skala og bør bli valde ut med tanke på deling og gjenbruk på tvers av sektorar, både nasjonalt og internasjonalt.
- Nye teknologiar, som dronar, miljø-DNA og satellittar, gjev nye moglegheiter for kartlegging, men krev nøye vurdering av implementeringshastigheit, kompatibilitet og etterprøvarheit.
- Open tilgang og høg datakvalitet styrkjer kunnskapsgrunnlaget for økosystembasert forvaltning og politiske avgjerder i framtida. Samarbeid på tvers av sektorar, nasjonal datalagring og internasjonal kompatibilitet er avgjerande for å sikre at data er tilgjengelege for forskning og forvaltning.



AVGRENSING I TID OG ROM

Det er avgjerande at rettleiingar og instruksar for kartlegging av artar blir utforma slik at val av metodar, samt avgrensingar i tid, rom og taksonomi, gjer at resultata frå kartlegginga er relevante og brukbare for formålet. Samtidig bør ein sikre at resultata òg har nytteverdi over tid. Dette inneber å ta omsyn til meir enn berre dagens forvaltningsbehov. Kva for artar som er viktige for forvaltninga kan endre seg, til dømes som følge av revisjonar av raudlista. Taksonomisk status kan òg endre seg over tid, slik at éin art kan bli delt opp i fleire, eller fleire artar kan bli slått saman til éin.

Kartleggingspraksisen bør difor ha eit perspektiv som tek høgde for slike endringar, samtidig som ein balanserer dette med dagens kunnskapsbehov og tilgjengelege ressursar. Slik kan ein sikre at kartleggingsresultata både er robuste og tilpassa framtidige utfordringar:

- Kartleggingstidspunktet må tilpassast dei økologiske særdraga til kvar art for å sikre høg oppdagbarheit.
- Metodikken bør tilpassast både dei ulike artane og miljøa dei lever i.
- Det er behov for større merksemd på artar med mangelfullt kunnskapsgrunnlag.

Kartleggingstidspunktet må ta høgde for kvar enkelt art si livshistorie og korleis stadium kan variere gjennom året. Både morfologisk variasjon og åtferd kan gjere at oppdagbarheita til ein art varierer mykje. Nokre artar vil heller ikkje vere til stades i ulike habitat, eller til stades i det heile, i ulike årstider. Ein må difor ta omsyn til skiftande arealbruk gjennom livssyklusen til ein art. Mange fuglar, pattedyr og insekt, for å nemne nokre, nyttar ulike habitat på ulike tider av året, og alle desse områda kan vere avgjerande for at bestanden av arten skal overleve.

For å kartlegge artar effektivt, må ein altså tilpasse metodikken til ulike artar. Til dømes krev insekt heilt andre metodar og romleg oppløysing enn større pattedyr. Det er viktig at kartlegginga tek omsyn til desse variasjonane for å sikre presis og relevant datainnsamling. I tillegg må ein ta omsyn til at viktige økologiske funksjonsområde kan endre seg over tid. Ein del artar har til dømes nomadisk områdebruk, slik at eit område som er viktig for arten i eitt år, kan vere mindre relevant i eit anna år.

Alle desse omsyna avheng både av kva for artar som er i fokus og av miljøet dei lever i. Difor er det ikkje mogleg å gje ei allmenngyldig tilråding for kartlegging som gjeld for alle artar og økosystem. Det er avgjerande at kartleggingsarbeidet blir kombinert med auka kunnskap om økologien til dei ulike artane der dette er naudsynt.

I Noreg er det store forskjellar på kor mykje ein har investert i kunnskap om ulike grupper av artar, noko som truleg heng saman med eit historisk fokus på nokre få artar som anten har stor kommersiell eller kulturell verdi. Eit tydeleg døme på dette er forskinga på fisk i ferskvatn. I ein periode på 40 år er det publisert 610 vitenskaplege artiklar om laks, 528 om aure og 318 om røye. Til samanlikning er det berre publisert tre artiklar om vederbuk, to om asp og to om alle niauge-artane samla (Vøllestad, 2023).

Denne skeivheita i kunnskap om økologien til ulike artar skaper utfordringar når ein skal utforme gode rettleiarar for kartlegging. For å sikre meir balanserte og effektive metodar er det difor naudsynt å rette merksemda mot mindre studerte artar og utvide kunnskapsgrunnlaget for desse.





REGISTRERING AV MILJØVARIABLAR

Eit viktig aspekt ved utforminga av artskartlegging er å definere kva miljøvariablar som bør registrerast i samband med datainnsamlinga. Slike variablar kan vere avgjerande for å sikre at resultata frå kartlegginga blir rett vurderte og er nyttige både for direkte forvaltningsformål og som verdifulle bidrag til vidare forskning.

Ved val av miljøvariablar til bruk i kartlegging bør ein leggje vekt på at dei har klar relevans for arten eller artsgruppa si utbreiing og økologi. For å sikre både kvalitet og bruksverdi i datamaterialet, bør variablane vere funksjonelt forankra. For bentiske marine virvellause dyr er fysiske faktorar som djupne, straumforhold, bølgepåverknad og kornstorleik i botnsubstratet avgjerande. Det finst mange ulike system og klassifikasjonar for substrattypa, men registrering av kvantitative mål, der det er mogleg, gjer det lettare å overføre og samanlikne data mellom system. For karplantar er miljøfaktorar som jordtype, fuktforhold, næringstilgang, pH og lysforhold ofte sentrale. I tillegg spelar topografiske og mikroklimatiske forhold, som helning, eksponering og snødekkje, ei viktig rolle for kva artar som etablerer seg kvar. Menneskepåverknad som beite, slått eller gjødsling har òg stor innverknad, særleg i opne naturtypar. Det kan òg vere nyttig å registrere miljøvariablar som påverkar sjølve innsamlingsprosessen. Eit døme på dette er leidningsevne og vassstemperatur ved bruk av elektrisk fiskeutstyr (Bremset m.fl., 2015).

Målingane av miljøvariablar må også vere mest mogleg reproducerbare, slik at observasjonane blir så uavhengige som mogleg av kven som utfører kartlegginga. Der det er praktisk mogleg, er målingar føretrekte framfor vurderingar av eigenskapar. Døme på dette kan vere målingar av holrom i botnsubstrat framfor visuell vurdering (Finstad m.fl., 2007).

Der det er mogleg, bør miljøvariablar òg registrerast på ein kontinuerleg skala, der ein registrerer observasjonane kvantitativt. Bruk av kontinuerleg skala på miljøvariablar har store fordelar samanlikna med kategoriske:

- Re-kalibrering av observasjonar er mogleg dersom det blir naudsynt
- Observasjonar av miljøvariablar kan enklare gjerast internasjonalt kompatibla
- Data kan enklare nyttast i modellering av habitatkrav og økologiske funksjonsområde



Re-kalibrering av observasjonar kan vere naudsynt. Til dømes finst det mange skalaer og system for å klassifisere miljøvariablar både nasjonalt og internasjonalt. Bruken av desse har òg variert over tid. Det er ofte ikkje mogleg å omsetje informasjon frå eitt system til eit anna, eller frå kategorisk til kontinuerleg, utan stort informasjonstap. Ein kan derimot alltid omsetje frå kontinuerleg til kategorisk. Dette gjer at ein òg sikrar at miljøvariablar blir compatible med andre system, slik at data kan samanliknast og integrerast. Det vil i mange samanhengar vere god bruk av ressursar å nytte erfaringar og data frå nærliggjande land, til dømes i modellering av habitatkrav og økologiske funksjonsområde. For sjeldne artar, framandartar og dørstokkartar kan det oppstå situasjonar der ein ikkje har nok data i Noreg, og observasjonar frå andre land må takast i bruk.

Bruk av kontinuerleg skala gjer òg at ein kan utnytte informasjonen i målingane av miljøvariablar meir effektivt og redusere usikkerheit (Beltran og Tarwater, 2024). Variablar kan då nyttast meir effektivt i modellering av habitatkrav og økologiske funksjonsområde. Ofte vil artar ha ikkje-lineær respons på miljøvariablar og innehalde vippepunkt. Slik informasjon kan gå tapt ved transformering til kategoriske variablar.

Krav til kva som bør vere obligatorisk informasjon og kva som kan reknast som tilleggsinformasjon vil variere mellom ulike grupper av artar og økosystem. Dette er problemstillingar som må adresserast når ein utviklar meir detaljerte rettleiarar og instruksar tilpassa spesifikke økosystem, artsgrupper og formål.

Ressursbruk knytt til registrering av miljøvariablar er eit viktig aspekt, spesielt når ein vurderer kva som er «kjekt å ha» versus kva som er nødvendig for å oppfylle formålet til kartlegginga. Desse vurderingane bør inngå i utviklinga av detaljerte instruksar, der formålet med kartlegginga er i fokus.

Som ei generell retningslinje bør ein prioritere registrering av miljøvariablar med høg gjenbruksverdi, spesielt slike som bidreg til å definere leveområde og økologiske funksjonsområde. Det er òg fornuftig å prioritere variablar som ikkje er særleg arbeidskrevjande å samle inn. I akvatiske miljø kan dette vere djupne, siktedjupne, substrat og temperatur. For terrestriske miljø kan ein fokusere på variablar som eksposisjon, substrat eller mål på næringstilhøve.

Det er ikkje berre abiotiske miljøvariablar som har verdi. Førekomst av andre artar enn dei som er i fokus for kartlegginga kan òg vere viktige. Slike artar kan spele ei rolle som del av den biotiske nisjen til arten som blir kartlagt, eller fungere som ein variabel som erstattar andre miljøfaktorar. Til dømes kan samansetninga av vegetasjonen gi verdifull informasjon om næringstilhøva i eit område.

Eit viktig prinsipp bør òg vere at ein i så stor grad som mogleg held seg til variablar som let seg måle og reproducere av felpersonell utan spesialopplæring. Subjektivt vurderte parameterar, til dømes habitat og vegetasjonsklassar, kan vere vanskelege å få gode, standardiserte mål på utan kalibreringsarbeid. I tillegg vil slike variablar, som kjem i diskrete ikkje-nominelle klassar, vere vanskelege å bruke i modellering av utbreiingar eller funksjonsområde.



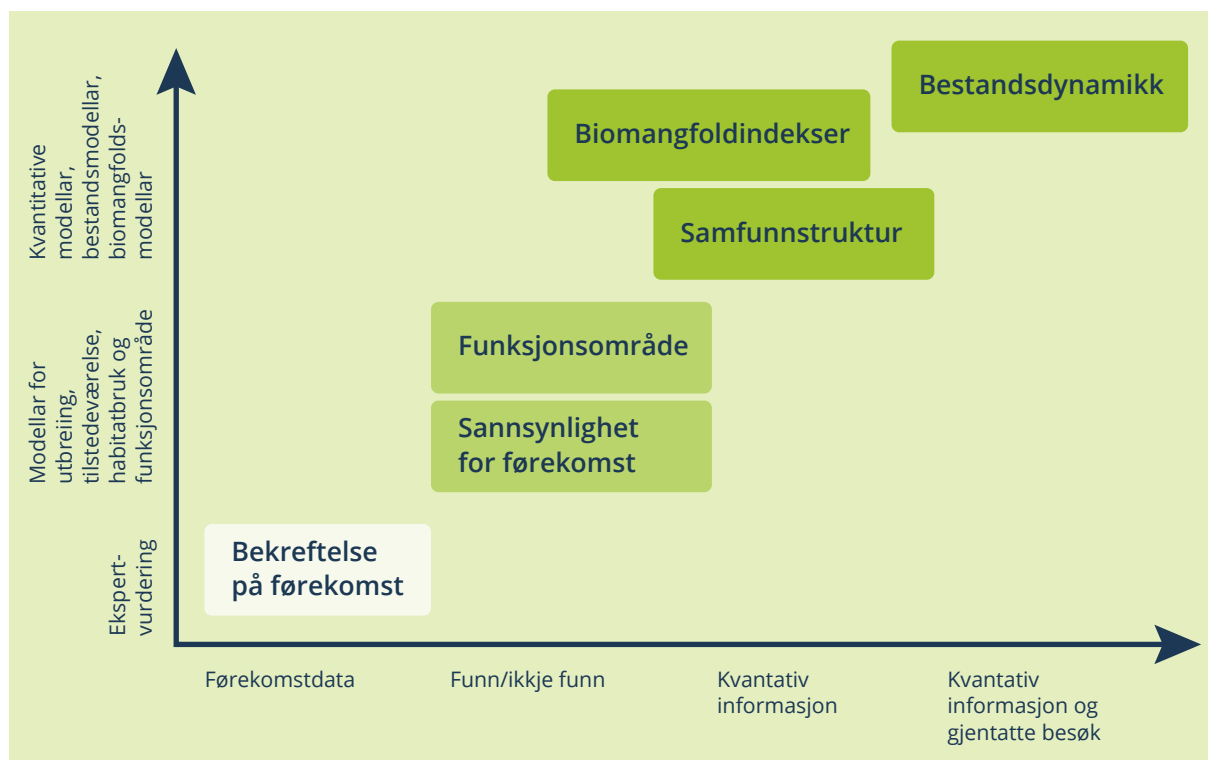
Miljøvariablar frå artskartlegging kan òg koplart til naturkartlegging der det er formålstenleg. Viss ein følger dei nemnde prinsippa, kan ein nytte nokre av dei same miljøvariablane som ligg til grunn for Natur i Noreg (NiN) (Artsdatabanken, 2023). Ei slik integrering bidreg til betre samanheng mellom ulike kartleggingsinitiativ og aukar nytteverdien av dei innsamla data. Kva som er relevant, vil variere avhengig av både miljøtype og art.

Dokumentasjon med bilete bør vere ein integrert del av kartlegginga der dette er mogleg, eller nyttast som eit sjølvstendig supplement. KI-baserte algoritmar for artsgjenkjenning er allereie mykje i bruk, og dei same metodane kan òg nyttast for å identifisere miljøvariablar, som vegetasjonsstruktur (Watanabe m.fl., 2020). Det er viktig å utarbeide klare retningslinjer for korleis slik dokumentasjon og analyse skal gjennomførast. Døme på slike tilnærmingar finn ein i ANO- og ASO-kartlegginga (Tingstad m.fl., 2019; Johansen m.fl., 2017).

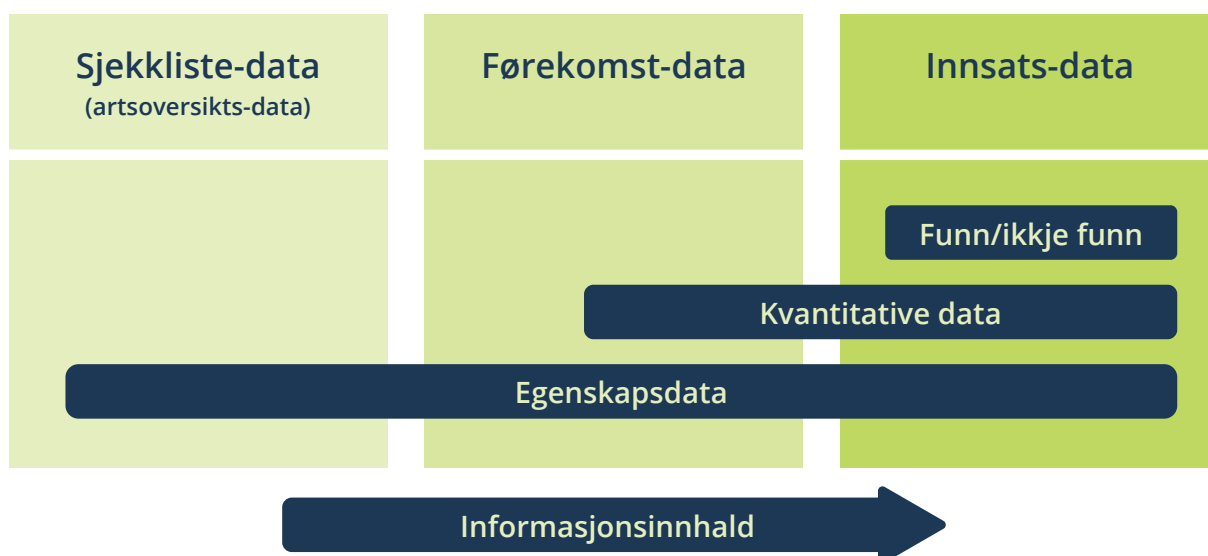
Eit sentralt aspekt ved artskartlegging er moglegheita for fleirbrukstilnærming. Ofte skjer kartlegging som ein del av førebuingane til eit planlagt inngrep. Konsekvensutgreiingar involverer fleire fagfelt enn berre biologi. Ved å fremje samarbeid på tvers av sektorar kan ein optimalisere innsamlinga av data og redusere kostnadane. Ny teknologi, som lydloggarar og enkle dataloggarar for klimadata, gjer det mogleg å samle inn data til fleire formål. Slike data kan ofte samlast inn av ulike personar utan spesialisert kompetanse innan dei aktuelle parametrane. Eit døme på dette er akustisk naturovervaking med lydfeller. Desse kan registrere både fugleartar og menneskeleg bruk av natur som motorisert ferdsel (Rosten m.fl., 2023). Dette legg til rette for at fleire etatar eller forskingsprosjekt kan dra nytte av dei same datasetta frå eit område.

Denne tilnærminga har særlege fordelar innan økosystembasert forvalting, der fokuset ligg på økosystemeffektar heller enn på einskilte artar. Sidan slik forvalting krev innsikt i samspel mellom artar, fysiske tilhøve og arealbruk, kan tilleggsdata om breiare økosystemdynamikk vere verdifulle både for kartlegging og forvalting.

I tillegg til samarbeid mellom aktørar er det nødvendig med eit effektivt system for lagring og deling av data. Nasjonale databasar og kartportalar som Naturbase og Økologisk grunnkart kan med fordel integrerast tettare med internasjonale system. I dag er ofte ikkje data frå slike kartportalar tilrettelagde for deling eller internasjonalt kompatible. Data om førekomst av artar har i dag eit velutvikla system for deling gjennom Artskart / GBIF som kan utnyttast (sjå kapittel 5). Dette vil sikre at data frå norske kartleggingsprosjekt blir tilgjengelege for forskarar, forvaltarar og allmenta internasjonalt, og bidra til å styrkje det globale kunnskapsgrunnlaget.



Figur 3.4a: Aukande informasjonsinnhald (x-aksen) gjer det mogleg å bruke data frå kartlegging av artar til fleire ulike formål (y-aksen). Figuren viser aukande informasjonsinnhald som ein gradvis mørkare grønfarge.



Figur 3.4b: Nokre vanlege inndelingar av datatypar frå artskartlegging er graderte etter nivået av informasjonsinnhald. Sjekklistedata (eng. «checklist data») består i hovudsak av lister over artar som er observert i ein spesifikk kontekst, ofte knytt til eit geografisk område, slik som NorTaxa (Artsdatabanken, 2025). Førekomstdata (eng. «occurrence data») inneheld grunnleggande informasjon om kvar, når og av kven ein art er registrert, i tillegg til taksonomiske opplysningar. På eit meir detaljert nivå finn vi innsatsdata (eng. «event data» eller «sampling event data»). Denne typen data inkluderer utfyllande dokumentasjon av sjølve innsamlingshendinga, med informasjon om korleis, når og under kva tilhøve datainnsamlinga skjedde.



REGISTRERING AV DATA OG STRATEGISKE METODEVAL

Eit viktig praktisk omsyn i kartlegging av artar er korleis ein legg opp innsamlinga, men òg handteringa av informasjon. Ulike metodar for kartlegging gjev opphav til ulike typar data med ulikt informasjonsinnhald (Isaac m.fl., 2015). Grovt sett kan ein skilje mellom førekomstdata, innsatsdata som registrerer funn/ikkjefunn, og innsatsdata som registrerer kvantitative mål (sjå figur 3.4). Kva type data som vert registrert i ei kartlegging, er dels eit spørsmål om ressursar og metodeval. Det kan vere eit stort sprang i metode og ressursbruk viss ein skal gå frå funn/ikkjefunn til kvantitative data. Samstundes kan det vere bortkasta ressursar å samle data som ikkje kan svara på spørsmålet bak kartlegginga.

Førekomstdata (eng. «occurrence» eller «presence-only data») gjev i hovudsak informasjon om kva for eit takson som er funne, kvar det er funne, og når det er registrert. Sjølv om slike data kan inkludere tilleggsinformasjon som eigenskapar, metode, eller kven som har samla og identifisert organismen, manglar dei informasjon om innsatsen bak innsamlinga. Dette gjer det umogleg å trekke slutningar om mengd, sannsyn for førekomst, eller å korrigere for systematiske utvalsfeil. Desse data kan brukast til å stadfeste at ein art er funnen på ein gitt stad til ei gitt tid, men bruksområdet er noko avgrensa (sjå figur 3.4a). Nokre døme på praktisk bruk kan vere stadfesting av førekomst av framandartar eller truga artar. Det kan òg vere mogleg å bruke slike data åleine til å fastslå utbreiing under visse føresetnader, til dømes ved utbreiingsmodellering på svært stor skala, sjølv om det kan vere teknisk krevjande å oppnå gode resultat (Royle m.fl., 2012). Alternativt kan ein bruke data som har innsatsinformasjon saman med førekomstdata til å korrigere for skeivheiter i innsamling (Isaac m.fl., 2020).

Innsatsdata, som inneheld informasjon om både funn og ikkje-funn, gjev derimot moglegheit til å berekne sannsyn for førekomst, estimere funksjonsområde, artsutbreiing og artsrikdom gjennom ulike modellar. For å få kunnskap om samfunnsstruktur, indikatorar for biologisk mangfald eller bestandsdynamikk, krev ein innsatsdata med kvantitativt innhald. Denne inndeling er ein forenkla framstilling, og ikkje utan unntak.

Informasjon om prosessen bak innsamlingshendingar i artskartlegging går ofte tapt. Eit stort fleirtal av artsregistreringar som er gjort tilgjengelege i Noreg (Finstad m.fl., 2023), og globalt, manglar detaljar om sjølve innsamlingsprosessen når data vert offentleggjort. Slike førekomstdata, utan informasjon om innsamlingshendinga, blir ofte misvisande omtala som «tilfeldig innsamla». Til dømes kan folkeforskningsdata, som dei frå Artsobservasjonar, opphavleg stamme frå hendingar med klare taksonomiske og geografiske formål. Mangelen på informasjon om sjølve observasjonshendinga har store konsekvensar for korleis data kan nyttast (sjå kapittel 4). Metodeval og databehandling blir derfor kritiske avgjerder som sterkt påverkar kva for slutningar ein kan trekkje frå kartleggingsresultata (Isaac m.fl., 2014).





Rosenrot (*Rhodiola rosea*). Foto: Ivar Herfindal, CC-BY-4.0



BRUK AV NY TEKNOLOGI OG NYE METODAR FOR KARTLEGGING

Det skjer ei rask utvikling i metodar og teknologiar for innsamling av informasjon om artar i naturlege miljø (Hampton m.fl. 2013; August m.fl. 2015; Lahoz-Monfort m.fl. 2021). Denne utviklinga omfattar eit breitt spekter av teknikkar for kartlegging av artar. Prominente døme er nye sensorar og metodar som registrerer tidlegare utilgjengelege signal frå miljøet, som Lidar, termiske kamera og miljø-DNA, nye plattformer for sensorbruk, som satellittar, dronar og fotofeller, og bruk av KI til klassifisering og artsgjenkjenning. Dette gir stort potensial for raskare og meir omfattande overvaking av artar over større område. Ein av dei viktigaste drivkreftene bak innføringa av ny teknologi i artskartlegging er effektivisering, men teknologien opnar òg for innsamling av ny informasjon som til no har vore utilgjengeleg. Innovasjon og teknologiutvikling er derfor eit sentralt punkt i miljøforvaltninga si kunnskapsstrategi (Klima- og miljødepartementet, 2021).

Utviklinga av desse sensorane og plattformene er i stor grad driven av framsteg innan informasjonsteknologi (Lahoz-Monfort m.fl. 2021). Teknologiske innovasjonar gjer det mogleg å bruke tradisjonelle kartleggingsmetodar på nye måtar, samtidig som dei opnar for heilt nye tilnærmingar. Dette gjeld til dømes auka oppdagbarheit for kryptiske artar og taksonomisk oppløysing på artsidentifisering gjennom miljø-DNA og metabarkoding, auka kostnadseffektivitet ved fjernmåling, og betre og raskare identifikasjon av artar frå audiovisuelle opptak ved hjelp av maskinlæring. I ei global spørjeundersøking av Speaker m.fl. (2022) blei dei mest lovande nye teknologiane identifiserte som multiplattformsensorar, miljø-DNA og genomikk, og KI. Samtidig blei det peika på utfordringar, som høgare kostnader, større teknologikrav og lågare kvalitet på observasjonar. Manglar knytte til informasjonsdeling, interoperabilitet og kapasitet til oppskalering av dataanalysar vart òg trekt fram som avgrensingar.

For å utnytte potencialet i desse nyvinningane fullt ut, må ein sikre at nye teknologiar blir implementerte på ein måte som fremjar openheit og langsiktig bruk.

Det er fleire faktorar som må vurderast før ein tek i bruk nye metodar. Nokre av dei mest sentrale er:

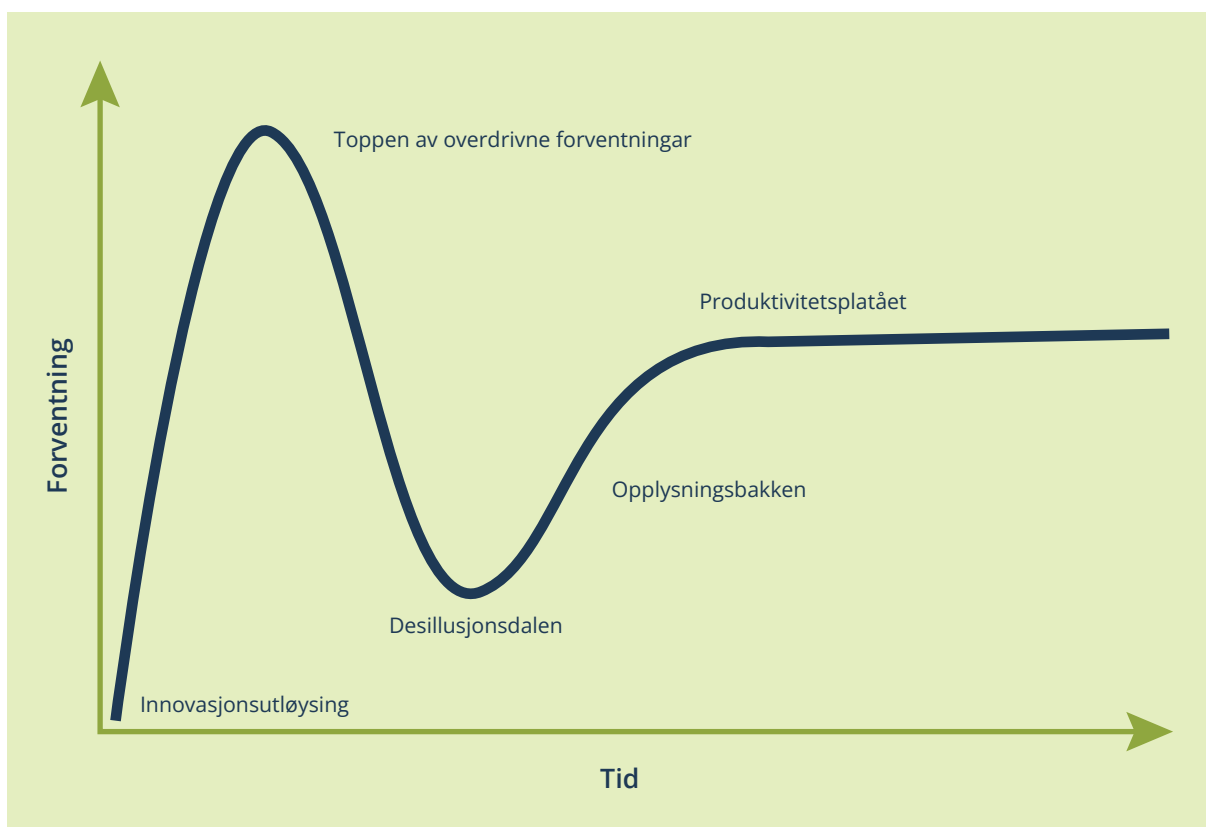
- Hastigheita på implementering
- Sikring av transparens og etterprøvbarheit
- Kompatibilitet mellom gamle og nye metodar



Hastigheita på implementering av ny teknologi og innovasjonar kan ofte synast for langsam frå enkelte perspektiv. Men ei rask implementering er ikkje alltid betre enn ei meir gjennomtenkt og gradvis innfasing. Ofte vil nye innovasjonar i starten vere prega av for høge forventningar til kva problem som kan løysast. Dette er illustrert i Gartner sin «hype-syklus» (Figur 3.5).

Sjølv om nye teknologiar ofte har openbert potensial, blir dei gjerne overvurderte i tidlege fasar. Det tek tid før eit realistisk bilete av den praktiske verdien og bruksmoglegheitene deira får festa seg (Fenn & Raskino, 2008). Generelt bør ein unngå for tidleg implementering, då kostnadane ofte er høge og løysingane ustabile. Teknologi bør vurderast med tanke på langsiktige behov. Det kan vere klokt å vente til teknologien viser stabilitet og praktisk nytte før han blir tatt i bruk. For å redusere risikoen kan ein gjennomføre små pilotprosjekt eller teste i avgrensa skala før ein går vidare til full innføring.

Ein annan stor utfordring med ny teknologi i artskartlegging er å sikre transparens og etterprøvarheit. Ofte har berre eit fåtal fagmiljø kompetanse på dei nye metodane, noko som gjer etterprøving vanskeleg. Rutinar for dokumentasjon kan vere mangelfulle, og tolkning av data krev ofte spesialisert innsikt.



Figur 3.5: Gartners «hype-syklus» viser korleis forventningar til ein ny teknologi utviklar seg over tid. Etter innovasjon opplever ein rask vekst i forventningar, som når ein topp før dei fell raskt grunna skuffelse over at forventningane ikkje blir innfridde. Over tid stabiliserer forventningane seg på eit nivå som samsvarer betre med teknologien sine faktiske bidrag. Figuren er ei forenkla framstilling, og både tidsaspekt og forholdet mellom forventningar og faktiske produktivtetsforbetringar vil variere etter teknologi. Modellen blir ofte brukt innan innovasjon og teknologiutvikling generelt, og er òg relevant for nye metodar innan artskartlegging.

Eit døme er metabarkoding av miljø-DNA, der DNA-restar frå jord, vatn eller luft blir identifiserte og knytte til artar. Metoden genererer store datamengder med høg taksonomisk oppløysing. Men påvising av DNA frå ein art i ei prøve betyr ikkje nødvendigvis at arten sjølv var til stades der prøva vart teke – berre at DNA-restar frå arten har hamna der.

Vidare er det viktig å hugse at artslistene frå miljø-DNA-prøvar bygger på oppslag av sekvensar mot eit referansebibliotek. Resultata er dermed ikkje direkte samanliknbare med observasjonar av artar. Referansebiblioteket er òg dynamisk og endrar seg over tid. For å sikre etterprøvbarheit må ein gjere tilgjengeleg både sekvensdata, det brukte referansebiblioteket og dei fysiske prøvane (Finstad m.fl. 2020; Dunshea m.fl. 2021).

Kartlegging med nye metodar må òg gje resultat som er compatible med tidlegare resultat. Dette er ikkje sjølvstendig og krev testing og utprøving. Til dømes kan lydfeller og KI-basert gjenkjenning av fuglesong ha stort potensial for å overvake fuglesamfunn, men ein må først vite i kor stor grad skeivheit i identifisering skil seg frå tradisjonell fugletaksering. Utan dette kan ikkje resultata frå metodane nyttast om einannan.

Evna til å registrere artsmangfald ved fjernmåling er ofte avgrensa til store, lett gjenkjennelege artar, avhengig av plattform og sensorane. Frå satellittar kan ein til dømes berre identifisere store artar som elefantar (Duporge m.fl. 2021). Dronar og fly gir større moglegheiter, men teknologien har framleis klare avgrensingar.

Fjernmåling kan derimot nyttast til å registrere heildekkjande proxy-variablar for miljøtilhøve, som så kan koplast til artobservasjonar. Ved hjelp av maskinlæringsalgoritmar blir sambanda mellom miljødata og artsfunn modellert, og ein kan lage prediksjonar av artars utbreiing. Dette er i dag ein vanleg metode, og utviklinga går raskt (t.d. Chaurasia m.fl., 2024; Finstad m.fl., 2024). Det er likevel viktig å understreke at fjernmåling ikkje gir direkte kartlegging av artar, men baserer seg på modellert utbreiing (sjå kapittel 4).

Den utbreidde bruken av handhaldne digitale einingar, som smarttelefonar, og effektiv digital dataflyt (sjå kapittel 5), kan danne grunnlag for observasjonssystem som gjer frivillig artskartlegging meir sikker, dokumentert og effektiv.

Desse systema strukturerer ikkje berre innsamlinga av informasjon, men sikrar og dokumenterer observasjonar, gjer dei tilgjengelege og utfører naudsynte berekningar som kartleggjarane kanskje ikkje har kapasitet eller kompetanse til sjølve (sjå Figur 3.5b). Nye teknologiar opnar òg for nye moglegheiter innan tradisjonelle metodar. Kombinasjonen av KI-basert identifikasjon, anten åleine eller saman med elektroniske identifikasjonsnøklar, gjer det mogleg å identifisere artar raskare og for fleire brukarar (Koch m.fl. 2022a, b).

Eit godt døme på eit slikt system er Hønsefuglportalen (<https://honsefugl.nina.no/Innsyn/nb>). Her bidreg frivillige frå heile landet til å registrere førekomstar av hønsefugl etter standardiserte innsamlingstrukturar. Data blir lasta opp til ein sentral database, der dei blir analyserte for å berekne tettleik ved hjelp av «distance sampling»-metodikk. Dette er avanserte metodar som enkeltpersonar sjeldan har ressursar eller kompetanse til å utføre åleine. Dei ferdigbehandla dataa blir deretter gjort tilgjengelege gjennom plattformer som Artskart og GBIF og sikrar slik vidare bruk og verdiskaping.



Ekorn (*Sciurus vulgaris*), Foto: Mort Herfindal, CC-BY-4.0

Kapittel 4

Bruk av kartleggingsinformasjon:
Korleis omsette informasjon frå artskartlegging
til kunnskap for avgjerder om natur

Samandrag:

- Resultata frå artskartlegging har breie bruksområde, frå forvalting og arealplanlegging til forskning, undervisning og politikktutforming.
- Kartlegginga er ofte utforma for å svare på konkrete spørsmål, som til dømes nærvær av truga artar i eit område eller effekten av tiltak. Samtidig blir resultata ofte nytta i andre samanhengar enn dei opphavleg var tiltenkt. Slik sekundærbruk gir kunnskap utover lokale nivå og støttar nasjonale og internasjonale prosessar som til dømes raudlistearbeid og forskingsprosjekt.
- Ei sentral problemstilling i kartlegging er å vurdere førekomst eller ikkje førekomst av artar i eit område. Dette krev metodar som tek høgd for at ein art kan vere til stades utan å bli observert. Praktiske og teoretiske utfordringar, som manglande data og kunnskap, gjer at slike problemstillingar i dag ofte baserer seg på ekspertvurdering.
- Kartlegging av geografisk utbreiing og habitatkrav skjer gjennom modellar, som artsutbreiingsmodellar (SDMs) og habitat-/nisjemodellar (HSMs). Tilnærmingar varierer basert på datakvalitet og metodiske val. Modelleringa må handtere skeivheiter i data og ta omsyn til menneskelege påverknader, spesielt for mobile artar.
- Å definere økologiske funksjonsområde krev kunnskap om ulike artar sin førekomst, spesifikke behov og korleis menneskeleg aktivitet påverkar arten. Det siste gjer at eit funksjonsområde òg kan omfatte område ut over det arealet arten brukar.



ULIK BRUK KREV ULIKE DATA OG ULIKE METODAR FOR Å TOLKA DEI

Resultata frå artskartlegging har breie bruksområde, frå forvalting og arealplanlegging til forskning, undervisning og politikktutforming.

Kartlegginga er ofte utforma for å svare på konkrete spørsmål, til dømes: Finst det truga artar i eit spesifikt område med planlagde inngrep? Kva er effekten av tiltak mot påverknad, som kan variere frå små inngrep (t.d. småkraftverk, små hyttefelt) til påverknader i stor skala (t.d. sur nedbør)? Eller: Kva bør kvotene for rypejakta vere i år?

Kartleggingsresultata blir òg nytta i andre samanhengar enn dei opphavleg tiltenkte, til dømes i nasjonale og internasjonale prosjekt og prosessar som utarbeiding av raudlister og framandartslistar, kartlegging av biologisk viktige område, og forskings- og utviklingsprosjekt. Slik bidreg kartleggingsdata ikkje berre til lokale formål, men òg til overordna kunnskapsutvikling og forvalting.

Slik sekundærbruk er avgjerande for å få oversikt over artar utover det lokale nivået, støtte samanstillt rapportering på regionalt, nasjonalt og internasjonalt nivå, og bidra til ny forskning som utviklar kunnskapsfronten.

Det finst eit stort utval metodar for tolking av data frå kartlegging, og det er ikkje rom for å gå i detalj på kvar enkelt her. Vi går gjennom nokre generelle prinsipp og fellestrekk, som gjeld for kartlegging i terrestriske, ferskvass- og marine miljø.

Sekundærbruk av kartleggingsdata er særleg viktig. Til dømes vil ei lokal vurdering, som ei konsekvensutgreiing, først undersøke kva eksisterande data som finst for området, før ein vurderer behovet for nye observasjonar (Miljødirektoratet 2021 | M-1941).



Elg (*Alces alces*). Foto: Ivar Herfindal, CC-BY-4.0



KORLEIS OMSETTE FUNN AV ARTAR TIL KUNNSKAP OM FØREKOMST?

Ei vanleg problemstilling ved bruk av resultat frå artskartlegging er å avgjere om ein eller fleire artar er til stades i eit avgrensa geografisk område. Dette kan til dømes handle om det finst truga og sårbare artar i eit område som er vurdert for eit planlagt inngrep – eller meir presist, å vurdere om dei ikkje finst der. Denne spegelvendinga er ein del av føre-var-prinsippet, som legg vekt på moglegheita for at ein art ikkje finst basert på kartleggingsresultata.

Både praktisk sett, men òg ut frå teoretiske prinsipp, er det matematisk umogleg å vere heilt sikker på at ein art ikkje finst i eit gitt område. Difor må ein heller vurdere sannsynet for at ein art er til stades eller ikkje i det undersøkte området. Dette krev kunnskap om sannsynet for å oppdage ein art basert på ein gitt innsats av observasjonar eller innsamling. I slike tilfelle må ein estimere sannsynet for at ein bestemt art finst i (har okkupert) området, samtidig som ein tek omsyn til at arten kan vere til stades, men ikkje alltid bli oppdaga.

Ein vanleg type analyse til dette føremålet vert kalla «occupancy modelling» (okkuperingsmodellering, t.d. MacKenzie 2018). Desse modellane justerer for at ein art kan vere til stades utan å bli observert. For å bruke slike modellar må ein ha data som inkluderer både funn og ikkje-funn, slik at ein veit kvar det er leita utan å finne arten eller artane ein leita etter. Slike analysar krev òg repeterte observasjonar, anten over tid, i ulike geografiske punkt eller område, eller begge delar.

I praktisk artskartlegging blir det sjeldan gjennomført formelle kvantitative vurderingar av sannsynet for at ein art er til stades i eit område. Dette kjem ofte av manglande kompetanse til å gjennomføre slike analysar, og mangelfull dokumentasjon av innsamlingsprosessen, manglande finansiering og at dette ikkje er ein del av bestillingsprosessen (sjå kapittel 2 og 3). Innsamlinga er ofte ikkje systematisk nok til å støtte denne typen evalueringar. I slike tilfelle vert det i staden gjort ei ekspertvurdering, som kan inkludere ei eksplisitt vurdering av sannsynet for at ein art førekjem basert på innsamlingsmetoden.

Ved konsekvensutreiingar vert sannsynsvurderingar ofte ikkje gjort eksplisitt. Likevel blir denne typen vurderingar implisitt tekne med når ei avgjerd basert på utreiinga skal fattast. Ein kan ikkje vente at alle som utfører alle typar kartlegging, har nødvendig bakgrunnskunnskap til å utføre statistiske berekningar av denne typen. Ein kan derimot gjennom gode instruksar og digital dataflyt etablere system kor berekningar automatiserast. Eit døme på dette er førnemnde Hønsefuglportalen (<https://honsefugl.nina.no/Innsyn/nb>). Datainnsamlinga er her desentralisert og basert på lokal innsats, men utført etter standardiserte protokollar. Tettleiken av hønsefugl blir utrekna ved bruk av avanserte statistiske metodar som dei enkelte lokale aktørane ikkje har høve eller kompetanse til å utføre sjølve. Standardisering av data og ein digital dataflyt gjer at berekningar kan utførast av etablerte prosessar og gjerast fortløpande tilgjengelege for lokale interessentar.





Lunde (*Fratercula arctica*, Linnaeus, 1758). Foto: Magdalene Langset, CC-BY-4.0



FRÅ FUNN AV ARTAR TIL UTBREIING- OG HABITATMODELLAR

Ei vanleg problemstilling innan kartlegging av artar er å skaffe kunnskap om geografisk utbreiing og habitatkrav til ein art. Konseptuelt er desse to aspekta nært knytte saman. Sjølv om ekspertvurderingar framleis vert brukte, har det blitt stadig meir vanleg å nytte statistiske modellar for å avleie denne informasjonen frå kartleggingsdata.

For å omsetje data frå artskartlegging til innsikt om utbreiing og habitatkrav, er statistiske metodar som nyttar samanhengar mellom observasjonar av artar og miljøvariablar dei mest vanlege. Det er òg ein del forskning som utforskar korleis slike eigenskapar kan avleiest frå fysiologiske variablar hos enkeltartar. Bruken av statistiske modellar for å estimere utbreiing eller miljøkrav har hatt ein kraftig auke dei siste åra (Guisan m.fl. 2017), mykje grunna betre tilgang til data gjennom nye innsamlingsmetodar (Hampton m.fl. 2013) og lettare tilgang på modelleringsverktøy.

Vanlegvis kan ein skilje mellom to hovudtilnærmingar: artsutbreiingsmodellar (eng. «species distribution models», SDMs), som estimerer geografisk utbreiing, og habitat-/nisjemodellar (eng. «habitat suitability models», HSMs), som fokuserer på habitatkrav. Desse modelltypene adresserer i stor grad dei same problemstillingane, men nyttar ofte ulike statistiske teknikkar (Hirzel og Le Lay 2008).

Modellane kan grovt sett delast inn i fire kategoriar basert på type data som blir nytta (Isaac m.fl. 2020):

- Ekspertvurderingar: Her blir utbreiing basert på ein kombinasjon av observasjonar og erfaringsbasert kunnskap om førekomst og miljøkrav til ulike artar.
- Modellar basert på førekomstdata: Desse manglar informasjon om innsats og ikkje-funn, noko som gjer dei sårbare for skeivheiter i innsamling og systematiske utvalsfeil (sjå kapittel 2).
- Modellar basert på innsatsdata: Desse inkluderer både funn/ikkje-funn og/eller kvantitative data. Tilnærminga er i slekt med okkupasjonsmodellering, men slike data er ofte lite tilgjengelege.
- Integrerte artsutbreiingsmodellar (iSDM): Desse kombinerer førekomstdata med innsatsdata for å korrigere for skeivheiter i utval. Dette rammeverket er relativt nytt, men blir stadig meir brukt.

Ekspertvurdering kan ein sjå på som ein type modell, og desse er òg mykje brukte i samband med til dømes internasjonalt raudlistearbeid (IUCN 2024). Modellar baserte på førekomstdata er òg ofte brukte, særleg



innan storskala biogeografi og makroøkologi, då slike data er lett tilgjengelege. Ein føresetnad for desse modellane er at skeivheiter i innsamling blir jamna ut når ein samanstillar data frå store område (Boyd m.fl. 2022). Erfaringane med bruk av desse metodane på finare skala er svært varierende (Gomes m.fl. 2018).

Ein metode for å korrigere skeivheiter i innsamling er å inkludere hjelpevariablar som reflekterer innsamlingsinnsatsen. Det meste av data, både frå profesjonell innsamling og folkeforsking, er samla nær vegar og annan infrastruktur der folk ferdast (Mandeville m.fl. 2022). Denne tilnærminga er berre gyldig viss hjelpevariablar ikkje er korrelerte med miljøvariablar som påverkar utbreiinga av arten. Dette er ofte ikkje tilfelle. Innsatsen på kartlegging kan vere høgst i område med høgt artsmangfald, som langs vassdrag, der miljøforholda òg er gunstige for mange artar. Ein kan då ikkje bruke slike metodar til å skilje mellom område med høgt artsmangfald og høg innsats på kartlegging.

Utfordringane med skeiv innsamlingsinnsats, og avgrensingane ved bruk av hjelpevariablar som korrigerande tiltak, har gjort at det har blitt utvikla meir avanserte metodar for å nytte førekomstdata i artsmodellering. Ein slik tilnærming er integrert modellering, som gjer det mogleg å kombinere data med god informasjon om innsamlingsprosessen – til dømes datasett som inneheld både funn og ikkje-funn – med meir opportunistiske data som berre seier noko om førekomst, utan kjennskap til innsats eller dekningsgrad (Isaac m.fl. 2020; Mostert & O'Hara 2023; Finstad m.fl. 2024). Desse modellane kan utnytte den breie taksonomiske og geografiske dekninga til førekomstdata, samstundes som dei hentar detaljert innsamlingsinformasjon frå strukturerte datakjelder med innsatsinformasjon. Eit slikt rammeverk kan eksplisitt ta høgde for skeivheiter i innsamlinga.



Figur 4.3: Skeivheiter i innsamlinga av artsdata er ofte forskjellige avhengig av oppløysinga. I utsnittet på figuren frå Midt-Norge vil ein sjå korleis artsdata finst der det er infrastruktur som tettstader og vegar. På større skala er det dei store skilnadene på administrativt nivå som er framståande. Dei store forskjellane innan og utanfor EU reflekterer både innsats i kartlegging av artar, men òg i kor stor grad data blir delte internasjonalt. Kartet viser funn av artar registrert i Artskart / GBIF og er teikna med bruk av GBIF kart-API (GBIF 2024b).



FRÅ FUNN AV ARTAR TIL ØKOLOGISK FUNKSJONSOMRÅDE

I norsk lovverk er omgrepet «økologisk funksjonsområde» definert i naturmangfaldlova:

“økologisk funksjonsområde: område – med avgrensing som kan endre seg over tid – som oppfyller en økologisk funksjon for en art, slik som gyteområde, oppvekstområde, larvedriftsområde, vandrings- og trekkruiter, beiteområde, hiområde, myte- eller hårfellingsområde, overnattingsområde, spill- eller parringsområde, trekkvei, yngleområde, overvintringsområde og leveområde;” (Naturmangfaldlova, §3 LOV-2022-06-17-64)

Økologisk funksjonsområde kan definerast generelt eller for spesielle prioriterte artar. Det blir gitt spesielle føringar for definering av “økologisk funksjonsområde” for nasjonalt prioriterte artar (Naturmangfaldlova, §24 LOV-2022-06-17-64, Miljødirektoratet 2013).

Korleis ein skal kartlegge artar og gå frå funn av artar til definering av “økologisk funksjonsområde”, er difor sentrale spørsmål i samband med kartlegging av artar og bruk av resultat. Ein gjennomgang av fagrunnlag for kartlegging av funksjonsområde for terrestriske artar er gitt av Framstad m.fl. (2018). Òg Hovstad m.fl. (2024) gir ei utreiing av ulike vegar til å kartlegge “økologisk funksjonsområde”. Vi vil i dette avsnittet derfor gi ein kort oppsummering av korleis “økologisk funksjonsområde” heng saman med kartlegging av artar generelt, på tvers av ulike økosystem.

Sidan summen av alle område med ein økologisk funksjon for ein art utgjer artens totale leveområde, blir «økologisk funksjonsområde» definert som ein smalare kategori (Framstad m.fl. 2018). Ifølgje naturmangfaldlova skal eit «økologisk funksjonsområde» ha ein klart avgrensa geografisk definisjon, og det blir føresett at dette er område som er avgjerande for artens livssyklus. Artar med stor utbreiing og generelle habitatkrav vil difor oftast ikkje vere relevante i denne samanhengen.

Kva som utgjer ei «distinkt avgrensing» og kva artar som bør inkluderast, avheng av ei vurdering av kva som er praktisk og høvande for forvaltninga. Valet av artar og livsstadium som skal omfattast av omgrepet, er derfor i stor grad eit forvaltingsmessig spørsmål. For artar som er fastsitjande eller elles lite mobile, vil funksjonsområdet ofte vere identisk med leveområdet.

Omgrepet «økologisk funksjonsområde» representerer difor ein kombinasjon av forvaltingspraksis og naturvitskapleg definisjon. Det balanserer praktiske behov i forvaltninga med vitskapleg forståing av artens økologi og levekrav.



Hovstad m.fl. (2024) skildrar ulike hovudmetodar for å avgrense funksjonsområde. Ei tilnærming er å basere avgrensinga på geografisk variasjon i biotiske og abiotiske miljøvariablar, samt korleis desse variablane påverkar artens bruk av ulike habitat gjennom ulike livsstadium. Dette krev solid kunnskap om artens miljøkrav i dei relevante livsstadia.

Ein annan metode er å bruke direkte observasjonar av arten i aktuelle livsstadium for å avgrense funksjonsområde geografisk. For mobile artar er det likevel ofte ikkje tilstrekkelege data til å etablere direkte samanhengar mellom observasjonane og arealbruk i kritiske livsstadium. I slike tilfelle må ein ofte overføre («ekstrapolere») kunnskap frå andre studiar eller område, noko som kan vere utfordrande.

For artar som krev store areal, kan det vere spesielt vanskeleg å avgrense funksjonsområdet for ulike livsstadium. Her kan det vere naudsynt å inkludere informasjon om korleis arten bruker og flyttar seg i landskapet, som til dømes trekkvegar. Modellering basert på telemetridata blir i denne samanhengen framheva som ein mogleg metode for å kartlegge og avgrense slike funksjonsområde.

I prinsippet kan alle metodar for å kartleggje økologiske funksjonsområde klassifiserast som anten okkupasjonsmodellering eller habitatmodellering. Ved okkupasjonsmodellering prøver ein å estimere sannsynet for at ein art i eit gitt livsstadium bruker eit spesifikt område. Habitatmodellering, på den andre sida, baserer seg på å avgrense området ut frå kjende samanhengar mellom miljøvariablar og artens habitatbruk.

Begge tilnærmingane står overfor dei same grunnleggjande utfordringane som tidlegare er omtala i kapittel 4. Dette inkluderer utfordringar knytt til datakvalitet, skeivheiter i innsamling og modelltilpassing. Slike problemstillingar gjeld uavhengig av om ein nyttar ein kvantitativ datadriven modell eller ein ekspertdriven modell ("ekspertvurdering"). Valet mellom dei to metodane, eller ein kombinasjon av dei, avheng ofte av tilgangen på data, artens spesifikke økologiske krav, og formålet med kartlegginga.

Det er altså ein rekke omsyn som skal takast for avgrensingar av funksjonsområde. Ein vil anten krevje gode observasjonar som tillèt ein vurdering av sannsyn for okkupasjon, eller gode samanhengar mellom miljø og habitatbruk. Å kvantifisere ved bruk av modellar er i større grad etterprøvbart enn ekspertvurderingar, men sett store krav til datagrunnlag. Det vil krevje at ein framover, som diskutert ovanfor, samlar meir relevant informasjon om funn. Dette gjeld både innsats, fråvær av funn og miljøvariablar. For mange artar er det ikkje gitt at dette krev meir kartlegging, men heller betre informasjonshandtering og noko registrering av tilleggsvariablar.

Det er i tillegg nokre generelle omsyn ein må ta. Avgrensing av funksjonsområde basert på overføring av kunnskap om habitatbruk og miljøvariablar frå nærliggjande område kan vere utfordrande, spesielt for mobile artar. Artar som villrein kan endre habitatbruk som følge av tekniske inngrep og menneskeleg aktivitet, som hyttefelt, turistløyper, og transport- eller energiinfrastruktur. Til dømes vil villrein ofte unngå område med slik aktivitet, noko som gjer telemetridata frå eitt område vanskelege å bruke direkte i avgrensing av funksjonsområde i eit anna.

Samanhengane mellom miljøvariablar og habitatbruk i slike område kan dessutan vere påverka av at habitatbruk allereie er «korrigert» av menneskelege forstyrringar. Det er sjeldan tilfeldig kor hyttefelt, turistløyper og infrastruktur blir plasserte; desse er ofte korrelerte med dei same miljøvariablane som òg styrer artens naturlege habitatbruk. Dette kan føre til misvisande resultat i modellane, der planlagde inngrep feilaktig ikkje blir vurderte som del av viktige funksjonsområde for villrein eller andre artar.

For å sikre robustheit i modelleringa av funksjonsområde, er det difor viktig å ta omsyn til slike menneskelege påverknader når ein overfører data mellom område. Dette krev ei nøye vurdering av både datagrunnlag og metodikk, og understrekar kor kritisk det er å bruke kontinuerlege, objektive og kompatible miljøvariablar i habitatmodellering.



Ein annan viktig faktor ved avgrensing av funksjonsområde er at arealbruk ikkje berre omfattar det fysiske arealet der arten oppheld seg i eit bestemt livsstadium. Funksjonsområdet inkluderer òg dei nærliggande områda som blir påverka av ulike forstyrringar, som kan ha innverknad på artens bruk av habitatet. Dette kan forståast som det motsette av eit "influensområde" frå eit teknisk inngrep i naturen – ei buffersone rundt artens kjerneområde. Til dømes kan ein tenkje seg at ein lokalitet for reproduksjon kan bli påverka av menneskeleg aktivitet, til dømes støy, i eit mykje større område rundt enn det som er i bruk.

Å definere ein slik buffersone på ein fagleg fundert måte krev detaljert kunnskap om artens økologi, inkludert åtferd, toleranse for forstyrringar og bruken av omkringliggande areal. Det kan òg vere viktig kunnskap om korleis arealbruk påverkar habitat. Til dømes kan funksjonsområde for ein art som storsalamander vere avhengig av arealbruk og påverknad på avrenning frå omliggande nedbørsfelt for yngledammar (Dervo og van der Kooij 2020).

Utan denne kunnskapen kan avgrensinga av funksjonsområde bli unøyaktig, noko som kan føre til mangelfulle vurderingar i både forvaltings- og planleggingsprosessar. Ein tilnærming som tek høgde for slike faktorar, er difor avgjerande for å sikre at funksjonsområda reflekterer både artens økologiske behov og dei menneskelege påverknadene.



Svalbardrein (*Rangifer tarandus subsp. platyrhynchus* Vrolik, 182), CC-BY-4.0



Kapittel 5

Dataforvalting, kvalitetskontroll
og gjenbruk av informasjon
frå kartlegging

Samandrag:

- Offentleg tilgjengeliggjering av data frå kartlegging av artar er viktig for openheit, gjenbruk og ressurseffektivitet. Det er fire hovudårsaker til dette: (1) rettslege krav og demokratisk openheit, (2) styrking av etterprøvbarheit, (3) auka ressursutnytting gjennom sekundærbruk i forvaltning, forskning og innovasjon, og (4) etiske omsyn for å redusere behovet for forstyrningar og dyreforsøk gjennom gjenbruk av data.
- Noreg sitt regelverk, inkludert Grunnlova og EU-direktiv, stiller krav til openheit og standardisering for å sikre offentlig innsyn i miljødata. For å sikre best mogleg gjenbruk må data oppfylle dei såkalla "FAIR-prinsippa": Dei må vere søkbare, tilgjengelege, interoperable (samverkande) og gjenbrukbare. Dette krev at data blir gjorde standardiserte og maskinlesbare.
- Hovudplattformane for deling av artsdata i Noreg i dag er Artskart og den internasjonale plattformen GBIF. Desse bruker Darwin Core-standard, som legg til rette for ein fleksibel og global deling av artsdata.
- I nokre tilfelle bør delar av data skjermast for offentlig deling. I hovudsak gjeld dette detaljert lokasjon for visse livsstadium av sårbare artar. Men aktørar med relevante og aktverdige formål må sikrast tilgang til desse lokasjonane.



KVIFOR BØR DATA FRÅ KARTLEGGING AV ARTAR VERA OFFENTLEG TILGJENGELEG?

Det kan vere freistande å låne Noregs forskingsråd si anbefaling om deling av forskingsdata – "så opne som mogleg og så lukka som nødvendig" – når ein òg skal snakke om deling av data frå kartlegging av artar. Det er i hovudsak fire ulike grunnar til at all data frå offentlig pålagt eller finansiert overvaking skal gjerast tilgjengeleg, og to grunnar til at delar av nokre datasett må skjermast.

Dei viktigaste grunnane til at data skal vere mest mogleg opne er (i) regelbaserte, (ii) omsyn til reproduserbarheit og openheit i grunnlaget for avgjerder, (iii) omsyn til ressursbruk og å gjere mogleg ombruk frå offentlig forvaltning, forskning og innovasjon, og (iv) etiske omsyn der ombruk av data kan medføre eit mindre behov for nye innsamlingar og forstyring av natur eller lidingar for dyr. Nokre data bør ein skjerme for innsyn. Dette gjeld då berre delar av datasett, og i dei fleste høve skjerming av nøyaktig stadfesting av lokalitet for truga eller sårbare artar. I dette avsnittet går vi gjennom grunnane til at data skal

vere opne. Omsyn til skjerming av data grunna truga eller sårbare artar blir drøfta i kapittel 5.

Grunnfesta i norsk lovgjeving og praksis er offentlegheita si rett til innsyn i saksdokument frå forvaltninga. Dette blir rekna som eit grunnleggjande demokratisk prinsipp (NOU 2024: 14. *Med lov skal data delast — Ny lovgivning om viderebruk av offentlige data*. Digitaliserings- og forvaltningsdepartementet, 2024). Som nemnt i kapittel 1 har retten til kunnskap om miljøet og verknadene av planlagde og igangsette inngrep i naturen ei særskilt vern etter Grunnlova:

“Borgerne har rett til kunnskap om naturmiljøets tilstand og om virkningene av planlagte og iverksatte inngrep i naturen, slik at de kan ivareta den rett de har etter foregående ledd” (Grunnloven § 112, andre ledd).

Tilgjengeleggjing av data frå miljøundersøkingar, inkludert kartlegging av artar, er òg spesifikt nemnt i fleire forskrifter og direktiv. Gjennom EU-direktiv 2019/1024 blir det stilt krav om at offentlege miljødata skal vere opne. Både geodatalova og miljøinformasjonslova stiller krav til forvaltning av miljødata. Det blir òg stilt krav om at relevante standardar skal følgjast. Forskrift om konsekvensutgreiingar (FOR-2017-06-21-854, § 24) lyder:

“Data som er samlet inn i arbeidet med konsekvensutredningen skal systematiseres i samsvar med standarder når slike foreligger. De systematiserte dataene skal gjøres tilgjengelige for offentlige myndigheter, slik at dataene kan legges inn i offentlige databaser. Der det er lagt til rette for dette, skal forslagsstilleren selv legge inn de innsamlede dataene i offentlige databaser.”

Openheit i grunnlaget for myndigheitsutøving ligg til grunn for mykje av dei lov- og forskriftsbaserte krava til openheit i datagrunnlaget som er nemnde over. Det kan argumenterast for at det ikkje berre er sjølv grunnlaget for dei einskilde avgjerdene som utløyser eit openheitskrav, men òg grunnlaget for grunnlaget. Dette gjeld spesielt når grunnlaget for avgjerder består av resultat frå modellar og samanstillingar. Skal ein i det heile kunne etterprøve avgjerder som baserer seg på dette, må primærdata vere tilgjengelege slik at samanstillingar og modellar kan etterprøvast. Her er det igjen nyttig å sjå til forskning.

Det er eit anerkjent prinsipp i dei fleste vitenskaplege tidsskrift at grunnlagsdata skal gjerast tilgjengelege når ein artikkel blir publisert. Svært mange tidsskrift krev no òg at data blir gjorde offentleg tilgjengelege i godkjende dataarkiv. Erklæringar om tilgjengeleggjing av data ved førespurnad (“data will be available upon request to the authors”) har vist seg ikkje å fungere (Tedersoo m.fl. 2021). Sjølv om praksis på langt nær er perfekt i forskning og mykje data blir liggande i notatbøker og skuffer, er prinsippa i høgste grad overførbare til kartlegging av artar. Ein kan vidare argumentere for at behovet for openheit blir større jo meir direkte anvende resultat er. Med kort veg frå resultat til avgjerd blir også behovet for gjennomskikt større.

Gjenbruk av data er òg heilt nødvendig i samband med konsekvensutgreiingar. Handbok om konsekvensutgreiing av klima og miljø (M-1941, 2023) legg til grunn:

“Kartlegging av kunnskapsgrunnlaget innen naturmangfold innebærer både søk i eksisterende databaser og innhenting av ny kunnskap”

Gjenbruk av data vil òg ofte vere ressurseffektivt. Ikkje berre med tanke på å unngå unødvendig gjentakning av undersøkingar, men òg fordi potensialet for innovasjon og kunnskapsinnhenting aukar med moglegheta for fri gjenbruk av data:

“Offentlige data som blir omarbeida eller kopla saman med andre data, kan bidra til bedre tenester, ny innsikt eller andre verdiskapande aktivitetar og produkt. Å leggje til rette for deling og bruk av offentlige data er difor eit viktig bidrag til auka innovasjon, næringsutvikling og openheit i samfunnet” (NOU 2024: 14).



Når ein kjem til store nasjonale og internasjonale prosessar og reiskapar for forvaltning, som naturrekneskap eller rapportering, er ikkje berre gjenbruk av data frå kartlegging av artar ressurseffektivt – det er heilt naudsynt. Det er rett og slett ikkje mogleg å duplisere all innsats. Ny teknologi gjer det òg nyttig å sjå på nytt kva for data som bør gjerast tilgjengelege. For ikkje mange år sidan var det ikkje vanleg å dele anna enn oppsummerte resultat. Nye metodar for statistisk analyse og ikkje minst framveksten av kunstig intelligens (KI) gjer at vi både treng og kan nyttiggjere oss eit heilt anna detaljnivå i rådata enn tidlegare. Det er ein føresetnad for ein open og gjennomsiiktig utvikling av KI at denne baserer seg på opne data (Rodgers m.fl. 2023).

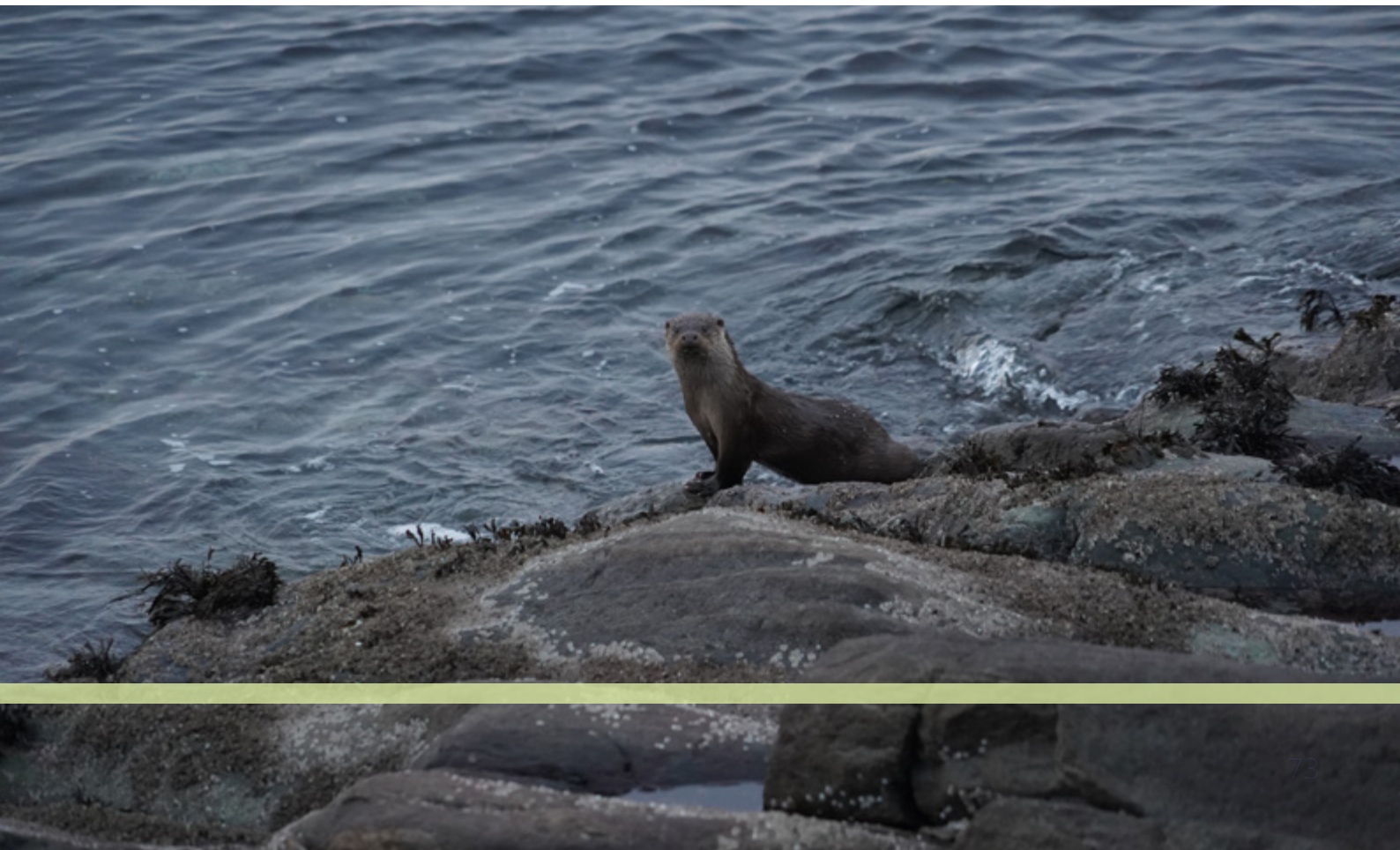
Det vil vere av stor betyding i ein større samfunnsmessig samanheng at primærdata – ikkje berre samanstilte data som ligg til grunn for avgjerder – blir gjorde tilgjengelege for offentlegheita. Dette gjeld òg ikkje berre tradisjonelle data, men òg multimedia som bilete- og lydfiler, og genetiske sekvensdata.

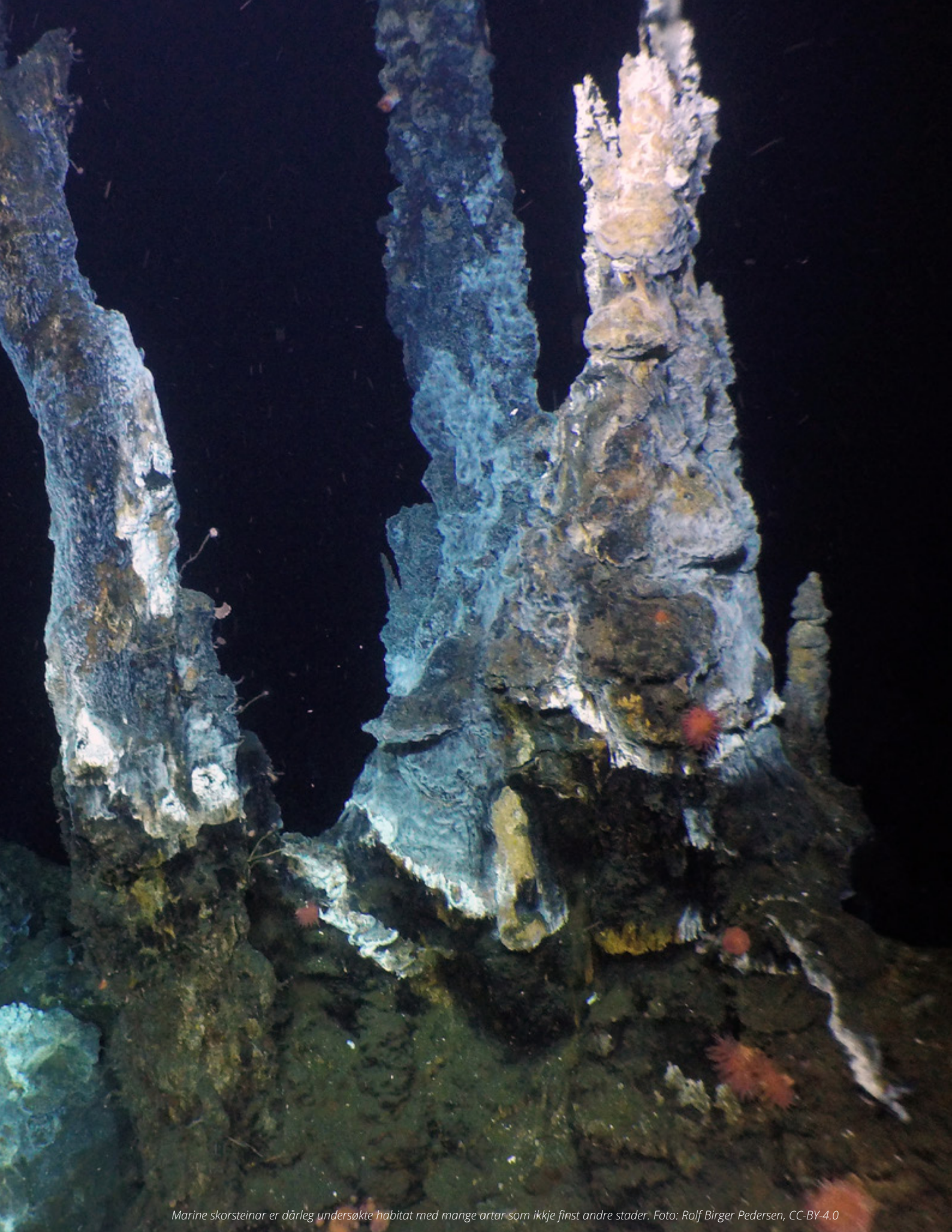
I nokre tilfelle vil kartlegging av artar kome inn under forskrift om bruk av dyr i forsøk (FOR-2015-06-18-761), spesielt der ein brukar inngripande metodar på enkeltindivid, til dømes telemetri på virveldyr. Deling av data frå dyreforsøk er spesielt nemnt i dei etiske retningslinene for bruk av dyr i forskning:

“Forskeren har ansvar for å sikre åpenhet om forskningsfunn og for å legge til rette for deling av data og materiale fra dyreforsøk. Slik åpenhet og deling er vesentlig for å unngå unødvendige gjentakelser av forsøk... Som en hovedregel bør negative resultater fra dyreforsøk gjøres tilgjengelig. Tilgjengeliggjøring av negative resultater vil kunne gi andre forskere informasjon om hvilke forsøk som er uhensiktsmessige, sette fokus på mindre heldige forsøksdesign, og bidra til å redusere bruken av dyr i forskning.” (Den nasjonale forskningsetiske komité for naturvitenskap og teknologi, 2018).

Ein kan argumentere for at dei same prinsippa òg kan gjelde for all kartlegging som på ein eller annan måte går i inngripen med sårbar natur – anten ved å forstyrre ved ferdsel, ved å hauste materiale eller ved å avlive dyr.

Oter (*Lutra lutra*). Foto: Ivar Herfindal, CC-BY-4.0





Marine skorsteinar er dårleg undersøkte habitat med mange artar som ikkje finst andre stader. Foto: Rolf Birger Pedersen, CC-BY-4.0



KORLEIS KAN DATA FRÅ KARTLEGGING GJERAST TILGJENGELEG?

Spørsmålet om korleis data blir gjorde tilgjengelege, er eigentleg fire ulike spørsmål. Dei to første handlar om tekniske løysingar for å gjere data mogleg å finne att og få tilgang til. Det tredje handlar om standardar, slik at data frå ulike kjelder kan brukast saman. Vi seier ofte at data må “snakke saman”; dette er berre mogleg viss data er standardiserte på eitt eller fleire nivå som kan kommunisere med kvarandre. Det siste handlar om å gjere data klare for gjenbruk ved hjelp av lisensar som gjer relevant bruk mogleg.

Desse fire spørsmåla er nedfelte i det som vi kallar FAIR-prinsippa (Wilkinson m.fl. 2016). FAIR er eit akronym frå engelsk for “Findable” (søkbart), “Accessible” (tilgjengeleg), “Interoperable” (samverkande med andre data) og “Reusable” (gjenbrukbart). I klartekst betyr dette at data må vere mogleg å søkje opp på nett, vere tilgjengelege for nedlasting, vere standardiserte og byggje på ein datamodell som gjer det mogleg å bruke dei saman med andre relevante data, og at dei har opne lisensar for relevant gjenbruk.

Det er skrive mykje om FAIR-prinsippa på norsk (t.d. Hovstad m.fl. 2024, Kunnskapsdepartementet 2018), og dette er òg nemnt eksplisitt i ulike rettsakter frå EU som no blir vurderte som gjeldande for Noreg (NOU 2024: 14). Vi vil i denne seksjonen kort gå gjennom standardane og infrastrukturane for deling av artsdata i Noreg og i verda, og korleis desse blir nytta. Dette er berre ei ramme, og det blir presisert at det i samband med utarbeiding av rettleiarar og instruksar for kartlegging av artar må utarbeidast detaljerte skildringar av korleis data skal standardiserast. Målet med teksten nedanfor er å gjere merksam på at standardar og infrastruktur for deling og standardisering av artsdata finst.

Det er vanskeleg å diskutere standardisering av data heilt separat frå infrastruktur for deling. Datastandardar er ofte ein viktig og samanvevd del av ein digital infrastruktur. Det er derfor først naudsynt å peike på at data frå kartlegging av artar ikkje berre er geodata, altså geografisk stadfesta informasjon. Sjølv om data frå kartlegging av artar inneheld geodata som ein viktig komponent, og stadfesting er ein sentral del av informasjonsinnhaldet, er omfanget av informasjon mykje større. Dette kjem av den nødvendige hierarkiske kompleksiteten i informasjonen (sjå kapittel 1). Det gjer at datastandardar for geodata, som dei som er fastsette gjennom INSPIRE-direktivet (Direktiv 2007/2/EF om etablering av infrastruktur for geografisk informasjon), kan vere relevante for standardisering av deriverte data og kartprodukt, men ikkje er tilstrekkelege for deling av primærdata frå kartlegging av artar. Mykje relevant informasjon vil då gå tapt.



I Noreg er tenesta Artskart (<https://artskart.artsdatabanken.no>) frå Artsdatabanken den offisielle visinga av data frå kartlegging av artar. Dataflyten i Artskart er bygd opp rundt den internasjonale standarden Darwin Core (DwC; <https://dwc.tdwg.org>), som dokumenterer innhaldet i einskilde datapostar, og Ecological Metadata Language (EML; <https://eml.ecoinformatics.org>), som dokumenterer metadata. Data i Artskart flyt saumlaust saman med det globale artskartet forvalta av den mellomstatlege organisasjonen Global Biodiversity Information Facility (GBIF; <https://www.gbif.org>). Marine data blir òg delte gjennom Ocean Biogeographic Information System (OBIS; <https://obis.org>) og flyt mellom GBIF og OBIS. Dette er mogleg fordi Artskart, GBIF og OBIS deler datastandardar og noko underliggende infrastruktur (sjå kapittel 5).

DwC-standarden blir vedlikehalden av Darwin Core Maintenance Interest Group under organisasjonen Biodiversity Information Standards (TDWG; <https://www.tdwg.org>). TDWG er ein globalt orientert NGO med føremål å leggje til rette for internasjonalt samarbeid og deling av informasjon om biologisk mangfald. Det finst òg fleire tillegg (ekstensjonar) til DwC som kan nyttast for å utvide informasjonsinnhaldet (<https://rs.gbif.org/extensions.html>). Spesielt kan ein nemne Humboldt-ekstensjonen (<https://eco.tdwg.org/list>), ein nyutvikla standard skreddarsydd for å gjere det enklare å dele data frå strukturert kartlegging av artar.

Styrken til Darwin Core, som den viktigaste standarden for kartlegging av artar, er at han inkluderer ei ordliste med omgrep (som i andre samanhengar kan kallast eigenskapar, element, felt, kolonnar, attributt eller konsept) som har til formål å gjere det enklare å dele informasjon om biologisk mangfald.

Mange av dei ulike termene er òg fleksible og kan innehalde mange ulike typar data. Til dømes kan ein angi mengda av ein art med ein dobbelterm der ein noterer både kvantitet ("organismQuantity") og måleining ("organismQuantityType").

Darwin Core er ikkje ein streng datastandard. Han tilbyr identifikatorar, etikettar og definisjonar, og er forsiktig med å setje absolutte krav til bruk av termar. Dette gjer det vanskelegare å oppnå full semje mellom ulike datakjelder. Derfor er det òg mange frå informatikkmiljø som ikkje nødvendigvis ser på Darwin Core som ein datastandard, men meir som ei samling omgrep.

Samanlikna med mange andre fagfelt er innsamling av artsdata mykje meir fragmentert, med eit mangfald av institusjonar, forskargrupper og land involvert. På global skala er det derfor vanskeleg å tenkje seg ein veldig rigid dokumentasjon av artsdata. Globalt er Darwin Core og assosierte infrastrukturar likevel ein suksess, og meir enn 3 milliardar datapostar frå over 100 000 datasett blir no gjorde tilgjengelege i felles format gjennom GBIF sin dataportal (GBIF.org 2024). Dette er data om førekomstar av ulike artar samla inn med ulike metodar, frå folkeforsking til standardiserte overvakingsprogram, museumsbelegg, miljø-DNA og fotofeller.



I dag blir data som blir offentleggjorde gjennom Artskart, GBIF og OBIS lisensierte med maskinleselege lisensar som gjer gjenbruk mogleg. Dei mest brukte i praksis er CC0, CC BY, CC BY-NC og CC BY-SA. CC0 er strengt tatt ikkje ein lisens, men ein mekanisme som gjer det mogleg for ein opphavsperson å fråskrive seg alle opphavsrettar til det offentlege domenet. Det betyr at alle kan bruke, endre og dele materialet fritt, utan å be om løyve eller kreditere opphavspersonen. Dei andre lisensane gjer det mogleg å gjenbruke data og materiale under gitte vilkår: sitering (CC BY), sitering og ikkje-kommersiell bruk (CC BY-NC), eller sitering og deling på same vilkår (CC BY-SA).

I praksis er korrekt bruk av lisensar komplisert og ofte dårleg forstått. Ein blandar ofte saman lisensiering av data med eit ønske om fagleg sitering i vitskapleg samanheng, sjølv om desse ikkje har noko med kvarandre å gjere. Fagleg sitering av kjelder er eit krav for transparens og gjennomsikt og må følgjast for å ivareta forskningsetiske prinsipp (ICMJE, 2023). Lisensiering er derimot knytt til åndsverklova (LOV-2018-06-15-40) og gjeld i utgangspunktet kreative arbeid. Faktaopplysningar som at nokon har observert ein art på ein gitt stad til ein gitt tid, kan normalt ikkje lisensierast, men det finst eit unntak for databasar i lova:

“Den som fremstiller en database, som for eksempel et formular, en katalog, en tabell, et program eller lignende arbeid, hvor innsamling, kontroll eller presentasjon av innholdet innebærer en vesentlig investering, har enerett til å råde over hele eller vesentlige deler av databasens innhold ved uttrekk fra eller gjenbruk av databasen” (LOV-2018-06-15-40 § 24 fyrste ledd).

Det er òg avgrensingar på kva som kan skjermast etter åndsverklova:

“Eneretten etter første ledd gjelder tilsvarende ved gjentatt og systematisk uttrekk eller gjenbruk av uvesentlige deler av databasen, dersom dette utgjør handlinger som skader den normale bruken av databasen eller urimelig tilsidesetter fremstillerens legitime interesser.” (LOV-2018-06-15-40 § 24 andre ledd).

Det er ikkje heilt rett fram å seie kvar grensa går mellom datasett og database, eller kva som er “framstillarens legitime interesser” i samanheng med data frå kartlegging av artar. Som hovudregel kan ein ikkje setje lisensar med krav om sitering på noko ein ikkje har opphavsrett til.

Når det gjeld enkeltdata frå kartlegging, er utgangspunktet at andre lisensar bør unngåast. Det finst òg praktiske grunnar til dette – ikkje minst kompleksiteten ved sitering når ein lagar større deriverte dataprodukt eller algoritmar for maskinlæring. Med tanke på både praktiske og juridiske problemstillingar er det derfor å tilrå at mesteparten av data blir gitt ut under ein CC0-markør for fråsegn av rettार. Ynskje om sitering bør uansett ivaretakast gjennom forskningsetiske retningslinjer og krav til transparens der det er relevant.





PRAKTISK BRUK AV DATASTANDARAR

Det er sjølvsagt ønskeleg å ha ei meir rigid standardisering av artsdata. Artsdata blir samla inn med eit stort utval av både tradisjonelle og nye metodar. Den basale informasjonen om kva for art som er observert kvar og når, har godt etablerte retningslinjer for dokumentasjon (Artsdatabanken 2024). Men det finst eit stort mangfald av ulike måtar ein kan bruke Darwin Core på for å dokumentere meir komplekse data. I nasjonal forvaltning av data frå kartlegging av artar, både nasjonalt og innan interessegrupper, er det både naudsynt og realistisk å leggje til rette for ein meir rigid bruk av datastandarar. Det finst fleire døme på korleis ein kan bruke Dwc i ein slik samanheng (t.d. Abarenkov m.fl. 2023). Data frå dei fleste typar kartlegging av artar kan dokumenterast med Darwin Core. Dei ulike klassane av termar i Darwin Core heng godt saman med dei ulike stega i datainnsamlinga frå ei kartlegging (sjå Figur 5.3a).

Nokre av problema kan vere knytte til dei tekniske formata for datadeling. Datamodellen som blir brukt for deling av data gjennom Artskart og GBIF og Darwin Core Archive (Dwc-A) er utvikla med hovudvekt på førekomstdata frå naturhistoriske samlingar. Dette formatet er ikkje alltid intuitivt å bruke når ein skal dokumentere den hierarkiske strukturen i data som er nødvendig for meir komplekse datatypar enn enkle førekomstdata. Dwc-A har ein stjerneforma relasjonsmodell som data må tilpassast (sjå Figur 5.3b).

I dag støttar Darwin Core Archive tre ulike kjernemodellar:

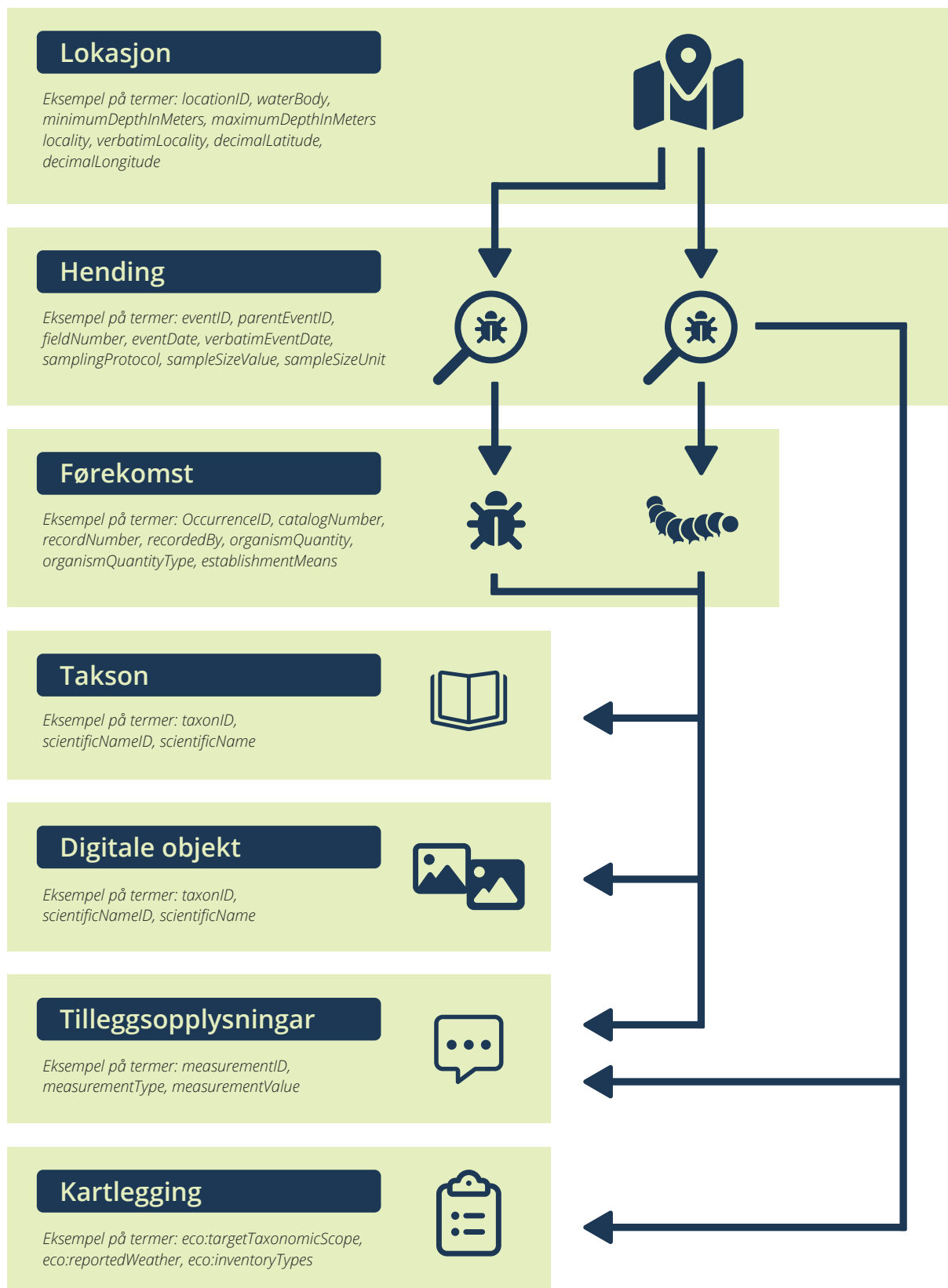
- Taksonkjerne ("taxon core"): Kan brukast til å skildre lister over artar, som i Nordtaxa.
- Førekomstkjerne ("occurrence core"): Blir oftast brukt for å beskrive førekomstdata.
- Hendingskjerne ("event core"): Er designa for å handtere data som skildrar spesifikke hendingar.

Kvar av desse kjernemodellane har sine egne styrkar, men dei kan òg by på utfordringar når det gjeld fleksibilitet og tilpassing til meir komplekse datasett.

Det finst ingen autoritativ standard for vokabular eller krav til kva einingar som skal brukast i ulike datapostar. I tillegg er det eit problem at permanente, globalt unike identifikatorar (ID felt) ikkje blir brukt systematisk for ulike klassar (sjå Figur 5.3a). Desse utfordringane reduserer både kvaliteten på og mogleheitene for vidare bruk av data.

Eit godt døme er problem knytte til dataforvaltning av referansemateriale frå artskartlegging i naturhistoriske samlingar. Her er identifikatoren til termklassen som skildrar ein førekomst av ein art på ein bestemt stad til ei bestemt tid (dwc:occurrence; <http://rs.tdwg.org/dwc/terms/Occurrence>) brukt både til å beskrive eit





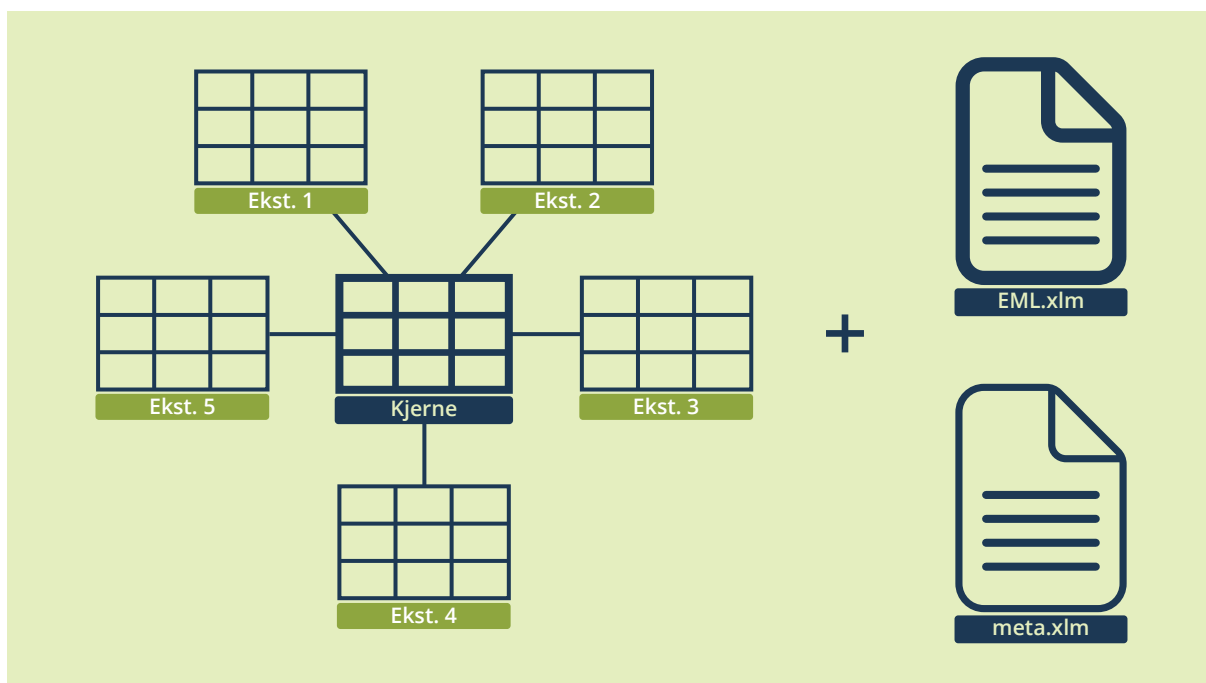
Figur 5.3a: Døme på klassar av termar i Darwin Core (DwC) og korleis dei knytter seg til ulike steg i prosessen med innsamling av informasjon under ei kartlegging. Det normative namnet på kvar klasse er oppgitt i parentes. Nokre av termklassane er tillegg som ikkje blir vedlikehaldne under Darwin Core, men som høyrer til Dublin Core (<https://www.dublincore.org/>) og Humboldt Core (<https://eco.tdwg.org/>). Merk òg at fleire klassar av termar inneheld eit ID-felt.

fysisk museumseksemplar av arten og ein førekomst i naturen. Identifikatoren (dwc:occurrenceID; <http://rs.tdwg.org/dwc/terms/occurrenceID>) blir dermed tvitydig, då han både kan vise til det fysiske eksemplaret i samlinga og til sjølve observasjonen av arten i naturen der eksemplaret blei samla inn (Nelson m.fl. 2018).

Dette dømet peikar på viktigheita av å vere særst tydeleg i korleis ein skal bruke identifikatorar. Ikkje minst blir dette viktig når ulike data som er knytte saman, blir lagra og gjorde tilgjengelege på ulike stader – noko som kan vere nødvendig i samband med datatypar som er lagringskrevjande, til dømes multimedia og sekvensdata (sjå kapittel 5).

Darwin Core er, som nemnt, ei ordliste med omgrep. Desse omgrepa er sorterte i klassar som samsvarar med hovudklassane av hierarkiske nivå i kartleggingsdata (sjå Figur 1.4). Ei meir handfast oppskrift på korleis data frå ulike metodar for kartlegging skal delast, er difor nødvendig og bør utarbeidast spesifikt for ulike formål og metodar (til dømes konsekvensutgreiingar, overvaking etter vassdirektivet) og etter ulike innsamlingsmetodar (til dømes kamerafeller, miljø-DNA, fugletakseringar), men på ein slik måte at dei er compatible.

GBIF jobbar i dag òg med å utvikle ein ny datamodell som skal løyse nokre av avgrensingane i den stjerneforma relasjonstrukturen som dagens Darwin Core Archive byggjer på (GBIF 2024). Dette opnar for langt enklare deling og samanstilling av fleire datatypar. Det er utvikla fleire døme på korleis denne datamodellen kan nyttast på data frå ulike kartleggingsmetodar, frå miljø-DNA til lysfeller. Sjå <https://www.gbif.org/new-data-model> (GBIF 2024) for ulike døme.



Figur 5.3b: Darwin Core Archive (DwC-A) er eit filformat og ein standard for lagring og deling av biodiversitetsdata utvikla av organisasjonen Biodiversity Information Standards (TDWG). Formatet blir brukt av nasjonale og internasjonale organisasjonar som Artsdatabanken, GBIF og OBIS. Data blir lagra i fleire tekstfiler som er organiserte i ein "stjerneforma" relasjon med ein kjerne og tilknytte ekstensjonar. I tillegg inneheld arkivet to metadatafiler: ei som skildrar datasettet (EML.xml) og ei som skildrar strukturen på arkivet (meta.xml).



Steinskvett (*Oenanthe oenanthe*). Foto: Ivar Herfinal, CC-BY-4.0



DATAFLYT OG DØME PÅ HEILDIGITAL / SEMIDIGITAL DATAFLYT

Det er ein uttalt ambisjon frå miljøforvaltninga i Noreg å gå over til ein mest mogleg heilskapleg digital dataflyt for data frå kartlegging av artar (Miljødirektoratet 2021). Dei viktigaste elementa i dette er på plass gjennom infrastrukturar som Artskart og GBIF. Unntaket er meir spesifikke krav til bruk av standardar, og koding av data og metadata. Som omtalt i kapittel 5, er det meste av infrastrukturen for dette på plass. Artsdata blir i dag delte gjennom ein digital arbeidsflyt som først går via ein desentralisert programvare for deling kalla "Integrated Publishing Toolkit" (IPT; <https://www.gbif.org/ipt>). Informasjon frå IPT blir så lese og samanstilt av ulike portalar (som til dømes Artskart, GBIF.org, OBIS.org).

Ikkje all relevant informasjon kan pakkast inn i eit Darwin Core Arkiv. Rådata, som feltnotat eller rekneark, kan innehalde mykje informasjon. Darwin Core Arkiv er ikkje eigna til å dele store datafiler, som mediefiler eller sekvensinformasjon.

Ei løysing på dette er å dele og lenke opp informasjon i andre dataarkiv, anten domene-spesifikke arkiv der slike finst – som European Nucleotide Archive (ENA; <https://www.ebi.ac.uk/ena/browser/home>) for sekvensdata – eller generalistarkiv. Det er viktig at arkiva følger standardar for digital bevaring. Eit sett retningslinjer som gir tillit til digitale arkiv er dei såkalla TRUST-prinsippa (Lin m.fl. 2020). TRUST er eit akronym for "Transparency", "Responsibility", "User focus", "Sustainability" og "Technology".

TRUST-prinsippa gir eit rammeverk for korleis digitale arkiv skal handterast:

- Transparency: Arkivet skal vere opent om retningslinjer, prosessar og strukturar.
- Responsibility: Arkivet skal vere ansvarleg ovanfor brukarar og samfunnet.
- User focus: Arkivet skal vere brukarfokusert, med forstålege retningslinjer og lett tilgjengelege data.
- Sustainability: Arkivet skal vere økonomisk og operasjonelt berekraftig.
- Technology: Arkivet skal bruke moderne og påliteleg teknologi for trygg lagring og tilgjengeleggjing av data.

Ved å følgje desse prinsippa kan ein sikre at data blir bevarte og gjorde tilgjengelege på ein ansvarleg og berekraftig måte.



Definisjon og avgrensing av artar er ferskvare (sjå kapittel 1). Det er derfor òg avgjerande at materiale og eksemplar frå kartlegging blir arkiverte som fysisk materiale i form av referanseeksemplar. Dette bør sjåast som ein del av dataflyten og dokumentasjonen.

Referanseeksemplar, også kalla referanseindivid, er eit omgrep som ofte er uklart definert. Verksemder som driv akkrediterte laboratorium for marine miljøundersøkingar har krav om å oppbevare referanseindivid for artar som inngår i undersøkingane deira (NS-EN ISO/IEC 17025). Desse individa fungerer som referanse for korleis firmaet eller laboratoriet oppfattar arten. Kravet er likevel ikkje strengt, og referanseindivid kan kastast etter ei viss tid.

Artsprosjektet, administrert av Artsdatabanken, har som mål å styrke kunnskapen om artsmangfaldet i Noreg. I retningslinjene for tilskot til kartlegging av artar er det spesifisert at eit representativt utval av det innsamla materialet skal lagrast i dei vitskaplege samlingane ved universitetsmusea. Dette skal skje etter avtale og i samarbeid med musea. For institusjonar utan eige samlingsansvar skal det inngåast avtalar om overføring av materialet til eit relevant universitetsmuseum.

Naturhistoriske museum har omfattande objektsamlingar, der ein stor del av objekta er identifiserte av spesialistar. Desse samlingane fungerer som referansemateriale for forskning og forvaltning. Fysisk materiale frå kartlegging av artar må lagrast slik at det er tilgjengeleg for revisjon og undersøking av uavhengige miljø. I dag har vi ein infrastruktur av naturhistoriske samlingar som fyller denne funksjonen (sjå kapittel 1). Materiale som blir lagra i ei naturhistorisk samling ved eit museum i Noreg, vil i prinsippet vere tilgjengeleg for undersøking for alle forskingsinstitusjonar eller andre med legitim grunn for innsyn, og gjort tilgjengelege etter FAIR-prinsippa.

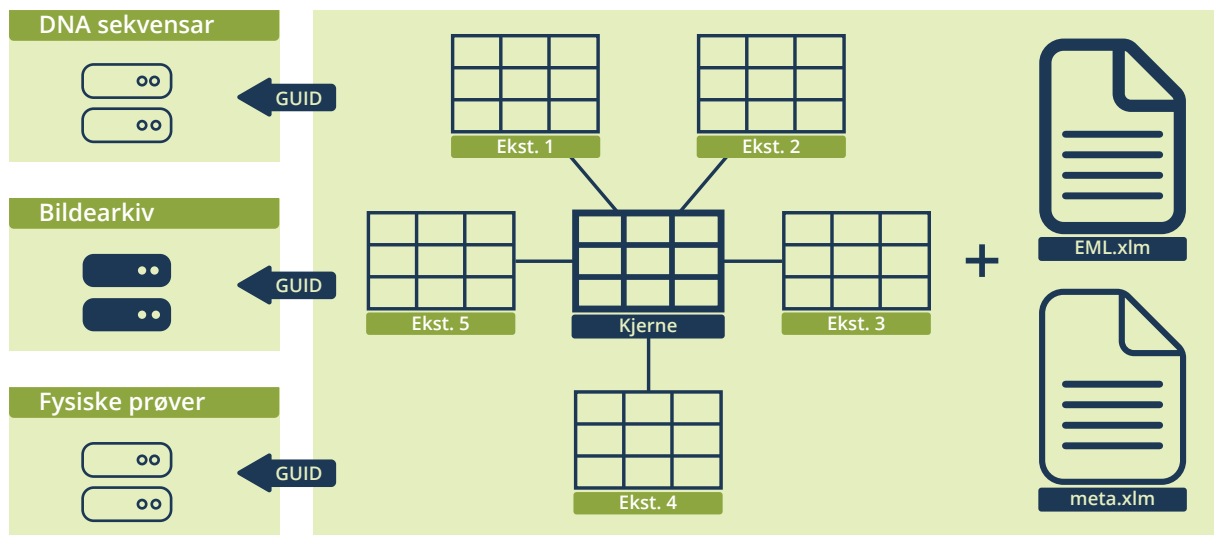
Ved å integrere nytt innsamla materiale blir kunnskapsgrunnlaget styrkt, og ein sikrar at oppdatert referansemateriale er tilgjengeleg for framtidig bruk. For at materialet enklast mogleg skal kunne handsamast ved mottak til samlingsforvaltning og konserverast utan å forringast, er det naudsynt med instruksar for korleis kartlegging, innsamling og behandling av materiale i ulike artsgrupper skal føregå (Høitomt m.fl. 2024).

Dette er viktig fordi taksonomisk revisjon påverkar både namna på artane og identifikasjonen av individa i samlingane. Når eit namn får ny meining eller innhald, kan berre dei fysiske individa i samlingane reviderast. Data som ikkje er knytte til fysiske objekt, blir i praksis ubrukande – eller meir presist, gamle data med eit datostempel. Dette aspektet, at slike data treng revisjon, får ofte lite merksemd. Det vil i praksis ikkje vere mogleg å ta vare på meir enn eit utval. Kor stort dette utvalet bør vere, er ei avgjerd som vil variere mellom grupper av artar, mellom ulike kartleggingsformål og òg geografisk. Dei vurderingane som ligg til grunn for offentleggjing og lagring av data frå kartlegging er i stor grad overførbare til fysisk materiale.

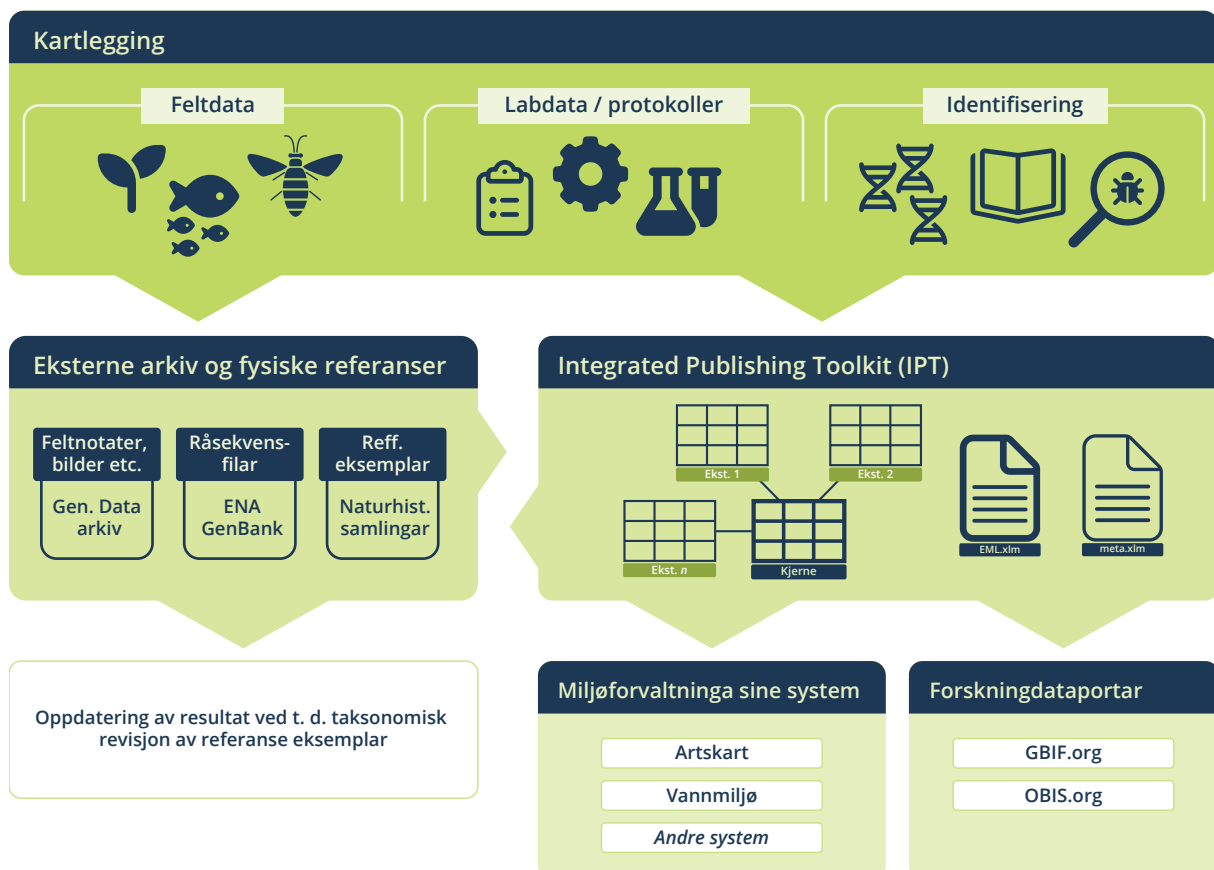
Ein desentralisert tilnærming til lagring og deling av informasjon frå kartlegging av artar – der ulike typar data blir lagra og gjorde tilgjengelege på ulike plattformer, som skissert i figur 5.4a – er nødvendig for å handtere den mangfaldige straumen av informasjon frå slike prosessar. For å sikre at ein kan finne att og kople saman informasjon om same observasjon på tvers av plattformer, er det avgjerande å bruke globalt unike identifikatorar (GUID). Eit døme på ein mykje brukt GUID er ein UUID (Universally Unique Identifier). Ein UUID er ein 128-bits heksadesimal identifikator som er globalt unik og blir brukt til å sikre at informasjon kan identifiserast eintydig. I tillegg vil det vere ein fordel å nytte relevante utvidingar til DwC-kjernen som presiserer kva informasjon som blir gjort tilgjengeleg (sjå figur 5.4a).

Figur 5.4b illustrerer korleis ulike fagsystem som blir brukte i forvaltninga, hentar data frå opne og standardiserte datakjelder i staden for institusjonelle databasar. Denne tilnærminga er nødvendig for å sikre at resultatane kan reproduserast og for å skape eit skilje mellom datakjeldene og utviklinga av fagsystema. Dette gir ei reell moglegheit til å utnytte potensialet i uavhengig utvikling av ulike IT-løysingar. Vidare kan ein forvente at standardisering av data som grunnlag for slike system vil bidra til meir effektiv bruk og drift av ressursane.





Figur 5.4a: Kopling mellom eit Darwin Core Arkiv (til høgre) og ulike eksterne lagrings- og dataformidlingstenester (til venstre). Data blir gjort gjensidig søkbare og tilgjengelege ved hjelp av ein globalt unik identifikator (Global Unique Identifier, GUID).



Figur 5.4b: Konseptuell skisse over mogleg dataflyt. Data frå kartlegging blir, så langt som råd, standardiserte på Darwin Core og assosierte standardar, og delte via eit Darwin Core Arkiv på ein installasjon av programvara "Integrated Publishing Toolkit" (IPT). Herifrå kan data flyte til ulike fagsystem og forskingsportalar. Ikkje all data lèt seg standardisere eller er eigna for deling via eit Darwin Core Arkiv. Desse kan lagrast og delast via eksterne domenespesifikke eller generelle arkiv. Fysiske objekt bør i særskilde tilfelle òg lagrast – spesielt gjeld dette referanseeksemplar for artar som har uavklart taksonomisk status eller som er vanskelege å identifisere.





BESKYTTA DATA

Open tilgang til miljøinformasjon gir eit betre grunnlag for å ta gode avgjerder, både på kort og lang sikt. Likevel finst det situasjonar der slik openheit ikkje er ønskeleg. Eit døme på dette er detaljert informasjon om sårbare artar. Slike data kan misbrukast, for eksempel til å finne og samle artar som allereie er truga. I somme tilfelle omfattar dette òg tidsseriar, der lokalitetar blir haldne tilbake for å unngå bevisst påverknad. Derfor kan det vere nødvendig å avgrense tilgangen til delar av datasett.

I 2007 utarbeidde GBIF ei rettleiing for deling og vern av data om sensitive artar, etter ein prosess med bidrag frå 24 land (Chapman 2020). Også Australia (Tann mfl. 2009) og Sør-Afrika (SANBI 2010) har utvikla nasjonale rettleiingar. I Noreg finst det retningslinjer frå Miljødirektoratet (2016).

Sjølv om prinsippa for handtering av slike data er nokså like, varierer den praktiske gjennomføringa. Lister over artar som skal vernast må vere dynamiske, og vurderast jamleg. Dette fordi trusselbiletet endrar seg. Det handlar om å finne ein balanse mellom openheit og vern. Data om sårbare artar må handterast etisk, slik at dei ikkje blir utsette for unødig risiko. Ansvarleg forvaltning av slike data er ein føresetnad for at miljøinformasjon skal kunne gjerast opent tilgjengeleg på ein trygg måte.

For å oppnå dette, må det dokumenterast kvifor heile eller delar av eit datasett er generalisert eller har tilgangsrestriksjonar. Metadata må forklare i kva grad og på kva måte data er endra, slik at brukarar forstår bakgrunnen for avgrensingane. Risikoen for skade ved offentleggjing er utgangspunktet for vurdering av sensitivitet. Dette gjeld ikkje berre truga artar, men òg artar som risikerer ulovleg fangst eller innsamling. Slike vurderingar gir grunnlag for å definere nivå av sensitivitet.

Eit sentralt verkemiddel for å skjerme sensitiv informasjon, og samstundes sikre brei offentleg tilgang, er generalisering av data. For tekst kan dette bety å utelate eller anonymisere informasjon som namn på innsamlingspersonar, nøyaktige stadnamn og datoar. For geografisk informasjon handlar det om å redusere presisjonen, til dømes ved å vise ein lokalitet innanfor eit større rutenett.

Dette gjer det mogleg å analysere mønster og trendar utan å avsløre eksakte funnstader. Metoden blir brukt både nasjonalt og internasjonalt, med ulik detaljgrad. Miljødirektoratet (2020) rår til å bruke rutenett på 4x4, 8x8 eller 16x16 km, avhengig av sårbarheita. Chapman (2020) tilrår ei liknande tilnærming basert på desimalgradar.

God metadataforvaltning er avgjerande, særleg når generaliserte eller avgrensa data blir delte. Ein effektiv metode er å bruke GUID-identifikatorar i feltet «locationID» i Darwin Core-standarden. Dette bind saman opne og skjerma data, slik at lokalitetsinformasjon kan lagrast separat, medan andre data er offentleg tilgjengelege og kan oppdaterast.

I dag varierer rutiane mellom institusjonar for korleis ein handterer slike data. Døme på dette er naturhistoriske samlingar og fuglekartlegging (TOVe). Det kan vere ønskeleg å etablere felles retningslinjer for tilgang til sensitive data. Slik tilgang bør regulerast av offentlege styresmakter etter klare prinsipp. Dei same omsyna gjeld som ved vurdering av tilgang til meir ordinære data (Tedersoo mfl. 2021). Miljødirektoratet har allereie etablert ei løysing for innsyn i sensitive artsdata: <https://sensitive-artsdata-innsyn.miljodirektoratet.no>. Artsdatabanken starta i 2024 eit arbeid med å revidere dataflyten for slike data.





Kapittel 6

Oppsummering og
anbefalingar for vegen vidare



VEGVALA VIDARE

Kartlegging av artar er grunnlaget for å forstå, overvake og forvalte naturmangfald. Heile prosessen – frå planlegging og feltarbeid til datahandsaming, analyse og deling – må vere tydeleg dokumentert, open og etterprøvbar for å gi eit solid kunnskapsgrunnlag for forvaltnings- og politiske avgjerder. Kartleggingsmetodane må gi data av ein kvalitet som er tilpassa formålet.

Dette faggrunnlaget peikar spesielt på desse vegvala vidare:

- **Klare mål og god planlegging** Kartlegging må starte med eit gjennomtenkt utvalsdesign. Det inneber å definere tydeleg kva artar og område som skal kartleggast, kvifor, når og korleis – basert på analysar av både kunnskapsbehov og kunnskapshol.
- **Standardiserte metodar og god dokumentasjon** Bruk standardiserte protokollar som gir samanliknbare data over tid og mellom område. Feltarbeid krev samstundes fleksibilitet. Alle steg må dokumenterast: metodar, deltakarar, kvalitetssikring, utstyr med meir.
- **Opne datasett og god dataforvaltning** Følg internasjonale standardar, som Darwin Core, og sørg for at data blir delte etter FAIR-prinsippa. Både primærdata og standardiserte data skal vere tilgjengelege. Foto, DNA-sekvensar og liknande må lagrast i relevante digitale arkiv og koplast til data via globale identifikatorar.
- **Ta vare på fysiske prøvar** Naturhistoriske samlingar gir offentleg infrastruktur for langtidslagring. Prøvar må bevarast slik at artsidentifikasjon kan etterprøvast og reviderast ved ny kunnskap – det er særleg viktig for artsgrupper med uavklart systematikk.
- **Reduser utvalsfeil og dokumenter dei** Kartlegging påverkast av både systematiske og tilfeldige feilkjelder. Reduser desse gjennom god planlegging og metoderevisjon, og dokumenter kartlegginga godt. Bruk statistiske metodar for å korrigere for feilkjelder.
- **Bruk ny teknologi med omtanke** Metodar som eDNA, dronar og KI gjev nye moglegheiter, men må brukast slik at data blir tolka rett og kan samanliknast med eksisterande data.
- **Ver fleksibel og lær undervegs** Retningslinjer må kunne justerast i takt med ny kunnskap og endra behov. Kartlegging er ein dynamisk prosess.
- **Samarbeid internasjonalt** Naturen kjenner ingen grenser. Kartlegging bør skje i samspel med internasjonale initiativ, og standardar bør vere mest mogleg felles for å sikre bruk i ein global kontekst.
- **Sats på opplæring og kompetansebygging** God opplæring i feltmetodar, artskunnskap og datahandsaming er avgjerande, både for profesjonelle og frivillige. Det må òg styrkast kompetanse i å bruke og tolke resultata.
- **Gjer prinsippa operative** Retningslinjene må konkretiserast i tydelege rettleiarar og instruksar som gjer det lett å planlegge, gjennomføre og tolke artskartlegging på ein systematisk måte.

Desse punkta gir grunnlaget for eit moderne og samordna system for artskartlegging som møter både nasjonale krav og internasjonale forventningar, og som støttar ei langsiktig og berekraftig forvaltning av naturmangfald.

For å møte framtidas utfordringar treng vi ei heilskapleg tilnærming som prioriterer kvalitet, effektivitet og fleksibilitet. Dette krev meir standardisering av metodar for planlegging, innsamling og deling av data, og større openheit i heile kunnskapsgrunnlaget – frå rådata til tolking og politiske avgjerder.

Faggrunnlaget gir ei overordna oversikt over generelle prinsipp for alle naturmiljø og artar. Det vil vere avgjerande å utvikle rettleiarar og instruksar som tilpassar desse prinsippa til ulike miljø, artsgrupper og formål.

Vi foreslår at det blir laga generelle rettleiarar for marine, terrestriske og limniske habitat, sidan praktiske tilnærmingar og sektorinvolvering varierer. Dette hindrar ikkje at data frå ulike miljø kan delast i same system.



Figur 6: Figuren illustrerer korleis eit faggrunnlag og ei konseptutgreiing dannar grunnlaget for rettleiarar for ulike naturmiljø. Desse igjen dannar grunnlaget for konkrete kartleggingsinstruksar.

Konkrete retningslinjer for korleis data frå ulike kartleggingsmetodar skal standardiserast og delast, bør bygge på etablerte rettleiarar. Sidan mange metodar og datatypar er relevante på tvers av artar og formål, er det avgjerande å sjå data i ein breiare samanheng. Ein slik rettleiar bør spesifisere eit minimumssett av krav til kva informasjon som skal kodast i datasettet, og kva metadata som må følgje med. For å sikre samanliknbarheit og gjenbruk, bør standardisering og deling av data følgje Darwin Core- og FAIR-prinsippa. Metadata og rådata bør lagrast etter digitale bevaringsstandardar som TRUST-prinsippa, medan referansemateriale må bevarast i naturhistoriske museum for framtidig etterprøving.

Rettleiaren må òg inkludere detaljar om korleis fysisk materiale skal preservast og dokumenterast, slik at ein sikrar grunnlaget for både noverande og framtidige behov for revisjon og kvalitetskontroll av det systematiske grunnlaget.

Instruksar bør vere modulbaserte og tilpassast spesifikke behov, som konsekvensutgreiingar og overvaking, eller dei kan utformast som generelle retningslinjer med tilpassa tillegg. Desse prinsippa og konkrete krav til datastandardar må følge med. Vidare utvikling av spesialtilpassa rettleiarar og instruksar for ulike taksa, miljø og formål kan ta utgangspunkt i etablerte modellar som NiN-rettleiarane. Ein må òg ta omsyn til sektorspesifikke krav og behov, som til dømes instruksar for naturfaglege registreringar i skogvernarbeidet (Miljødirektoratet 2022).

Gjennom etablering av heilskapleg digital dataflyt kan ein auke både volum og kvalitet på innsamla data. Det er likevel nødvendig å sjå utviklinga av slike verktøy i samanheng på tvers av ulike formål, miljø og taksonomiske grupper. Utvikling av digitale verktøy kan vere kostnadskrevjande og bør, så langt som råd, samordnast med eksisterande infrastruktur, som til dømes dei tekniske løysingane bak plattforma Artsobservasjonar. Folkeforskning og strukturert innsats frå profesjonelle aktørar kan integrerast for å støtte dei same måla.

Utvikling av rettleiarar og instruksar, saman med kompetansebygging, bør vere kjerneelement i framtidig artskartlegging. Dette omfattar styrkt opplæring og samarbeid mellom forskingsmiljø, forvaltning og private aktørar for å sikre høg kvalitet i datainnsamling og -handsaming.

Ny teknologi som eDNA, fjernmåling og kunstig intelligens gir store moglegheiter, men må testast grundig før brei implementering. Det er avgjerande å sikre kompatibilitet mellom nye og eldre metodar, slik at ein kan integrere historiske og nye data på ein effektiv måte. Dette krev meir enn enkel kalibrering. Til dømes kan enkelte nye metodar ha heilt andre geografisk definerte observasjonsområde enn tradisjonelle. Ein miljø-DNA-prøve kan, i motsetnad til ei tradisjonell observasjon, ikkje nødvendigvis stadfeste om ein organisme har vore til stades på staden, sidan DNA kan transporterast frå omliggande miljø. Slike omsyn må innarbeidast i analysar og tolkingsarbeid.

Framtidig artskartlegging må kunne tilpassast dynamiske endringar i økosystem og samfunnsbehov. Gjennom robuste system som kombinerer standardisering, teknologi, kompetanse og fleksibilitet, kan Noreg sikre berekraftig forvaltning av sitt biologiske mangfald.

Mår (Martes martes). Foto: Jan Ove Gjershaug, NINA, CC-BY-4.0



Referansar



Abarenkov, K., Andersson, A. F., Bissett, A., Finstad, A. G., Fossøy, F., Grosjean, M., Hope, M., Jeppesen, T. S., Kõljalg, U., Lundin, D., Nilsson, R. N., Prager, M., Provoost, P., Schigel, D., Suominen, S., Svenningsen, C. & Frøslev, T. G. (2023). *Publishing DNA-derived data through biodiversity data platforms* (v1.3). GBIF Secretariat. <https://doi.org/10.35035/doc-vf1a-nr22>

Artsdatabanken. (2023). *Natur i Noreg 3.0*. Tilgjengeleg frå <https://naturinorge.artsdatabanken.no/>

Artsdatabanken. (2024, 4. juli). *Deling av stadfesta artsinformasjon*. <https://www.artsdatabanken.no/Pages/194268>

Artsdatabanken. (2025). *Nortaxa – Norsk taksonomisk register*. <https://nortaxa.artsdatabanken.no> (Nedlasta 1.6.2025)

Bakken, T. & Stenøien, H. K. (2009). Systematikk, systembiologi, biosystematikk, taksonomi, floristikk og faunistikk: Ei storrydding. *Biolog*, (2), 11–14.

Beltran, R. S. & Tarwater, C. E. (2024). Overcoming the pitfalls of categorizing continuous variables in ecology, evolution and behaviour. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 291(2032), 20241640. <https://doi.org/10.1098/rspb.2024.1640>

Boakes, E. H., McGowan, P. J. K., Fuller, R. A., Chang-qing, D., Clark, N. E., O'Connor, K. m.fl. (2010). Distorted views of biodiversity: Spatial and temporal bias in species occurrence data. *PLoS Biology*, 8(6), e1000385. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000385>

Boyd, R. J., Powney, G. D., Burns, F., Danet, A., Duchenne, F., Grainger, M. J., Jarvis, S. G., Martin, G., Nilsen, E. B., Porcher, E., Stewart, G. B., Wilson, O. J. & Pescott, O. L. (2022). ROBITT: A tool for assessing the risk-of-bias in studies of temporal trends in ecology. *Methods in Ecology and Evolution*, 13, 1497–1507. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13857>

Boyd, R. J., Powney, G. D. & Pescott, O. L. (2023). We need to talk about nonprobability samples. *Trends in Ecology & Evolution*, 38(6), 521–531. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.01.001>

Boyd, R. J., Stewart, G. B. & Pescott, O. L. (2024). Descriptive inference using large, unrepresentative nonprobability samples: An introduction for ecologists. *Ecology*, 105(2), e4214. <https://doi.org/10.1002/ecy.4214>

Bremset, G., Diserud, O., Saksgård, L. & Sandlund, O. T. (2015). *Elektrisk fiske – faktorer som påvirker fangbarhet av ungfisk: Resultat frå eksperimentelle feltstudiar 2010–2014* (NINA Rapport 1147, 35 sider). Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2594826>

- British Standards Institution. (2013). *BS 42020:2013 – Biodiversity: Code of practice for planning and development*. BSI. <https://www.bsigroup.com>
- Brown, J. H. & Lomolino, M. V. (1998). *Biogeography*. Sinauer Associates Publishers.
- Cardoso, P., Erwin, T. L., Borges, P. A. & New, T. R. (2011). The seven impediments in invertebrate conservation and how to overcome them. *Biological Conservation*, 144(11), 2647–2655. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.07.024>
- Chapman, A. D. (2020). *Current best practices for generalizing sensitive species occurrence data*. GBIF Secretariat. <https://doi.org/10.15468/doc-5jp4-5g10>
- Chartered Institute of Ecology and Environmental Management. (2021). *Good practice guidance for habitats and species*. <https://cieem.net/resource/good-practice-guidance-for-habitats-and-species/>
- Chaurasia, A. N., Parmar, R. M., Dave, M. G. m.fl. (2024). Integrating field- and remote sensing data to perceive species heterogeneity across a climate gradient. *Scientific Reports*, 14, 42. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50812-y>
- Common Standards Monitoring Guidance for Birds. (2004, august). *Version August 2004*. JNCC. <https://hub.jncc.gov.uk/assets/dc33b514-d571-44b3-8936-08d2d7a1e1b1>
- Commonwealth of Australia. (2018). *Guidelines for biological survey and mapped data*. Department of the Environment and Energy. <https://www.dcceew.gov.au/environment/environment-information-australia/information-policy/guidelines-for-biological-survey-mapped-data>
- Den nasjonale forskningsetiske komité for naturvitenskap og teknologi. (2018). *Etiske retningslinjer for bruk av dyr i forskning*. De nasjonale forskningsetiske komiteane. <https://www.forskningsetikk.no/retningslinjer/nat-tek/etiske-retningslinjer-for-bruk-av-dyr-i-forskning/>
- Deiner, K., Bik, H. M., Mächler, E., Seymour, M., Lacoursière-Roussel, A., Altermatt, F., Creer, S., Bista, I., Lodge, D. M., de Vere, N., Pfrender, M. E. & Bernatchez, L. (2017). Environmental DNA metabarcoding: Transforming how we survey animal and plant communities. *Molecular Ecology*, 26(21), 5872–5895. <https://doi.org/10.1111/mec.14350>
- Dervo, B. K. & van der Kooij, J. (2020). *Tiltakshandbok for storsalamander – Erfaringar frå restaurerings- og skjøtselstiltak* (NINA Temahefte 78). Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/2675363>
- Dickel, L., González-Gil, R., Laverick, J. H., Mandeville, C. P., Mandeville, E. G., Ovaskainen, O., Sicacha-Parada, J., Skarstein, E. S. & O'Hara, B. (2024). Recommendations for quantitative uncertainty consideration in ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution*, 39(4), 328–337. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.10.012>
- Diniz-Filho, J. A. F., Loyola, R. D., Raia, P., Mooers, A. O. & Bini, L. M. (2013). Darwinian shortfalls in biodiversity conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 28, 689–695. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.09.003>
- Dumelle, M., Higham, M., Ver Hoef, J. M., Olsen, A. R. & Madsen, L. (2022). A comparison of design-based and model-based approaches for finite population spatial sampling and inference. *Methods in Ecology and Evolution*, 13, 2018–2029. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13919>

Dunshea, G., Martell, L., Bakken, T., Budaeva, N., Ekrem, T., Tandberg, A. H. S., Baussant, T., de Boer, H. J., Hestetun, J. T., Hobæk, A., Kallioniemi, E., Larsen, A., Markussen, S. S., Mauvisseau, Q., Ray, J. L., Yoccoz, N. G. & Willassen, E. (2021). *Kunnskapsstatus for bruk av molekylære verktøy i kartlegging og overvaking av biologisk mangfold i marine miljø* (Miljødirektoratet, 76 s.). <https://hdl.handle.net/10037/22291>

Duporge, I., Isupova, O., Reece, S., Macdonald, D. W. & Wang, T. (2021). Using very-high-resolution satellite imagery and deep learning to detect and count African elephants in heterogeneous landscapes. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 7, 369–381. <https://doi.org/10.1002/rse2.195>

Environment Protection and Biodiversity Conservation Act. (1999). *Federal Register of Legislation*. <https://www.legislation.gov.au/Series/C2004A00485>

Fenn, J. & Raskino, M. (2008). *Mastering the hype cycle: How to choose the right innovation at the right time*. Harvard Business Press.

Finstad, A. G. & Berg, O. K. (2004). Bimodal population size distributions and biased gillnet sampling. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(11), 2151–2157. <https://doi.org/10.1139/f04-157>

Finstad, A. G., Einum, S., Forseth, T. & Ugedal, O. (2007). Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. *Freshwater Biology*, 52(9), 1710–1718. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01799.x>

Finstad, A. G., Herfindal, I., Perrin, S. W., O'Hara, B., Chipperfield, J. & Töpper, J. P. (2023). *Modellering av heildekkande utbreiingskart for artar: Bakgrunn, konsept og arbeidsflyt* (NTNU Gjærevollsentret, Rapport 1/2023). Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. <https://hdl.handle.net/11250/3114916>

Forskrift om bruk av dyr i forsøk (FOR-2015-06-18-761). (2015). Henta frå <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-06-18-761>

Framstad, E., Bevanger, K., Dervo, B., Endrestøl, A., Olsen, S. L. & Pedersen, H. C. (2018). *Faggrunnlag for kartlegging av økologiske funksjonsområde for terrestriske artar* (NINA Rapport 1598). Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2578447>

Freyhof, J. & Kottelat, M. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Springer.

GBIF.org. (2024a). *A new data model for species occurrences and sampling events*. København: Global Biodiversity Information Facility. Tilgjengeleg frå <https://www.gbif.org/new-data-model> (Lasta ned 30. oktober 2024)

GBIF.org. (2024b). *Maps API*. Tilgjengeleg frå <https://techdocs.gbif.org/en/openapi/v2/maps> (Lasta ned 5. november 2024)

GBIF.org. (2024, 23. oktober). *GBIF Occurrence Download*. <https://doi.org/10.15468/dl.m2kzcj>

Gomes, V. H. F., Ijff, S. D., Raes, N. m.fl. (2018). Species distribution modelling: Contrasting presence-only models with plot abundance data. *Scientific Reports*, 8, 1003. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18927-1>

Grunnlova. (1814/2023). *Lov om den norske Grunnlov*. Henta frå <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1814-05-17>

- Guisan, A., Thuiller, W. & Zimmermann, N. E. (2017). *Habitat suitability and distribution models: With applications in R*. Cambridge University Press.
- Hampton, S. E., Strasser, C. A., Tewksbury, J. J., Gram, W. K., Budden, A. E., Batcheller, A. L. & Porter, J. H. (2013). Big data and the future of ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(3), 156–162. <https://doi.org/10.1890/120103>
- Hesthagen, T. & Sandlund, O. T. (2022). *Spreiing av nasjonalt og regionalt framand ferskvassfisk i perioden 2013–2021* (NINA Rapport 2099). Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/3001228>
- Hirzel, A. H. & Le Lay, G. (2008). Habitat suitability modelling and niche theory. *Journal of Applied Ecology*, 45, 1372–1381. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01524.x>
- Hortal, J., de Bello, F., Diniz-Filho, J. A. F., Lewinsohn, T. M., Lobo, J. M. & Ladle, R. J. (2015). Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 46, 523–549. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054400>
- Hortal, J., Jiménez-Valverde, A., Gómez, J. F., Lobo, J. M. & Baselga, A. (2008). Historical bias in biodiversity inventories affects the observed environmental niche of the species. *Oikos*, 117, 847–855. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2008.16434.x>
- Hovstad, K. A., Sommerli, S. L., Endresen, D., Endrestøl, A., Fossøy, F., Heimstad, R., Hoem, S. A., Høitomt, T., Stokke, B., Vang, R. & Bryn, A. (2024). *Kartlegging av artar og dataflyt for artsdata i Noreg: Ei konseptutgreiing*. Artsdatabanken. <https://doi.org/10.48387/ARTSKARTLEGGING2024>
- Høitomt, T., Olberg, S. & Thylén, A. (2022). *Artskartlegging som del av konsekvensutgreiingar etter Plan- og bygningslova: Etterspørsel, kartlegging og dataflyt* (Biofokus-rapport 2022–038). Stiftinga Biofokus. <https://lager.biofokus.no/biofokus-rapport/biofokusrapport2022-038.pdf> Nedlasta 31.3.2025
- Høitomt, T., Olberg, S. & Thylén, A. (2024). *Artsmangfald i konsekvensutgreiingar – Kva bør kartleggjast?* (Biofokus rapport 2024-111). Stiftinga Biofokus. <https://lager.biofokus.no/biofokus-rapport/biofokusrapport2024-111.pdf> Nedlasta 31.3.2025
- Hey, J. (2009). Why should we care about species? *Nature Education*, 2(5), 2. Henta frå <https://www.nature.com/scitable/topicpage/why-should-we-care-about-species-4277923/>
- International Committee of Medical Journal Editors. (2023). *Recommendations for the conduct, reporting, editing, and publication of scholarly work in medical journals*. Tilgjengeleg frå <https://www.icmje.org/recommendations/>
- International Council of Museums (ICOM). (2013). *ICOM Code of Ethics for Natural History Museums*. ICOM.
- Isaac, N. J. B., Jarzyna, M. A., Keil, P., Dambly, L. I., Boersch-Supan, P. H., Browning, E., Freeman, S. N., Golding, N., Guillera-Arroita, G., Henrys, P. A., Jarvis, S., Lahoz-Monfort, J., Pagel, J., Pescott, O. L., Schmucki, R., Simmonds, E. G. & O'Hara, R. B. (2020). Data integration for large-scale models of species distributions. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(1), 56–67. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.08.006>
- IUCN. (2024). *The IUCN Red List of Threatened Species* (Versjon 2024-1). <https://www.iucnredlist.org> (Lasta ned 23. oktober 2024)

- Jeliazkov, A., Gavish, Y., Marsh, C. J., Geschke, J., Brummitt, N., Rocchini, D., Haase, P., Kunin, W. E. & Henle, K. (2022). Sampling and modelling rare species: Conceptual guidelines for the neglected majority. *Global Change Biology*, 28, 3754–3777. <https://doi.org/10.1111/gcb.16114>
- Jenkins Shaw, J. (2024). *Nortaxa (Artsnavnebasen)* (Versjon 1.198). The Norwegian Biodiversity Information Centre (NBIC). <https://doi.org/10.15468/4dd3tf> (Tilgjengeleg via GBIF.org 30. oktober 2024)
- Johansen, L., Wehn, S., Halvorsen, R. & Hovstad, K. A. (2017). *Metode for overvaking av semi-naturlig eng i Noreg* (NIBIO Rapport, Vol. 3, Nr. 25). Norsk institutt for bioøkonomi. <http://hdl.handle.net/11250/2472640>
- Johnson, T. F., Beckerman, A. P., Childs, D. Z. m.fl. (2024). Revealing uncertainty in the status of biodiversity change. *Nature*, 628, 788–794. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07236-z>
- Joint Nature Conservation Committee (JNCC). (2004). *Common standards monitoring guidance for birds* (ISSN 1743-8160). Peterborough: JNCC. <https://hub.jncc.gov.uk/assets/dc33b514-d571-44b3-8936-08d2d7a1e1b1>
- Joint Nature Conservation Committee. (u.å.). *Guidelines for the selection of SSSIs*. Henta 7. august 2024 frå <https://jncc.gov.uk/our-work/guidelines-for-selection-of-sssis/>
- José, J. L.-M. & Magrath, M. J. L. (2021). A comprehensive overview of technologies for species and habitat monitoring and conservation. *BioScience*, 71(10), 1038–1062. <https://doi.org/10.1093/biosci/biab073>
- Karbstein, K., Kösters, L., Hodač, L., Hofmann, M., Hörandl, E., Tomasello, S., Wagner, N. D., Emerson, B. C., Albach, D. C., Scheu, S., Bradler, S., de Vries, J., Irisarri, I., Li, H., Soltis, P., Mäder, P. & Wäldchen, J. (2024). Species delimitation 4.0: Integrative taxonomy meets artificial intelligence. *Trends in Ecology & Evolution*, 39(8), 771–784. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.11.002>
- Klima- og miljødepartementet. (2021). *Klima- og miljødepartementets kunnskapsstrategi 2021–2024*. <https://www.regjeringen.no/contentassets/b018fb9f7cc44290a6edca0524fc5796/t-1574b.pdf>
- Koch, W., Elven, H. & Finstad, A. G. (2022b). Clavis: An open and versatile identification key format. *PLoS ONE*, 17(12), e0277752. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277752>
- Koch, W., Hogeweg, L., Nilsen, E. B., O'Hara, R. B. & Finstad, A. G. (2023). Recognizability bias in citizen science photographs. *Royal Society Open Science*, 10, 221063. <https://doi.org/10.1098/rsos.221063>
- Koch, W., Hogeweg, L., Nilsen, E. B. m.fl. (2022a). Maximizing citizen scientists' contribution to automated species recognition. *Scientific Reports*, 12, 7648. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11257-x>
- Kunnskapsdepartementet. (2018). *Nasjonal strategi for tilgjengeleggjering og deling av forskingsdata*. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nasjonal-strategi-for-tilgjengeliggjoring-og-deling-av-forskingsdata/id2582412/?ch=1>
- Lin, D., Crabtree, J., Dillo, I. m.fl. (2020). The TRUST Principles for digital repositories. *Scientific Data*, 7, 144. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0486-7>
- Linné, C. von. (1758). *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis* (10. rev. utg., bind 1). Laurentius Salvius: Holmiae.

Lomolino, M. V. (2004). Conservation biogeography. I M. V. Lomolino & L. R. Heaney (Red.), *Frontiers of biogeography: New directions in the geography of nature* (s. 293–296). Sinauer Associates.

Lomolino, M. V. & Heaney, L. R. (2004). *Frontiers of biogeography: New directions in the geography of nature*. Sinauer Associates.

Luonnonsuojelulaki (9/2023). *Finlex*. <https://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/2023/20230009>

MacKenzie, D. I. (2018). *Occupancy estimation and modeling: Inferring patterns and dynamics of species occurrence* (2. utg.). Academic Press.

Maes, D., Isaac, N. J. B., Harrower, C. A., Collen, B., van Strien, A. J. & Roy, D. B. (2015). The use of opportunistic data for IUCN Red List assessments. *Biological Journal of the Linnean Society*, 115(3), 690–706. <https://doi.org/10.1111/bij.12530>

Mäkelä, K. & Salo, P. (2021). *Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi: Opas tekijälle, tilaajalle ja viranomaiselle* (Suomen ympäristökeskuksen raportter 47/2021). Suomen ympäristökeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-5445-4>

Mandeville, C. P., Nilsen, E. B. & Finstad, A. G. (2022). Spatial distribution of biodiversity citizen science in a natural area depends on area accessibility and differs from other recreational area use. *Ecological Solutions and Evidence*, 3, e12185. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12185>

McClain, C. R., Webb, T. J., Heim, N. A., Knope, M. L., Monarrez, P. M. & Payne, J. L. (2024). Size bias in the documentation of marine biodiversity. *Oikos*, e10828. <https://doi.org/10.1111/oik.10828>

McClure, E. C., Sievers, M., Brown, C. J., Buelow, C. A., Ditria, E. M., Hayes, M. A., Pearson, R. M., Tulloch, V. J. D., Unsworth, R. K. F. & Connolly, R. M. (2020). Artificial intelligence meets citizen science to supercharge ecological monitoring. *Patterns*, 1(7), 100109. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2020.100109>

Meng, X.-L. (2018). Statistical paradises and paradoxes in big data (I): Law of large populations, big data paradox, and the 2016 US presidential election. *The Annals of Applied Statistics*, 12(2), 685–726. <https://doi.org/10.1214/18-AOAS1161SF>

Miljødirektoratet. (2013). *Rettleiing til forskrifter om prioriterte artar* (M-24/2013). https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/dokumenter/publikasjoner/handboker/md-veileder_m24-2013_nett.pdf

Miljødirektoratet. (2022). *Instruks for naturfaglege registreringar i skogvernarbeidet* (Versjon 1–2022). https://nedlasting.miljodirektoratet.no/nin_instrukser/Veileder-skogkartlegging_1_2022.pdf

Miljødirektoratet. (2023). *Strategi for artskartlegging 2021–2030* (Rapport M-2448).

Miljødirektoratet. (u.å.). *Handbok om konsekvensutgreiing av klima og miljø* (M-1941). <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/overvaking-arealplanlegging/arealplanlegging/konsekvensutredninger/metode-for-utredning/>

Montgomery, G. A., Belitz, M. W., Guralnick, R. P. & Tingley, M. W. (2021). Standards and best practices for monitoring and benchmarking insects. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.579193>

Naturmangfaldslova. (2009). *Lov om forvaltning av naturens mangfold* (LOV-2009-06-19-100). Henta frå <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-100>

Nelson, G., Sweeney, P. & Gilbert, E. (2018). Use of globally unique identifiers (GUIDs) to link herbarium specimen records to physical specimens. *Applications in Plant Sciences*, 6(2), e1027. <https://doi.org/10.1002/aps3.1027>

Nick, J. B. I. & Pocock, M. J. O. (2015). Bias and information in biological records. *Biological Journal of the Linnean Society*, 115(3), 522–531. <https://doi.org/10.1111/bij.12532>

Nilsen, E. B., Simensen, T., Singsaas, F. T., Eriksen, L. F., Stokland, H., Sutcliffe, T. E., Kolstad, A., Pilotto, F. & Grainger, M. (2024). *Effektar av arealbruk og arealbruksendringar på biodiversitet, økosystemtenester og karbonlagring i Noreg: Eit systematisk kart og beslutningsstøtteverktøy* (NINA Rapport 2472). Norsk institutt for naturforskning.

Pearse, W. D. (2013). Functional traits, the phylogeny of function, and ecosystem service vulnerability. *Ecology and Evolution*, 3(9), 2958–2975. <https://doi.org/10.1002/ece3.601>

Pedersen, A., Alve, E., Alvestad, T., Borgersen, G., Dolven, J. K., Gundersen, H., Hess, S., Kutti, T., Rygg, B., Velvin, R. & Vedal, J. (2016). *Bløtbunnsfauna som indikator for miljøtilstand i kystvatn: Ekspertvurderingar og forslag til nye klassegrenser og metodikk* (Rapport M-633). Miljødirektoratet og Fiskeridirektoratet. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2017/juni-2017/blotbunnsfauna-som-indikator-for-miljotilstand-i-kystvann/>

Peterson, J. & Paukert, C. P. (2009). Converting nonstandard fish sampling data to standardized data. I S. A. Bonar, W. A. Hubert & D. W. Willis (Red.), *Standard methods for sampling North American freshwater fishes* (s. 195–216). American Fisheries Society. <https://doi.org/10.47886/9781934874103.ch12>

Prendergast, J., Wood, S., Lawton, J. & Eversham, B. (1993). Correcting for variation in recording effort in analyses of diversity hotspots. *Biodiversity Letters*, 1, 39–53.

Rodgers, C. M., Ellingson, S. R. & Chatterjee, P. (2023). Open data and transparency in artificial intelligence and machine learning: A new era of research. *F1000Research*, 12, 387. <https://doi.org/10.12688/f1000research.133019.1>

Rosten, C. M., Bick, I. A., Cretois, B., Fremstad, J., Gelderblom, F. B., Pavón-Jordán, D., Reinen, T. A., Sethi, S. S. & Wiel, J. (2022). *Forvaltningsrelevant bruk av akustikk for overvaking av norsk natur II* (NINA Rapport 2215). Norsk institutt for naturforskning. <https://doi.org/10.7557/3.6218>

Roy, H. E., Adriaens, T., Isaac, N. J. B., Kenis, M., Onkelinx, T., Martin, G. S. m.fl. (2012). Invasive alien predator causes rapid declines of native European ladybirds. *Diversity and Distributions*, 18(7), 717–725.

Royle, J. A., Chandler, R. B., Yackulic, C. & Nichols, J. D. (2012). Likelihood analysis of species occurrence probability from presence-only data for modelling species distributions. *Methods in Ecology and Evolution*, 3, 545–554. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2011.00182.x>

Sandvik, H. & Sæther, B.-E. (2012). *Kriterium og metodar for kartlegging og overvaking av framande artar* (DN-utgreiing 4-2012). Direktoratet for naturforvaltning. ISBN 978-82-8284-056-9

Sandvik, H., Hilmo, O., Finstad, A. G. m.fl. (2019). Generic ecological impact assessment of alien species (GEIAA): The third generation of assessments in Norway. *Biological Invasions*, 21, 2803–2810. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-02033-6>

SARA – Species at Risk Act. (2002). *Minister of Justice*, Canada.

Simpson, G. G. (1951). The species concept. *Evolution*, 5, 285–298.

Simmonds, E. G., Adjei, K. P., Cretois, B., Dickel, L., González-Gil, R., Laverick, J. H., Mandeville, C. P., Mandeville, E. G., Ovaskainen, O., Sicacha-Parada, J., Skarstein, E. S. & O'Hara, B. (2024). Recommendations for quantitative uncertainty consideration in ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution*, 39(4), 328–337. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.10.012>

Speaker, T., O'Donnell, S., Wittemyer, G., Bruyere, B., Loucks, C., Dancer, A., Carter, M., Fegraus, E., Palmer, J., Warren, E. & Solomon, J. (2022). A global community-sourced assessment of the state of conservation technology. *Conservation Biology*, 36(3), e13871. <https://doi.org/10.1111/cobi.13871>

Sterne, J. A. C., Savović, J., Page, M. J., Elbers, R. G., Blencowe, N. S., Boutron, I. m.fl. (2019). RoB 2: A revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, 366, l4898. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>

Svenska institutet för standarder. (2023). *SS 199000:2023 Naturvärdesinventering (NVI) – Kartlegging og vurdering av biologisk mangfold – Krav og rettleiing* (2. utg.). Svenska institutet för standarder. <https://www.sis.se/std-80042589>

Taberlet, P. m.fl. (2018). *Environmental DNA: For biodiversity research and monitoring* (Oxford online-utg.). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198767220.001.0001> (Lasta ned 25. august 2024)

Tammi, J., Appelberg, M., Beier, U., Hesthagen, T., Lappalainen, A. & Rask, M. (2003). Fish status survey of Nordic lakes: Effects of acidification, eutrophication and stocking activity on present fish species composition. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 32(2), 98–105. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-32.2.98>

Tedersoo, L., Küngas, R., Oras, E. m.fl. (2021). Data sharing practices and data availability upon request differ across scientific disciplines. *Scientific Data*, 8, 192. <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00987-y>

Thomas, J. A., Telfer, M. G., Roy, D. B., Preston, C. D., Greenwood, J. J. D., Asher, J. m.fl. (2004). Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis. *Science*, 303(5665), 1879–1881.

Tingstad, L., Evju, M., Sickel, H. & Töpper, J. (2019). *Utvikling av nasjonal arealrepresentativ naturovervaking (ANO): Forslag til gjennomføring, protokollar og kostnadsvurderingar med utgangspunkt i erfaringar frå uttesting i Trøndelag* (NINA Rapport 1642). Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2590252>

Tom, A., Harvey, M., Lightfoot, P., Kilbey, D., Papadopoulos, T. & Jepson, P. (2015). Emerging technologies for biological recording. *Biological Journal of the Linnean Society*, 115(3), 731–749. <https://doi.org/10.1111/bij.12534>

UK Government. (2021). *Environment Act 2021*. The National Archives. <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2021/30/enacted>

UK Government. (2024). *Protected species: How to review planning applications*. Henta 7. august 2024 frå <https://www.gov.uk/guidance/protected-species-how-to-review-planning-applications#where-to-expect-protected-species>

Universitets- og høyskulelova. (2024). *Lov om universitet og høyskular* (LOV-2024-03-08-9 § 2-7). Lovdata. <https://lovdata.no/lov/2024-03-08-9/§2-7>

Valdez, J. W., Callaghan, C. T., Junker, J., Purvis, A., Hill, S. L. L. & Pereira, H. M. (2023). The undetectability of global biodiversity trends using local species richness. *Ecography*, e06604. <https://doi.org/10.1111/ecog.06604>

Wallace, A. R. (1876). *The geographical distribution of animals: With a study of the relations of living and extinct faunas as elucidating the past changes of the Earth's surface*. Macmillan and Co.

Walsh, P. M., Halley, D. J., Harris, M. P., del Nevo, A., Sim, I. M. W. & Tasker, M. L. (1995). *Seabird monitoring handbook for Britain and Ireland*. JNCC / RSPB / ITE / Seabird Group. <https://data.jncc.gov.uk/data/bf4516ad-ecde-4831-a2cb-d10d89128497/seabird-monitoring-handbook.pdf>

Watanabe, S., Sumi, K. & Ise, T. (2020). Identifying the vegetation type in Google Earth images using a convolutional neural network: A case study for Japanese bamboo forests. *BMC Ecology*, 20, 65. <https://doi.org/10.1186/s12898-020-00331-5>

Watson, J. E. M., Dudley, N., Segan, D. B. & Hockings, M. (2014). The performance and potential of protected areas. *Nature*, 515(7525), 67–73. <https://doi.org/10.1038/nature13947>

Wiens, J. J. (2023). How many species are there on Earth? Progress and problems. *PLoS Biology*, 21(11), e3002388. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002388>

Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I. J. m.fl. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

Yoccoz, N. G., Nichols, J. D. & Boulinier, T. (2001). Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(8), 446–453. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(01\)02205-4](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02205-4)

