



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Kartproduktene fra Copernicus Land Monitoring Service (CLMS) og deres mulige bidrag til Norges oppfølging av «Naturavtalen»

NIBIO RAPPORT | VOL. 10 | NR. 66 | 2024



Ulrike Bayr og Geir-Harald Strand
Divisjon for kart og statistikk

TITTEL/TITLE

Kartproduktene fra Copernicus Land Monitoring Service (CLMS) og deres mulige bidrag til Norges oppfølging av «Naturavtalen»

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Ulrike Bayr og Geir-Harald Strand

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
22.05.2024	10/66/2024	Åpen	52153-4	21/00045
ISBN:	ISSN:		ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-03520-6	2464-1162		30	1

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Norway Grants 2014 - 2021 via The Polish National Center for Research and Development. Grant no: NOR/POLNOR/InCoNaDa/0050/2019-00

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Ulrike Bayr

STIKKORD/KEYWORDS:

Naturavtalen, naturmangfold, Copernicus, satellittfjernmåling

Global biodiversity framework, Copernicus, satellite remote sensing

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Fjernmåling, Økologi

Remote sensing, Ecology

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Geografisk informasjon over naturens tilstand er av sentral betydning for mange målsetninger i det globale Kunming-Montreal-rammeverket for naturmangfold (Naturavtalen) som ble vedtatt i 2022. Copernicus Land Monitoring Service (CLMS) tilbyr en rekke kartprodukter basert på satellittfjernmåling som skal gi grunnlag for overvåking av landarealene på europeisk nivå.

Rapporten vurderer både fordeler og begrensningene CLMS-kartene har med henblikk på å understøtte arbeidet for å oppnå målsetningene i Naturavtalen. I tillegg gir rapporten en kort oppsummering av en rekke verifikasjonsrapporter som dokumenterer kartproduktenes nøyaktighet.

LAND/COUNTRY:

Norge

GODKJENT /APPROVED

Hildegunn Norheim

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Geir-Harald Strand

NAVN/NAME

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Prosjektet InCoNaDa “*Enhancing the user uptake of Land Cover / Land Use information derived from the integration of Copernicus services and national databases*” er finansiert av Norway Grants 2014 - 2021 via The Polish National Center for Research and Development (NCRD, Grant no: NOR/POLNOR/InCoNaDa/0050/2019-00). NIBIO har i dette prosjektet samarbeidet med flere polske institusjoner: Institute of Geodesy and Cartography (IGIK), Institute of Environmental Protection – National Research Institute, National Centre for Emissions Management (KOBiZE), Łódź University of Technology (LUoT) og Eversis Sp. z o.o.

Denne rapporten er et resultat av prosjektet og tar for seg spørsmålet hvordan CLMS-kartproduktene kan bidra til å nå målene i «Naturavtalen» der Norge og en rekke andre land har forpliktet seg til en intensjon om å stanse tap av natur innen 2050. Rapporten vurderer både fordeler og begrensningene CLMS-kartene har med tanke på å støtte arbeidet for å oppnå målsetningene i Naturavtalen. I tillegg gir rapporten en kort oppsummering av en rekke verifikasjonsrapporter som dokumenterer kartproduktenes nøyaktighet.

Vi takker Jostein Frydenlund som har stått for den interne kvalitetskontrollen og kommentert med verdifulle innspill.

Ås, 13.05.2024

Hildegunn Norheim
Divisjonsdirektør

Innhold

1	Sammendrag.....	6
2	Globalt rammeverk for naturmangold	7
3	Naturmangfold på kart	9
4	Copernicus Land Monitoring Service (CLMS)	11
4.1	Copernicus-programmet	11
4.2	Høyoppløselige kartlag (high resolution layers, HRL).....	12
5	Vurdering av CLMS-kartproduktene bidrag til Naturavtalen.....	14
5.1	Oversikt over delmålene.....	14
5.2	Muligheter og begrensninger	15
5.3	CLMS bidrag til målene i Naturavtalen	16
	Arealplanlegging og -forvaltning (Mål 1, 4, 6).....	16
	Restaurering og vern av arealer (Mål 2, 3, 4, 11).....	16
	Overvåking av arter (Mål 4, 6)	17
	Overvåking av økosystemer og leveområder (Mål 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12).....	17
	Klimaendringer og klimatilpassing (Mål 8).....	19
	Bærekraftig landbruk og økosystemtjenester (Mål 4, 10, 11)	20
6	Vurdering av nøyaktigheten til CLMS High Resolution Layers (HLR).....	21
6.1	Visuell vurdering av HRL-kartproduktene («look-and-feel»).....	21
	HRL Imperviousness: Impermeable flater.....	21
	HRL Tree Cover Density: Tredekning.....	21
	HRL Dominant Leaf Type: Treslag	22
	HRL Grassland: Gressmark	22
	HRL Water and Wetness: Vannflater og fuktighet.....	23
	HRL Small Woody Features: Små treklynger og linjer med trær.....	23
6.2	Statistisk vurdering av HRL-kartproduktene.....	23
	Referanser	26
	Vedlegg.....	28

Forkortelser

CBD	Convention on Biological Diversity
CLMS	Copernicus Land monitoring service
COP15	15. UN Conference on Biodiversity
DLT	HRL-kartlag «Dominant Leaf Type»
EBV	Essential Biodiversity Variable
EEA	European Environment Agency
ESA	European Space Agency
FN	De forente nasjoner (United Nations)
HRL	High resolution layers
IMP	HRL-kartlag «Imperviousness»
SWF	HRL-kartlag Small woody features
TCD	HRL-kartlag «Tree Cover Density»
WAW	HRL-kartlag «Water and wetness»

1 Sammendrag

Geografisk informasjon kan bidra på mange måter til å følge opp Norges forpliktelser til Naturavtalen om å stanse tap av natur innen 2050. Satellittfjernmåling spesielt kan potensielt levere relevant informasjon på en pålitelig og kostnadseffektiv måte for store geografiske områder.

Denne rapporten har sett på hvordan kartproduktene fra Copernicus Land Monitoring Service kan bidra til de ulike målsetningene i Naturavtalen. Totalt sett kan det fastslås at vurderingene i denne rapporten i stor grad er i tråd med resultatene i KCON-rapporten som gjennomførte en tilsvarende vurdering med henblikk på EU's politikk (Camia m.fl. 2023).

Sammenlignet med tidligere kartprodukter, basert på eldre sensorer som for eksempel Landsat-satellittene, representerer CLMS-kartproduktene et betydelig fremskritt, både når det gjelder romlig, temporal, spektral og radiometrisk oppløsning. På et internasjonalt nivå vil disse produktene bidra i vesentlig grad til å få etablert et harmonisert og heldekkende kartgrunnlag som er fritt tilgjengelig og som oppdateres med regelmessige mellomrom.

På nasjonalt nivå viser CLMS-kartene derimot en rekke begrensninger, først og fremst fordi eksisterende nasjonale kartdata er mer nøyaktige og oppfyller nasjonale standarder og kvalitetskrav. Dermed vil det i de fleste sammenhenger være mer aktuelt å ta i bruk nasjonale kartdata fremfor CLMS-kartene. Dette gjelder også for arbeidet med Naturavtalen. Et unntak er tilfeller der nasjonale kartdata har mangelfull geografisk eller tematisk dekning. Her vil CLMS-kartene kunne supplere nasjonale datasett og fylle eksisterende datahull.

Det finnes noen flere, spesielle tilfeller der CLMS-kartene likevel kan være et bidrag til arbeidet med Naturavtalen. Forskningssamarbeid på tvers av landegrenser krever for eksempel ofte et kartgrunnlag med enhetlige klassifikasjonssystemer og datakvalitet. Analyser av den romlige fordelingen av ulike typer leveområder og sammenhengen mellom disse er et eksempel der CLMS-kartene vil være godt egnet. Også for internasjonal rapportering kan det være en fordel å basere utvalgte indikatorer på et felles europeisk kartgrunnlag for å sikre sammenlignbare resultater på tvers av land.

Når det gjelder kartenes nøyaktighet varierer datakvaliteten både mellom arealtypene, men også mellom de ulike regionene i landet. Felles for de fleste kartlag er at våtmark og overganger mellom ulike arealtyper (kantsoner) svært ofte avgrenses feil. Mange våtmarker blir heller ikke fanget opp i det hele tatt. Andre arealtyper som ofte skaper problemer, er utmarksbeite i fjellområder og arealer med blandingsskog. I tillegg reduserer sterke belysningskontraster, i form av skyggekast i kupert terreng og sterk solinnstråling på fjellsider, nøyaktigheten til HRL-kartene i betydelig grad.

Denne rapporten har først og fremst sett på CLMS-kartenes bidrag på et overordnet nivå for å gi en første oversikt over temaer der CLMS kan inngå som en relevant datakilde og er basert på CLMS-kart publisert før 2020. Både bildebehandlingsmetodikk, ulike former for støtteinformasjon og CLMS-produktene selv er i kontinuerlig utvikling. Det anbefales derfor å fortsette arbeidet med verifisering av nye og forbedrede produkter, videreutvikle dokumentasjon og distribusjonsløsninger samt å gjøre videre vurderinger av hvordan kartene kan brukes i konkrete oppgaver knyttet til spesifikke temaer og delmål.

2 Globalt rammeverk for naturmangfold

I desember 2022 vedtok representanter fra 188 av FNs medlemsland rammeverket «*Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework*» (heretter referert til som «Naturavtalen»). Rammeverket er en internasjonal avtale under FNs *Convention on Biological Diversity* (CBD). Naturavtalen har til hensikt å bekjempe tapet av natur på et globalt nivå innen 2050. Denne avtalen ble opprinnelig foreslått under FNs konferanse om biologisk mangfold (*UN Conference on Biodiversity, COP15*) i Kunming, Kina, og deretter formelt vedtatt under etterfølgende forhandlinger i Montreal, Canada. Naturavtalen har som formål «å påskynde, muliggjøre og oppildne til en umiddelbar og gjennomgripende innsats fra regjeringer samt regionale og lokale myndigheter, med involvering fra hele samfunnet, for å stanse og reversere tapet av naturmangfold og oppnå de resultatene som er fastsatt i rammeverkets visjon, oppdrag, hovedmål og mål, og dermed bidra til å nå de tre målsetningene i konvensjonen om biologisk mangfold og dens protokoller» (FN 2022).

Naturavtalen er ingen bindende avtale, men spiller en viktig rolle i å koordinere internasjonale innsats for å bevare naturmangfoldet, og den legger til rette for samarbeid og utveksling av erfaringer mellom deltakerlandene. Avtalen er ment å fungere som et overordnet instrument for å oppnå globale mål for naturmangfold og understreker viktigheten av å integrere bevaring av naturmangfold i politikk og praksis på tvers av ulike sektorer.

Naturavtalen omfatter en rekke tiltak for å bevare og beskytte naturmangfoldet. Målene med avtalen inkluderer å stanse tapet av arter og økosystemer, gjenopprette ødelagte eller degraderte økosystemer, fremme bærekraftig bruk av naturressurser og sikre at økosystemer er robuste mot klimaendringer.

Naturavtalen består av fire overordnede, langsiktige og resultatorienterte hovedmål og 23 handlingsrettede delmål. De fire hovedmålene sikter mot å fremme en mer bærekraftig forvaltning av jordas biologiske mangfold gjennom internasjonalt samarbeid og koordinerte tiltak innen 2050. Hovedmålene i naturavtalen, i norsk oversettelse¹, er:

Hovedmål A

Den økologiske tilstanden til, sammenhengen mellom og motstandsevnen til alle økosystemer er opprettholdt, forbedret eller restaurert, slik at arealene med naturlige økosystemer økes betydelig innen 2050. Utryddelsen av kjente truede arter forårsaket av mennesker er stanset, og innen 2050 er takten og risikoen for utryddelse av alle arter redusert til en tiendedel, og bestandene av naturlig hjemmehørende ville arter er økt til sunne og robuste nivåer. Det genetiske mangfoldet innenfor populasjoner av ville og domestiserte arter er opprettholdt, slik at deres tilpasningspotensial er sikret.

Hovedmål B

Naturmangfold blir brukt og forvaltet på en bærekraftig måte, og naturens bidrag til mennesker, herunder økosystemfunksjoner og -tjenester, er verdsatt, opprettholdt og forbedret, inkludert at de som har vært i tilbakegang er gjenopprettet, for å bidra til å oppnå bærekraftig utvikling til beste for nålevende og framtidige generasjoner innen 2050.

Hovedmål C

Økonomiske og ikke-økonomiske fordeler fra bruken av genetiske ressurser og digital sekvensinformasjon fra genetiske ressurser samt tradisjonell kunnskap knyttet til genetiske ressurser, der det er relevant, er delt på en rettferdig og likeverdig måte, også med urfolk og lokalsamfunn der dette er relevant, og økt betydelig innen 2050, samtidig som tradisjonell kunnskap knyttet til genetiske ressurser er beskyttet på en hensiktsmessig måte og dermed bidrar til bevaring og bærekraftig bruk av naturmangfold, i samsvar med internasjonalt vedtatte instrumenter om tilgang og fordeling av fordeler.

¹ <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/naturmangfold/innsiktsartikler-naturmangfold/naturavtalen/id2986497/>

Hovedmål D

Tilstrekkelige virkemidler for gjennomføring, herunder finansielle ressurser, kapasitetsbygging, teknisk og vitenskapelig samarbeid og tilgang til og overføring av teknologi for å kunne gjennomføre det globale Kunming-Montreal-rammeverket for naturmangfold, er sikret og likeverdig tilgjengelig for alle parter, særlig utviklingslandene, spesielt de minst utviklede landene og små øystater, samt land med overgangsøkonomi, slik at finansieringsgapet på 700 milliarder dollar per år for å sikre naturmangfold, gradvis reduseres og finansieringsstrømmene gradvis justeres i samsvar med det globale Kunming-Montreal-rammeverket for naturmangfold og 2050-visjonen for naturmangfold.

Utover de fire hovedmålene, gir de 23 delmålene en tydelig ramme for å sikre bevaring og bærekraftig bruk av naturressurser på globalt nivå. Delmålene er handlingsretta og tiltak for hvert mål «må iverksettes umiddelbart og fullføres innen 2030» (FN 2022). Kapittel 5 foretar en gjennomgang av delmålene og løfter frem de målene som antakeligvis kan dra mest nytte fra fjernmålingsdata.

Miljødirektoratet har i 2023, på oppdrag av Klima- og miljødepartementet, gjennomført en vurdering av Norges arbeid med Naturavtalen. Del av oppdraget var blant annet å undersøke hvilke eksisterende nasjonale miljøindikatorer og FNs bærekraftsindikatorer som kan brukes i arbeidet med Naturavtalen (Miljødirektoratet 2023). Systematiske oversikter over hvordan de ulike indikatorene henger sammen med målene (både i Naturavtalen og FNs bærekraftsmål) er publisert i et eget notat (Miljødirektoratet 2023).

3 Naturmangfold på kart

Geografisk informasjon og fjernmåling inntar en sentral rolle i oppfølgingen av Naturavtalen. Flere av de 23 delmålene er helt eller delvis avhengige av at det foreligger presise kartdata, både på lokalt, regionalt og nasjonalt nivå. Sammenlignet med mange andre land, har Norge et godt utgangspunkt med en veletablert geodatainfrastruktur som gir offentlige myndigheter, på tvers av sektorene, åpen tilgang til omfattende kartinformasjon og offentlige registerdata som følger tydelige nasjonale standarder.

Til tross for det gode kartgrunnlaget, ligger det en utfordring i å gjengi alle aspektene av naturmangfold på kart med tilstrekkelig detaljeringsgrad. Begrepet naturmangfold, eller biologisk mangfold, refererer til den totale variasjonen av livsformer som finnes på jorden. CBD definerer naturmangfold som følgende: «*Biological diversity means the variability among living organisms from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part; this includes diversity within species, between species and of ecosystems*» (FN 1992).

Det som gjør naturmangfold til et komplekst tema er at variasjonen forekommer på ulike skalanivåer, fra gener på det laveste nivået, til arter og økosystemer på det øverste nivået. De tre komponentene av naturmangfold er:

Skala

1. **Mangfold av økosystemer og leveområder**

Dette refererer til variasjonen av forskjellige økosystemer og typer av leveområder som finnes i et gitt område. Hvert økosystem har unike fysiske egenskaper, plante- og dyreliv, samt økologiske prosesser og interaksjoner. Mangfoldet av økosystemer bidrar til å gi leveområder til et stort antall arter med ulike behov. I tillegg bidrar mangfoldet til en rekke økosystemtjenester som vannregulering, luftrensing, jordfruktbarhet og pollinering.

2. **Mangfold av arter (Artsmangfold)**

Artsmangfoldet omfatter variasjonen av forskjellige arter innenfor et bestemt økosystem eller geografisk område. Det inkluderer alt fra mikroorganismer og planter til dyr. Arter kan være unike i sine fysiske egenskaper, atferd, økologiske roller og genetiske sammensetninger. Artsmangfoldet er grunnlaget for økosystemenes funksjon og stabilitet, og tap av arter kan føre til alvorlige konsekvenser for økosystemene og menneskers velferd.

3. **Mangfold av genetiske ressurser (Genetisk mangfold)**

Genetisk mangfold omfatter variasjonen av gener innenfor en art, inkludert forskjellige genetiske varianter og tilpasninger. Genetisk mangfold gir grunnlaget for naturlig utvalg, evolusjon og tilpasning, og er avgjørende for avl og bevaring av planter og dyr. Tap av genetisk mangfold kan redusere artens evne til å tilpasse seg og overleve i et stadig skiftende miljø.

Den store variasjonen på hvert nivå samt et stadig vekselspill mellom de ulike nivåene gjør naturmangfold til et utfordrende tema i geografiske analyser. Det kreves svært detaljert informasjon, både i forhold til oppløsning og kunnskap om arealenes økologiske tilstand. Mye av denne typen informasjon må registreres gjennom møysommelig feltarbeid. Om en kantsone er artsrik eller domineres av fremmede arter, er per i dag ikke mulig å finne ut fra fjernmålingsdata alene, uavhengig

av hvor godt den romlige oppløsningen måtte være. Jo mer detaljert et kart skal være, desto mer tids- og arbeidskrevende er også selve kartleggingen. Dette fører til at de mest detaljerte kartlagene ofte er begrenset til mindre områder, mens kartlagene som foreligger heldekkende for landet ikke vurderes å gi tilstrekkelig informasjon for å kunne vurdere naturmangfold med stor nok sikkerhet for alle formål.

I de fleste tilfeller er det derfor nødvendig å jobbe med indikatorer, dvs. måle forhold som indirekte kan fortelle noe om tilstanden i naturen. Indirekte målinger har generelt større usikkerheter enn direkte målinger, men er ofte den eneste mulighet hvis direkte målinger ikke er mulige eller for kostbare. I forbindelse med naturmangfold, har den internasjonale arbeidsgruppen *Group on Earth Observations Biodiversity Observation Network* (GEO BON) foreslått et sett av variabler, kalt *EBV (Essential Biodiversity Variables)*. Formålet med EBVs er å etablere et harmonisert sett av indikatorer som kan brukes til å overvåke biologisk mangfold på globalt nivå ved bruk av fjernmåling (Pareira m.fl. 2013). Skidmore m.fl. (2021) har gjort en gjennomgang av disse variablene og vurdert i hvilken grad disse kan fanges opp med satellittfjernmåling. I studien kommer forskerne frem til at variabler knyttet til den romlige strukturen av leveområder og økosystemfunksjoner er enklest å undersøke med dagens satellitteknologi. Måling av variabler på artsnivå er per i dag i liten grad mulig fra satellitt på grunn av den begrensede oppløsningen (både geometrisk og spektralt), men det er sannsynlig at artsbestemmelse av større arter (som enkelte trær) kan bli mulig etter hvert med bedre sensorer. Variabler knyttet til genetisk mangfold vurderer Skidmore m.fl. (2021) derimot som de mest utfordrende fordi de ikke kan måles direkte fra fjernmålingsdata og isteden må undersøkes med molekylære analysemetoder i felt.

Det er også mulig at enkelte, presumptivt nyttige kilder til informasjon om naturmangfold blir oversett eller ekskludert fordi ønskene om detaljeringsgrad og nøyaktighet er urealistisk høye. Det fører til at det settes krav som ikke kan innfris, og datakilder som kan være hensiktsmessige for å dekke en del formål ikke tas i bruk fordi de ikke dekker alle formål.

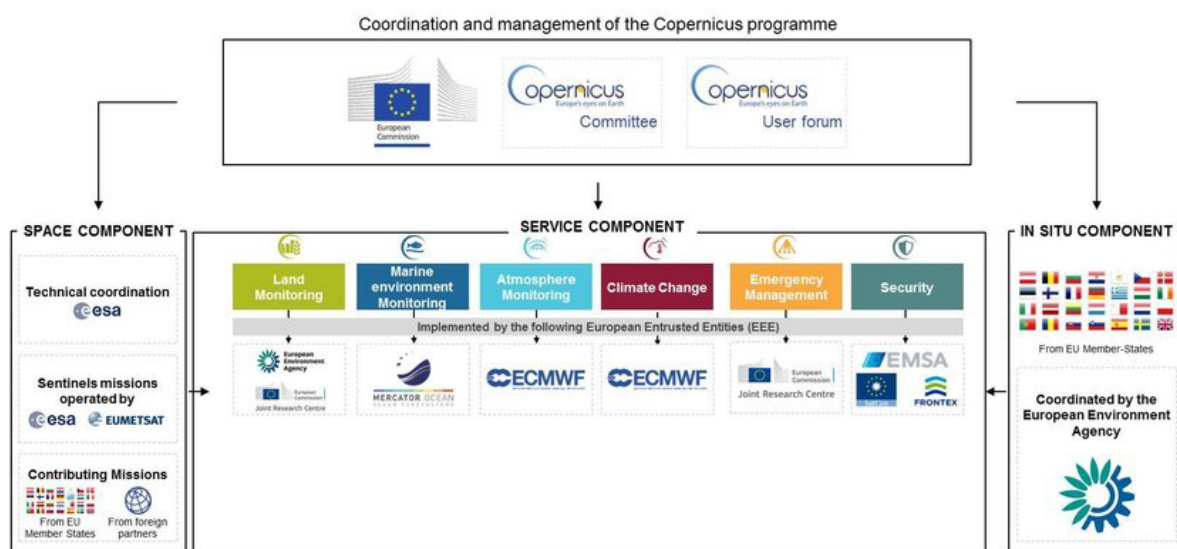


Figur 1: Død ved, både stående og liggende, er viktig for naturmangfold i skog. Slike enkeltelementer er vanskelig å fange opp gjennom satellittfjernmåling. Foto: Ulrike Bayr

4 Copernicus Land Monitoring Service (CLMS)

4.1 Copernicus-programmet

Copernicus er et europeisk romprogram utviklet av EU og Den europeiske romfartsorganisasjonen (European Space Agency, ESA). Målet med Copernicus er å levere satellittbilder og geografisk informasjon for å overvåke jordens tilstand og endringer over tid. Copernicus leverer tjenester innen seks tematiske områder: landmiljøer, marine miljøer, atmosfære, klima, krisemanagement og samfunnssikkerhet (Figur 2). Denne rapporten tar for seg den delen av programmet som er knyttet til overvåking av landarealene.



Figur 2: Organisasjon av det europeiske Copernicus-programmet (Boniface m.fl. 2021).

Copernicus Land Monitoring Service (CLMS) ble opprettet i 2012 og forvaltes av det europeiske miljøbyrået (European Environment Agency, EEA) og Europakommisjonens felles forskningscenter (Joint Research Centre, JRC). Ved bruk av satellittfjernmåling samler CLMS inn data om jordoverflaten og hvordan denne endrer seg over tid. En av de sentrale funksjonene i CLMS er å levere regelmessige og oppdaterte overvåkingsprodukter og tjenester til brukere som består av forskere, forvaltere og andre beslutningstakere.

CLMS tar i bruk både optiske og radarbaserte sensorer til å samle informasjon om arealbruk og arealdekke. Optiske sensorer er passive systemer som fanger opp synlig lys og infrarød stråling, mens radarbaserte sensorer er aktive systemer og sender ut radarsignaler som kan trenge gjennom skyer og observere jorden uavhengig av værforhold. Sentinel-satellittene, som har vært i drift siden 2014, er en sentral del av Copernicus-programmet. CLMS kombinerer data fra ulike satellitter og kilder for å skape mer omfattende og pålitelige analyser av jordoverflaten.

Ved siden av rådata, tilbyr CLMS også en rekke ferdig produserte kartlag på europeisk nivå. CORINE Land Cover (CLC) er blant de mest kjente produktene. CLC ble initiert i 1985 og har siden da gjennomgått flere oppdateringer og forbedringer. Blant annet har den romlige oppløsningen i løpet av tiden økt fra opprinnelig 100 m til 10 m i dag. I tillegg leverer Copernicus flere høyoppløselige kartlag til ulike temaer (kapittel 4.2) og tre vektor-baserte kartlag over elvesystemer (Riparian Zones), urbane områder (Urban Atlas) og verneområder (Natura 2000).

4.2 Høyoppløselige kartlag (high resolution layers, HRL)

High Resolution Layers (HRL) er detaljerte kartlag på ulike temaer som er direkte avledet fra rådataene. Temakartene er ferdig prosessert og har i hovedsak en romlig oppløsning på 10 m (unntatt ett kartlag med 5 m oppløsning). CLMS bruker informasjon fra Sentinel-satellittene, spesielt Sentinel-1, Sentinel-2 og delvis Sentinel-3 for å generere temakartlagene (Boniface m.fl. 2021). Sentinel-2-satellitten gir optiske bilder med en oppløsning på opptil 10 meter, noe som gjør det mulig å skille mellom ulike arealklasser som skog, vann, jordbruksareal og byområder med stor detaljrikdom. Sentinel-1-satellitten gir radarbilder som kan levere informasjon om terrengstruktur, vegetasjonstetthet og endringer i jordoverflaten, selv med skydekkede eller om natten. Sentinel-3 bruker både optiske bilder, radar og altimetriske data og leverer informasjon om blant annet jordas overflatetemperatur, isdekke og albedo. Ved å kombinere data fra de forskjellige satellittene kan CLMS produsere HRL'er som gir detaljerte kart av jordoverflaten samt endringer over tid. Figur 3 illustrerer de seks HRL'er som er tilgjengelig fra Copernicus-programmet og som vil omtales nærmere i denne rapporten.

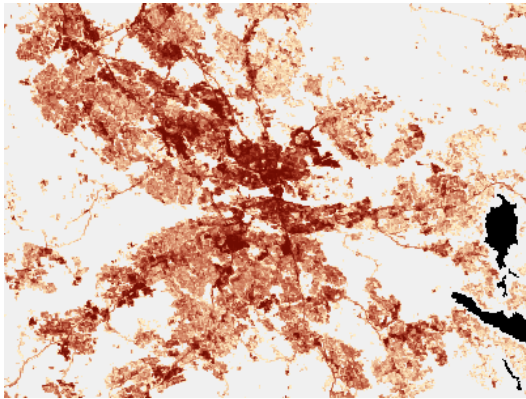
Formålet med HRL'ene er å gi brukerne tilgang til nøyaktig, pålitelig og standardisert geografisk informasjon som enkelt kan tas i bruk til en rekke formål, som arealplanlegging, overvåking av landskapsendringer, katastrofehåndtering, og naturressursforvaltning.

I forbindelse med fjernmålingsdata er det viktig å understreke at «høyoppløst» er et relativt begrep. På globalt nivå anses 10 meter romlig oppløsning gjerne som høyoppløst, mens det er relativt grovt på regionalt eller nasjonalt nivå, særlig når det sammenlignes med andre kartdata som eksisterer for det samme geografiske området. For eksempel har vi i Norge per i dag høyoppløste terrengmodeller med en romlig oppløsning på 1 meter og flyfoto helt ned til 10 cm. Samtidig er det også viktig at oppløsningen er tilpasset analysens formål.

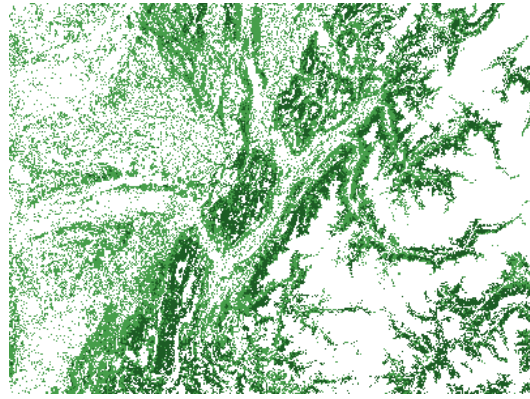
Oppløsning av fjernmålingsprodukter

Når det snakkes om oppløsning, menes ofte den romlige oppløsningen, dvs. størrelsen av arealet hver piksel dekker, men begrepet omfatter egentlig fire ulike typer oppløsning:

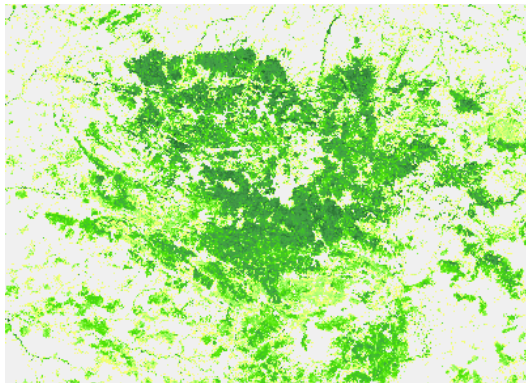
- **Romlig oppløsning** refererer til pikselstørrelsen en sensor bruker for å avbilde jordoverflaten. For eksempel betyr en oppløsning på 10 meter, at hver piksel dekker et område på 10x10 meter på jordoverflaten. Jo større pikslene er, desto større areal dekker hver piksel, men desto færre detaljer vil den klare å gjengi.
- **Radiometrisk oppløsning** beskriver hvor mye informasjon en sensor (og dermed hver enkelt piksel) maksimalt kan gjengi. For eksempel betyr en radiometrisk oppløsning på 8 bit = 2^8 at hver piksel kan ha en digital verdi mellom 0-255 (256 verdier). I et gråskalabilde tilsvarer dette antallet av grånyanser i bildet.
- **Temporal oppløsning** refererer til sensorens opptaksfrekvens, dvs. hvor ofte sensoren flyr over ett og samme sted og tar bilder. Sentinel-2 har for eksempel en temporal oppløsning på 10 dager, dvs. at hvert område på jordoverflaten fotograferes hver 10. dag med nøyaktig samme vinkel.
- **Spektral oppløsning** beskriver sensorens evne til å registrere ulike deler av lysets spektrum. Sentinel-2 kalles for en multispektral sensor fordi den fanger opp både det synlige lyset (blått, grønt, rødt) og det usynlige lyset (infrarødt).



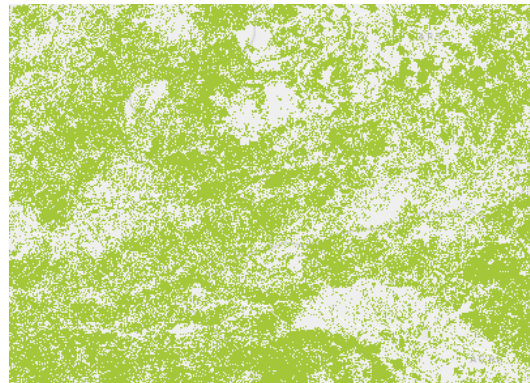
Imperviousness (Imp), 10 m
Tette flater og utbygd areal



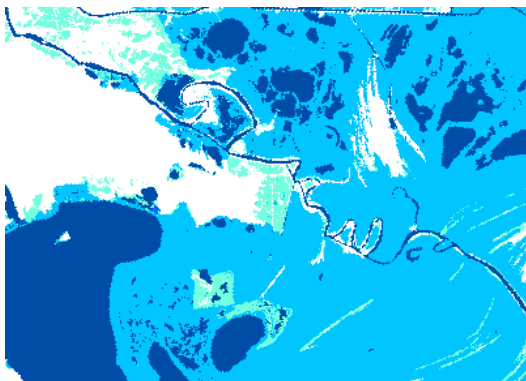
Dominant Leaf Type (DLT), 10 m
Treslag



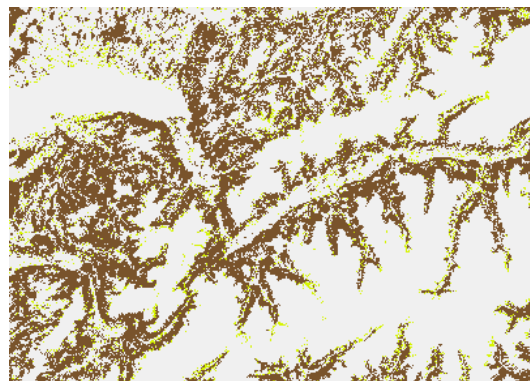
Tree Cover Density (TCD), 10m
Tredekning



Grassland (G), 10 m
Gressarealer



Water and wetness (WAW), 10 m
Vann og fuktighet



Small woody features (SWF), 5 m
Små treklynger og linjer med trær

Figur 3: HRL kartene som er avledet fra rådata fra Sentinel-satellittene. Kartene foreligger heldekkende for Europa med en romlig oppløsning på 10 meter (unntatt SWF på 5 m).

5 Vurdering av CLMS-kartproduktene bidrag til Naturavtalen

5.1 Oversikt over delmålene

Dette kapitlet tar for seg spørsmålet i hvilken grad CLMS-kartene kan bidra som kunnskapsgrunnlag for arbeidet med å nå delmålene i Naturavtalen. Ikke alle delmålene er like avhengig av geografisk informasjon. Tabell 1 gir en oversikt over målene og en vurdering hvorvidt CLMS-kartene kan gi et bidrag til det videre arbeidet med Naturavtalen.

Tabell 1: Oversikt over de 23 delmålene i Naturavtalen og en vurdering av bidraget CLMS-kartlagene kan gi til måloppnåelsen. Mål fremhevet i grønt vurderes nærmere i kapittel 4.3.

Mål	Bidrag fra CLMS-kartprodukter	
<i>Redusere trusler mot naturmangfold</i>		
1	Naturhensyn i arealplanlegging og -forvaltning	Liten
2	Restaurering av 30 prosent av arealene på land, i elver og innsjøer, langs kysten og i havet	Middels
3	Vern og bevaring av 30 prosent av arealene på land, i elver og innsjøer, langs kysten og i havet	Middels
4	Stanse tap av arter, gjenoppbygge og bevare arter	Middels
5	Bærekraftig, trygg og lovlig bruk, høsting og handel med viltlevende arter	Svært liten
6	Eliminere og redusere påvirkninger fra fremmede skadelige arter	Liten
7	Redusere forurensing	Liten
8	Minimere konsekvenser fra klimaendringer og styrke klimatilpasningen	Liten
<i>Oppfylle menneskers behov gjennom bærekraftig bruk og fordeling av fordeler</i>		
9	Bærekraftig forvaltning og bruk av viltlevende arter	Svært liten
10	Bærekraftig landbruk, skogbruk og havbruk	Liten
11	Restaurere, opprettholde og forbedre naturens økosystemtjenester	Middels
12	Forbedre blå-grønn infrastruktur i urbane og tettbygde strøk	Middels
13	Rettferdig fordeling av genetiske ressurser	Svært liten
<i>Verktøy og løsninger for gjennomføring og integrering</i>		
14	Integrering av naturhensyn i politiske prosesser og regelverks-, planleggings- og utviklingsprosesser	Svært liten
15	Stimulere næringslivet til å overvåke, vurdere og opplyse om sine risikoer, sin avhengighet og påvirkning knyttet til naturmangfold, fremme bærekraftig forbruksmønstre	Svært liten
16	Stimulere til bærekraftige forbrukervalg	Svært liten
17	Iverksette tiltak for håndtering av biosikkerhet	Svært liten
18	Avvikle eller endre subsidier som er skadelige for naturen	Svært liten
19	Øke finansielle ressurser for gjennomføring av nasjonale strategier og handlingsplaner for naturmangfold	Svært liten
20	Styrke tilgang og overføring av teknologi og økt vitenskapelig samarbeid	Svært liten
21	Sikre tilgang til data, informasjon og kunnskap for myndigheter, forvaltning og allmenheten	Svært liten
22	Sikre medvirkning i beslutningsprosesser	Svært liten
23	Likestilling i gjennomføringen	Svært liten

Delmålene i Naturavtalen er delt opp i tre tematiske grupper. Delmålene 1-8 i den første gruppen handler om å redusere truslene for naturmangfold og er i stor grad avhengig av geografisk

informasjon. Disse målene vil også kunne dra mest nytte av CLMS-kartlagene. I den andre gruppen (delmål 9-13), som skal sikre «menneskers behov gjennom bærekraftig bruk og fordeling av fordeler», er det også noen få delmål som vil delvis kunne profitere fra CLMS-kartene. For delmålene 14-23 i den tredje gruppen vil geografisk informasjon spille en langt mindre rolle. Disse er derfor ikke diskutert nærmere i denne rapporten.

5.2 Muligheter og begrensninger

Som påpekt i kapittel 3, krever en helhetlig vurdering og overvåking av naturmangfold detaljert informasjon, fortrinnsvis på tvers av ulike skalanivåer. Dette er per i dag ikke mulig å oppnå kun basert på fjernmåling på grunn av de tekniske begrensningene observasjonssystemene fortsatt har. Det gjelder både med henblikk på romlig oppløsning, men også sensorenes evne til å gi informasjon som gjør det mulig å identifisere aktuelle fenomener. Selv om vi kan anta at mange av disse begrensningene vil oppheves etter hvert, vil det fortsatt ta tid før utviklingen har kommet langt nok.

Med en romlig oppløsning på 10 meter må CLMS-kartene ansees som relativt grove data med begrenset informasjon om et såpass komplekst tema som naturmangfold. I de fleste tilfeller vil derfor andre eksisterende kartdata med høyere oppløsning være mer aktuelle enn CLMS-kartene. Til tross for denne begrensningen har CLMS-kartene også noen styrker som gjør at kartene likevel vil kunne bidra på ulike måter:

- **Geografisk dekning**

Rådata fra Copernicus foreligger på globalt nivå. Avledede kartprodukter foreligger per i dag heldekkende for Norge og Europa. Den store geografiske dekningen gjør at CLMS-kartene har et potensial for å supplere nasjonale data i områder der geografisk informasjon er mangelfull og dermed bidra til å fylle eksisterende datahull.

- **Europeisk standard og internasjonalt samarbeid**

CLMS-kartene bidrar til en harmonisering av datagrunnlaget på europeisk nivå. Dette sikrer at resultater fra nasjonale analyser vil kunne sammenlignes på tvers av land og dermed bidra til å styrke det internasjonale samarbeidet. Naturavtalen fremhever viktigheten av internasjonalt samarbeid der global overvåking av naturmangfold spiller en viktig rolle. CLMS kan lette internasjonalt samarbeid om bevaring av naturmangfold ved å tilby en felles plattform for deling av data, verktøy og ekspertise. Dette kan hjelpe landene med å harmonisere sine overvåkings- og rapporteringsinnsatser, utveksle erfaringer og samarbeide om bevaringstiltak på tvers av landegrensar.

- **Tidsserier**

I motsetning til mange andre kartdata, er Copernicus-programmet lagt opp som et overvåkingsprogram med mål om å følge med på endringer på jordoverflaten over tid. Satellitter tar regelmessig nye opptak av samme område (ofte med kun få dagers mellomrom) og tilhørende kartprodukter kan dermed også oppdateres i regelmessige intervaller. Kart som er basert på flybilder eller feltkartlegging ajourføres ofte med langt større mellomrom avhengig av faktorer som intervallet i omløpsfotograferingen (vanligvis 4-8 år), tilstrekkelig finansiering av kartleggingsprosjekter og kapasitet hos nødvendig personell til feltarbeid og flybildeinterpretasjon. Selv om oppdateringsfrekvensen av de fleste CLMS-kartene per i dag er begrenset til tre år, er det teknisk sett mulig å redusere tiden mellom oppdateringene. Det er derfor ikke utelukket at hyppigere oppdateringer kan bli tilgjengelige i fremtiden.

- **Kostnadseffektiv**

Satellittene i Copernicus-programmet leverer data kostnadsfritt for brukerne og er offentlig tilgjengelig. CLMS-kartene er i tillegg ferdig prosesserte produkter som kan tas i bruk umiddelbart

i videre arbeid. Dette aspektet er viktig på bakgrunn av at finansiering av forskningsarbeid og praktiske tiltak retta mot naturmangfold kan være begrenset.

The Knowledge Centre on Earth Observation (KCEO) har nylig utgitt en tilsvarende rapport som ser på hvordan fjernmåling fra satellitt kan bidra til EU's politikk i forbindelse med naturmangfold (Camia m.fl. 2023). Forskergruppen har vurdert fjernmålingsprodukter fra *Copernicus Land Monitoring Service (CLMS)*, *Climate Change Service (C3S)* og *Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)*. Rapportens hovedkonklusjoner trekker fram at produktenes romlige oppløsning i de fleste tilfeller tilfredsstillende brukernes behov, men at den lave tematiske oppløsningen (dvs. antall av arealklasser) ofte er utilstrekkelig til å kunne vurdere naturmangfold. Videre pekes det på et forbedringspotensial ift. tiden det tar mellom nye opptak gjøres og til disse blir tilgjengelige for brukerne (Camia m.fl. 2023).

5.3 CLMS bidrag til målene i Naturavtalen

Mange av delmålene i Naturavtalen overlapper eller henger tett sammen med hverandre. For eksempel vil restaurering og vern av arealer samtidig gi et positivt bidrag til å ta vare på truede arter, forbedre økosystemtjenester og redusere forurensing. På samme måten vil også et bærekraftig landbruk bidra positivt til økosystemtjenester og målet om å ta vare på arter. For å unngå gjentakelser, har vi derfor valgt å vurdere CLMS bidrag for større temakomplekser istedenfor å vurdere hvert delmål enkeltvis.

Arealplanlegging og -forvaltning (Mål 1, 4, 6)

Nøyaktig geografisk informasjon er sentralt i all arealplanlegging og -forvaltning i Norge. Arealplanleggere har i dag tilgang til detaljerte kartdata og annen relevant informasjon via det offentlige kartgrunnlaget (DOK) som er definert gjennom plan- og bygningsloven, samt tilhørende kart- og planforskrift. Lovverket legger stramme føringer for hvilke geodata som kan inngå i planarbeidet. Med en pikselstørrelse på 10x10 meter, oppfyller ikke CLMS-kartene de nasjonale standarder og kravene etter plan- og bygningsloven. Basert på dette må CLMS-kartproduktene vurderes som lite relevant i arealplanleggingen.

Til tross for begrensningene CLMS-kartene har, særlig på lokalt og regionalt nivå, kan CLMS muligens bidra på et mer overordnet nivå. Dette gjelder for eksempel i tilfeller der hovedmålet er å få oversikt over mengde og romlig fordeling av ulike arealtyper. Selv om Hovedøkosystemkartet (Strand m.fl. 2023) og det nye nasjonale «Grunnkart for arealregnskap» (Strand m.fl. 2024) etter hvert vil overta mye av denne oppgaven i nasjonal sammenheng, kan det bli aktuelt å bruke CLMS-kartene fremfor nasjonale datasett i forbindelse med internasjonalt samarbeid og rapportering. Harmoniserte data på europeisk nivå kan sikre et sammenlignbart datagrunnlag på tvers av landegrensler.

Restaurering og vern av arealer (Mål 2, 3, 4, 11)

For å kunne nå målet om å restaurere 30 % av arealene er det en grunnleggende forutsetning å kjenne til restaureringspotensialet til potensielle arealer. Miljødirektoratet påpeker i sine vurderinger av Norges arbeid med Naturavtalen, at det per i dag ikke eksisterer en fullstendig og systematisk oversikt over forringede økosystemer (Miljødirektoratet 2023). CLMS-kartene gir heller ikke tilstrekkelig informasjon om den økologiske tilstanden til arealene og bidrar dermed kun i liten grad direkte til målet. For å kunne avgjøre hvilke arealer som faktisk har størst restaureringsbehov og dermed bør prioriteres, vil det i så fall være nødvendig å koble CLMS-kartene med mer detaljert informasjon om tilstanden, for eksempel fra feltregistreringer eller kartlegging av naturtyper (NiN) der slike finnes.

Det CLMS-kartene derimot kan hjelpe med er å få en oversikt og identifisere områder der restaurering potensielt kan bidra til å forbedre den økologiske sammenhengen (konnektivitet) mellom arealer. Når leveområder knyttes sammen, vil dette gjøre det enklere for arter (og gener) å forflytte seg. En bedre

konnektivitet mellom leveområder kan samtidig bidra positivt til målsetningene om bevaring av truede arter (Mål 4) og restaurering av økosystemtjenester (Mål 11).

For vern av arealer gjelder mye av det samme som for restaurering. Også i dette tilfelle kan CLMS-kartene brukes til å identifisere arealer der vern kan bidra til å forbedre sammenhengen mellom viktige naturområder.

Det vil iblant kunne være ønskelig at valget av arealer til restaureringstiltak eller vern tar hensyn til å omfatte ulike naturtyper for å unngå ensidig prioritering av spesifikke leveområder. CLMS-kartene kan i dette tilfelle brukes som et grunnlag for å overvåke status med hensyn til hvor mye areal innenfor hver arealtype eller naturtype nasjonalt som er vernet, restaurert eller under restaurering. At CLMS kartene oppdateres regelmessige kan understøtte behovet for å følge med på utviklingen av andel areal som er vernet og restaurert over tid.

Overvåking av arter (Mål 4, 6)

Bevaring av **truede arter** krever først og fremst at leveområdene til disse artene ivaretas – både med henblikk på mengde areal, geografisk fordeling og økologisk tilstand. Dette forutsetter kjennskap til hvilke typer leveområde de enkelte artene er knyttet til og hvor disse områdene finnes. Som nevnt i forrige avsnitt, vil CLMS-kartene også i dette tilfelle bidra mer på en indirekte måte og på et overordnet nivå. Dette kan for eksempel være analyser av den romlige fordelingen av økosystemer og sammenhengen mellom leveområder.

Uavhengig av geografisk informasjon, overvåkes status til truede arter per i dag f.eks. gjennom rødlisteindeksen (RLI) som beregnes basert på endringer i artenes rødlistestatus. RLI for fugler fungerer blant annet som hovedindikator på FNs bærekraftsmål 15 «Livet på land» og er også foreslått av Miljødirektoratet som indikator på Naturavtalens hovedmål A og delmål 4 (Miljødirektoratet 2023). Som Miljødirektoratet selv påpeker er RLI ikke noe nøyaktig mål, fordi endringer i rødlistestatus blant annet skyldes økt kunnskap om arter og dermed ikke gjenspeiler reelle bestandsendringer.

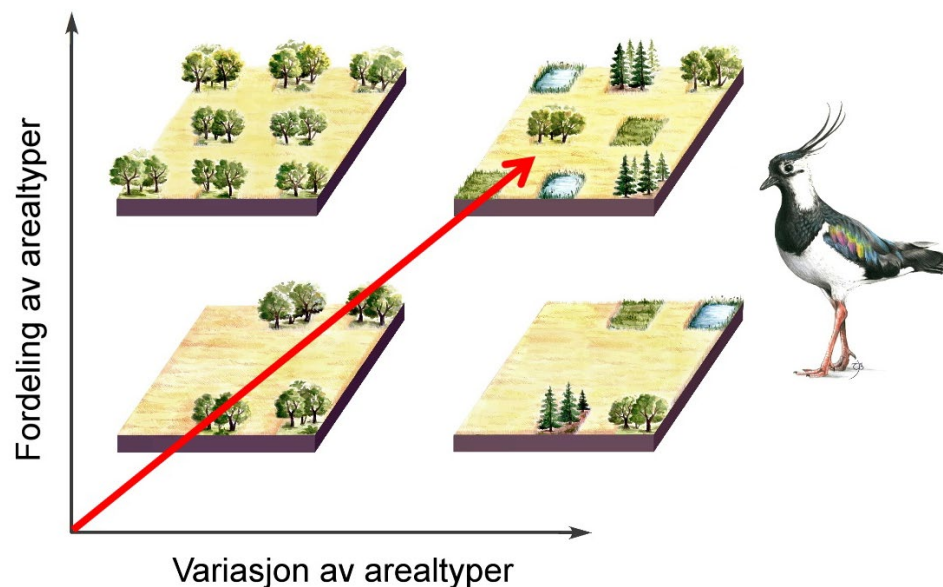
Direkte målinger og analyser av artenes bestandsutvikling krever fortsatt supplerende feltregistreringer. Cavender-Bares m.fl. (2022) fremhever viktigheten av å kombinere fjernmålingsdata med data fra andre kilder, som feltregistreringer eller DNA-analyser, for å kunne nå de internasjonale målene om å bevare biologisk mangfold. Det samme gjelder også CLMS-kartene som med fordel kan kombineres med mer detaljert informasjon på artsnivå fra diverse feltregistreringer, for eksempel fra ANO-programmet (Arealrepresentativ naturovervåking, Tingstad m.fl. 2019) eller 3Q-programmet (Stokstad m.fl. 2017, Dramstad m.fl. 2002).

Mulighetene for fjernmålingsbaserte analyser av **fremmede skadelige arter** er like begrenset som for truede arter. Også her er feltkartlegging nødvendig for å kunne stedfeste områder der slike arter har etablert seg eller identifisere sårbare områder som står i fare for at slike arter sprer seg. På et høyere geografisk nivå kan CLMS-kartene imidlertid gi mange av de samme mulighetene som for overvåking av leveområdene til truede arter. Blant annet kan CLMS inngå som kartgrunnlag for modellering av potensielle spredningsveier av fremmede arter og dermed bidra til å forutse og forebygge videre spredning.

Overvåking av økosystemer og leveområder (Mål 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12)

Kapitel 3 gjorde tydelig at beskrivelse av naturmangfold må omfatte flere geografiske nivåer, fra gener til arter og økosystemer. Grunnet de tekniske egenskapene til Sentinel-satellittene, vil CLMS-kartene først og fremst kunne bidra på det øverste nivået, dvs. økosystemer og leveområder. Siden forekomsten og fordelingen av leveområder i vesentlig grad er medbestemmende for artsmangfold og det genetiske mangfoldet i et landskap (i samspill med faktorer som klima, topografi og berggrunn), vil informasjon på et overordnet nivå også kunne gi indirekte indikasjon på de lavere nivåene.

I landskapsøkologien beskrives landskapet gjerne som en mosaikk av habitatflekker, korridorer og barrierer basert på «Patch-corridor-matrix-modellen» opprinnelig publisert av Forman og Godron (1986). Landskapets struktur og sammensetning står i tett sammenheng med forekomst, fordeling og forflytning av organismer (Framstad m.fl. 2018). Mange vitenskapelige studier har bekreftet at stor variasjon i landskapet bidrar positivt til naturmangfoldet (Pedersen & Krøgli 2019, Priyadarshana m.fl. 2024) (Figur 4).



Figur 4: Kombinasjonen av stor variasjon av arealtyper og deres romlige fordeling resulterer i større forekomst av kulturlandskapsfugler (Pedersen & Krøgli 2019).

Særlig forekomsten av diverse **landskapselementer** som hekker, bekker, steingjerder, åkerholmer eller andre kantsoner har vist seg å stå i positiv sammenheng med biologisk mangfold (Framstad m.fl. 2018, Priyadarshana m.fl. 2024). Samtidig bidrar landskapselementer til å opprettholde og forbedre naturens økosystemtjenester (van der Zanden m.fl. 2013, Špulerová et al., 2018). HRL-kartet «Small woody features» kan i denne sammenheng vise seg til å være nyttig fordi det kan fylle hull i det eksisterende kartgrunnlaget som ofte mangler en del mindre landskapselementer som ligger under grensene til minsteareal.

CLMS-kartene kan være et godt grunnlag for en rekke landskapsøkologiske analyser på nasjonalt nivå, for eksempel for å undersøke hvor godt viktige naturområder henger sammen gjennom korridorer, vurdere mengde og fordeling av ulike leveområder eller modellere forflytning av arter mellom disse. Som nevnt i andre sammenheng, vil det også i dette tilfelle være en fordel å kombinere informasjon fra CLMS-kartene med mer detaljert informasjon, for eksempel feltregistreringer og andre høyoppløselige kartdata, for å kunne vurdere den faktiske økologiske tilstanden av leveområder (Cavender-Bares m.fl. 2022, Cisneros-Araujo m.fl. 2021).

CLMS-kartene kan eventuelt også benyttes som tematisk supplement til geometrisk sett mer detaljerte kart. Et mulig eksempel er å kombinere SWF med arealressurskartet AR5. AR5 gir en god og detaljert beskrivelse av jordbruksarealet, men generaliserer vekk små åkerholmer og smale trekker (f.eks. langs teiggrensler). Ved å hente ut de elementene i SWF som ligger i jordbruksarealet i AR5 kan man, selv om SWF heller ikke er komplett, få en *indikator* på forekomsten av slike elementer i jordbruksarealet. Indikatoren kan valideres ved å studere hvor godt den representerer disse elementene innenfor prøveflatene i overvåkingsprogrammet for jordbrukets kulturlandskap (3Q). Hvis det er høy grad av samvariasjon mellom indikatoren og faktisk tilstand kan indikatoren være nyttig og anvendbar selv om den ikke gir et presist bilde av virkeligheten.

CLMS-kartene muliggjør identifisering og kartlegging av potensielle trusler mot biodiversitet i et tidlig stadium, inkludert fragmentering av leveområder, avskoging og urbanisering. Den romlige strukturen av økosystemer og landskapselementer kan også bidra til å redusere forurensing. CLMS kan f.eks. komme til nytte ved romlige analyser av utslippskilder og mulige bufferarealer som vegetasjonsstriper langs vann som kan redusere avrenning av næringsstoffer og sprøytemidler fra omliggende arealer. I kombinasjon med høyoppløselige terrengmodeller, kan CLMS muligens også brukes inn i modelleringer av overflatevann og avrenning.

Til tross for at det finnes en rekke heldekkende kartdata med bedre romlig oppløsning, som for eksempel Arealressurskartet AR5 (Ahlstrøm m. fl. 2019) og det nye Grunnkartet for arealregnskap (Strand m.fl. 2024), vil CLMS kunne brukes i mer overordnede analyser som strekker seg over landegrensene eller har som mål å levere tallgrunnlag i et internasjonalt perspektiv. OECD har for eksempel satt i gang arbeidet med å utvikle en egen indikator for å overvåke naturmangfold knyttet til jordbrukslandskap (OECD 2023). Det bør vurderes nærmere om, og hvordan CLMS-kartene kan inngå i dette arbeidet som et felles kartgrunnlag for Europa. Rådata som gir grunnlag for ferdige CLMS-kartprodukter foreligger på globalt nivå, det vil dermed være mulig å bruke det samme datagrunnlaget også i OECD land utenfor Europa.

Ved bruk av CLMS-kartproduktene er det imidlertid viktig å huske at disse per i dag ikke fanger opp alle typer leveområde med samme nøyaktighet. Analyser av kartenes nøyaktighet har vist at de fleste kartproduktene har store utfordringer i kartleggingen av **våtmarksområder**, men også av gressdekte arealer i fjellet og kantsoner. Det henvises til kapittel 5 i denne rapporten som gir en kort oppsummering av nøyaktigheten til de enkelte HRL-kartlagene.

Klimaendringer og klimatilpassing (Mål 8)

Tiltak for å redusere klimagassutslipp i alle sektorer og samfunnsområder, samt styrking av samfunnets evne til klimatilpassing, vil være sentrale i arbeidet med å redusere konsekvensene av et endret klima i fremtiden (Stort. Meld. St. 26 (2022-2023)). Geografisk informasjon fra satellitt vil kunne bidra mest på områder som risiko- og sårbarhetsvurderinger, overvåkings- og varslingssystemer og romlig modellering av fremtidige klimaendringer. Satellittbilder gir et globalt perspektiv på klimaendringer ved å tillate overvåking av endringer i havnivå, isbreer, snødekket, skogdekning, og andre klimatiske variabler over tid. Dette kan hjelpe med å forstå mønstre og trender i klimaet og hvordan de påvirker forskjellige regioner. CLMS-kartene kan for eksempel tas i bruk til å kartlegge og analysere sårbarhet og risiko for klimarelaterte hendelser som flom, skogbranner og havnivåstigning. Ved å integrere andre nasjonale data om topografi, befolkningsfordeling, infrastruktur og miljøforhold, kan det identifiseres områder som er mest utsatte for klimaendringer.

CLMS-kartene kan også brukes til å utvikle prediktive modeller til å forutse og planlegge for fremtidige klimaendringer. Allerede i flere tiår har forskjellige kartdata for arealbruk og arealdekke vært i bruk for globale eller europeiske klimamodelleringer, som f.eks. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS, 250-1000 m oppløsning), Global Land Cover 2000 (GLC2000, 1000 m), CORINE Land Cover (CLC, 100 m) eller GlobCover (300 m) (Reinhart m.fl. 2021). I dag er det særlig ESAs Climate Change Initiative (CCI) med 300 meter oppløsning som brukes for modelleringer på globalt nivå (Harper m.fl. 2023). Med en oppløsning på 10 meter kan CLMS-kartproduktene gi et egnet datagrunnlag for klimamodelleringer for mindre områder, både på regionalt og lokalt nivå. I forbindelse med klimamodelleringer er det uansett sjelden behov for høyere romlig oppløsning fordi det øker datamengden og dermed tiden det tar å gjennomføre beregningene.

Bærekraftig landbruk og økosystemtjenester (Mål 4, 10, 11)

Arealbruksendringer er den største direkte driveren for tap av naturmangfold globalt (Newbold m.fl. 2015, IPBES 2019, Jaureguiberry m.fl. 2022). Landbruket som helhet har dermed et spesielt ansvar for å finne måter å redusere negative påvirkninger og snu driftsmåter i en mer bærekraftig retning. Tiltak som kan fremme det biologiske mangfoldet må først og fremst gjennomføres på gårdsnivå og politiske virkemidler som lovgivning eller målretta tilskudd kan gi insentiver til å endre måten arealer brukes på.

Med henblikk på geografisk informasjon finnes det i Norge per i dag detaljerte kartdata for både jordbruksarealer og skog, f.eks. gjennom Arealressurskartet AR5 og Skogressurskartet SR16. Overvåking av endringer i jordbrukets kulturlandskap fanges videre opp gjennom 3Q-programmet (Stokstad m.fl. 2017) som er basert på fybildetolkning og feltregistreringer. Dermed gir 3Q detaljerte data med høy romlig og tematisk oppløsning. For analyser av målretta tiltak i jordbruket som bidrar til økt naturmangfold leverer Regionale miljøprogram (RMP) en rekke geografiske data – siden 2013 også på gårdsnivå. Relevante statistiske data, for eksempel for andel jordbruksareal som drives økologisk, kan hentes fra søknader til produksjonstilskudd (Landbruksdirektoratet).

Oppsummert vil CLMS-kartproduktene dermed bidra kun i liten grad til dette målet. CLMS-kartene har imidlertid noe potensial til å kunne brukes som kartgrunnlag for internasjonal rapportering av enkle indikatorer, for eksempel andel skog innenfor ulike kategorier av verneområder.



Figur 5: Tårnfalk (*Falco tinnunculus*). I mange land settes opp egne sittestolper til rovfugler som speider etter smågnagere på åpne jordbruksarealer. Hensikten er å stimulere til naturlig skadedyrkontroll som er en av mange økosystemtjenester. Foto: Ulrike Bayr

6 Vurdering av nøyaktigheten til CLMS High Resolution Layers (HLR)

Satellitter tar bilder av jordoverflaten på det tidspunktet satellitten flyr over området. Sensorene er følsomme for ulike deler av det elektromagnetiske spekteret, inkludert synlig lys, infrarødt lys og mikrobølger. Denne informasjonen kan deretter brukes til å identifisere ulike arealtyper basert på deres spektrale signaturer. Det er imidlertid ikke alltid mulig å skille entydig mellom arealtyper med lignende spektrale egenskaper. Som følge oppstår feilklassifiseringer der områder får tildelt feil arealklasse («error of commission»), og følgelig samtidig utelates fra klassene de faktisk tilhører («error of omission»). Det er derfor viktig å undersøke nøyaktigheten til kartprodukter som avledes direkte fra fjernmålingssensorer for å kunne vurdere hvor godt kartleggingen gjengir virkeligheten.

Ingen kart er perfekte gjengivelser av virkeligheten. Ved å undersøke nøyaktigheten får man kunnskap om hvor godt kartet er og kan vurdere hvilke formål kartet er egnet for. Veldokumentert verifikasjon av produktene bør derfor være et vesentlig element i arbeidet med å øke bruken av CLMS-kartene.

Nibio har på oppdrag fra EEA gjennomført en slik verifikasjon av HLR-temakartene i Copernicus-programmet for å evaluere datakvalitet og nøyaktighet. Denne vurderingen har bestått av to deler:

- 1) En visuell vurdering av alle HRL-kartene ved å systematisk undersøke kartenes evne til å fange opp ulike typer areal og landskap («look and feel»)
- 2) En statistisk vurdering av nøyaktigheten i HRL kartlagene ved å beregne typiske statistiske måletall (omission error, commission error, overall accuracy)

Dette kapitlet gir en kort oppsummering av resultatene til denne kvalitetskontrollen. Fullstendige verifikasjonsrapporter foreligger for hvert av de seks HRL-kartene online: NIBIO.no – High Resolution Layers

6.1 Visuell vurdering av HRL-kartproduktene («look-and-feel»)

HRL Imperviousness: Impermeable flater

Klassifikasjon: HRL-kartet skiller mellom arealer med ulik grad av impermeabilitet (forseglingsgrad) på en skala fra 0 til 100 %. Verifikasjonen er utført på en forenklet versjon med kun tre klasser: Arealer uten impermeable flater, arealer med en forseglingsgrad under 30 % og arealer med forseglingsgrad over 30 %.

Generell vurdering av datakvalitet: HRL-kartet stemmer i høy grad overens med eksisterende kart over bebygde arealer og samferdsel. Kartet gjengir spesiell godt tydelige tette flater som urbane områder, nærings- og industriområder, samferdsel, steinbrudd og gruver. Elementer som klassifiseres mindre nøyaktige er bl.a. drivhus, idrettsanlegg og mindre flyplasser.

HRL Tree Cover Density: Tredekning

Klassifikasjon: HRL-kartet skiller mellom arealer med ulik grad av tredekning på en skala fra 0 til 100 %. Verifikasjonen er utført på en forenklet versjon med kun tre klasser: Arealer uten tredekning, arealer med en tredekning under 30 % og en tredekning over 30 %.

Generell vurdering av datakvalitet: HRL-kartet gjengir tredekning stort sett korrekt i de fleste deler av landet. Dette gjelder særlig i de indre delene av Norge, dalene og kystområdene. Derimot overvurderer kartet tredekning i de indre områdene lengst i nord. Kartet viser også svakheter i

områder med glissen skog på fattig berggrunn, som f.eks. lavskog der den lyse laven gjør det vanskelig for sensoren å detektere trærne.

Andre arealtyper som viser større usikkerheter i klassifikasjonen er urbane grøntområder med spredte trær, våtmarker, frukthager, fjellskog og kystskog. Overgangen mellom barskog og kyst er ofte utelatt fra klassifikasjonen.

Fjellområder over tregrensen og jordbruksarealer klassifiseres stort sett riktig som områder uten tredekke.

HRL Dominant Leaf Type: Treslag

Klassifikasjon: HRL-kartet skiller mellom arealer uten tredekning, arealer med løvskog og arealer med barskog.

Vurdering av datakvalitet: Den geografiske fordelingen av løvskog og barskog i HRL-kartet virker stort sett logisk. Kartet viser høy kvalitet i områder med homogen skog av samme treslag og med jevn belysning. Mye av skogarealet i Norge er imidlertid blandingskog, noe som gjør det noe vanskeligere å tilordne korrekt klasse. Slike heterogene områder viser en tendens til å bli klassifisert som løvskog.

I fjellområder er det vanligvis bjørk og selje som dominerer tresjiktet. HRL-kartet klarer å klassifisere disse i tilstrekkelig grad som løvskog, med unntak av løvtrær i skyggen som ofte klassifiseres feil som barskog.

HRL-kartet avgrensner homogene skogområder på en god måte mot jordbruksareal. I blandingskog er usikkerhetene større og kartet viser en tendens til å klassifisere jordbruksarealer feilaktig som løvskog. Jordbruksarealer i skygge klassifiseres gjerne som barskog.

Kystskog skaper også noen utfordringer, særlig i overgangen til andre arealtyper.

Som HRL-kartet for tredekning (TCD), har også HRL-kartet for treslag problemer med lavskog og glissen skog med mye stein mellom trærne.

HRL Grassland: Gressmark

Klassifikasjon: HRL produktet skiller mellom gressmark og arealer som ikke er dekt med gress.

Vurdering av datakvalitet: HRL-kartet klarer stort sett å fange opp kulturrenger og beitemarker i de lavtliggende jordbrukslandskapene i de fleste deler av landet. Kartleggingen av en del kulturrenger og beitemarker i de sørlige delene av Norge er til dels mangelfull, muligens fordi mange jordbruksarealer i disse områdene pløyes. Gras som vokser på hogstfelt klassifiseres riktig som ikke gressmark.

Naturlige grasarealer fanges i liten grad opp av HRL-kartet. Kartproduktet viser store begrensninger i fjellområder, særlig i Nord-Norge. Den utbredte lyngvegetasjonen her blir ofte klassifisert feil som gressmark, noe som fører til en generell overvurdering av gressdekte arealer. I bratt og kupert terreng med store kontraster i belysningen (f.eks. kysten i Nord-Norge) klassifiseres grasdekte arealer i skyggen ofte feilaktig som ikke grasdekte i HRL-kartet, mens lyse områder med direkte solinnstråling konsekvent klassifiseres som grasmark, uavhengig om disse har vegetasjonsdekke eller ikke.

Andre arealtyper som skaper utfordringer er flyplasser, enkelte idrettsområder (som skianlegg og campingplasser).

HRL Water and Wetness: Vannflater og fuktighet

Klassifikasjon: HRL-kartet skiller mellom permanent vann, midlertidig vann, permanent våte arealer og midlertidig våte arealer.

Vurdering av datakvalitet: HRL-kartet er i stand til å klassifisere og avgrense permanente vannflater som innsjøer, vannreservoarer og brede elver. HRL produktet viser derimot svakheter med permanent våte områder på fastland. Mens forekomsten av slike områder er sjeldent, klassifiseres ofte arealer som permanent våte som antagelig ikke er det i virkeligheten (f.eks. jordbruksarealer). Generelt viser jordbruksarealene en tendens til å bli klassifisert som midlertidig våte områder, sannsynligvis enten på grunn av høy vannmetning i jorda om våren som følge av snøsmelting på fortsatt frossen jord, eller fordi satellittopptakene er gjort rett etter tyngre nedbørsepisoder. Våtmarker som myr og sump blir klassifisert noe inkonsekvent som midlertidig våt istedenfor permanent våt, i tillegg til at kantsoner ofte ikke fanges opp korrekt.

Fjellskygge i satellittbildene ble i enkelte tilfeller feilaktig klassifisert som midlertidig våte områder.

Permanent og midlertidig vann klassifiseres med tilstrekkelig kvalitet. Derimot varierer kvaliteten i overganger mellom permanent og midlertidig våte arealer. Våtmarker er generelt utfordrende å oppdage og avgrense på grunn av den store variasjonen vi finner av ulike typer våtmark.

På et nasjonalt og regionalt nivå klarer HRL-kartet å gjengi det overordnede mønster og den romlige fordelingen av vannflater korrekt.

Det er viktig å huske at HRL-kartet ikke nødvendigvis beskriver våtmark som leveområde, men kun viser tilstedeværelse av vann.

HRL Small Woody Features: Små treklynger og linjer med trær

Klassifikasjon: HRL-kartet skiller mellom arealer uten små landskapselementer, arealer med små treklynger og linjer med trær, og øvrige elementer. Den siste klassen med øvrige elementer ble ikke vurdert i den visuelle evalueringen.

Vurdering av datakvalitet: HRL-kartet gjengir godt små treklynger og linjer med trær i jordbrukslandskap og urbane områder. Dette gjelder både for lineære strukturer langs eller mellom teiger og større flater som gravhauger og åkerholmer.

Kartleggingen av små treklynger og trelinjer i andre områder som skog, våtmark og fjell er derimot inkonsistent og mindre nøyaktig. Det samme gjelder elementer langs elver og innsjøer.

Produksjonsarealer med frukttrær blir ofte feilklassifisert som treklynger.

6.2 Statistisk vurdering av HRL-kartproduktene

Nøyaktigheten verifiseres ved å sammenligne de ferdige HRL-kartene med egnede referansedatasett (bakkesannhet, *ground situation*) for det samme geografiske området. Ofte er det feltregistreringer, flybilder eller andre detaljerte kartdata med høy romlig og tematisk nøyaktighet som brukes som referanse. Selve analysen gjøres i form av en stikkprøve der et bestemt antall testpunkter fordeles tilfeldig over det kartlagte området. Deretter sjekkes hvilken klasse hvert enkelt punkt tilhører i HRL-kartet og hvilken klasse tilsvarende punkt har i referansen. Resultatene fra denne sammenligningen fremstilles i form av en todimensjonal matrise som gir grunnlaget for å beregne ulike måleverdier for nøyaktigheten (Figur 6).

	Class	Verified ground situation			Total	Area (km ²)
		0 Not forest	1 Broadleaved	2 Coniferous		
HRL	0 Not forest	1 132	67	25	1 224	210 081
	1 Broadleaved	27	249	69	345	60 694
	2 Coniferous	13	30	257	300	58 548
	Totalt	1 172	346	351	1 869	329 323

Figur 6: Eksempel på en matrise som viser hvor mange av testpunktene som faller i de ulike klassene, med bakkesannheten øverst og HRL-kartet på venstre side. Diagonalverdiene representerer riktig klassifiserte punkter.

Overall accuracy (OA): OA er et oppsummert nøyaktighetsmål som viser hvor stor andel av alle undersøkte referansepunktene som gjengis korrekt i kartet.

User's accuracy (UA): UA er et estimert mål for kartets pålitelighet fra et brukerperspektiv og som tar utgangspunkt i det ferdige kartet. Prosentverdien for UA forteller (for en gitt klasse) hvor mange av testpunktene i kartet som viser korrekt det som faktisk befinner seg på samme referansepunkt i virkeligheten.

UA beregnes for hver klasse separat og ved å dele det totale antallet av riktig klassifiserte punkter i en klasse med det totale antallet klassifiserte punkter i samme klasse.

Producer's accuracy (PA): PA er et estimert mål for kartets nøyaktighet fra perspektivet til kartprodusenten og tar utgangspunkt i den virkelige verden. Prosentverdien for PA viser (for en gitt klasse) hvor ofte et referansepunkt fra virkeligheten er klassifisert korrekt i kartet som samme klasse.

PA beregnes for hver klasse separat og ved å dele det antallet riktig klassifiserte referansepunkter i en klasse gjennom det totale antallet referansepunkter i denne klassen.

Disse størrelsene er angitt i Tabell 2. Eksempelvis er Overall Accuracy (OA) for HRL-kartet Imperviousness på 99,1 %. Den høye nøyaktigheten skyldes at det aller meste av Norge (om lag 98,5 % av arealet) er ubebygde områder og at dette stort sett er korrekt kartlagt med imperviousness på 0 %.

For arealene som er kartlagt med imperviousness i området 1 til 30 % (Klasse 1) er User's Accuracy (UA) på 82,0 %. Det innebærer at når et sted er kartlagt inn i denne klassen er sannsynligheten for at dette er korrekt på 82 %. Samtidig er Producer's Accuracy (PA) for denne klassen kun 14,4 %. Dette betyr at det er stor grad av utelatelsesfeil og at kun 14,4 % av de arealene som skulle vært klassifisert som Klasse 1 faktisk er plassert i denne klassen. Årsaken er at spredt bebyggelse og smale, asfalterte veier (som det er mye av i Norge) ofte har fått tildelt imperviousness 0.

Resten av Tabell 2 leses på samme måte.

Tabell 2: Oversikt over HRL-kartene og en oppsummering av måleverdier for nøyaktighet. Tallene i parentes oppgir 1.96 standardavvik, tilsvarende et konfidensintervall på 95%.

Datsett	Overall accuracy %(±1.96 SD)	Klasser	User's accuracy %(± 1.96 SD)	Producer's accuracy %(±1.96 SD)
Imperviousness / impermeable flater	99,1 (±0,6)	0 IMD = 0	99,2 (±0,6)	99,9 (±0,1)
		1 IMD < 30%	82,0 (±7,5)	14,4 (±8,3)
		2 IMD > 30%	86,0 (±6,8)	97,8 (±2,0)
Tree Cover Density / Tredekning	91,1 (±1,3)*	0 Not forest	92,5 (±1,5)	96,3 (±1,0)
		1 TCD < 30%	50,7 (±11,3)	10,8 (±2,9)
		2 TCD > 30%	89,7 (±2,4)	91,7 (±1,9)
Dominant Leaf Type / Treslag	87,5 (±1,5)*	0 Not forest	92,5 (±1,5)	96,4 (±1,1)
		1 Broadleaved	72,2 (±4,7)	71,6 (±4,1)
		2 Coniferous	85,7 (±4,0)	75,3 (±3,6)
Water and Wetness / Vann og fuktighet	76,5 (±1,9)	0 No wetness	91,0 (±2,1)	86,2 (±1,5)
		1 Permanet water	99,0 (±1,0)	75,0 (±8,8)
		2 Temporary water	33,3 (±11,1)	32,1 (±23,4)
		3 Permanently wet	51,0 (±13,7)	1,2 (±0,3)
		4 Temporary wet	19,1 (±5,3)	66,3 (±15,3)
Grassland / Gressmark	90,1 (±1,6)	0 Not grass	95,0 (±0,9)	94,1 (±1,5)
		1 Grassland	44,3 (±7,6)	49,1 (±9,3)
Small Woody Features / Små treklynger og linjer med trær	94,9 (±1,3)	0 Non SWF	98,0 (±1,4)	97,8 (±0,3)
		1 SWF Area	44,6 (±7,0)	32,2 (±14,0)
		2 Additional wooded feature	55,8 (±6,9)	85,2 (±4,8)

* Nøyaktigheten reduseres med 3-4 % når verifikasjonen begrenses kun til de områdene som er klassifisert som tredekt.

Det er også gjennomført en grundigere undersøkelse av klassifikasjonsnøyaktigheten i HRL Imperviousness ved hjelp av punktsampling innenfor enkeltpikslers. Undersøkelsen viste at HRL Imperviousness underestimerte jordforseglingen (impermeabilitet) i Norge med om lag 33 %. Dette skyldes i hovedsak utelatelse av småveier og enkeltbygg i spredtbygde strøk. I bebygde områder viser HRL Imperviousness en svak underestimering av forseglingsgrad i områder med mye grøntareal, og en tilsvarende svak overestimering av forseglingsgrad i de mest opparbeidede områdene (Strand 2022).

Referanser

- Ahlstrøm, A., Bjørkelo, K., Fadnes, K.D. (2019). AR5 Klassifikasjonssystem. NIBIO Bok 5/2019
- Bayr, U., Cobourn, K., Dieker, P., Fjellstad, W., Herzog, F. (2023). Guidelines for the development of an OECD farmland habitat biodiversity indicator. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 201, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/09d45d55-en>.
- Boniface, K., Gioia, C. Pozzoli, L., Diehl, T., Dobricic, S., Fortuny Guasch, J., Greidanus, H., Kliment, T., Kucera, J., Janssens-Maenhout, G., Soille, P., Strobl, P., and Wilson, J. (2021). Europe's Earth Observation, Satellite Navigation, and Satellite Communications Missions and Services for the benefit of the Arctic - Inventory of current and future capabilities, their synergies and their societal benefits, EUR 30629 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-32079-1, doi:10.2760/270136, JRC121206.
- Camia, A., Gliottone, I., Dowell, M., Gilmore, R., Coll, M., Skidmore, A., Chirici, G., Caimi, C., Brink, A., Robuchon, M., Ferrario, I., (2023). Earth Observation in Support of EU Policies for Biodiversity - A deep-dive assessment of the Knowledge Centre on Earth Observation, Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2760/185588, JRC132908.
- Cavender-Bares, J., Schneider, F.D., Santos, M.J. et al. (2022). Integrating remote sensing with ecology and evolution to advance biodiversity conservation. *Nat Ecol Evol* 6, 506–519. <https://doi.org/10.1038/s41559-022-01702-5>
- Cisneros-Araujo P, Goicolea T, Mateo-Sánchez MC, García-Viñás JI, Marchamalo M, Mercier A, Gastón A. The Role of Remote Sensing Data in Habitat Suitability and Connectivity Modeling: Insights from the Cantabrian Brown Bear. *Remote Sensing*. 2021; 13(6):1138. <https://doi.org/10.3390/rs13061138>
- Dramstad, W.E., Fjellstad, W.J, Strand, G.H, Mathiesen, H.F, Engan, g., Stokland, J.N (2002). Development and implementation of the Norwegian monitoring programme for agricultural landscapes. *Journal of Environmental Management*, Volume 64, Issue 1, p. 49-63. <https://doi.org/10.1006/jema.2001.0503>
- FN (1992). Convention on Biological Diversity. New York. 83 p.
- FN (2022). Convention on Biological Diversity. Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework; CBD/COP/DEC/14/5; United Nations Environment Programme: Montreal, QC, Canada. URL: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-en.pdf>
- Harper, K.L., Lamarche, C., Hartley, A., Peylin, P., Ottlé, C., Bastrikov, V., San Martín, R., Bohnenstengel, S.I., Kirches, G., Boettcher, M., Shevchuk, R., Brockmann, C., and Defourny, P. (2023). A 29-year time series of annual 300 m resolution plant-functional-type maps for climate models, *Earth Syst. Sci. Data*, 15, 1465–1499, <https://doi.org/10.5194/essd-15-1465-2023>.
- IPBES (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1148 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- Jaureguiberry, P., Titeux, N., Wiemers, M., Bowler, D.E., Coscieme, L., Golden, A.S., et al. (2022). The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss. *Science advances*, 8(45), eabm9982.
- Miljødirektoratet (2023). Oppdrag 8 - Vurderinger av gjeldende norsk naturmangfoldpolitikk opp mot ny naturavtale. Deloppdrag 4 - En vurdering av norske miljøindikatorer og bærekraftindikatorer sett opp mot målene og indikatorene i naturavtalen. Notat.

<https://www.miljodirektoratet.no/sharepoint/downloaditem/?id=01FM3LD2ULQZ6R45YDIVA3LY4XTCESWTKQ>

- Newbold, T., Hudson, L.N., Hill, S.L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R.A., et al. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520(7545), 45-50.
<https://doi.org/10.1038/nature14324>
- Pareira, H.M., Ferrier, S., Walters, M., Geller, G.N., Jongman, R.H.G., Scholes, R.H., et al. (2013). Essential Biodiversity Variables. *Science* 339, 277-278 (2013). DOI:10.1126/science.1229931
- Pedersen, C., Krøgli, S.O. (2017). The effect of land type diversity and spatial heterogeneity on farmland birds in Norway. *Ecological Indicators* 75, 155-163.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.030>
- Priyadarshana, T.S., Martin, E.A., Sirami, C., Woodcock, B.A., Goodale, E., Martínez-Núñez, C. et al. (2024) Crop and landscape heterogeneity increase biodiversity in agricultural landscapes: A global review and meta-analysis. *Ecology Letters*, 27, e14412. Available from:
<https://doi.org/10.1111/ele.14412>
- Reinhart, V., Fonte, C.C., Hoffmann, P., Bechtel, B., Rechid, D., Boehner, J. (2021). Comparison of ESA climate change initiative land cover to CORINE land cover over Eastern Europe and the Baltic States from a regional climate modeling perspective, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 94, 2021, 102221, ISSN 1569-8432,
<https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102221>.
- Skidmore, A.K., Coops, N.C., Neinavaz, E. et al. (2021). Priority list of biodiversity metrics to observe from space. *Nat Ecol Evol* 5, 896–906. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01451-x>
- Špulerová, J., Petrovič, F., Mederly, P., Mojses, M., Izakovičová, Z. (2021). Contribution of Traditional Farming to Ecosystem Services Provision: Case Studies from Slovakia. *Land*. 2018; 7(2):74.
<https://doi.org/10.3390/land7020074>
- Stokstad, G., Fjellstad, W., Eiter, S., Dramstad, W. (2017). 3Q: Monitoring agricultural landscapes in Norway. NIBIO-POP 19/2017. <http://hdl.handle.net/11250/2450256>
- Stort. Meld. St. 26 (2022-2023). Klima i endring – sammen for et klimarobust samfunn.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-26-20222023/id2985027/?ch=1>
- Strand, G.H. (2022) Accuracy of the Copernicus High-Resolution Layer Imperviousness Density (HRL IMD) Assessed by Point Sampling within Pixels. *Remote sensing* 14, 3589,
<https://doi.org/10.3390/rs14153589>
- Strand, G.H., Framstad, E., Opsahl, L.A. (2023). Hovedøkosystem kart for Norge. NIBIO Rapport 143/2023. <https://hdl.handle.net/11250/3106442>
- Strand, G.H., Steinnes, M., Arneberg, E., Lund, M., Munsterhjelm, N., Aune-Lundberg, L., Rørholt, A. (2024). Grunnkart for bruk i arealregnskap. NIBIO Rapport 28/2024.
<https://hdl.handle.net/11250/3120510>
- Tingstad, L., Evju, M., Sickel, H. og Töpfer, J. (2019). Utvikling av nasjonal arealrepresentativ naturovervåking (ANO). Forslag til gjennomføring, protokoller og kostnadsvurderinger med utgangspunkt i erfaringer fra uttesting i Trøndelag. NINA Rapport 1642.
<http://hdl.handle.net/11250/2590252>
- van der Zanden, E.H., Verburg, P.H. and Múcher, C.A. (2013). Modelling the spatial distribution of linear landscape elements in Europe', *Ecological Indicators*, 27, pp. 125–136. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.12.002>

Vedlegg

Beskrivelse av delmålene som er nærmere vurdert i denne rapporten i norsk oversettelse

Mål 1: Naturhensyn i arealforvaltning og planlegging

Sikre at alle arealer er omfattet av deltakende og helhetlig arealplanlegging som inkluderer hensyn til naturmangfold og/eller effektive forvaltningsprosesser som tar tak i arealbruksendringer på land og i hav, slik at tapet av arealer som er viktige for naturmangfold, inkludert økosystemer med god økologisk tilstand, nærmer seg null innen 2030, samtidig som urfolks og lokalsamfunns rettigheter respekteres.

Mål 2: Restaurering av minst 30 prosent areal

Sikre at det innen 2030 er iverksatt effektiv restaurering av minst 30 prosent av arealene med forringede økosystemer på land, i elver og innsjøer, langs kysten og i havet, for å forbedre naturmangfold og økosystemfunksjoner og -tjenester samt økologisk tilstand og sammenheng.

Mål 3: Vern og bevaring av 30 prosent areal

Sikre og legge til rette for at innen 2030 er minst 30 prosent av arealene på land og i elver og innsjøer, og av arealene langs kysten og i havet, spesielt områder som er særlig viktige for naturmangfold og økosystemfunksjoner og -tjenester, effektivt bevart og forvaltet gjennom økologisk representative, godt sammenhengende og rettferdig forvaltede systemer av verneområder og andre effektive arealbaserte bevaringstiltak, med anerkjennelse av urfolksområder og tradisjonelle områder der det er aktuelt, og integrert i større landskaper og sjø- og havområder, samtidig som det sikres at all bærekraftig bruk, der dette er aktuelt i disse områdene, fullt ut er i samsvar med bevaringsformål, og at urfolks og lokalsamfunns rettigheter anerkjennes og respekteres, herunder rettighetene til deres tradisjonelle områder.

Mål 4: Stanse tap av arter, gjenoppbygge og bevare arter

Sikre umiddelbare forvaltningstiltak for å stanse menneskeskapt utryddelse av kjente truede arter og gjenoppbygge og bevare arter, særlig truede arter, for å redusere utryddelsesrisikoen betydelig og opprettholde og restaurere det genetiske mangfoldet innenfor og mellom populasjoner av naturlig hjemmehørende, ville og domestiserte arter for å opprettholde deres tilpasningspotensial, blant annet ved in situ og ex situ bevaring og ved bærekraftig forvaltningspraksis, og å forvalte samhandlingen mellom mennesker og viltlevende dyr på en effektiv måte med sikte på å minimere konflikt mellom mennesker og dyr og fremme sameksistens.

Mål 6: Eliminere og redusere påvirkninger fra fremmede skadelige arter

Eliminere, minimere, redusere og/eller avbøte påvirkningen fra fremmede skadelige arter på naturmangfold og økosystemtjenester ved å identifisere og håndtere introduksjonsveier for fremmede arter, forhindre at prioriterte fremmede skadelige arter introduseres og etableres, redusere introduksjons- og etableringstakten for andre kjente eller potensielle fremmede skadelige arter med minst 50 prosent innen 2030, og utrydde eller kontrollere fremmede skadelige arter, især på prioriterte steder, for eksempel øyer.

Mål 7: Redusere forurensing

Innen 2030 redusere risikoene for og negative konsekvenser av forurensning fra alle kilder til nivåer som ikke skader naturmangfold og økosystemfunksjoner og -tjenester og samtidig vurdere kumulative effekter, blant annet ved å redusere tapet av næringsstoffer til miljøet til det halve, herunder gjennom en mer effektiv bruk og fordeling av næringsstoffer, ved minst å halvere den samlede risikoen fra pesticider og svært farlige kjemikalier, inkludert gjennom en integrert og vitenskapsbasert skadedyrkontroll der det tas hensyn til matsikkerhet og levekår, og ved å forhindre, redusere og arbeide for å eliminere plastforurensning.

Mål 8: Klimaendringer og klimatilpasning

Minimere konsekvensene som klimaendringer og forsuring av havet har for naturmangfold, og styrke naturmangfoldets motstandsevne gjennom utslippsreduksjoner, klimatilpasning og tiltak for å redusere risikoen for naturkatastrofer, blant annet ved bruk av naturbaserte løsninger og/eller økosystembaserte tilnærminger, samtidig som negative konsekvenser av klimatiltak minimeres og positive virkninger for naturmangfold fremmes.

Mål 10: Bærekraftig jordbruk, skogbruk og havbruk

Sikre at arealer der det drives jordbruk, akvakultur, fiskeri og skogbruk forvaltes bærekraftig, særlig gjennom bærekraftig bruk av naturmangfold, blant annet ved en betydelig økt bruk av naturmangfoldvennlige driftsformer, for eksempel bærekraftig intensivering, agroøkologiske og andre nyskapende tilnærminger som bidrar til robustheten, den langsiktige effektiviteten og produktiviteten til disse produksjonssystemene samt til matsikkerhet, slik at naturmangfold bevares og restaureres og naturens bidrag til menneskene opprettholdes, inkludert økosystemfunksjoner og -tjenester.

Mål 11: Restaurere, opprettholde og forbedre naturens økosystemtjenester

Restaurere, opprettholde og forbedre naturens bidrag til mennesker, inkludert økosystemfunksjoner og -tjenester, for eksempel regulering av luft, vann og klima, jordhelse, pollinering og redusert sykdomsrisiko, samt beskyttelse mot naturkatastrofer og ulykker, gjennom naturbaserte løsninger og/eller økosystembaserte tilnærminger til beste for alle mennesker og for naturen.

Mål 12: Forbedre blå-grønn infrastruktur i urbane og tettbygde strøk

Betydelig øke arealet av, kvaliteten på og sammenhengen mellom, tilgangen til og fordelene fra grønne og blå områder i urbane og tettbygde strøk på en bærekraftig måte, ved å integrere bevaring og bærekraftig bruk av naturmangfold, og sikre at naturmangfold tas hensyn til i byplanlegging ved å fremme naturlig hjemmehørende naturmangfold, økologisk sammenheng og tilstand, forbedre menneskers helse, livskvalitet og tilknytning til naturen, samt bidra til inkluderende og bærekraftig urbanisering og økosystemfunksjoner og -tjenester.

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

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

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

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



Forsidefoto: Ulrike Bayr, NIBIO

Baksidefoto: Bjørkefink, Geir-H. Strand/NIBIO

nibio.no