

2793

NINA Rapport

Strukturell konnektivitet i skog

Kart og statistikk til naturregnskap for kommuner, fylker og for Norge

Eirin Bjørkvoll, Bram Van Moorter, Ulrika Jansson Asplund, Vegar Bakkestuen, Anders Kolstad, Manuela Panzacchi



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

NINA Datarapport

NINA Datarapport er et søkbart og refererbart metadata-dokument som beskriver et bestemt datasett eller en samling av datasett. Hovedformålet med datarapporten er å beskrive dataene, hvordan disse er samlet inn og bearbeidet. Av og til vil datarapporten også inneholde resultater - i tillegg til metadata. Datarapportene følger en standard mal og vil derfor ha en stor grad av likhet.

Annen publisering

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

Strukturell konnektivitet i skog

Kart og statistikk til naturregnskap for kommuner, fylker og for Norge

Eirin Bjørkvoll
Bram Van Moorter
Ulrika Jansson Asplund
Vegar Bakkestuen
Anders Kolstad
Manuela Panzacchi

Bjørkvoll, E., Van Moorter, B., Asplund, U.J, Bakkestuen, V.,
Kolstad, A. & Panzacchi, M. 2026. Strukturell konnektivitet i skog.
Kart og statistikk til naturregnskap for kommuner, fylker og for
Norge. NINA Rapport 2793. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, juni 2026

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5648-3

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Signe Nybø

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsdirektør Dagmar Hagen (sign.)

OPPDRAUGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAUGSGIVERS REFERANSE

M-3200|2026

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Anna Olsson

FORSIDEBILDE

Skoglandskap © Patrik Jansson

NØKKEWORD

Norge, kommuner, skog, strukturell konnektivitet,
sammenhengende natur, arealbruksintensitet, naturskogs nærhet,
indikatorer, korridorer, kart, naturregnskap, arealforvaltning

KEY WORDS

Norway, municipalities, forests, structural connectivity, continuous
natural areas, land-use intensity, forest naturalness, indicators,
corridors, maps, ecosystem accounting, land-use management

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Bjørkvoll, E., Van Moorter, B., Asplund, U.J., Bakkestuen, V., Kolstad, A. & Panzacchi, M. 2026. Strukturell konnektivitet i skog. Kart og statistikk til naturregnskap for kommuner, fylker og for Norge. NINA Rapport 2793. Norsk institutt for naturforskning.

Strukturell konnektivitet i økosystemer beskriver i hvilken grad områder av samme økosystemtype er fysisk koblet til hverandre. Slike koblinger er viktige for at arter skal kunne forflytte seg i landskapet, noe som er viktig for å opprettholde de økologiske funksjonene og dermed god økologisk tilstand i økosystemene. Strukturell konnektivitet er derfor en relevant indikator for å vurdere økologisk tilstand i økosystemer, og en relevant tilstandsindikator i naturregnskap. Med den økte satsingen på å etablere naturregnskap for Norge, både på nasjonalt og kommunalt nivå, er det behov for å utvikle data, kart og indikatorer som kan brukes i nasjonalt så vel som i kommunale regnskap.

NINA og NIBIO har tidligere beskrevet og testet en metode for å vurdere strukturell konnektivitet til bruk i kommunale naturregnskap og i kommunal arealforvaltning. Etter en gjennomgang av internasjonal litteratur valgte vi da å bygge videre på GreenPlan-metoden, som er utviklet av NINA gjennom forskningsprosjektet GreenPlan. I dette prosjektet har vi etter samme metode utviklet to indikatorer i henhold til FNs standard for naturregnskap, med tilhørende heldekkende og høyoppløselige kart og statistikk for hele Norge. Vi har fremstilt kart over indikatorverdier som er skalert fra 0 til 1, hvor 1 representerer at den strukturelle konnektiviteten som forventes i referansetilstanden, mens 0 representerer fullstendig tap av konnektivitet. I samarbeid med GreenPlan har vi også framstilt kart over korridorer som indikerer potensielt viktige bevegelsbaner for arter i landskapet. Kartene vil bli publisert på Geonorge.

Indikatoren *strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet* tar utgangspunkt i skogtilknyttede arter som kan bruke skoghabitat generelt, og hvor bygninger, infrastruktur og tekniske inngrep skaper barrierer mot forflytning. Kartene over skalerte indikatorverdier viser hvilke områder som har redusert konnektivitet som følge av slike inngrep, mens korridorkartene viser viktige forflytningsruter når barrierer på grunn av arealinngrep er tatt hensyn til.

Den andre indikatoren, *strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet*, tar utgangspunkt i arter som er avhengige av bestemte skogtilstander og treslagssammensetninger for å kunne spre seg, slik som mange arter innenfor soppmoser, lav og insekter. For disse artene antas menneskelig infrastruktur å ha liten betydning fordi de hovedsakelig sprer seg gjennom luft, mens skogsdrift påvirker konnektiviteten gjennom endringer i habitatkvalitet. Kartene over skalerte indikatorverdier viser dermed hvilke områder som har redusert konnektivitet for naturskogs nærhet hovedsakelig som følge av skogsdrift, mens korridorkartene viser viktige forflytningsruter for arter som er spesielt tilknyttet skog med høyere naturskogs nærhet.

Vi har utviklet heldekkende kart for hele Norge og beregnet indikatorverdier for alle kommuner (vedlegg). I rapporten har vi belyst resultatene gjennom kart og statistikk fra et utvalg eksempelkommuner. Resultatene indikerer at beregnede indikatorverdier og korridorer kan forklares ut fra lokale forhold knyttet til økosystemenes romlige fordeling i landskapet, arealbruksintensitet og naturskogs nærhet. Samtidig er slike kart forbundet med usikkerhet, blant annet på grunn av usikkerhet i kartene som ligger til grunn for beregningene. En mer omfattende validering ville kunne styrke kvaliteten på kartene.

Kartene gir etterspurt kunnskap om sammenhenger i skog som kan være relevant å ta hensyn til i kommunenes arealforvaltning. Dersom målet er å opprettholde eller forbedre den strukturelle konnektiviteten i skog, så kan korridorkartene gi en indikasjon på hvilke områder som bør skjermes mot nedbygging, mens indikatorkartet viser hvor konnektivitet eventuelt bør restaureres.

Dersom beregningene oppdateres og inkluderes i naturregnskap, så vil det være mulig å følge utvikling over tid, både på kommunenivå, fylkesnivå og totalt sett for Norge.

Eirin Bjørkvoll (eirin.bjorkvoll@nina.no), Anders Kolstad (anders.kolstad@nina.no), Norsk institutt for naturforskning, PO Box 5685 Torgarden, NO-7485 Trondheim.

Bram Van Moorter (bram.van.moorter@nina.no), Ulrika Jansson Asplund (ulrika.asplund@nina.no), Vegar Bakkestuen (vegar.bakkestuen@nina.no), Manuela Panzacchi (manuela.panzacchi@nina.no), Norsk institutt for naturforskning, Sognsveien 68, NO-0855 Oslo.

Abstract

Bjørkvoll, E., Van Moorter, B., Asplund, U.J., Bakkestuen, V., Kolstad, A. & Panzacchi, M. 2026. Structural connectivity in forests. Maps and statistics for ecosystem accounting for municipalities, counties and for Norway. NINA Report 2793. Norwegian Institute for Nature Research.

Structural connectivity within ecosystems describes the extent to which areas of the same ecosystem type are physically connected to each other. Such connections are important for species to move across the landscape, which in turn is crucial for maintaining ecological functions and thereby good ecological condition in ecosystems. Structural connectivity is therefore a relevant indicator for assessing ecological condition in ecosystems, and a suitable state indicator in natural capital accounting. With the increased effort to establish natural capital accounts for Norway, both at national and municipal levels, there is a need to develop data and indicators that can be used at both scales.

NINA and NIBIO have previously described and tested a method for assessing structural connectivity for use in municipal natural capital accounts and land-use planning. The method is based on the GreenPlan methodology, which is developed by NINA through the research project GreenPlan. In this project, we have built on this work and developed two indicators in accordance with the UN standard for natural capital accounting, along with comprehensive, high-resolution maps and statistics for all of Norway. We have presented maps of indicator values scaled from 0 to 1, where 1 represents the structural connectivity expected under reference conditions, and 0 represents a complete loss of connectivity. In collaboration with GreenPlan, we have also produced maps of corridors that indicate important movement pathways for species in the landscape. The maps will be published at Geonorge.

The indicator “connected low-infrastructure forest habitat” is based on species associated with forests that can use forest habitats in general, and for which land use in the form of buildings, infrastructure, and other developments creates barriers to movement. The maps of scaled indicator values show which areas have reduced connectivity because of such land-use interventions, while the corridor maps show important movement routes when these barriers are considered.

The second indicator, “Connected natural forest habitat” is based on species that depend on specific forest conditions and tree species compositions for dispersal (such as species within fungi, mosses, lichens and insects). For these species, land-use interventions such as buildings and infrastructure are assumed not to have any effect because these species groups disperse mainly by air, whereas forestry affects the connectivity through changes in habitat quality. The maps of scaled indicator values thus show which areas have reduced connectivity for natural forests mainly due to forestry practices, while the corridor maps show important movement routes for species dependent on more natural forests.

We have developed maps covering the whole of Norway and calculated indicator values for all municipalities (appendix). In this report we have illustrated the results using maps and statistics from a selection of example municipalities. The results indicate that the calculated indicator values and corridors can be explained by local conditions related to the spatial distribution of ecosystems in the landscape, land-use intensity, and forest naturalness. However, such maps are associated with uncertainty, partly due to uncertainty in the underlying data. More extensive validation could have strengthened the quality of the maps.

The maps provide requested knowledge about forest connectivity that may be relevant for municipal land-use planning. If the goal is to maintain or improve structural connectivity in forests, the corridor maps can indicate which areas should be protected from construction and development, while the indicator maps show where connectivity may need to be restored. If the calculations are updated and included in natural capital accounting, it will be possible to monitor changes over time at the municipal level, county level, and for Norway as a whole.

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	5
Innhold	6
Forord	7
1 Innledning	8
1.1 Bakgrunn	8
1.1.1 Konnektivitet i økosystemer	8
1.1.2 Konnektivitet i naturregnskap	8
1.2 Formål med prosjektet	10
2 Metode for å beregne strukturell konnektivitet for skog	12
2.1 Strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet	12
2.1.1 Kort sammendrag	12
2.1.2 Inngangsdata	13
2.2 Strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet	14
2.2.1 Kort sammendrag	14
2.2.2 Inngangsdata	15
2.3 Videreutvikling av metode fra pilotprosjekt	17
2.3.1 Muligheter for å bruke andre programmeringsspråk	18
3 Resultat	19
3.1 Strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet	19
3.1.1 Heldekkende kart over skalerte indikatorverdier og over korridorer	19
3.1.2 Verdier for konnektivitet til bruk i naturregnskap	21
3.2 Strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet	23
3.2.1 Heldekkende kart over skalerte indikatorverdier og over korridorer	23
3.2.2 Verdier for konnektivitet til bruk i naturregnskap	26
4 Diskusjon	28
4.1 Bruk av grunnkart for arealanalyse	28
4.2 Vurdering av usikkerhet	28
4.3 Sammenligning av kartproduktene for konnektivitet i skog	29
4.4 Sammenslåing av kartlag	33
4.5 Bruk av kart og verdier for konnektivitet og korridorer på ulike forvaltningsnivå	35
4.6 Muligheter for videreutvikling	36
5 Referanser	38
6 Appendiks 1 Verdier for strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet for alle kommuner	41
7 Appendiks 2 Verdier for strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet for alle kommuner	51

Forord

Miljødirektoratet og Statistisk sentralbyrå jobber med å etablere et første nasjonalt naturregnskap for Norge i 2026. Regnskapet vil bli brukt som faglig grunnlag for regelmessige oppdateringer til Stortinget om status og måloppnåelse knyttet til den norske handlingsplanen for naturmangfold.

Mange kommuner jobber også med kommunale naturregnskaper. Dette skal gi kommunene et bedre grunnlag for å ta hensyn til natur når nye arealer til utbyggingsformål blir vurdert. Miljødirektoratet skal utvikle verktøy og data til bruk i kommunale naturregnskaper.

Som ledd i arbeidet med naturregnskap, fikk NINA våren 2026 i oppdrag fra Miljødirektoratet å fremskaffe informasjon om strukturell konnektivitet for hovedøkosystemet skog i form av kart og statistikk for bruk i naturregnskap, arealplanlegging og naturforvaltning på kommunalt nivå. Dette var en oppfølging av et pilotprosjekt i 2025, hvor vi etter en gjennomgang av internasjonal litteratur foreslo en metode for å beregne strukturell konnektivitet i norske økosystemer. I dette prosjektet har vi utviklet kart og statistikk over indikatorverdier og korridorkart for to indikatorer for strukturell konnektivitet i skog hvor vi bruker henholdsvis arealbruksintensitet og naturskogs nærhet for å modellere barrierer mot forflytning for arter som lever i skog. Kartene er utviklet i samarbeid med prosjektet GreenPlan og vil bli publisert på Geonorge. Vi viser også hvordan statistikk på strukturell konnektivitet kan inngå i naturregnskap for kommuner, fylker og for Norge, og drøfter kort hvordan informasjonen kan brukes i forvaltning på ulike geografiske nivå.

NINA har gjennomført prosjektet under ledelse av Eirin Bjørkvoll som prosjektleder. Bram Van Moorter, Ulrika J. Asplund, Eirin Bjørkvoll, Anders Kolstad og Manuela Panzacchi har utviklet metoden med utgangspunkt i GreenPlan-metodikken, og evaluert resultater. Vegar Bakkestuen har tilrettelagt data på arealbruksintensitet og stått for kartografi. Eirin Bjørkvoll har hatt hovedansvaret for drøfting om bruk av strukturell konnektivitet i forvaltningen med innspill fra prosjektgruppa. Alle har bidratt med å skrive rapporten.

Vi takker Miljødirektoratet for god dialog underveis. Kontaktperson har vært Anna Olsson.

11.09.26 Eirin Bjørkvoll

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

1.1.1 Konnektivitet i økosystemer

Strukturell konnektivitet av økosystemer beskriver i hvilken grad områder av samme økosystem-type er fysisk koblet til hverandre (Taylor et al. 1993, Lapin et al. 2025). Med fragmentering og habitattap reduseres den strukturelle konnektiviteten, og med dette arters mulighet for forflytning i landskapet. Dette bidrar til å redusere opprettholdelse av struktur og funksjon i økosystemene, noe som påvirker verdens økosystemer negativt (Haddad et al. 2015). Funksjonelle konnektivitetsindikatorer gir direkte mål på økologiske sammenhenger som er viktig for enkeltarter eller artsgrupper, men krever ofte mer omfattende inputdata og analyser (for eksempel artsspesifikke data). Strukturelle konnektivitetsindikatorer kan være enklere og samtidig relevante indikatorer for å beskrive den økologiske tilstanden i økosystemer.

En indikator for strukturell konnektivitet har tidligere inngått i en nasjonal tilstandsvurdering for fjell (Framstad et al. 2022), men er også fremmet som en relevant indikator for andre landøkosystemer (Framstad et al. 2021, Nybø et al. 2023, Kolstad et al. 2024). Med den økte satsingen på å etablere naturregnskap for Norge, både på nasjonalt og kommunalt nivå, er det behov for å utvikle data og indikatorer som også kan brukes i kommunale regnskaper.

Vi har tidligere beskrevet en metode for å vurdere strukturell konnektivitet til bruk i kommunale naturregnskap og i kommunal arealforvaltning (Bjørkvoll et al. 2025). Etter en bred gjennomgang av eksisterende metoder for å beregne konnektivitet, foreslo vi å bruke GreenPlan-metoden, som er et sammenhengende og helhetlig teoretisk og metodisk rammeverk for å kvantifisere konnektivitet (Panzacchi et al. 2024; Stange et al. 2019; NINA 2026; van Moorter et al. 2021, 2023a,b). Metoden er en generell metode for å beregne konnektivitet for alle arter/økosystemer/naturtyper som er avgrenset i kart, og tar hensyn til habitatkvalitet, permeabilitet (dvs. mulighet for bevegelse gjennom økosystemer) og landskapets romlige struktur. Metoden ble opprinnelig utviklet for å måle funksjonell konnektivitet og samlet arealbelastning for spesifikke arter, samt områder for bevaring og restaurering. Metoden kan også brukes uten fokus på en bestemt art, som er tilfelle når en skal beregne mer strukturelle indikatorer for konnektivitet. I Bjørkvoll et al. (2025) ble metoden for strukturell konnektivitet testet ut for bruk i naturregnskap til noen økosystemer i noen kommuner, og vi beskrev muligheter for videreutvikling. Ut fra resultatene vurderte vi at metoden er lovende som grunnlag for å lage kart og verdier til naturregnskap på kommunalt nivå så vel som fylkesnivå og nasjonalt nivå.

1.1.2 Konnektivitet i naturregnskap

Handlingsplanen «Bærekraftig bruk og bevaring av natur» legger opp til at naturregnskap for Norge skal legges frem for Stortinget hvert fjerde år (Meld. St. 35 (2023-2024)). Det nasjonale naturregnskapet vil derfor bli et viktig verktøy for å følge med på naturens utvikling i Norge fremover.

Standarden for naturregnskap SEEA EA ble vedtatt av FN i 2021 (FN 2024). SEEA EA er et rammeverk for å sammenstille data om økosystemenes utbredelse, tilstand og deres økosystemtjenester, slik at det skal være mulig å følge utviklingen over tid. Naturregnskapet består av tre biofysiske regnskapsdeler som inkluderer arealregnskap, tilstandsregnskap og regnskap for økosystemtjenester. I tillegg består det av de to monetære delene verdsetting av økosystemtjenester og økosystemkapital. Tilstandsregnskapet skal bestå av et sett med indikatorer som reflekterer seks ulike egenskaper ved økosystemene¹, og hvor strukturell konnektivitet er relevant for «landskapsegenskaper» (tabell 1.1).

¹ Fysiske egenskaper, kjemiske egenskaper, biologisk mangfold, strukturelle egenskaper, funksjonelle egenskaper og landskapsegenskaper (Czúcz et al. 2021).

Det er også et mål at indikatorer som inngår i et naturregnskap kan vise endringer over tid og koblinger mellom ulike forvaltningsnivåer. Dette skal være et kunnskapsgrunnlag for arealplanlegging og naturforvaltning, slik at reduksjon av konnektivitet kan unngås og målrettede tiltak for å ivareta naturmangfoldet og økosystemenes tilstand kan iverksettes.

Videre er det et mål at indikatorer i det nasjonale tilstandsregnskapet skaleres fra opprinnelige måleskalaer til en skala fra 0 til 1, hvor 1 representerer verdien i et intakt økosystem uten vesentlig menneskelig påvirkning (referansetilstanden), mens 0 representerer verdien i en svært forringet tilstand. For å skalere en tilstandsvariabel må en definere hvilken tallverdi variabelen forventes å ha i referansetilstanden og i svært forringet tilstand.

Tabell 1.1. Sentrale begreper i analyser av konnektivitet i økosystemer til bruk i kommunale naturregnskaper og i arealforvaltning. Tabellen er en oppdatert versjon av tilsvarende tabell i Bjørkvoll et al. (2025).

Begrep	Beskrivelse
Økosystemtype	Klasse i Nasjonalt grunnkart for arealanalyse eller annet kart.
Arealbruksintensitet (ABI)	Et mål på intensiteten av ulike typer arealinngrep, for eksempel infrastruktur, bygninger og andre arealdekkende elementer (Erikstad et al. 2023). Brukes her som et mål på fragmenteringseffekt fra ulike typer arealinngrep som bygninger, infrastruktur og industri.
Naturskogsnærhet	Et mål på hvor nær naturtilstanden en skog er. Måles ved å kombinere data for skogens suksesjonstilstand (AD-ST), dødvedandel (KM-DA) og dødvedvariasjon (KM-DV), basert på beskrivelsen av skogbestandsdynamikk i klassifiseringssystemet Natur i Norge (NiN) (Skarpaas og Halvorsen 2022). Grad av naturskogsnærhet brukes her som et mål på fragmenteringseffekt fra skogbruk.
Referansetilstand	En tilstand uten vesentlig påvirkning fra menneskelig påvirkning. For indikatoren <i>strukturell konnektivitet</i> og <i>arealbruksintensitet</i> er referansetilstanden et skoglandskap uten bygninger og infrastruktur. For indikatoren <i>strukturell konnektivitet</i> og <i>naturskogsnærhet</i> representerer referansetilstanden et skoglandskap uten reduksjon i naturskogsnærhet.
Piksel	Den minste enhet i en rasterdatamodell. I våre analyser og beregninger bruker vi piksler på 50 x 50 meter (= ¼ hektar). En piksel har én økosystemtype og én variabelverdi for konnektivitet.
Variabelverdi for konnektivitet i en piksel	Verdi som representerer grad av konnektivitet til en gitt piksel, innenfor en gitt økosystemtype. Måleenheten er i ¼ hektar ⁴ . Variabelverdier kan visualiseres på kart, og på den måten vise variasjon i konnektivitet innenfor en økosystemtype.
Referanseverdi for konnektivitet per piksel	Verdi som representerer grad av konnektivitet til en gitt piksel med en gitt økosystemtype i referansetilstanden. Måleenheten er ¼ hektar ⁴ .
Indikatorverdi for konnektivitet i en piksel	Pikselens indikatorverdi = pikselens variabelverdi/pikselens referanseverdi på km ² -skala. Verdi som representerer grad av konnektiviteten til en gitt piksel i relativt til referansetilstanden i pikselen. Indikatorverdiene kan visualiseres på kart, og på den måten vise variasjon i grad av konnektivitet i forhold til referansetilstanden for en gitt økosystemtype.

Begrep	Beskrivelse
Variabelverdi for konnektivitet i en kommune	Summen av pikslenes verdi for konnektivitet innenfor en gitt økosystemtype i en kommune i km ⁴ (altså summen av konnektivitet per piksel i ¼ hektar ² /400 ²). Reduksjon i konnektiviteten beregnes ut fra ulike kilder for motstand mot bevegelse som arealbruksintensitet, redusert natur-skogsnærhet og forekomst av andre økosystemtyper. Se kap. 2 for nærmere beskrivelse. Verdien kan inngå i naturregnskapet til kommunen. Variabelverdien kan konverteres til «Equivalent Connected Area» (ECA), som tilsvarer summen av areal i km ² av en gitt økosystemtype vektet mht. grad av konnektivitet. ECA beregnes ved kvadratroten av variabelverdien for kommunen. Denne verdien viser hvor høy konnektiviteten i en økosystemtype i kommunen er per dags dato. Verdien er ikke justert i forhold til opprinnelig konnektivitet i referansetilstanden.
Referanseverdi for konnektivitet i en kommune	Summen av pikslenes verdi for konnektivitet innen en gitt økosystemtype i en kommune, slik den er beregnet å være i referansetilstanden (altså summen av konnektivitet per piksel i ¼hekar ² /400 ²). Måleenheten er km ⁴ .
Indikatorverdi for konnektivitet i en kommune	Indikatorverdi = variabelverdi i km ² /referanseverdi i km ² . Indikatorverdier beregnes for spesifikke økosystemtyper, og ikke for hele landskapet som sådan. Verdi mellom 0 og 1 som representerer grad av konnektiviteten for en økosystemtype i en kommune i forhold til en referansetilstand som tilsvarer intakt natur. Verdien 1 tilsvarer konnektivitet som i referansetilstanden, og 0 vil tilsi at all konnektivitet er tapt. Indikatorverdien vil reduseres dersom fragmenteringen øker. Verdien kan inngå i naturregnskapet til kommunen. Denne verdien viser i hvor stor grad konnektiviteten i en økosystemtype er redusert i forhold til konnektiviteten i referansetilstanden. Verdien er mellom 0 og 1. En indikatorverdi på 1 viser at konnektivitet i økosystemtypen er den samme som i referansetilstanden.
Korridor	Områder med mange forbindelsesårer mellom forekomster av en gitt økosystemtype. Korridorer beregnes for spesifikke økosystemtyper, men selve korridorene kan også strekke seg gjennom andre økosystemtyper som forbinder forekomster av den relevante økosystemtypen.

1.2 Formål med prosjektet

Formålet med prosjektet har vært å fremskaffe informasjon om strukturell konnektivitet for hovedøkosystemet skog i form av kart og statistikk for bruk i naturregnskap, arealplanlegging og naturforvaltning på kommunalt nivå. Vi har gjort dette gjennom å tilrettelegge kartlag for konnektivitet og korridorer produsert med GreenPlan-metoden, og deretter beregnet indikatorverdier for konnektivitet (Bjørkvoll et al. 2025). Vi har evaluert resultatene og drøftet usikkerheten i kartlagene og indikatorene. Vi har også foreslått hvordan metoden og kartene kan videreutvikles.

Hovedøkosystemet skog består av mange ulike arter som forflytter og sprer seg i landskapet på ulike måter. Det varierer derfor mellom arter hvilke geografiske sammenhenger/konnektivitet de er avhengige av for å opprettholde levedyktige populasjoner over tid. I dette prosjektet fokuserer

vi ikke på spesifikke arter, men utvikler to ulike indikatorer med utgangspunkt i to ulike typer av artsgrupper:

- Den ene indikatoren, *strukturell konektivitet og arealbruksintensitet*, tar utgangspunkt i brede artsgrupper knyttet til skog som kan bruke skoghabitat generelt, og hvor arealbruk i form av bygninger, infrastruktur og anlegg skaper barrierer mot forflytning. Dette gjelder landlevende dyr som beveger seg på land gjennom landskapet, som pattedyr.
- Den andre indikatoren, *strukturell konektivitet og naturskogs nærhet*, tar utgangspunkt i arter som er avhengige av en bestemt skogtilstand og treslagssammensetting for å kunne spre seg, mens arealinngrep i form av bygninger og infrastruktur er antatt å ikke ha betydning. Dette gjelder særlig arter som sprer seg gjennom luft, som sopp, moder, lav og insekter.

Til slutt drøfter vi relevansen av de to indikatorene med tilhørende indikatorkart og korridorkart for areal- og naturforvaltning. Vi beskriver også hvordan informasjon om strukturell konektivitet generelt kan brukes på ulike forvaltningsnivå, og synliggjør koblinger mellom de ulike nivåene.

2 Metode for å beregne strukturell konnektivitet for skog

Metoder for beregning av strukturell konnektivitet for hovedøkosystemet skog er beskrevet i detalj i Van Moorter et al. (2026a,b), for henholdsvis indikatoren for *strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet* og indikatoren *strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet*. I de neste avsnittene gir vi en overordnet beskrivelse av metoden, med særlig vekt på datagrunnlaget for beregning av indikatorene.

Konnektivitet beregnes i henhold til GreenPlan-metoden ved bruk av ConScape (Panzacchi et al. 2024; Stange et al. 2019; NINA 2026; Van Moorter et al. 2021, 2023a,b, Van Moorter et al. 2026d). GreenPlan metoden bygger på at hver piksel i landskapet tilordnes en verdi for habitatkvalitet og en verdi på permeabilitet (eller det motsatte: motstand for bevegelse/spredning). Hver piksel i disse kartlagene kobles deretter sammen med alle andre piksler landskapet i et nettverk hvor konnektivitet beregnes ved hjelp av den nettverksbaserte programvaren ConScape (Van Moorter et al. 2023a; NINA 2026). ConScape benytter algoritmen «Randomized shortest path» (RSP; Panzacchi et al. 2016) og avanserte løsninger for å identifisere forbindelser mellom alle habitatområder gjennom landskapet, med høy oppløsning (egnet på kommunenivå) og på nasjonal skala. Resultatet av analysen er at hver piksel får beregnet en variabelverdi for strukturell konnektivitet, i tillegg til at de identifiserte forbindelsene mellom habitatområder danner et bilde i form av kart av den romlige fordelingen av korridorer.

For å beregne skalerte indikatorverdier for strukturell konnektivitet må beregnede variabelverdier sammenliknes med referanseverdier. Referanseverdiene representerer den konnektiviteten som forventes dersom dagens romlige fordeling av økosystemer opprettholdes, men uten menneskeskapt påvirkning. Naturlig fragmentering kan forekomme i referansetilstanden, fordi et gitt økosystem gjerne forekommer i veksling med andre økosystemer. For indikatoren *strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet* representerer referansetilstanden et landskap hvor dagens areal av skog som sådan opprettholdes, men uten vesentlig påvirkning fra menneskelig arealinngrep som bygninger, infrastruktur og industrianlegg. For indikatoren *strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet* representerer referansetilstanden et landskap uten skogbruk som kan skape barrierer mot forflytning for arter som er knyttet til naturskog. Det har ikke vært mulig å inkludere historisk fjerning av skog i noen av konnektivitetsindikatorene. Dette gjør at menneskelig påvirkning som har medført konvertering av skog til for eks. jordbruksareal eller bebyggt areal, kan forekomme i referansetilstanden, som igjen betyr at referanseverdiene som vi har brukt kan være høyere (altså høyere konnektivitet) noen steder enn det som har vært realiteten.

2.1 Strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet

2.1.1 Kort sammendrag

Indikatoren er dokumentert i sin helhet i ecRxiv (Van Moorter et al. 2026b). Vi inkluderer her et kort sammendrag av dokumentasjonen.

Bakgrunn og begrunnelse: Strukturell konnektivitet for skog med bruk av arealbruksintensitet er foreslått som en indikator for økologisk tilstand i skog. Indikatoren uttrykker hvor mye skog som fortsatt er sammenhengende på tvers av landskapet når effekten fra bygninger, kraftlinjer, hovedveier, jernbane samt tekniske installasjoner er tatt i betraktning. Indikatoren er ment for brede artsgrupper knyttet til skog som kan bruke skoghabitat generelt, snarere enn for arter som er avhengige av en bestemt skogtilstand eller treslagssammensetting. Validering mot generalistarter i skog, som elg, kan være relevant som sammenligningsgrunnlag, men indikatoren er ikke en bevegelses- eller populasjonsmodell for enkeltarter.

Metoder: Indikatoren kombinerer offentlige romlige datasett som beskriver skogareal, areal av andre økosystemer og menneskelig påvirkning fra bygninger, infrastruktur og tekniske

installasjoner. Metode og beregnende variabelkart er utviklet og produsert i GreenPlan (Panzacchi et al. 2024) og demonstrert i Bjørkvoll et al. (2025). Skogarealet definerer hvor habitat finnes. Arealbruksintensitet reduserer både lokal habitatkvalitet og bevegelsespermeabilitet, mens vannflater reduserer permeabiliteten for organismer som forflytter seg gjennom økosystemer på land. Habitatkvalitet beregnes som skogareal multiplisert med $(1 - \text{arealbruksintensitet})$. Permeabilitet beregnes ut fra skogareal, en grunnleggende permeabilitet for resten av landskapet som ikke er skog (matrisepermeabilitet), arealbruksintensitet og vannflater. GreenPlan beregner konnektivitet med ConScape i Julia på en HPC-klynge (Sigma2). «Ekvivalent sammenhengende habitat» beregnes ved å summere sammenhengende habitat innenfor hver rapporteringsenhet og ta kvadratroten av summen. Verdien til Ekvivalent sammenhengende habitat kan tolkes som totalarealet av økosystemtypen som er godt sammenkoblet (Saura et al. 2011). Dagens ekvivalente sammenhengende habitat deles på referanseverdien for ekvivalent sammenhengende habitat for å få den normaliserte indikatoren.

Tolkning: En indikatorverdi på 1 betyr at det nåværende kartlagte skoglandskapet har samme strukturelle konnektivitet som i referansetilstanden, der arealbruksintensitet er satt til null. Verdier som avtar mot null, gjenspeiler tap av sammenhengende skoghabitat som følge av arealbruksintensitet som forårsaker redusert permeabilitet. Indikatoren måler ikke tap av skogareal, fordi skogarealet holdes fast i referansetilstanden. Historiske arealendringer er heller ikke tatt hensyn til, noe som betyr at dagens åpne områder som tidligere kan ha vært skog, for eksempel jordbruksareal og urbane områder, ikke regnes som skog i referansetilstanden.

Resultater: I den nåværende nasjonale aggregeringen er indikatorverdien for strukturell konnektivitet med bruk av arealbruksintensitet 0,719. Dette betyr at arealet med skoghabitat som er godt sammenkoblet utgjør om lag 72 % sammenliknet med et landskap uten bygninger og infrastruktur slik det er representert av arealbruksintensitetsindeksen. Det er foreløpig ikke utviklet en metode for å beregne usikkerhet, og verken de uskalerte variabelverdiene for konnektivitet eller indikatoren er økologisk validert. Usikkerhetsestimater er derfor ikke tilgjengelige for indikatoren.

2.1.2 Inngangsdata

Indikatoren er basert på nasjonale kartdata som beskriver økosystemenes utbredelse og på kartdata som beskriver arealbruksintensitet. Habitatkvalitet tilordnes kun innen områder som er klassifisert som skog. Områder utenfor skogens utbredelse behandles ikke som habitat, selv om de fortsatt får en grunnleggende matrisepermeabilitet i bevegelsesmodellen.

Økosystemenes utbredelse er hentet fra Nasjonalt grunnkart for arealanalyse, som er utviklet av NIBIO, Statistisk sentralbyrå, Kartverket og Miljødirektoratet som et felles datagrunnlag for arealanalyser (Aune-Lundberg et al. 2025, **tabell 2.1**). For økosystemet skog er alle arealer her klassifisert som «skog og tresatt mark» inkludert. Skog inkluderer dermed også tresatte arealer som har oppstått som følge av gjengroing av jordbruks- og semi-naturlige arealer eller som følge av drenering av våtmark. Kartet representerer derfor et noe større skogareal enn det som ville vært inkludert i en fullstendig avgrensning av (lite endret) skogsmark etter NiN.

Arealbruksintensitet («ABI») estimerer og kartfester intensiteten av arealinngrep på en skala fra 1 til 13 (Erikstad et al. 2023). Indeksen er basert på en rasterrepresentasjon med 100 meters oppløsning og summerer graden av fysisk nærhet til ulike former for menneskeskapte inngrep (veier, bygninger, jernbane, kraftlinjer og andre lineære og punktvisse infrastrukturelementer). Buffereffekter og kumulativ påvirkning inngår også, og målingen skjer i en sirkel med 500 meters radius rundt hver piksel (fokuspunkt). Dette gir en robust indikator på situasjonen for arealinngrep, nasjonalt og lokalt. Selve arealbruksintensitetsindeksen slik den er brukt her består av to komponenter:

- Bygningskomponent: bygninger fra N50 (punkt og polygon).
- Konstruert fastmarkskomponent: omfatter bl.a. bebygde og tettbygde arealer, industri, lufthavn, steinbrudd, gravplasser, idrettsanlegg, veier (N50 samferdsel) og kraftlinjer (N50 anlegg).

Summen av disse gir en infrastrukturindeksverdi per piksel, som igjen kan aggregeres til lokalitetsnivå og oppsummeres med minimum, maksimum, gjennomsnitt og standardavvik. Klassifisering kan skje etter følgende skala: lav (<2), moderat (2–4), betydelig (4–6), høy (6–9), og svært høy (>9). Indeksen er nasjonalt dekkende og uavhengig av kartlegger.

Tabell 2.1. Egenskaper ved inngangsdata brukt i beregninger av strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet

Kart	Beskrivelse
Nasjonalt grunnkart for arealanalyse (NGA)	• Gir oversikt over utbredelsen av hovedøkosystemet skog og andre hovedøkosystemer samt bebyggelse og annen kunstig mark. • Vektordata (konverteres til rasterdata før analyser) • Geografisk område: Norge • Oppdateringshyppighet: Årlig • Kan lastes ned hos Geonorge (Norge digitalt begrenset)
Arealbruksintensitet (ABI)	• Gir en oversikt over intensiteten av arealinngrep på en skala fra 1-13 • Raster data • Geografisk område: Norge • Oppdateringshyppighet: Ikke fastsatt • Data deles fra NINA på forespørsel

2.2 Strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet

2.2.1 Kort sammendrag

Indikatoren er dokumentert i sin helhet i ecRxiv (Van Moorter et al. 2026b). Vi inkluderer her et kort sammendrag av dokumentasjonen.

Bakgrunn og begrunnelse: Strukturell konnektivitet for skog med bruk av naturskogs nærhet er foreslått som en indikator for økologisk tilstand i skog. Indikatoren uttrykker mengden tilnærmet naturlig skoghabitat som fortsatt er sammenhengende i det omkringliggende landskapet, gitt dagens kartlagte skogareal, treslagssammensetning (eller skogtype) og grad av naturskogs nærhet. Mange artsgrupper knyttet til skog, inkludert sopper, lav, insekter, moser og andre organismer er knyttet til naturlig og mindre intensivt drevet skog. Disse er ikke bare avhengige av lokal habitatkvalitet, men også av romlig kontinuitet i egnet skoghabitat. Indikatoren er ikke en spredningsmodell for enkeltarter, men er en bred strukturell-funksjonell indikator for potensiell økologisk konnektivitet sammenlignet med en referansetilstand der menneskelig påvirkning, inkludert skogbruk er fraværende.

Metoder: Indikatoren kombinerer offentlige romlige datasett som beskriver skogareal, treslags-sammensetning (skogtype), og skogens naturskogs nærhet. Metode og beregnende variabelkart er utviklet og produsert i GreenPlan (Panzacchi et al. 2024) som demonstrert i Bjørkvoll et al. (2025). Treslagssammensetning representeres gjennom tre delvis adskilte nettverk: granskog, furuskog og lauvskog. For hvert nettverk beregnes habitatkvalitet ut fra skogtypens bidrag, det vil si andelen av samsvarende skogtype, og naturnærhet, mens permeabilitet beskriver hvor lett organismer kan bevege seg gjennom både samsvarende og ikke-samsvarende skogtyper. GreenPlan beregner konnektivitet med ConScape i Julia på en HPC-klynge (Sigma2). De

resulterende rasterlagene for strukturell konnektivitet med bruk av naturskogsnærhet i henholdsvis granskog, furuskog og lauvskog summeres for å produsere et samlet kart for skog. «Ekvivalent sammenhengende habitat» beregnes ved å summere sammenhengende habitat innenfor hver rapporteringsenhet og ta kvadratroten av summen. Dagens ekvivalente sammenhengende habitat deles deretter på referanseverdien for ekvivalent sammenhengende habitat for å få den normaliserte indikatoren.

Tolkning: En indikatorverdi på 1 betyr at det nåværende kartlagte skoglandskapet har samme konnektivitet som i referansetilstanden, der all eksisterende skog tilordnes maksimal naturlighet (klassene 5-7 i naturskogsnærhetskartet). Referansetilstanden innebærer ikke at all skog forventes å være gammel skog, men at skogarealet kun er påvirket av naturlig skogdynamikk, både i form av småskala forstyrrelser, som åpninger i kronedekket, og storskala forstyrrelser, som brann og storm. Resultatet er tilnærmet naturlig skog i et landskap med naturlig foryngelse, der en stor andel av landskapet til enhver tid vil bestå av gammel skog. Lave indikatorverdier gjenspeiler tap av sammenhengende naturskoghabitat som følge av redusert naturskogsnærhet og/eller romlig isolasjon av naturskog. Indikatoren måler ikke tap eller fragmentering av naturskog som skyldes tap av skogareal, fordi skogarealet holdes fast i referansetilstanden. Indikatoren fanger heller ikke opp endringer i treslagssammensetning, for eksempel som følge av naturlig suksesjon fra lauvskog til barskog eller skogbruksrelatert planting, ettersom også skogtypefordelingen (treslagsdominansen) holdes uendret i referansetilstanden.

Resultater og utviklingsbehov: I den nåværende nasjonale aggregeringen er indikatorverdien for strukturell konnektivitet med bruk av naturskogsnærhet 0,406. Dette betyr at dagens sammenhengende naturskoghabitat utgjør om lag 41 % av den modellerte referanseverdien under de gjeldende forutsetningene. Det er foreløpig ikke utviklet en metode for å beregne usikkerhet, og indikatoren er heller ikke økologisk validert. Usikkerhetsestimater er derfor ikke tilgjengelige for indikatoren.

2.2.2 Inngangsdata

Indikatoren er basert på nasjonale kartdata som beskriver skogens utbredelse, dominerende treslag og naturskogsnærhet (**tabell 2.2**). Disse datasettene er bearbeidet til felles rasterkart som brukes til å beregne habitatkvalitet, permeabilitet og sammenhengende habitat.

Skogens utbredelse er hentet fra Nasjonalt grunnkart for arealanalyse, som er utviklet av NIBIO, Statistisk sentralbyrå, Kartverket og Miljødirektoratet som et felles datagrunnlag for arealanalyser (Aune-Lundberg et al. 2025). I indikatoren er alle arealer klassifisert som «skog og tresatt mark» inkludert. Denne avgrensningen samsvarer ikke fullt ut med skogsmark i Natur i Norge (NiN). Skog i Nasjonalt grunnkart for arealanalyse inkluderer også tresatte arealer som har oppstått som følge av gjengroing av jordbruks- og semi-naturlige arealer eller som følge av drenering av våtmark. Kartet representerer derfor et noe større skogareal enn det som ville vært inkludert i en fullstendig avgrensning av (lite endret) skogsmark etter NiN.

Skogens utbredelse definerer habitatets romlige utstrekning. Habitatkvalitet tilordnes kun for områder som er klassifisert som «skog eller tresatt mark» i Nasjonalt grunnkart for arealanalyse. Områder utenfor skogens utbredelse behandles ikke som habitat, selv om de fortsatt får en grunnleggende matrikspermeabilitet i bevegelsesmodellen.

Informasjon om dominerende treslag er hentet fra skogressurskartet SR16. Dette er et landsdekkende kart over skogressursene i Norge, produsert ved å kombinere eksisterende kartdata, terrengmodeller, fjernmålingsdata og informasjon fra Landsskogtakseringen. Treslag er klassifisert i tre hovedgrupper: granskog, furuskog og lauvskog. Kartet skiller ikke mellom boreal lauvskog (hovedsakelig bjørk) og edellauvskog (for eksempel eik, alm og ask), og disse skogtypene behandles derfor samlet som lauvskog i analysene. For storparten av Norges areal har dette liten betydelse da edellauvdominert skog i stor grad er begrenset til boreonemoral sone og søndre deler av sørboreal sone som dekker forholdsvis lite areal.

Grad av naturskogsnerhet er basert på kartlaget Naturskogsnerhet i naturskogskartet (Hauglin et al. 2025). Det pågår et utviklingsarbeid med naturskogskartet og kartlagene vil oppdateres i starten av 2027. Grunnlagskartet angir grad av naturskogsnerhet på en skala fra 1 til 7. Høyere verdier representerer større grad av naturskogsnerhet. Kartet er utviklet ved å kombinere tre variabler fra NiN 3.0: dødvedandel (KM-DA), dødvedvariasjon (KM-DV) og suksesjon på tresatt mark (AD-ST). Ved utviklingen av kartlaget ble verdiene i treningsdatasettet til modellen justert ved hjelp av tilleggsinformasjon fra Landsskogtakseringen. Forekomst av grøfting eller fremmede treslag ga automatisk laveste verdi på skalaen, uavhengig av de tre NiN-variablene. Registrert systematisk skogbehandling («tidligere behandling») reduserte verdien med tre klasser, mens registrering av «diverse hogst» som eneste tidligere behandling reduserte verdien med én klasse. Disse justeringene inngår i beregningen av naturskogsnerhet og påvirker dermed også indikatoren for sammenhengende naturskogshabitat. Naturskogsnerhet er angitt på en skala fra 1 til 7. Klassene 6 og 7 er svært sjeldne og utgjør mindre enn 1-2 % av landskapet, og klassene 5, 6 og 7 ble derfor slått sammen. Naturskogsnerhet ble dermed representert på en skala fra 1 til 5 i konnektivitetsanalysene.

Tabell 2.2. Egenskaper ved inngangsdata brukt i beregninger av strukturell konnektivitet og naturskogsnerhet

Kart	Beskrivelse
Nasjonalt grunnkart for arealanalyse (NGA)	- Gir oversikt over utbredelsen av hovedøkosystemet skog og andre hovedøkosystemer samt bebyggelse og annen kunstig mark. - Vektordata (konverteres til rasterdata før analyser) - Geografisk område: Norge - Oppdateringshyppighet: Årlig - Kan lastes ned hos Geonorge (Norge digitalt begrenset)
Treslagssammensetting (SR16 treslag)	- Gir oversikt over treslagssammensetting (gran, furu og lauv) på alt skogareal - Rasterdata med 16 m pikselstørrelse (SRTRESLAG) (Breidenbach et al. 2020, Astrup et al. 2019) - Geografisk område: Skog - Datasettet fremstilles med hjelp automatiske prosesser hvor kartgrunnlaget AR5, terrengmodeller, fjernmålingsdata (både satellitt og laser) kombineres med feltmålte data fra Landsskogtakseringen. - Oppdateringshyppighet: Oppdateres ca. hvert 5. til hvert 7. år, Ajourføring etter hogst skjer hyppigere (ca. 0,5-1,5 år etter hogst) ved hjelp av satellittbasert deteksjon. - Kan lastes ned hos Geonorge (Åpne data).
Naturskogsnerhet	- Gir oversikt over grad av naturskogsnerhet for alt skogareal - Rasterdata med 16 m pikselstørrelse - Geografisk område: Skog - Oppdateringshyppighet: Etter behov - Kan lastes ned hos Geonorge Naturskog (v1), kartlag «naturskogsnerhet» (Åpne data). - Skal publiseres i en videreutviklet versjon i 2027

2.3 Videreutvikling av metode fra pilotprosjekt

Vi har tatt utgangspunkt i metoden for å beregne strukturell konnektivitet som ble foreslått i pilotprosjektet (Bjørkvoll et al. 2025). Vi har vurdert flere muligheter for videreutvikling i dette prosjektet, og gjennomført det som har vært mulig innenfor rammene (**tabell 2.3**).

Tabell 2.3. Oversikt over videreutvikling av metode fra pilotprosjekt gjennomført i 2025 (Bjørkvoll et al. 2025).

Videreutvikling	Beskrivelse av hvordan det er håndtert
Videreutvikling av motstand	I stedet for at alle økosystemer utenfor skog bidrar med samme motstand i en piksel, har vi i beregningene av <i>strukturell konnektivitet</i> og <i>arealbruksintensitet</i> valgt å gi vann-økosystemer høyere motstand med bakgrunn i at dette kan utgjøre en barriere for skogsgeneralister som beveger seg langs bakken (som pattedyr). Dette er implementert gjennom en funksjon hvor motstanden i en piksel øker med arealandel vann i pikselen. ABI (arealbruksintensitetsindeks) er ikke brukt som motstand for indikatoren <i>strukturell konnektivitet</i> og <i>naturskogsnærhet</i> slik det ble gjort i pilotprosjektet. For mange arter innenfor sopp, moser, lav og insekter som er særlig avhengig av naturskog for å kunne spre seg, er ikke spredning påvirket av menneskelige infrastruktur i særlig grad.
Videreutvikling av referansetilstand	For naturskog ble referansetilstanden definert som naturskogsnærhet 5, 6 og 7 i stedet for 7.
Ta hensyn til historisk utbredelse av økosystemer i referansetilstanden	Det ble vurdert at dette ikke kunne gjøres innenfor rammene av prosjektet.
Ta hensyn til ulike naturtyper i skog når konnektivitet beregnes.	For naturskog ble konnektivitet beregnet for gran-, furu- og lauvskog, og deretter kombinert til ett konnektivitetskart for hovedøkosystem skog.
Vurdere beregningsmetode for indikatorverdier og skaleringsfunksjon	Vi har landet på å rapportere variabelverdier og referanseverdier på lineær skaleringsfunksjon, dvs. i km ⁴ , fordi dette enkelt kan aggregeres til ulike geografiske nivå. Men vi vurderer at beregning av skalerte indikatorverdier på km ⁴ -skala gir en for stor respons på tap og fragmentering av skog. Det vil si at indikatorverdien for konnektivitet avtar svært fort med avtagende konnektivitet på grunn av bygninger og infrastruktur eller lav naturskogsnærhet. Vi beregner derfor indikatorverdi på "ekvivalent sammenhengende habitat"-skala som er den mest økologisk relevante skalaen (dvs. i km ²). Indikatorverdier beregnes dermed som kvadratroten av variabelverdi delt på referanseverdi).

2.3.1 Muligheter for å bruke andre programmeringsspråk

Beregninger av konnektivitet med høy oppløsning for store områder krever en god del regnekapasitet. Programmeringsspråket Julia er derfor brukt i dette prosjektet, fordi dette er godt egnet for høytytelsesberegninger. Det kan imidlertid være ønskelig å kunne bruke andre, mer lett tilgjengelige programmeringsspråk, som for eksempel R. For den stabile versjonen av ConScape finnes det en R-wrapper som gjør det mulig å bruke ConScape.jl fra R (<https://github.com/ConScape/ConScapeR>). Denne wrapperen ser imidlertid ikke ut til å være tilpasset utviklingsversjonen og arbeidsflyten som er nødvendig for prosessering på høytytelsesberegningssklynger, såkalte HPC-klynger. For denne typen beregninger er det trolig begrenset nytte av å utvikle et ekstra R- eller Python-lag rundt selve ConScape-beregningen. Et slikt lag kan snarere øke kompleksiteten knyttet til pakkeversjoner, miljøoppsett, jobbstyring, minnebruk, logging og feilsøking.

R eller Python er likevel relevant som arbeidsflytspråk for forbehandling av data, etterbehandling av resultater, visualisering og rapportering. Beregning av indikatoren for én enkelt kommune kan sannsynligvis også inngå i en R- eller Python-basert arbeidsflyt på en lokal datamaskin eller server, forutsatt at datamengde, oppløsning og minnekrav er håndterbare. Dette kan gjøres enten via en eksisterende wrapper, der denne er kompatibel, eller ved å kjøre Julia-skript fra R eller Python.

For beregninger av konnektivitet på nasjonalt nivå, anbefales det imidlertid å kjøre ConScape direkte i Julia, eventuelt gjennom skript som kan kjøres fra et HPC-jobbssystem som Slurm.

Beregning på nasjonal skala krever bruk av HPC-klynger, og her vil en full wrapper trolig gi liten merverdi sammenlignet med direkte bruk av Julia.

Reimplementering av ConScape-biblioteket i et annet programmeringsspråk, for eksempel Python eller C, er altså teoretisk mulig, men vil være ressurskrevende og kreve omfattende testing og validering for å sikre at resultatene blir numeriske og metodisk konsistente med ConScape.jl.

3 Resultat

3.1 Strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet

Heldekkende høyoppløselig kart som viser indikatorverdier for strukturell konnektivitet med bruk av arealbruksindeks for 50 × 50 m piksler for hele Norge er tilgjengelig på Geonorge². Vi har også utviklet et høyoppløselig korridor-kart, som også vil bli publisert på Geonorge. Dette er utviklet i samarbeid med prosjektet GreenPlan. I denne rapporten viser vi resultater for seks kommuner som også deltok i pilotprosjektet i 2025 da vi utviklet metoden for strukturell konnektivitet (Bjørkvoll et al. 2025) basert på GreenPlan-metoden (Panzacchi et al. 2024; Stange et al. 2019; NINA 2026; Van Moorter et al. 2021, 2023a,b).

3.1.1 Heldekkende kart over skalerte indikatorverdier og over korridorer

Kartet over skalerte indikatorverdier for *strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet* viser hvilke områder i skog som har redusert konnektivitet som følge av bygninger og infrastruktur (**figur 3.1**). Rød farge i kartet representerer skogsområder hvor konnektiviteten av skog er svært redusert sammenliknet hvis det ikke fantes bygninger, anlegg og infrastruktur. Dette ser vi eksempler på i figur 3.1, særlig i skogsområder nær større bebygde områder og infrastrukturårer.

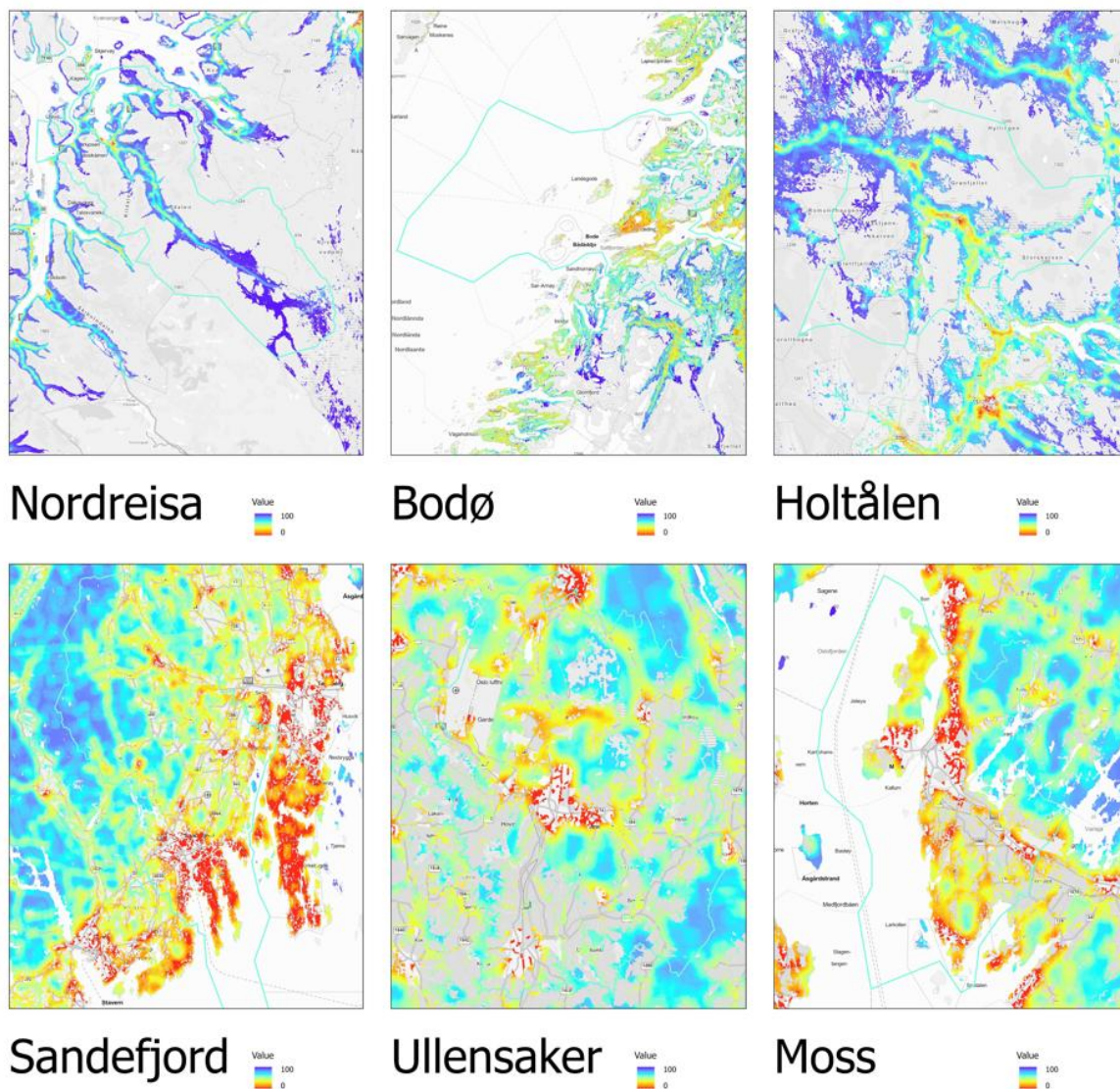
Blå farge i kartet representerer områder med høye indikatorverdier for *strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet* (**figur 3.1**). Dette er områder hvor konnektiviteten er nær det som forventes i referansetilstanden, altså typisk i områder lenger unna tettbygde strøk og infrastruktur. Høye indikatorverdier kan vi finne i skogsområder selv om de ser fragmenterte ut på kartet. Dette oppstår der fragmenteringen er naturlig, det vil si at skogen er delt opp av andre økosystemer, og at dagens konnektivitet dermed er som forventet i referansetilstanden. Dette ser vi eksempel på i høyereliggende strøk i Holtålen kommune (**figur 3.1**), hvor fjellbjørkeskog forekommer i veksling med myr og hei og buskmark.

Ulike kommuner i Norge er forskjellige med hensyn til grad av urbanisering og forekomst av ulike økosystemer. Dette gjenspeiles i kartene over indikatorverdier for strukturell konnektivitet for skog (**figur 3.1**). Indikatorverdiene er generelt høyere i Nordreisa, Bodø og Holtålen sammenliknet med de tre kommunene Sandefjord, Ullensaker og Moss på Østlandet.

I Bjørkvoll et al. (2025) gjorde vi tilsvarende analyse av strukturell konnektivitet for løvskog, hvor vi diskuterte resultater for Moss kommune. I Moss utgjør løvskog en liten andel av hovedøkosystemet skog. Selv om vi i dette prosjektet også har justert noe på beregningene er det et godt samsvar mellom resultatene for skog og løvskog i Moss, med hensyn til hvor indikatorverdier er lave og høye. Både for skog (beregnet i dette prosjektet) og løvskog (beregnet i Bjørkvoll et al. 2025) er indikatorverdiene spesielt lave nær sentrum, og langs E6 og jernbane nordover og sørøstover ut av sentrum. Høyere indikatorverdier finner vi blant annet nord-øst i kommunen og i spredte områder innenfor øya Store Revlingen (hvor det også er et landskapsvernområde) og Larkollen.

I Nordreisa kommune ser vi at indikatorverdiene totalt sett er høyere enn i Moss (**figur 3.1**). Det er likevel det samme mønsteret i hvor vi finner høye og lave indikatorverdier. De laveste indikatorverdiene i Nordreisa finner vi langs vei og ved tettbygde strøk.

²Lenke til kart på Geonorge: <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/strukturell-konnektivitet-i-skog--indikator--og-korridorkart/af6e6626-78e9-4bd3-bc9f-fb8d8a6a3e85>



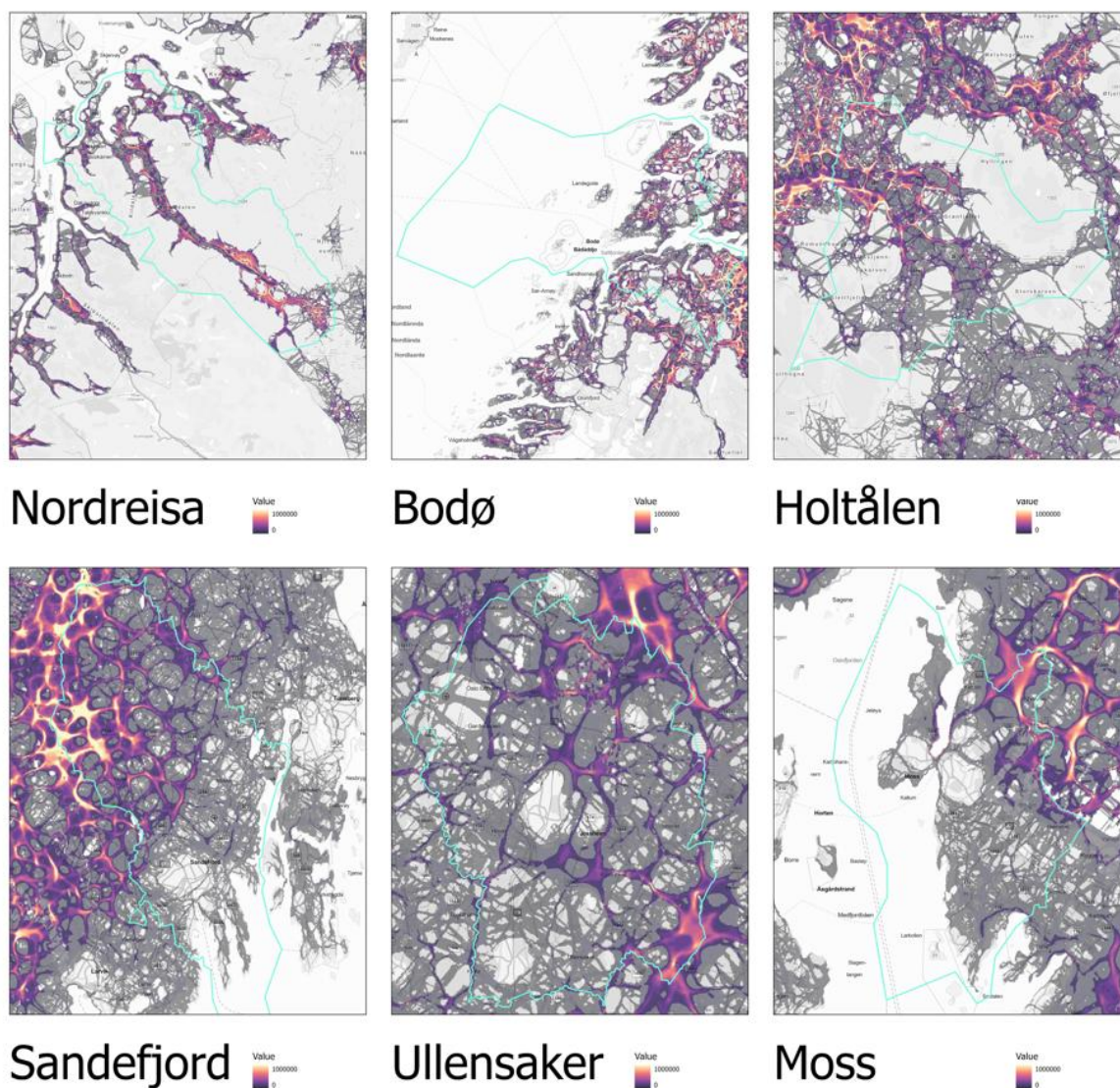
Figur 3.1. Indikatorverdier for strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet per piksel i skog for seks kommuner i Norge. Fargeskalaen går fra 0 til 100 (som gir indikatorverdier mellom 0 og 1 ved å dividere på 100), hvor høye verdier vist med blå farge indikerer at konnektiviteten ligger nær referansetilstanden. Kommunegrenser er vist med turkis linje.

Kartet over korridorer viser hvor de viktigste korridorene for skog forekommer (**figur 3.2**) når bygninger og infrastruktur blir ansett som barrierer mot forflytning. Gul farge representerer områder hvor modellen estimerer høyest tetthet av bevegelsesbaner, som indikerer at dette kan være viktige korridorer med relativt lav motstand mot bevegelse for generalistarter som lever i skog. Mørk farge representerer lav tetthet av bevegelsesbaner, mens grå farge i kartet representerer områder nesten uten korridorer.

Korridorer kan finnes både innenfor skogøkosystemet, men også gjennom andre økosystemtyper. Der skogøkosystemet er splittet opp av andre økosystemer, vil de andre økosystemtypene kunne fungere som viktige korridorer, særlig der avstanden mellom skogforekomstene er relativt liten. Der det derimot er lang avstand til skogforekomster vil det ikke være fungerende korridorer i like stor grad. Det ser vi eksempel på i Holtålen, der større åpne områder i fjellet ikke har korridorer for skog, og er dermed vist med grå farge (**figur 3.2**).

Der det er bygninger, anlegg og infrastruktur vil modellen også beregne lavere tetthet av bevegelsesbaner, noe som resulterer i «svakere» korridorer (vist med mørk farge). Korridorer vil

typisk være totalt fraværende i områder med større anlegg. Dette ser vi eksempel på ved Oslo lufthavn Gardermoen midt i Ullensaker kommune (**figur 3.2**).



Figur 3.2. Korridorer for skog i seks kommuner i Norge når bygninger og infrastruktur blir ansett som barrierer mot forflytning. Områder med mange bevegelsesbaner er markert med gul farge (=potensielt viktige korridorer) mens grå farge markerer områder med få bevegelsesbaner. Korridorer kan gå både innenfor og utenfor økosystemet. Kommunegrenser er vist med turkis linje.

3.1.2 Verdier for konektivitet til bruk i naturregnskap

Når strukturell konektivitet er beregnet for alle piksler innenfor skogøkosystemet (slik det er representert i grunnkartet), kan verdier aggregeres og fremstilles for hver enkelt kommune, fylke og for Norge som helhet (**appendiks 1**). Slike aggregerte verdier kan inngå som økologisk tilstandsvariabler i naturregnskaper på ulike geografiske nivå (**tabell 3.1**, **tabell 3.2**).

Vi oppgir her variabelverdier og referanseverdier i opprinnelig måleskala, som er km⁴. Vi oppgir også transformerte variabelverdier i km² som kan tolkes som det samlede skogarealet som er godt koblet sammen når barrierene på grunn av arealbruksintensitet er tatt hensyn til. Indikatorverdiene er beregnet som variabelverdi/referanseverdi på km²-skala, og uttrykker i hvor stor grad menneskelig aktivitet har redusert den strukturelle konektivitet samlet sett i hver kommune eller

fylke. Verdien 1 representerer at konnektiviteten er som forventet i referansetilstanden, altså dersom det ikke fantes bygninger, anlegg og infrastruktur. Verdien 0 representerer fullstendig tap av konnektivitet, noe som i praksis betyr at all skog er borte.

Verdiene for de seks kommunene vist i tabell 3.1 reflekterer det som kartene i figur 3.1 viser, nemlig at kommunenes samlede indikatorverdi avtar med økende grad av urbanisering. For fylkene er det tilsvarende mønster. De høyeste indikatorverdiene finner vi for de tre nordligste fylkene og Trøndelag, mens de laveste indikatorverdiene er i Oslo, Akershus og Østfold.

Tabell 3.1. Beregnede verdier for strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet som kan inngå i kommunale naturregnskaper Variabelverdiene (equivalent connected area) i km² angir en vektet verdi for konnektivitet i skog i kommunen slik den er i dag, mens referanseverdien angir denne verdien for skog i kommunen gitt ingen bygninger og infrastruktur slik det er målt med arealbruksintensitetsindeksen. Indikatorverdien viser skogarealet i kommunen sin konnektivitet sammenlignet med skog uten bygninger og infrastruktur.

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdiverdi		Indikatorverdi (Variabelverdi i km ² /referanseverdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Nordreisa	19468	140	28590	169	0,825
Bodø	17474	132	29498	172	0,770
Holtålen	7731	88	14892	122	0,721
Sandefjord	6332	80	21501	147	0,543
Ullensaker	1884	43	7225	85	0,511
Moss	752	27	3416	58	0,469

Tabell 3.2. Beregnede verdier for strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet som kan inngå i fylkesvise naturregnskaper, og for Norge. Variabelverdiene (equivalent connected area) i km² angir en vektet verdi for konnektivitet i skog i kommunen slik den er i dag, mens referanseverdien angir denne verdien for skog i kommunen gitt ingen bygninger og infrastruktur slik det er målt med arealbruksintensitetsindeksen. Indikatorverdien viser skogarealet i kommunen sin konnektivitet sammenlignet med skog uten bygninger og infrastruktur.

Fylke	Variabelverdi		Referanseverdiverdi		Indikatorverdi (variabel- verdi/referan- severdi i km2)
	km4	km2	km4	km2	
Norge	534521988274	731110	1034438556861	1017073	0,719
Finnmark	62062	249	92609	304	0,819
Troms	213813	462	368005	607	0,762
Nordland	351264	593	578473	761	0,779
Trøndelag	634073	796	1088482	1043	0,763
Møre og Romsdal	80789	284	181104	426	0,668
Innlandet	590231	768	1165478	1080	0,712
Buskerud	271503	521	566452	753	0,692
Akershus	132360	364	305749	553	0,658
Oslo	9024	95	23336	153	0,622
Østfold	66536	258	177395	421	0,612
Vestfold	40216	201	112043	335	0,599
Vestland	178008	422	397352	630	0,669
Rogaland	56570	238	120916	348	0,684
Telemark	317596	564	596443	772	0,730
Agder	336506	580	691112	831	0,698

3.2 Strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet

3.2.1 Heldekkende kart over skalerte indikatorverdier og over korridorer

Strukturell konnektivitet med bruk av naturskogs nærhet tar hensyn både til mengde naturskog-habitat og hvordan dette fordeler seg i landskapet. Referansetilstanden er fastsatt med utgangspunkt i dagens utbredelse av skogøkosystemet, hvor vi har antatt at all skog er i de tre høyeste klassene av naturskogs nærhet. Beregningene tar ikke hensyn til historisk tap av skog på grunn av nedbygging, mens dagens fordeling av naturskogs nærhet i landskapet og utbredelse av andre areal typer har betydning for både kvaliteten til habitatet og muligheten for bevegelse mellom naturskogsarealer.

Heldekkende kart med oppløsning på 50m x 50m for strukturell konnektivitet med bruk av naturskogs nærhet er publisert på Geonorge³. Kartet er utarbeidet i samarbeid med forskningsprosjektet GreenPlan, som også har bidratt med utvikling av korridorkart, som viser viktige noder for bevegelse i landskapet.

For å synliggjøre resultatene har vi valgt ut et sett med eksempelkommuner, som dekker gradienten fra nord til sør i Norge. For å forenkle sammenligningen med resultatene fra Bjørkvoll et al. (2025) er de samme eksempelkommune valgt ut.

³ Lenke til kart i Geonorge: <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/strukturell-konnektivitet-i-skog-indikator--og-korridorkart/af6e6626-78e9-4bd3-bc9f-fb8d8a6a3e85>

Rød farge i kartfigurene over konnektivitet (**figur 3.3**) representerer skogsområder hvor konnektiviteten av er svært redusert sammenliknet med referansetilstanden. Blå farge i kartet representerer områder med høy konnektivitet. Det kan være høye indikatorverdier i skog som er naturlig fragmenterte fordi den naturlige fragmenteringer inngår i referansetilstanden. Dette kan for eksempel være tilfelle hvor skog forekommer i naturlig veksling med myr og fjellvegetasjon. Lys farge i korridorkartene viser hvor det er viktige forbindelser mellom skog med høy grad av naturskogsnerhet, mens mørkere farge representerer svakere korridorer (**figur 3.4**).

I Nord-Norge viser eksemplene for Nordreisa kommune og Bodø kommune to kommuner med forholdsvis høye indikatorverdier (**tabell 3.3**). Nordreisa kommune består til stor del av fjellområder og det meste av skogen finnes i de lavereliggende områder langs kysten eller følger Reisdalen sørøstover mot Kautokeino og Svenskegrensen. Resultatene fra konnektivitetskartet for naturskog viser generelt lavere verdier i tettbeboede strøk langs kysten og Reisdalens dalbunn, mens indikatorverdiene øker nærmere fjellet og lenger fra kysten. Dette henger tett sammen med hvor tilgjengelig områdene er for skogbruk, som er den fremste faktoren som påvirker konnektivitet av naturskog. I Nordreisa kommune følger de viktigste korridorene de øvre dalsidene, mens forbindelsene på tvers av Reisdalen er mer begrenset. Korridorkartene for Nordreisa kan dermed bidra med kunnskap om hvor det er mest egnet å styrke konnektiviteten på tvers av Reisdalen. Også i Bodø kommune er det de mindre tilgjengelige og høyreliggende skogene i kommunen som har høyest indikatorverdi for naturskogskonnektivitet. Med unntak for at det er lite korridorer nærmest kysten så ser det ut som at det er funksjonelle spredningsveier på kryss og tvers i de indre delene av kommunen.

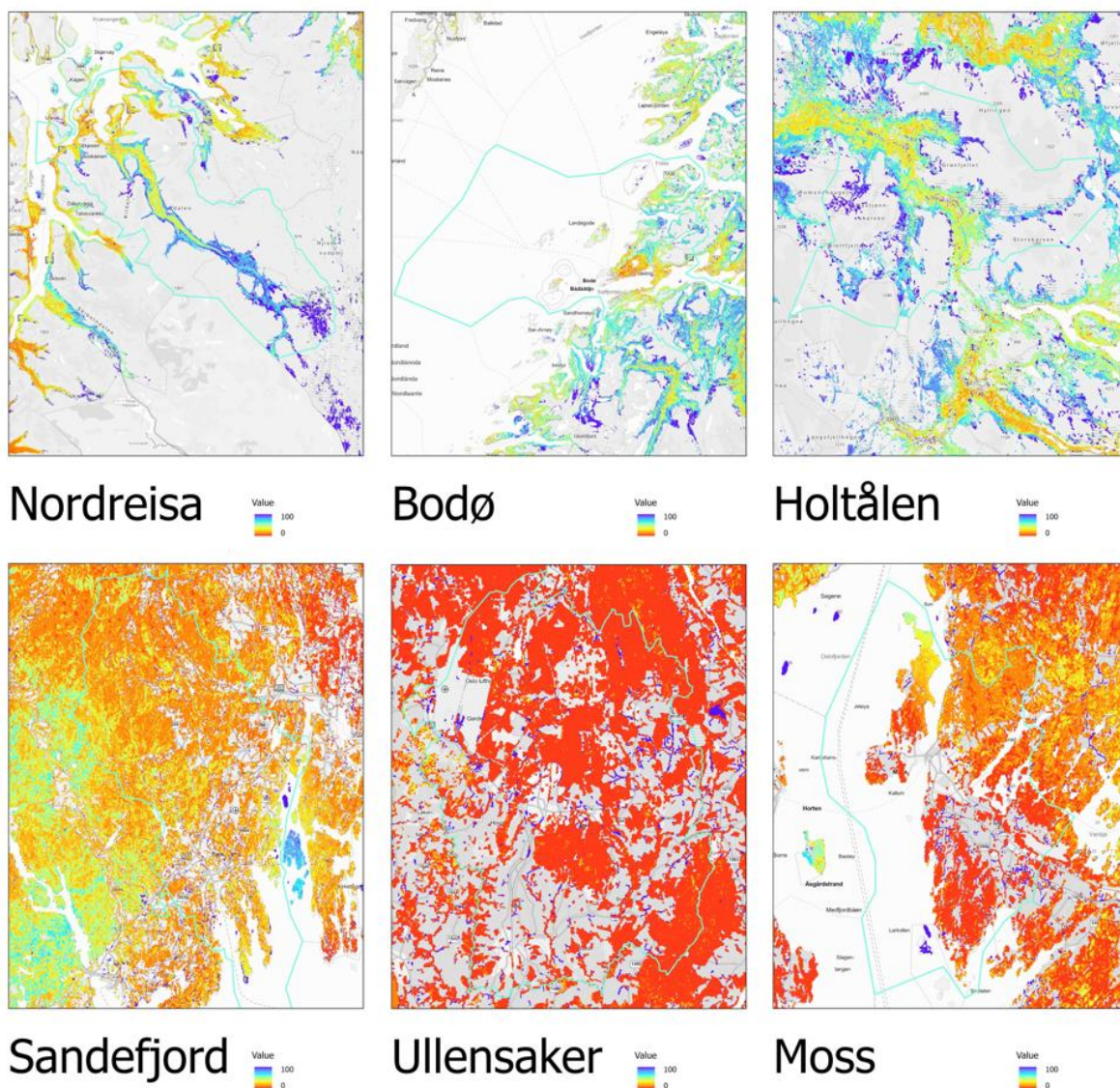
Generelt er konnektivitetskartene for søndre Troms og nordøstre Nordland påvirket av at grunnlagskartene i denne regionen viser lav naturskogsnerhet i lauvskogene, uten at det er funnet gode økologiske grunner for dette i arbeidet med naturskogskartet. Flere kommuner mellom Nordreisa og Bodø har dermed nokså lave indikatorverdier, noe som kan skyldes usikkerhet i modellert naturskogsnerhet.

I Midt-Norge har Holtålen kommune noe lavere indikatorverdi enn de to eksemplene fra Nord-Norge (**tabell 3.3**). Holtålen ligner Nordreisa ved at det meste av skogen finnes i markerte daler som Gauldalen og Hessdalen. Også her er den strukturelle konnektiviteten lavere i lavereliggende og mer tilgjengelige områder, mens korridorene i stor grad følger øvre del av dalsidene.

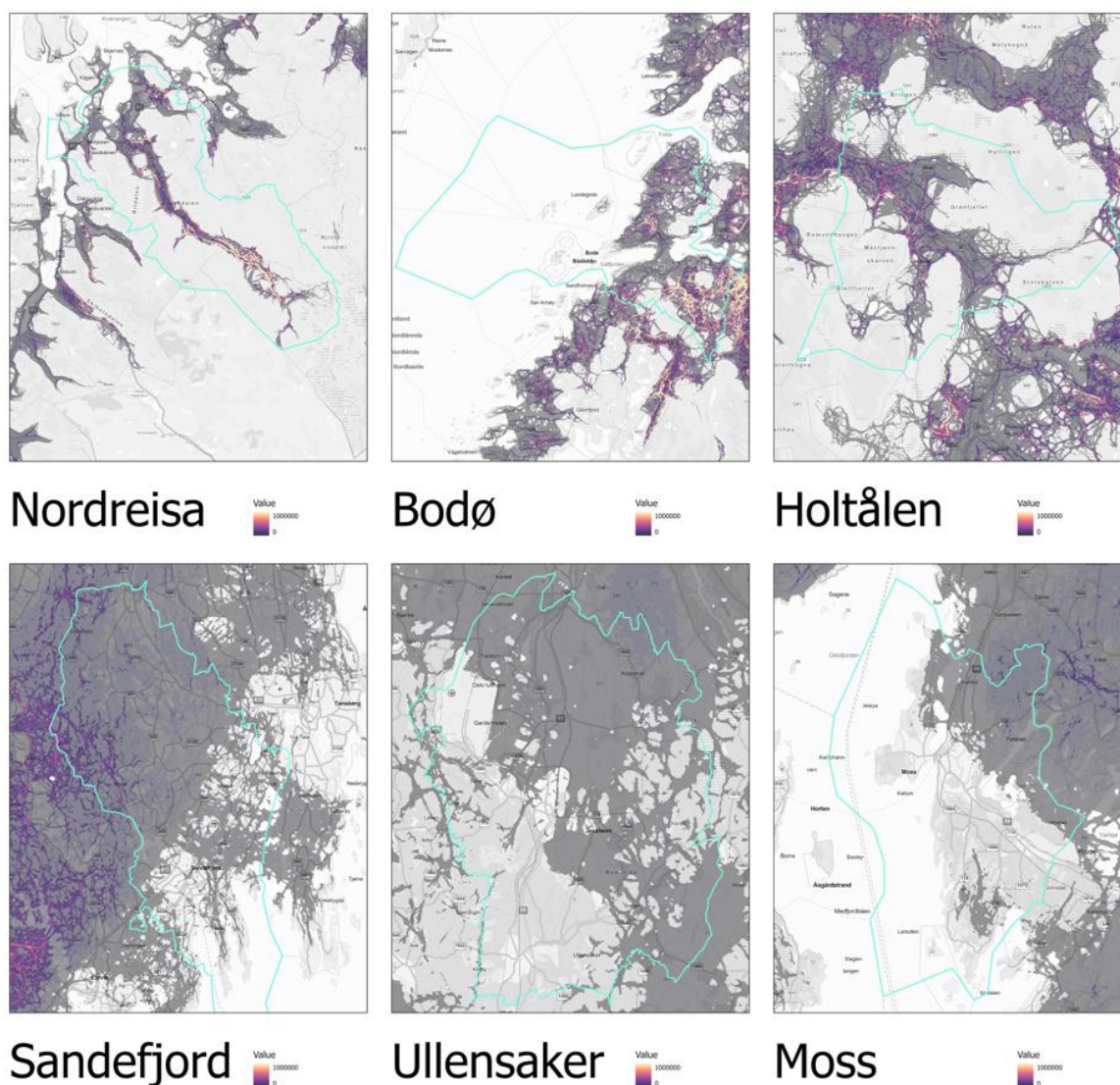
Tre av eksempelkommunene ligger på Østlandet (Ullensaker, Moss og Sandefjord). Ullensaker er en kommune med store jordbruksarealer, hvor mesteparten av skogen enten ligger i nokså isolerte ravedaler eller nord for Jessheim og rundt Hovinfjellet i sentrale og nordre deler av kommunen. Dette er et historisk intensivt utnyttet landskap som i liten grad har forekomst av naturskog og også har generelt lave indikatorverdier for strukturell konnektivitet av naturskog (**tabell 3.3**). Korridorkartet viser at skogforekomstene i kommunen er nokså isolerte.

Både Moss og Sandefjord kommune har lave indikatorverdier for naturskogskonnektivitet og få tydelige spredningskorridorer mellom skogforekomstene. I Moss er nettverket av korridorer best utviklet i nordøstlig del av kommunen, mens det i Sandefjord er de nordvestlige delene av kommunen som har best utviklede korridorer. I begge kommunene er de kystnære skogene generelt nokså isolerte.

Ingen av eksempelkommunene ligger i landsdelene Vestlandet eller Sørlandet. Men ut fra det heldekkende kartet over konnektivitet av naturskog, ser vi at konnektiviteten av naturskog øker med avstand fra kysten i begge disse landsdelene. Den tydeligste forskjellen mellom Sørlandet og Vestlandet viser seg i korridorkartene hvor spredningskorridorene er betydelig mer fragmenterte på Vestlandet enn på Sørlandet, kanskje på grunn av at topografien på Vestlandet begrenser forekomsten av økosystemet skog og dermed også permeabiliteten i landskapet.



Figur 3.3. Indikatorverdier for konnektivitet for strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet per piksel for seks kommuner i Norge. Fargeskalaen går fra 0 til 100 (som gir indikatorverdier mellom 0 og 1 ved å dividere på 100), hvor høye verdier vist med blå farge indikerer at konnektiviteten ligger nær referansetilstanden. Kommunegrenser er vist med turkis linje.



Figur 3.4. Korridorer for naturskog i seks kommuner i Norge. Områder med mange bevegelsesbaner er markert med gul farge (=potensielt viktige korridorer), mens grå farge markerer områder med få bevegelsesbaner. Korridorer kan gå både innenfor og utenfor økosystemet. Kommunegrenser er vist med turkis linje.

3.2.2 Verdier for konnektivitet til bruk i naturregnskap

Strukturell konnektivitet basert på naturskogs nærhet er her beregnet på pikselnivå, og deretter aggregert til kommunenivå (**tabell 3.3, appendiks 2**) og fylkesnivå (**tabell 3.4**).

Vi oppgir her variabelverdier og referanseverdier i opprinnelig måleskala (km^4) og på transformert måleskala (km^2) som kan tolkes som det samlede skogarealet med høy strukturell konnektivitet. Indikatorverdiene er beregnet på km^2 -skala og uttrykker hvor god den strukturelle konnektivitet er samlet sett i hver kommune eller fylke sammenlignet med referansetilstanden.

Verdiene for de seks kommunene vist i tabell 3.3 reflekterer det som kartene i figur 3.3 viser, nemlig at kommunenes samlede indikatorverdi avtar med økende grad utnyttelse av skogen til skogbruk. På fylkesnivå finner vi de høyeste verdiene på Vestlandet og i Nordland, mens Østlandet og særlig Østfold, Vestfold, Oslo og Akershus kommer ut med lavere verdier. De lave verdiene som rapporteres for Troms er usikre, da det kan se ut som at underliggende data på

naturskogsnerhet i søndre Troms og nordøstre Nordland i større grad gjenspeiler forskjeller i fjernmålingsdata enn skogøkologiske forskjeller.

Tabell 3.3. Beregnede verdier for strukturell konnektivitet og naturskogsnerhet som kan inngå i kommunale naturregnskaper. Variabelverdiene (equivalent connected area) i km² angir en vektet verdi for konnektivitet i skog i kommunen slik den er i dag, mens referanseverdien angir denne verdien for skog i kommunen gitt ingen redusert naturskogsnerhet slik det er målt med naturskogsnerhetsskartet. Indikatorverdien viser skogarealet i kommunen sin konnektivitet sammenlignet med skog uten redusert naturskogsnerhet.

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdiverdi		Indikatorverdi (Variabelverdi i km ² /referanseverdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Nordreisa	2795	53	11448	107	0,494
Bodø	3284	57	12735	113	0,508
Holtålen	587	24	2898	54	0,450
Sandefjord	364	19	5469	74	0,258
Ullensaker	70	8	1742	42	0,201
Moss	41	6	815	29	0,225

Tabell 3.4. Beregnede verdier for strukturell konnektivitet og naturskogsnerhet som kan inngå i fylkesvise naturregnskaper, og for Norge. Variabelverdiene (equivalent connected area) i km² angir en vektet verdi for konnektivitet i skog i kommunen slik den er i dag, mens referanseverdien angir denne verdien for skog i kommunen gitt ingen redusert naturskogsnerhet slik det er målt med naturskogsnerhetsskartet. Indikatorverdien viser skogarealet i kommunen sin konnektivitet sammenlignet med skog uten redusert naturskogsnerhet.

Fylke	Variabelverdi		Referanseverdiverdi		Indikatorverdi (Variabelverdi/referanseverdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Norge	60975773951	246933	370270352768	608498	0,406
Finnmark	5537	74	26102	162	0,461
Troms	15639	125	187798	433	0,289
Nordland	49760	223	199595	447	0,499
Trøndelag	57521	240	289275	538	0,446
Møre og Romsdal	12677	113	61247	247	0,455
Innlandet	41571	204	450795	671	0,304
Buskerud	33059	182	200070	447	0,406
Akershus	8161	90	122811	350	0,258
Oslo	962	31	11234	106	0,293
Østfold	4792	69	64198	253	0,273
Vestfold	2876	54	33848	184	0,292
Vestland	39431	199	140518	375	0,530
Rogaland	10616	103	39656	199	0,517
Telemark	50388	224	222551	472	0,476
Agder	48104	219	264470	514	0,426

4 Diskusjon

4.1 Bruk av grunnkart for arealanalyse

Siden Grunnkart for arealanalyse skal brukes som utgangspunkt for naturregnskap i Norge, var det en føring i dette prosjektet å avgrense skog i tråd med dette grunnkartet. I forhold til hvordan skog er definert i Natur i Norge (NiN), inkluderer grunnkartet arealer med tresatt mark som sannsynligvis har lavere habitatskvalitet enn skogsmark definert etter NiN. Skogdefinisjonen vi bruker her vil dermed bidra til at en større andel av landskapet blir definert som skog. Siden et større skogareal vil kunne ha flere egnede habitat og bevegelsesbaner for skogsarter, kan dette bidra til at beregnede konnektivitetsverdier blir høyere enn om skogdefinisjonen i grunnkartet hadde vært mer restriktiv.

Vi har ikke kunnet ta hensyn til historiske arealendringer i beregningene. Arealer som er uten skog i dag (jf. Grunnkart for arealanalyse), som for eksempel jordbruksarealer, kan tidligere ha vært skog. Når skog har blitt konvertert til andre areal typer, har dette sannsynligvis medført en nedgang i konnektivitet som ikke er inkludert i våre beregninger. Indikatorverdiene som vi har kommet frem til kan derfor være høyere enn det som er realiteten.

Skogdefinisjonen i grunnkartet vil også kunne påvirke fremtidige beregninger av strukturell konnektivitet eller andre tilstandsindikatorer for andre økosystemer i ulike retninger. Når gjengroingsmark i åpne økosystemer inkluderes i hovedøkosystemet skog, så vil de åpne økosystemene få en lavere arealutbredelse i grunnkartet og dermed sannsynligvis lavere beregnet konnektivitet. Arealer av åpne økosystemer som ennå ikke er påvirket av gjengroing vil samtidig kunne få høyere indikatorverdier for tilstandsindikatorer som gjenspeiler gjengroing, fordi de gjengrodd arealene er utelatt/definert som skog. For semi-naturlige naturtyper som semi-naturlig eng, kystlynghei og avskoget hei og eng vil dette kunne bidra til dårligere samsvar mellom vurderinger av tilstand og rødliste for naturtyper (Artsdatabanken 2025), hvor semi-naturlige naturtyper i stor grad er vurdert som truet.

Et annet eksempel er arealer med grøftet våtmark. Dersom disse arealene er grodd igjen eller aktivt tilplantet med trær vil de i grunnkartet regnes som skog. Dette kan føre til at beregnet konnektivitet blir lavere for våtmark og tilsvarende høyere for skog. Samtidig vil andre tilstandsindikatorer for våtmark i tilstandsregnskapet kunne få høyere verdier dersom gjengrodd arealer med dårlig tilstand ikke inngår som del av våtmark, og dermed heller ikke i tilstandsvurderingene for våtmark. I naturindeksen er den samlede indeksen for våtmark 0,64 (Nater & Eriksen 2025), samtidig som mange av naturtypene i våtmark er sterkt truet (Artsdatabanken 2025).

4.2 Vurdering av usikkerhet

Det er flere kilder til usikkerhet i indikator kartene og korridorkartene. Det er viktig å tolke kartene i lys av denne usikkerheten, og feltkontroller bør vurderes ved større usikkerheter. Både kvaliteten i inngangsdataene og modelleringsvalg introduserer usikkerhet (beskrevet lenger ned). En annen kilde til usikkerhet er at vi ikke har kunnet fremskaffe relevante data for områder i Sverige, Finland og Russland som grenser til Norge. Konsekvensen av dette er at beregnet konnektivitet er underestimert langs grensene, for begge indikatorene. Vi har heller ikke kunnet ta hensyn til historiske arealendringer i beregningene. Arealer som er uten skog i dag (jf. Grunnkart for arealanalyse), som for eksempel jordbruksarealer, kan tidligere ha vært skog. Når skog har blitt konvertert til andre areal typer har dette sannsynligvis medført en nedgang i konnektivitet som ikke er inkludert i våre beregninger. Indikatorverdiene som vi har kommet frem til kan derfor være høyere enn det som er realiteten.

Indikatoren for *strukturell konnektivitet* og *arealbruksintensitet* bygger på en indeks som beskriver forekomst ulike arealinngrep som bebygde og tettbygde arealer, industri, lufthavn,

steinbrudd, gravplasser, idrettsanlegg, veier og kraftlinjer (Erikstad et al. 2023). Indeksen bygger på kartdata som oppdateres jevnlig, men indeksen er foreløpig ikke validert opp mot økologiske aspekter. Selv om det er sannsynlig at fysiske barrierer påvirker landskapets konnektivitet for et sett med arter, er det usikkerhet knyttet til hvor sterk denne effekten er. Det er tatt flere valg både ved utviklingen av arealbruksintensitetsindeksen (Erikstad et al. 2023), deriblant størrelse på influenssområdet, og ved modelleringen av konnektivitet. Den antatte romlige influensssonen rundt bygninger og infrastruktur er relativt begrenset i dagens modell, og en større influenssone ville økt den modellerte effekten av bygninger og infrastruktur.

Indikatoren for *strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet* har usikkerhet knyttet til de modellerte bakgrunnskartene for både treslag og naturskogs nærhet, og til valg tatt i modelleringen av konnektivitet. Naturskogs nærhetskartet har en samlet nøyaktighet på 54 %, og presisjonen er lavest for arealene med høyest grad av naturskogs nærhet (Hauglin et al. 2025). Dette medfører usikkerhet også i indikatorkartet for *strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet*. Treslagssammensetningen på et gitt areal i et naturskogslandskap med naturlige forstyrrelser er heller ikke konstant. Dette betyr at vi i modellen ikke tar hensyn til at den delen av arealet som til enhver tid består av suksesjonsstadier av lauvskog etter naturlige forstyrrelser flytter seg avhengig av hvor stormfelling, brann eller andre forstyrrelser inntreffer. Naturskogs nærhetskartet er godt fundert teoretisk ved at både suksesjonsstadier og død ved inngår i definisjon av naturskogs nærhetsklassene. Her ligger det imidlertid større usikkerhet i naturskogs nærhetsmodellens evne å fange opp disse egenskapene i fjernmålingsdata (Hauglin et al. 2025). Det er også variasjoner mellom landsdeler i kvaliteten på fjernmålingsdata og mellom hvor godt egenskapene fanges opp for forskjellige treslag. Naturskogskartet skal publiseres i en videreutviklet versjon i 2027. For konnektivetskartet basert på den gjeldende versjonen av naturskogs nærhetskartet ser vi at en kombinasjon av mye lauvskog og dårligere kvalitet på fjernmålingsdata gir særlig utslag i søndre Troms og nordøstre Nordland, der konnektivetsverdiene skal tolkes med forsiktighet.

4.3 Sammenligning av kartproduktene for konnektivitet i skog

Vi har utviklet to ulike indikatorer som beskriver ulike sider av konnektivitet i skog. Begge indikatorene er beregnet for hele skogarealet basert på Grunnkart for arealanalyse, men for de to indikatorene er det forskjeller på hva det er som utgjør egnet habitat og hva som er barrierer mot forflytning. Indikatoren for *strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet* tar utgangspunkt i artsgrupper som er særlig knyttet til naturskog (ofte gammel skog med død ved) og sprer seg gjennom luft, og som derfor ikke er følsom for bygninger og infrastruktur. Naturskogs nærhet er derfor brukt for å modellere habitatkvalitet og mulighet til forflytting til disse artene i landskapet. Indikatoren for *strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet* tar derimot utgangspunkt i at bebygd areal og ulike former for infrastruktur kan oppleves som barrierer for en del arter, mens skogens naturskogs nærhet ikke tillegges betydning. Arealbruksintensitetsindeksen er derfor brukt for å modellere habitatkvalitet og mulighet for forflytning. De to modellene er altså ulike med hensyn til hvilke økologiske prosesser de er relevante for. Ingen av modellene er en spredningsmodell for enkeltarter, men modellerer brede strukturelle indikatorer for potensiell økologisk konnektivitet sammenlignet med en referansetilstand. En oppsummering av de viktigste forskjellene mellom indikatorene er vist i tabell 4.1.

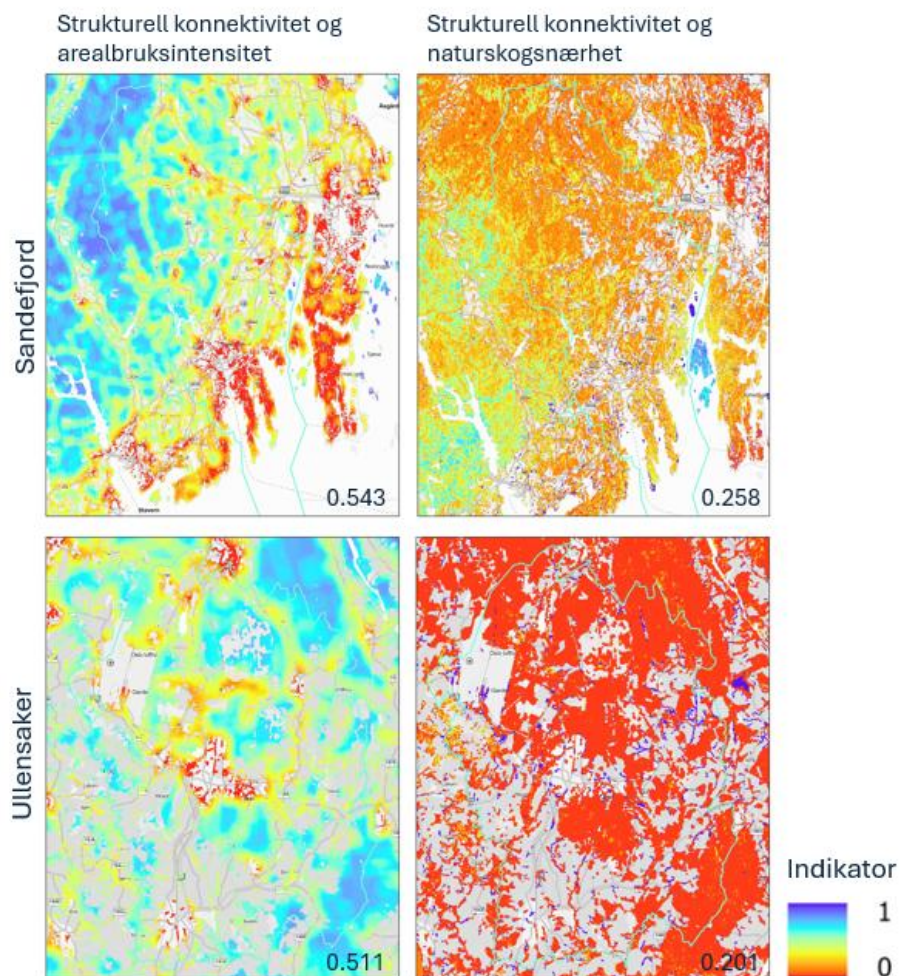
Når vi sammenligner indikatorkart mellom de to indikatorene ser vi at indikatorverdiene for *strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet* er lavere enn for *strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet* (figur 4.1), og med mer begrensede korridorer (figur 4.2). Dette er i utgangspunktet som forventet siden arealutbredelsen til skog med høy naturskogs nærhet (dvs. trinn 5-7 i naturskogs nærhetskartet) er lavere og mer fragmentert enn det totale skogarealet. Hvor stor negativ effekt arealbruksintensitet har på konnektivitet i våre beregninger, er avhengig av størrelsen på influensssonen som er valgt rundt bygninger og infrastruktur. Hvis influensssonen hadde vært større ville forskjellen mellom de to indikatorene sannsynligvis vært mindre.

De to indikatorene skiller seg også fra hverandre når det gjelder hvor den viktigste usikkerheten ligger. For indikatoren basert på arealbruksintensitet er informasjonen om bygninger og

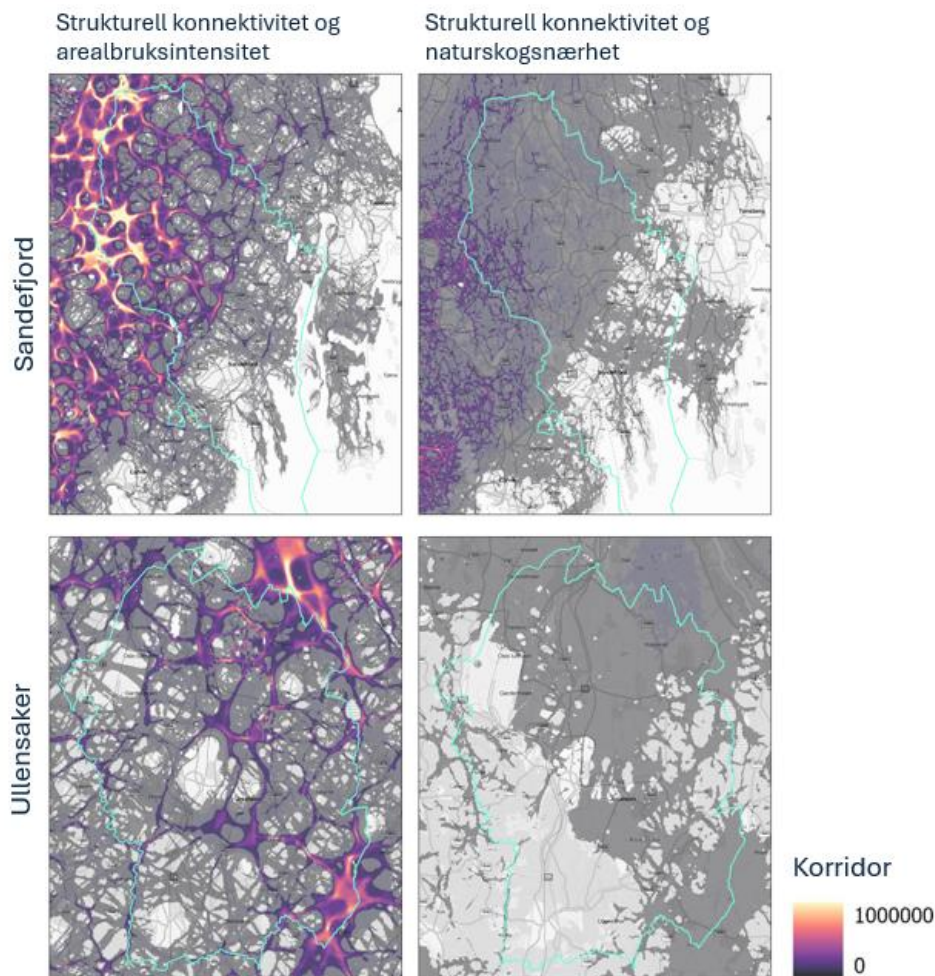
infrastruktur relativt godt kartlagt, men sammenhengene mellom arealbruksintensitet og faktiske bevegelsesmønstre for arter er mindre dokumentert. De økologiske prosessene er heller ikke ensartet mellom ulike arter. Et viktig neste steg er derfor å vurdere nærmere hvilke økologiske prosesser eller artsgrupper indikatoren basert på arealbruksintensitet kan representere, og å validere denne tolkningen mot uavhengige økologiske data. Indikatoren basert på naturskogs-nærhet har en tydeligere økologisk begrunnelse, men er i større grad påvirket av usikkerhet i de underliggende kartene over naturskogs-nærhet og treslagssammensetning. Her er et viktig spørsmål hvordan feil og usikkerhet i disse inngangsdataene forplanter seg gjennom konnektivitetsanalysene og påvirker både indikatorverdiene og lokaliseringen av identifiserte korridorer. Økologisk validering er derfor viktig for begge indikatorene, men av delvis ulike grunner: For indikatoren basert på arealbruksintensitet er validering særlig viktig for å vurdere indikatorens økologiske betydning utover å være en fragmenteringsindikator, mens det for indikatoren basert på naturskogs-nærhet i tillegg er viktig å vurdere om usikkerhet i de underliggende romlige data-ene begrenser hvor pålitelig indikatoren er som grunnlag for forvaltning.

Tabell 4.1. Oversikt over forskjeller mellom indikatorer for strukturell konnektivitet hvor hhv arealbruksintensitet og naturskogs nærhet er brukt for å modellere barrierer mot forflytning.

Tema	Strukturell konnektivitet og arealbruksindeks	Strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet
Formål	Beskrive fragmentering av skogareal som følge av bygninger og infrastruktur.	Beskrive fragmentering av skogareal som følge av reduksjon i naturskogs nærhet.
Økologisk betydning	Konnektivitet beskrives med utgangspunkt i en generalist-skogsart eller prosess som ikke er avhengig av naturskogs nærhet eller naturtype innenfor skog, men som påvirkes av bygninger og infrastrukturelementer, som landlevende pattedyr.	Konnektivitet beskrives med utgangspunkt i naturskogsspesialister avhengige av gammel/naturlig skog og strukturer, som død ved, eksempelvis arter innenfor sopp, moser, lav og insekter. Det er ikke tatt hensyn til eventuell påvirkning fra lokal forurensing fra vei og infrastruktur.
Driver: Naturskogs nærhet	Naturskogs nærhet gir ikke utslag i habitatkvalitet eller forflytting i landskapet, dvs. at hogstflater og gammelskog er antatt å ha samme betydning for konnektivitet	Naturskogs nærhet påvirker habitatkvalitet og forflytting i landskapet, og dermed konnektivitet.
Driver: Arealbruksintensitet	Ulike former for bygninger og infrastruktur slik det er representert av arealbruksintensitetsindeksen reduserer habitatkvalitet og mulighet til forflytting, og dermed konnektivitet.	Ulike former for bygninger og infrastruktur slik det er representert av arealbruksintensitetsindeksen påvirker ikke habitatkvalitet eller mulighet til forflytning, og dermed heller ikke konnektivitet.
Betydning av treslagssammensetning	Treslagssammensetning innenfor skog har ikke betydning for konnektivitet.	Treslagssammensetning har betydning for konnektivitet.
Betydning av vannflater	Vannflater bidrar til lavere konnektivitet i skog mer enn andre arealtyper utenfor skog.	Vannflater bidrar til lavere konnektivitet i skog på samme måte som andre arealtyper utenfor skog.
Usikkerhet	Det kan være noen usikkerhet i grunnlagskartene (skogforekomst og infrastruktur har generelt gode kartlag), men viktigste kilde til usikkerhet er knyttet til den økologiske forenklingen ved at alle treslagssammensetning og alle grader av naturskogs nærhet anses som like egnet for forflytning.	Det viktigste kilden til usikkerhet er knyttet til kartgrunnlaget for naturskogs nærhet som har stor grad av usikkerhet (som igjen er knyttet til usikkerhet i fjernmåling av f.eks. død ved og andre elementer). Metoder for å kvantifisere effekten av disse usikkerhetene må utvikles.
Validering	Den strukturelle betydningen av indikatoren kan valideres gjennom feltkontroller eller med bruk av uavhengige kartlag som viser utbredelse av hovedøkosystemet skog, bygninger og ulike former for infrastruktur. Den funksjonelle betydningen bør valideres mot uavhengige bevegelsesdata for arter, men det må vurderes hvilke arter som evt. kan være relevant.	Den funksjonelle betydningen av indikatoren kan valideres mot uavhengige arts- og biodiversitetsdata, men det mangler arealrepresentative datasett for mange av de relevante artsgruppene.



Figur 4.1. Indikatorverdier for strukturell konektivitet for Sandefjord og Ullensaker hvor hhv. arealbruksintensitet (til venstre) og naturskogs nærhet (til høyre) betraktes som barrierer mot forflytning. Fargeskalaen går fra 0 til 1, hvor høye verdier vist med blå farge indikerer at konektiviteten ligger nær referansetilstanden. Kommunegrenser er vist med turkis linje.



Figur 4.2. Korridorer for skog i Sandefjord og Ullensaker hvor hhv. arealbruksintensitet (til venstre) og naturskogs nærhet (til høyre) betraktes som barrierer mot forflytning. Områder med mange bevegelsesbaner er markert med gul farge (=potensielt viktige korridorer) mens grå farge markerer områder med få bevegelsesbaner. Korridorer kan gå både innenfor og utenfor skogøkosystemet. Kommunegrenser er vist med turkis linje.

4.4 Sammenslåing av kartlag

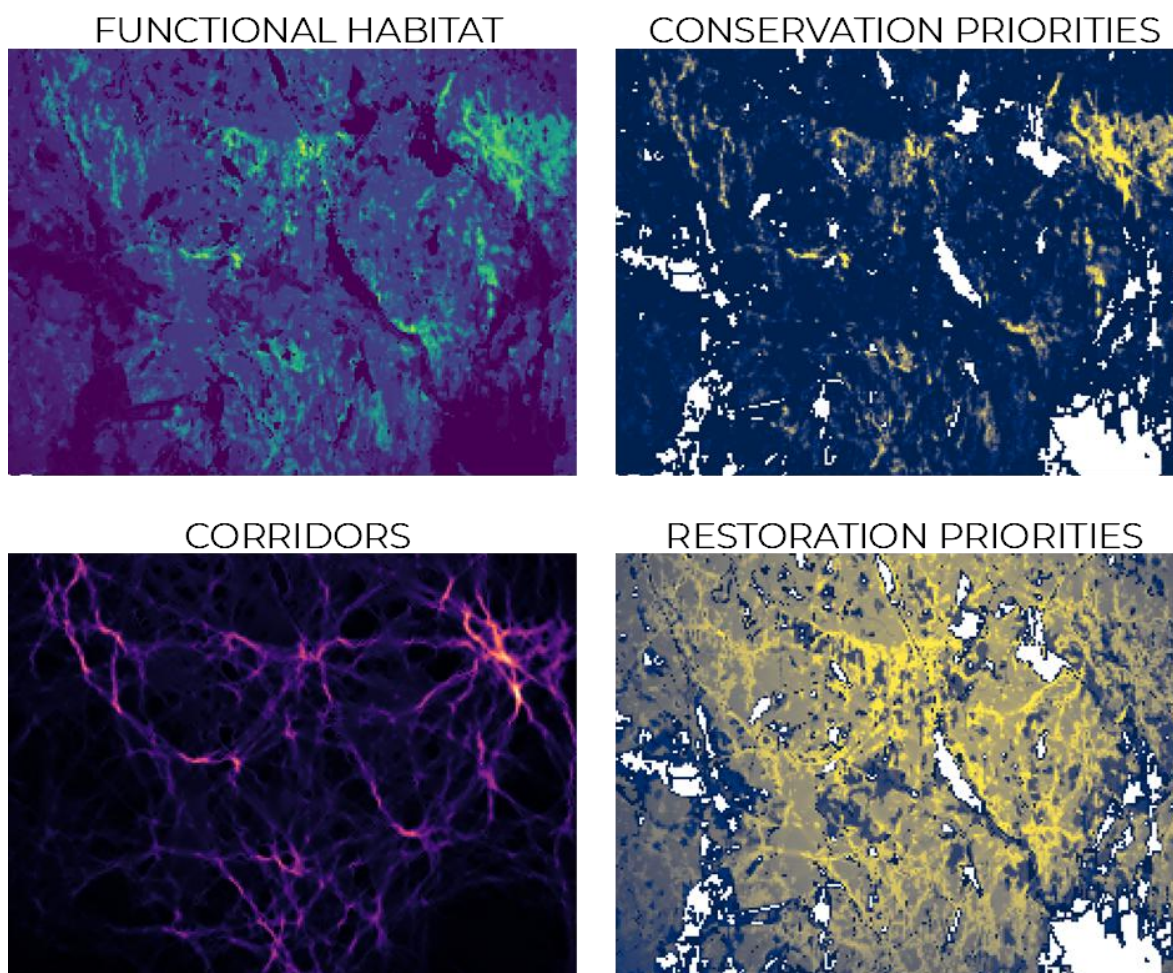
I dette prosjektet har vi utviklet indikatorkart og korridorkart som viser ulike sider ved strukturell konnektivitet. I pilotprosjektet, hvor vi testet ut GreenPlan-metoden for å beregne strukturell konnektivitet, fremstilte vi også variabelkart som viser uskalerte verdier for strukturell konnektivitet (Bjørkvoll et al. 2025). Indikatorkartet viser hvilke områder som har redusert konnektivitet som følge av menneskelig påvirkning (slik det inngår i de ulike beregningene). Høye indikatorverdier trenger imidlertid ikke representere høy konnektivitet siden arealene i referansetilstanden kan ha hatt lav konnektivitet. Variabelkartet og korridorkartet viser derimot hvilke områder som enten har høy konnektivitet eller som er viktig for sammenkoplinger av nettverket. Dersom det er ønskelig å forenkle formidlingen av konnektivitetskart til bruk i kommunal arealforvaltning, så kan det være hensiktsmessig å slå sammen disse for å få en samlet oversikt over arealer som er viktige å bevare, dersom målet er å opprettholde konnektivitet i landskapet.

GreenPlan-metodikken produserer de to kartlagene konnektivitet per piksel eller «variabelverdi» og korridorer. Disse representerer to sentrale egenskaper ved hver piksel. Konnektivitet per piksel uttrykker kvaliteten til en piksel og hvor godt den er koblet til andre piksler med høy kvalitet, altså pikselens bidrag som funksjonelt habitat. Korridorkartet uttrykker derimot pikselens bidrag

som forbindelsesledd mellom piksler med høy kvalitet, det vil si dens funksjon som konnektivitetsbidrag eller koblingsareal.

Variabelkartet og korridorkartet er ikke på samme skala og de er derfor ikke direkte sammenlignbare. Direkte sammenslåing av kartlagene bør derfor gjøres med varsomhet. Enkel reskalering eller normalisering kan gjøre kartlagene lettere å sammenligne visuelt, men gjør dem ikke nødvendigvis økologisk eller matematisk likeverdige. Kartlagene kan derfor brukes samlet til tolkning, visuell overlapp eller kategorisk prioritering, men direkte numerisk sammenslåing bør unngås med mindre forutsetninger og eventuell vektning er tydelig definert.

Nyere metodeutvikling i GreenPlan (Van Moorter et al. 2026c) har introdusert sensitivitetsbaserte kart for å kvantifisere bidragene fra konnektivitetskartet og korridorkartet, på samme skala (**figur 4.3**). Dette gjør det mulig å summere kartlagene og dermed beregne den samlede effekten av en piksel gjennom både konnektivitetsverdi og koblingsfunksjon. Dette kan samlet gi en indikasjon på hvilke arealer som evt. bør prioriteres for bevaring eller restaurering dersom målet er å opprettholde eller forbedre konnektivitet. Slike kartlag er imidlertid ennå ikke tilgjengelige på norsk nasjonal skala. Vi foreslår derfor at dette behandles som et framtidig utviklingsbehov (se også kap. 4.5).



Figur 4.3. Eksempel på sensitivitetsbasert sammenslåing av GreenPlans kart av funksjonelt habitat og korridorer, vist til venstre, for å produsere ett samlet kart over som viser de viktigste områdene mht. til å kunne opprettholde konnektivitet (øverst til høyre). Kartet inkluderer både pikselens bidrag som habitat og dens funksjon for permeabilitet. Ved behov kan den samme tilnærmingen brukes til å identifisere områder som evt. bør prioriteres for å øke konnektiviteten ved restaurering (nederst til høyre).

4.5 Bruk av kart og verdier for konnektivitet og korridorer på ulike forvaltningsnivå

I Bjørkvoll et al. (2025) beskrev vi hvordan kommuner jobber med konnektivitet med de verktøyene de har per i dag. Det er godt kjent i kommunene at konnektivitet er viktig for den økologiske tilstanden i økosystemene. Likevel er det utfordrende å ta hensyn til dette i kommunal arealforvaltning. Dette skyldes både at kommuner i liten grad har tilgang på offisielle og standardiserte data som beskriver konnektivitet i økosystemene i Norge, og at lovverket knyttet til arealforvaltning er lite konkret på hvordan konnektivitet skal ivaretas. En mer utdypende drøfting finnes i Bjørkvoll et al. (2025).

Standardiserte kart som gir kunnskap om strukturell konnektivitet er derfor etterspurt i kommunal arealforvaltning. Med høyoppløselige kart som viser viktige områder for konnektivitet kan kommunene i større grad ta hensyn til dette i arealplanleggingen. I likhet med andre typer av naturdata, så vil det være behov for at sentrale myndigheter gir føringer for hvordan data på konnektivitet skal hensyntas.

De to indikatorene som vi har utviklet i dette prosjektet supplerer hverandre ved å beskrive viktige områder og korridorer for ulike artsgrupper. Med to ulike indikatorer vil det være mulig å skille på hvilke påvirkningsfaktorer som evt. bør adresseres dersom målet er å ivareta eller forbedre den strukturelle konnektiviteten.

- Indikatoren for skog med bruk av arealbruksintensitet viser hvilke områder som bør unngås ved nye utbygginger og hvor en reduksjon i denne type inngrep ved restaurering kan ha en positiv effekt på konnektiviteten.
- Indikatoren for skog med bruk av naturskogs nærhet kan vise hvor reduksjon i skogbruksaktivitet og skogrestaurering kan ha en positiv effekt på konnektiviten.

Kartene over indikatorverdier viser indikatorverdier for 50 × 50m piksler innenfor skogøkosystemet (slik skog er representert i Grunnkart for arealanalyse). Indikatorverdiene er skalert fra 0 til 1 hvor piksler hvor verdier nær 0 har en konnektivitet som er svært redusert i forhold til referansetilstanden, mens verdier nær 1 representerer konnektivitet som forventet i referansetilstanden. Kartet med indikatorverdier for skog beregnet med bruk av arealbruksintensitet viser dermed hvilke områder som har redusert strukturell konnektivitet på grunn av menneskelige inngrep i form av bygninger, infrastruktur og ulike former for anlegg (lav indikatorverdi i kartet = høy reduksjon i konnektivitet på grunn av denne typen av menneskelige inngrep). Områder med lave indikatorverdier kan vurderes for restaurering dersom målet er å øke konnektiviteten for slike arter. Områder med høy indikatorverdi har en konnektivitet som ikke er særlig redusert på grunn av denne typen av menneskelige inngrep. Det er viktig å være klar over at en høy indikatorverdi ikke trenger å bety at konnektiviteten er høy, da konnektiviteten kan være naturlig lav på grunn av naturlig veksling mellom ulike økosystemer i landskapet. Den faktiske konnektiviteten kan også være lav på grunn av menneskeskapt fragmentering gjennom avskoging tilbake i tid, noe som ikke fanges opp i noen av de to indikatorene. Kartlaget vil være relevant for arealforvaltning på alle forvaltningsnivå, når det planlegges utbygging av nye samferdselsårer, industri- og energianlegg, bygningsmasse osv.

Kartet med indikatorverdier for skog beregnet med bruk av naturskogs nærhet viser hvilke områder som har redusert konnektivitet hovedsakelig på grunn av skogbruk som reduserer naturskogs nærheten (lav indikatorverdi i kartet = høy reduksjon i konnektivitet på grunn av lav naturskogs nærhet). Områder med lave indikatorverdier kan vurderes for restaurering dersom målet er å øke konnektiviteten. Områder med høy indikatorverdi har en konnektivitet som ikke er særlig redusert på grunn av lav naturskogs nærhet. Her trenger heller ikke en høy indikatorverdi å bety at konnektiviteten er høy, da konnektiviteten kan være naturlig lav på grunn av naturlig veksling mellom ulike naturtyper innenfor skog (gran-, furu- og lauvskog) og ulike økosystemer i landskapet.

Vi har også utviklet korridorkart for de to konnektivitetsindikatorne. Korridorkartene viser områder som representerer viktige bevegelsesbaner for hhv generalistarter og spesialistarter innenfor og mellom forekomster av foretrukket økosystem. Korridorer kan ligge både innenfor skogøkosystemet eller i andre økosystemer, men er områder som vil være viktig å ivareta eller restaurere dersom målet er å opprettholde eller øke konnektiviteten i skoglandskapet.

Indikatorverdier for konnektivitet i naturregnskap for en kommune er en aggregert verdi basert på indikatorverdiene innad i kommunen. Begge indikatorne vil være relevant å rapportere i tilstandsregnskapet under C1 Landskapsegenskaper. Verdien viser i hvilken grad konnektiviteten er redusert samlet sett i kommunen. Dersom kartgrunnlagene som inngår i beregningene oppdateres, kan indikatorverden oppdateres, og vil kunne vise utvikling i konnektivitet over tid. Dersom en kommune gjør en stor innsats med å restaurere natur og dette forbedrer konnektiviteten, kan det føre til en økning i den samlede indikatorverdien. I motsatt fall kan den samlede verdien reduseres dersom en kommune bygger ned natur eller avvirker skog i områder hvor konnektiviteten er høy.

Til bruk i forvaltning på fylkesnivå eller nasjonalt nivå kan de samme høyoppløselige kartene legges til grunn for aggregerte indikatorverdier som gir oversikt over konnektiviteten samlet sett for hvert fylke eller for Norge. Slike aggregerte verdier gir en oversikt over hvor mye konnektiviteten for skog er redusert. Ved oppdatering kan en følge utvikling over tid på samme måte som for den enkelte kommune. Slike aggregerte verdier er først og fremst egnet til å gi en helhetlig oversikt, men er relevant for å vurdere tiltak for å bedre konnektiviteten. Aggregerte verdier kan gi en indikasjon på hvor i landet konnektiviteten er mest redusert som følge av menneskelige inngrep, og hvor det dermed er størst behov for tiltak dersom målet er å bedre konnektiviteten for skog.

Vi vurderer at kartene og indikatorne utviklet i dette prosjektet gir et viktig bidrag til å forstå omfanget av fragmentering i skogøkosystemet. Kartene kan tas i bruk av kommuner slik de foreligger, enten ved at de selv laster de ned fra Geonorge, eller at sentrale myndigheter tilgjengeliggjør kartene i digitale løsninger som kommunene allerede bruker. Dette vil være en forbedring i lys av kommunenes tilbakemelding om at de mangler offisielle og standardiserte data som beskriver konnektivitet i økosystemene i Norge. Det er derimot fortsatt behov for at gjeldende lovverk og veiledning for arealforvaltning konkretiseres med hensyn til hvordan strukturell konnektivitet bør ivaretas.

4.6 Muligheter for videreutvikling

Vi har i denne rapporten utviklet første versjon av indikatorkart for strukturell konnektivitet i skog med bruk av henholdsvis arealbruksintensitet og naturskogsnærhet. Vi har samarbeidet med prosjektet GreenPlan, som har utviklet variabelkart og korridorkart. Fremtidig videreutvikling bør inkludere, i prioritert rekkefølge (fra relativt enkelt til mer vanskelig):

1. Inkludere konnektivitet på tvers av naboland – arbeidsomfang tilsvarer ca. 3 ukesverk
 - Data må tilrettelegges for Sverige og Finland. ABI finnes ikke, men et Europeisk "Human Pressure Index" kartlag (Lecomte et al. 2026) kan trolig brukes. Naturskogsnærhetsskart finnes heller ikke for Finland, men et Europeisk kartlag på "sannsynlighet for tilstedeværelse av primærskog og gammelskog" (Barredo Cano et al. 2021) kan trolig brukes.
 - For Russland kan det bli mer utfordrende å finne egnede datasett, men grensen mot Russland representerer ikke en like viktig grense mht. skog, fordi grensen i hovedsak går gjennom åpne økosystemer.
2. Teknisk validering av kartene – arbeidsomfang tilsvarer ca. 8 ukesverk
 - Variabelkartene, som danner grunnlag for indikatorkartene, og korridorkartene kan sammenliknes med andre relevante konnektivitetskart. Konnektivitetskart for elg kan for eksempel være relevant å sammenlikne med variabelkart konnektivitet og arealbruksintensitet. Variabelkartene er ikke publisert som del av dette

oppdraget, men er beregnet som et steg på veien til indikatorkart. Validering er likevel utfordrende fordi alle modellerte kart innebærer usikkerheter som gjør at «fasiten» er ukjent.

3. Sensitivitetsbasert sammenslåing av kart (jf. kap. 4.4) – arbeidsomfang tilsvarer ca. 8 ukesverk
 - I prosjektet GreenPlan (Van Moorter et al. 2026c) jobbes det med sensitivitetsbaserte kart for å kvantifisere bidragene fra konnektivitet og korridorer i samme enheter. Da kan kartlagene summeres, og en kan beregne den samlede effekten av en piksel gjennom både konnektivitetsverdi og koblingsfunksjon. Dette kan gi en samlet indikasjon på hvilke arealer som er viktig for nettverkets konnektivitet samlet sett. Dette vil kunne være et relevant kart for kommunal arealplanlegging da det kan gi en indikasjon på hvilke områder som evt. bør prioriteres for bevaring eller restaurering dersom målet er å bedre konnektivitet. Vi foreslår at det lages slike sensitivitetsbaserte kart på nasjonal skala.
4. Metode for å estimere usikkerhet i konnektivitet - forskningsarbeid, men utprøving av én mulig tilnærming kan gjøres i løpet av 8 uker.
 - Indikatorverdier skal i utgangspunktet estimeres med usikkerhet (Nybø et al. 2025). For beregninger av konnektivitet er det ikke utviklet en modell for å estimere usikkerhet, og det er derfor ikke mulig å estimere usikkerhet i indikatorverdier. Det er behov for å vurdere hvordan en kan tilnærme seg usikkerhet, og deretter lage en modell som kan danne grunnlag for beregninger av usikkerhet.

5 Referanser

- Artsdatabanken. 2025. Norsk rødliste for naturtyper 2025. <https://lister.artsdatabanken.no/naturtyper/2025>
- Astrup, R., Rahlf, J., Bjørkelo, K., Debella-Gilo, M., Gjertsen, A. K., & Breidenbach, J. 2019. Forest information at multiple scales: development, evaluation and application of the Norwegian forest resources map SR16. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34(6), 484–496. <https://doi.org/10.1080/02827581.2019.1588989>
- Aune-Lundberg, L., Steinnes, M., Lund, M.O., Arneberg, E. & Munsterhjelm, N. 2025. Testversjon 2 – Nasjonalt grunnkart for bruk i arealregnskap. NIBIO. <https://nibio.brage.unit.no/nibio/xmlui/handle/11250/3185743>
- Barredo Cano, J. I., Brailescu, C., Teller, A., Sabatini, F. M., Mauri, A. & Janouskova, K. 2021. Mapping and assessment of primary and old-growth forests in Europe. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/797591>
- Bjørkvoll, E., Kolstad, A., Krøgli, S.O., Van Moorter, B., Dramstad, W. & Panzacchi, M. 2025. Strukturell konektivitet i økosystemer. Forslag til metode og bruk av indikator i naturregnskaper. NINA Rapport 2686. Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/5324747>
- Breidenbach, J., Waser, L.T., Debella-Gilo, M., Schumacher, J., Rahlf, J., Hauglin, M., Puliti, S., Astrup, R., 2021. National mapping and estimation of forest area by dominant tree species using Sentinel-2 data. *Can. J. For. Res.* 51, 365–379. <https://doi.org/10.1080/02827581.2019.1588989>
- Czúcz, B., Keith H., Driver, A., Jackson B., Nicholson E. & Maes, J. 2021. A common typology for ecosystem characteristics and ecosystem condition variables. *One Ecosystem* 6: 1–16. <https://doi.org/10.3897/oneeco.6.e58218>
- Erikstad, L., Simensen, T., Bakkestuen, V. & Halvorsen, R. 2023. Index measuring land use intensity – a gradient-based approach. *Geomatics* 3(1):188-204
- FN. 2024. System of Environmental-Economic Accounting-Ecosystem Accounting. <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>
- Framstad, E., Berglund, H., Jacobsen, R.M., Jakobsson, S., Ohlson, M., Sverdrup-Thygeson, A. & Töpper, J. 2021. Vurdering av økologisk tilstand for skog i Norge i 2020. NINA Rapport 2000. Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/2739886>
- Framstad, E., Eide, N.E., Eide, W., et al. 2022. Vurdering av økologisk tilstand for fjell i Norge i 2021. NINA Rapport 2025. Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/2835387>
- Haddad, N.M., Brudvig, L.A., Clobert, J., et al. 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances* 1 (2): e1500052. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>
- Hauglin, M., Asplund, U. J., Jutras-Perreault, M-C., Skarpaas, O., Strimbul, V., Storaunet, K. O., Sverdrup-Thygeson, A., Wold, J. & Ørka, H. O. 2025. Naturskogkart – første versjon. Bakgrunn og metodikk (NIBIO RAPPORT, 11/129). Norsk institutt for bioøkonomi.
- Kolstad, A., Adjei, K.P., Bakkestuen, V., et al. 2024. Videreutvikling av indikatorer for å vurdere tilstand for økosystemer på land. En oppfølging av Nybø et al. 2023. NINA rapport 2523. Norsk institutt for naturforskning. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/3167537>
- Lecomte, X., Aubard, V., Rusch, G.M., Czúcz, B., Tanács, E., Thomas, I.N., Cortinovis, C., Vallecillo, S., Seguin, J., Santos-Martín, F., Grêt-Regamey, A. & Roche, P. 2026. The Human Pressure Index (HPI): integrating cumulative anthropogenic pressures into SEEA-EA ecosystem condition accounts. *Ecological Indicators* 185. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2026.114796>
- Lapin, K., Oettel, J., Braun, M. & Konrad, H., red. 2025. Ecological Connectivity of Forest Ecosystems. Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-82206-3> NINA. Norsk institutt for naturforskning (2023). ConScape Library: Programvare for nettverksbaserte konnektivitetsanalyser. Norsk institutt for naturforskning. Tilgjengelig fra: <https://reindeermaps.nina.no/ConScape-Library>

- Nater, C.R. & Eriksen, L.F. (red.) 2025. Naturindeks for Norge 2025. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold. NINA Temahefte 97. Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/5318321>
- NINA - Norsk institutt for naturforskning. 2026. GreenPlan workflow. Tilgjengelig fra: <https://konnektivitetskart.nina.no/Workflow> (lest 19.06.2026).
- Nybø, S., Kolstad, A., Czúcz, B., Framstad, E., Sandvik, H., Töpper, J., Bjørkvoll, B., Clappe, S., Halbritter, A.H., Storaunet, K.O., Dramstad, W., Grainger, M., Haande, S., Pedersen, C., Schartau, A.K. & Vandvik, V. 2025. Nasjonal pilot for økologisk tilstandsregnskap. NINA Rapport 2668. Norsk institutt for naturforskning.
- Nybø, S., Kolstad, A., Sandvik, H., Bakkestuen, V., Evju, M., Framstad, E., Grainger, M., Jepsen, J., Nater, C., Speed, J.D.M., Töpper, J., Venter, Z., Åström, J., Åström, S., Bargmann, T., Silvennoinen, H.M. & Sydenham, M.A.K. 2023. Indikatorer for økologisk tilstand i våtmark, semi-naturlig mark og naturlig åpne områder under skoggrensa. NINA Rapport 2336. Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/3096724>
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., Strand, O., Saerens, M., Kivimäki, I., St. Clair, C.C., Herfindal, I. and Boitani, L. 2016. Predicting the continuum between corridors and barriers to animal movements using Step Selection Functions and Randomized Shortest Paths. *J Anim Ecol*, 85: 32-42.
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., Sydenham, M.A.K., Horntvedt Thorsen, N., Niebuhr, B.B., Stange, E., Jansson, U., Nordén, B., Hofgaard, A., Rusch, G., Rolandsen, C.M. & Solberg, E.J. 2024. Nasjonal kartlegging av grønn infrastruktur. De første nasjonale kartene for solitære bier, elg, edellauvskog og andre treslag. NINA Rapport 2371. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Trondheim
- Saura, S., Estreguil, C., Mouton, C. & Rodríguez-Freire, M. 2011. Network analysis to assess landscape connectivity trends: Application to European forests (1990–2000). *Ecological Indicators* 11 (2): 407–416. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.06.011>
- Skarpaas, O. & Halvorsen, R. (red). 2022. Skogens dynamikk, struktur of arts mangfold – bakgrunnskunnskap for en ny beskrivelse av skogbestandsdynamikk i NiN. NHH Rapport 111, 1-148.
- Stange, E.E., Panzacchi, M. & Van Moorter, B. 2019. Modelling green infrastructure for conservation and land planning – a pilot study. Suggestions for analyzing the functional connectedness of high-quality habitat to aid sustainable land use planning. NINA Rapport 1625. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Lillehammer. ISBN 978-82-426-3368-2.
- Taylor, P.D, Fahrig, L., Henein, K. & Merriam, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 571–573. <https://doi.org/10.2307/3544927>
- Van Moorter, B., Asplund, U.J., Jacobsen, R.M., Nordén, J., Bredin, Y.K. and Panzacchi, M. 2026a. Connected natural forest habitat (ID(s): NO_CONN_001) v. 0.1.0. In review. https://github.com/NINANor/ecRxiv/tree/main/indicators/NO_CONN_001
- Van Moorter, B., Bjørkvoll, E., Kolstad, A., Bakkestuen, V. and Panzacchi, M. 2026b. Connected low-infrastructure forest habitat (ID(s): NO_CONN_002) v. 0.1.0. ecRxiv: https://github.com/NINANor/ecRxiv/tree/main/indicators/NO_CONN_002
- Van Moorter, B., Jacobsen, R.M, Asplund, U.J, Bredin, Y.K., Nordén, J., Rusch, G., Czúcz, B. and Panzacchi, M. 2026d (preprint). Where conservation and restoration matter most: sensitivity-based prioritization of connected forest. BIORXIV/2026/750632. <https://www.biorxiv.org/content/10.64898/2026.09.10.750632v1>
- Van Moorter, B., Kivimäki, I., Noack, A., Devooght, R., Panzacchi, M., Hall, K., Leleux, P., Saerens, M. 2023a. Accelerating advances in landscape connectivity modeling with the ConScape library. *Methods in Ecology and Evolution*, 14, 133– 145.
- Van Moorter, B., Kivimäki, I., Panzacchi, M., Saura, S., Niebuhr, BB., Strand, O., Særens, M. 2023b. Habitat functionality: Integrating environmental and geographic space in niche modeling for conservation planning. *Ecology*.
- Van Moorter, B., Kivimäki, I., Panzacchi, M., and Særens, M. 2021. Defining and quantifying effective connectivity of landscapes for species' movements. *Ecography* 44, 6: 870-884.

Van Moorter, B., Kivimäki, I., Panzacchi, M., Schouten, R., Wuyts, B., Niebuhr, BB., Særens, M. and Boussange, V. 2026c. A unified framework for prioritizing habitat and connectivity conservation through analytical sensitivity. bioRxiv (preprint). <https://doi.org/10.64898/2026.01.05.697654>

6 Appendiks 1 Verdier for strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet for alle kommuner

Tabell A1. Verdier for strukturell konnektivitet og arealbruksintensitet for kommuner i Norge. Indikatorverdier er ikke beregnet for kommuner som har referanseverdi < 0.05 km². Variabelverdiene (equivalent connected area) i km² angir en vektet verdi for konnektivitet i skog i kommunen slik den er i dag, mens referanseverdien angir denne verdien for skog i kommunen gitt ingen bygninger og infrastruktur slik det er målt med arealbruksintensitetsindeksen. Indikatorverdien viser skogarealet i kommunen sin konnektivitet sammenlignet med skog uten bygninger og infrastruktur.

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanse- verdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Alstahaug	358,28	18,93	1512,17	38,89	0,487
Alta	8439,18	91,87	16728,20	129,34	0,710
Alvdal	4395,63	66,30	9041,36	95,09	0,697
Alver	5252,16	72,47	17910,44	133,83	0,542
Andøy	4188,53	64,72	6784,89	82,37	0,786
Aremark	6130,70	78,30	12992,40	113,98	0,687
Arendal	3645,26	60,38	17166,45	131,02	0,461
Asker	4962,19	70,44	17989,37	134,12	0,525
Askvoll	972,96	31,19	2209,49	47,01	0,664
Askøy	415,06	20,37	2608,96	51,08	0,399
Aukra	121,99	11,05	462,64	21,51	0,514
Aure	6415,64	80,10	13496,93	116,18	0,689
Aurland	2921,80	54,05	4892,20	69,94	0,773
Aurskog-Høland	37548,59	193,77	69837,21	264,27	0,733
Austevoll	518,23	22,76	1950,02	44,16	0,516
Austrheim	191,08	13,82	1083,99	32,92	0,420
Averøy	1008,07	31,75	3081,03	55,51	0,572
Balsfjord	18429,81	135,76	35656,84	188,83	0,719
Bamble	8301,33	91,11	20826,25	144,31	0,631
Bardu	21280,06	145,88	34821,11	186,60	0,782
Beiarn	10031,75	100,16	16368,74	127,94	0,783
Bergen	2545,24	50,45	14062,16	118,58	0,425
Berlevåg	36,91	6,08	46,09	6,79	0,895
Bindal	12084,23	109,93	17615,11	132,72	0,828
Birkenes	23080,34	151,92	46310,51	215,20	0,706
Bjerkreim	2396,06	48,95	4561,60	67,54	0,725
Bjørnafjorden	9350,70	96,70	20630,03	143,63	0,673
Bodø	17473,78	132,19	29497,94	171,75	0,770
Bokn	36,81	6,07	143,90	12,00	0,506
Bremanger	2809,42	53,00	5827,11	76,34	0,694
Brønnøy	9515,56	97,55	16899,15	130,00	0,750
Bygland	16986,16	130,33	25553,13	159,85	0,815

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanse- verdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Bykle	3982,89	63,11	8371,12	91,49	0,690
Bærum	3085,90	55,55	9576,95	97,86	0,568
Bø	554,08	23,54	881,99	29,70	0,793
Bømlo	1446,23	38,03	4408,27	66,39	0,573
Båtsfjord	18,61	4,31	44,23	6,65	0,649
Deatnu - Tana	2705,19	52,01	4611,28	67,91	0,766
Dielddanuorri - Tjeld- sund	9805,16	99,02	18703,31	136,76	0,724
Dovre	1285,39	35,85	3688,27	60,73	0,590
Drammen	7067,93	84,07	17251,96	131,35	0,640
Drangedal	48537,66	220,31	79080,73	281,21	0,783
Dyrøy	5237,26	72,37	8221,55	90,67	0,798
Dønna	625,75	25,01	1556,41	39,45	0,634
Eidfjord	1270,33	35,64	2327,33	48,24	0,739
Eidskog	15475,94	124,40	32264,75	179,62	0,693
Eidsvoll	8708,62	93,32	22090,97	148,63	0,628
Eigersund	1548,10	39,35	4156,41	64,47	0,610
Elverum	34798,79	186,54	66296,44	257,48	0,724
Enebakk	5011,61	70,79	12306,91	110,94	0,638
Engerdal	13974,70	118,21	21489,18	146,59	0,806
Etne	2999,16	54,76	6389,09	79,93	0,685
Etnedal	5867,13	76,60	15576,96	124,81	0,614
Evenes - Evenášši	5537,74	74,42	10232,99	101,16	0,736
Evje og Hornnes	20284,45	142,42	36751,88	191,71	0,743
Farsund	3170,06	56,30	10400,00	101,98	0,552
Fauske - Fuosko	9141,04	95,61	17132,83	130,89	0,730
Fedje	0,18	0,42	0,92	0,96	0,436
Fitjar	734,42	27,10	2083,33	45,64	0,594
Fjaler	6237,90	78,98	12268,70	110,76	0,713
Fjord	3748,76	61,23	7274,48	85,29	0,718
Flakstad	47,44	6,89	84,82	9,21	0,748
Flatanger	6555,79	80,97	9927,07	99,63	0,813
Flekkefjord	14254,95	119,39	28583,90	169,07	0,706
Flesberg	16372,45	127,95	39855,66	199,64	0,641
Flå	17493,83	132,26	32051,60	179,03	0,739
Folldal	1640,10	40,50	3494,57	59,11	0,685
Fredrikstad	1490,17	38,60	8458,84	91,97	0,420
Frogn	525,08	22,91	3689,65	60,74	0,377
Froland	24110,37	155,28	47869,23	218,79	0,710
Frosta	653,20	25,56	2204,48	46,95	0,544
Frøya	7,61	2,76	58,94	7,68	0,359

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanse- verdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Fyresdal	29749,35	172,48	44645,48	211,29	0,816
Færder	84,18	9,18	1759,98	41,95	0,219
Gáivuotna - Kåfjord - Kaivuono	1637,85	40,47	3242,30	56,94	0,711
Gamvik	50,95	7,14	85,35	9,24	0,773
Gausdal	8611,23	92,80	19357,71	139,13	0,667
Gildeskål	3839,55	61,96	7295,85	85,42	0,725
Giske	1,64	1,28	21,51	4,64	0,276
Gjemnes	5143,26	71,72	10580,70	102,86	0,697
Gjerdrum	1378,75	37,13	3654,71	60,45	0,614
Gjerstad	13128,10	114,58	22604,68	150,35	0,762
Gjesdal	1898,85	43,58	3979,57	63,08	0,691
Gjøvik	8036,81	89,65	23587,91	153,58	0,584
Gloppen	6370,46	79,82	12044,49	109,75	0,727
Gol	11146,88	105,58	23237,30	152,44	0,693
Gran	15990,10	126,45	31782,81	178,28	0,709
Grane	34590,82	185,99	50520,42	224,77	0,827
Gratangen	3165,38	56,26	5513,18	74,25	0,758
Grimstad	7722,98	87,88	18586,12	136,33	0,645
Grong	30748,46	175,35	45430,97	213,15	0,823
Grue	23463,12	153,18	44274,21	210,41	0,728
Gulen	5527,58	74,35	9750,95	98,75	0,753
Guovdageaidnu - Kau- tokeino	13854,81	117,71	16489,85	128,41	0,917
Hábmer - Hamarøy	20133,65	141,89	31669,11	177,96	0,797
Hadsel	4529,71	67,30	8375,58	91,52	0,735
Halden	14962,99	122,32	35007,26	187,10	0,654
Hamar	5487,81	74,08	9433,65	97,13	0,763
Hammerfest - Hámmerfeasta	667,15	25,83	1084,16	32,93	0,784
Haram	1286,37	35,87	3566,32	59,72	0,601
Hareid	182,03	13,49	665,99	25,81	0,523
Harstad - Hárstták	4565,39	67,57	10955,54	104,67	0,646
Hasvik	28,48	5,34	38,15	6,18	0,864
Haugesund	327,95	18,11	1316,83	36,29	0,499
Heim	14794,36	121,63	27996,96	167,32	0,727
Hemnes	16829,95	129,73	29012,91	170,33	0,762
Hemsedal	2344,67	48,42	6937,98	83,29	0,581
Herøy	11,39	3,37	81,77	9,04	0,373
Herøy	61,41	7,84	288,53	16,99	0,461
Hitra	7744,83	88,00	13222,77	114,99	0,765
Hjartdal	15654,14	125,12	29113,22	170,63	0,733

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanse- verdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Hjelmeland	8665,49	93,09	14237,77	119,32	0,780
Hol	5233,15	72,34	12995,52	114,00	0,635
Hole	3083,42	55,53	7200,26	84,85	0,654
Holmestrand	9686,39	98,42	25030,35	158,21	0,622
Holtålen	7731,25	87,93	14891,72	122,03	0,721
Horten	165,91	12,88	1596,57	39,96	0,322
Hurdal	8839,94	94,02	17212,68	131,20	0,717
Hustadvika	3706,76	60,88	10133,71	100,67	0,605
Hvaler	100,09	10,00	1014,17	31,85	0,314
Hyllestad	3595,78	59,96	7653,88	87,49	0,685
Hægebostad	9825,24	99,12	17992,48	134,14	0,739
Høyanger	6558,21	80,98	11501,68	107,25	0,755
Høylandet	13374,29	115,65	20284,28	142,42	0,812
Hå	242,57	15,57	675,21	25,98	0,599
Ibestad	2582,83	50,82	4472,75	66,88	0,760
Inderøy	8648,23	93,00	16215,67	127,34	0,730
Indre Fosen	19969,98	141,32	40530,51	201,32	0,702
Indre Østfold	11301,35	106,31	33887,30	184,09	0,577
Iveland	9220,05	96,02	18362,81	135,51	0,709
Jevnaker	6746,84	82,14	12984,32	113,95	0,721
Káraðjohka - Karasjok	10808,28	103,96	14213,01	119,22	0,872
Karlsøy	4406,08	66,38	7029,32	83,84	0,792
Karmøy	297,86	17,26	1464,40	38,27	0,451
Kinn	6098,33	78,09	11803,76	108,65	0,719
Klepp	15,34	3,92	214,62	14,65	0,267
Kongsberg	26742,86	163,53	53612,47	231,54	0,706
Kongsvinger	27076,99	164,55	57166,67	239,10	0,688
Kragerø	7037,44	83,89	19525,97	139,74	0,600
Kristiansand	17861,33	133,65	43066,22	207,52	0,644
Kristiansund	419,00	20,47	1957,56	44,24	0,463
Krødsherad	11434,27	106,93	22902,77	151,34	0,707
Kvam	3622,30	60,19	9072,18	95,25	0,632
Kvinesdal	18872,42	137,38	38023,07	195,00	0,705
Kvinnherad	6796,33	82,44	14218,71	119,24	0,691
Kviteseid	21149,35	145,43	39345,68	198,36	0,733
Kvitsøy	0,00	0,00	0,00	0,02	NA
Kvæfjord	5473,20	73,98	9641,97	98,19	0,753
Kvænangen	6892,42	83,02	10980,49	104,79	0,792
Larvik	20858,16	144,42	49838,59	223,25	0,647
Lebesby	1243,21	35,26	1947,66	44,13	0,799
Leirfjord	2793,08	52,85	5519,70	74,29	0,711

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanse- verdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Leka	551,15	23,48	1212,15	34,82	0,674
Lesja	3300,13	57,45	7339,15	85,67	0,671
Levanger	11279,03	106,20	23637,35	153,74	0,691
Lier	6714,03	81,94	16347,41	127,86	0,641
Lierne	40604,00	201,50	55696,46	236,00	0,854
Lillehammer	5448,47	73,81	15022,04	122,56	0,602
Lillesand	4336,52	65,85	12484,24	111,73	0,589
Lillestrøm	6110,47	78,17	17146,77	130,95	0,597
Lindesnes	28862,38	169,89	67230,67	259,29	0,655
Loabåk - Lavangen	3190,60	56,49	5320,25	72,94	0,774
Lom	1808,74	42,53	4511,50	67,17	0,633
Loppa	281,58	16,78	587,06	24,23	0,693
Lund	3575,55	59,80	6708,28	81,90	0,730
Lunner	8358,59	91,43	19039,02	137,98	0,663
Lurøy	1185,02	34,42	2345,06	48,43	0,711
Luster	8277,22	90,98	16249,09	127,47	0,714
Lyngdal	19453,00	139,47	43752,17	209,17	0,667
Lyngen	3388,65	58,21	5738,99	75,76	0,768
Lærdal	6270,87	79,19	9681,53	98,39	0,805
Lødingen	5498,34	74,15	8653,91	93,03	0,797
Lørenskog	1742,69	41,75	3769,84	61,40	0,680
Løten	8513,63	92,27	18084,83	134,48	0,686
Malvik	4814,76	69,39	10271,07	101,35	0,685
Marker	9307,38	96,47	20205,91	142,15	0,679
Masfjorden	4565,22	67,57	9493,69	97,44	0,693
Melhus	17350,40	131,72	35104,37	187,36	0,703
Meløy	3453,66	58,77	7286,59	85,36	0,688
Meråker	13902,50	117,91	21753,68	147,49	0,799
Midtre Gauldal	31513,34	177,52	57124,26	239,01	0,743
Midt-Telemark	14991,39	122,44	32561,55	180,45	0,679
Modalen	1360,90	36,89	2511,05	50,11	0,736
Modum	15258,64	123,53	32166,92	179,35	0,689
Molde	9236,33	96,11	21510,32	146,66	0,655
Moskenes	2,59	1,61	5,12	2,26	0,712
Moss	752,18	27,43	3415,79	58,44	0,469
Målselv	41392,51	203,45	68838,12	262,37	0,775
Måsøy	33,25	5,77	47,54	6,89	0,836
Namsos - Nåavmesjen- jaelmie	50868,55	225,54	77315,37	278,06	0,811
Namsskogan	20246,01	142,29	30401,44	174,36	0,816
Nannestad	10329,13	101,63	18678,23	136,67	0,744

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanse- verdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Narvik	22481,89	149,94	39099,68	197,74	0,758
Nes	16882,74	129,93	33368,88	182,67	0,711
Nesbyen	20023,28	141,50	36536,35	191,14	0,740
Nesna	554,87	23,56	1285,61	35,86	0,657
Nesodden	350,95	18,73	2521,97	50,22	0,373
Nissedal	25427,84	159,46	38975,79	197,42	0,808
Nittedal	4550,28	67,46	12118,78	110,09	0,613
Nome	15802,19	125,71	29585,73	172,01	0,731
Nord-Aurdal	5782,44	76,04	17217,98	131,22	0,580
Nord-Fron	7580,51	87,07	16487,49	128,40	0,678
Nordkapp	3,76	1,94	4,87	2,21	0,878
Nord-Odal	15316,30	123,76	29861,81	172,81	0,716
Nordre Follo	2277,97	47,73	10382,68	101,90	0,468
Nordre Land	15622,81	124,99	35673,84	188,88	0,662
Nordreisa	19468,20	139,53	28590,22	169,09	0,825
Nore og Uvdal	18929,86	137,59	39950,68	199,88	0,688
Notodden	29711,93	172,37	56914,54	238,57	0,723
Nærøysund	18945,49	137,64	31935,62	178,71	0,770
Oppdal	5452,00	73,84	14062,68	118,59	0,623
Orkland	39734,84	199,34	76478,90	276,55	0,721
Os	1382,46	37,18	3352,01	57,90	0,642
Osen	4603,42	67,85	7268,13	85,25	0,796
Oslo	9024,42	95,00	23335,79	152,76	0,622
Osterøy	2633,77	51,32	8795,50	93,78	0,547
Overhalla	18684,75	136,69	29297,59	171,17	0,799
Porsanger - Porsángu - Porsanki	4157,46	64,48	8346,45	91,36	0,706
Porsgrunn	3585,23	59,88	9839,09	99,19	0,604
Rakkestad	7571,60	87,01	18523,34	136,10	0,639
Rana	35167,66	187,53	60693,50	246,36	0,761
Randaberg	1,56	1,25	45,92	6,78	0,184
Rauma	6369,16	79,81	12857,71	113,39	0,704
Rendalen	34815,48	186,59	55007,03	234,54	0,796
Rennebu	13215,46	114,96	28887,30	169,96	0,676
Rindal	7602,43	87,19	15742,75	125,47	0,695
Ringebu	8306,21	91,14	17921,42	133,87	0,681
Ringerike	51009,64	225,85	102171,60	319,64	0,707
Ringsaker	11844,44	108,83	27848,34	166,88	0,652
Risør	3391,55	58,24	11676,46	108,06	0,539
Rollag	12841,82	113,32	25392,06	159,35	0,711
Rosse - Røros	10105,07	100,52	20346,23	142,64	0,705

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanse- verdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Rælingen	1560,18	39,50	2988,50	54,67	0,723
Rødøy	2355,26	48,53	4561,58	67,54	0,719
Røst	NA	NA	NA	NA	NA
Råde	1188,92	34,48	3840,85	61,97	0,556
Raarvihke - Røyrvik	9697,42	98,48	13632,74	116,76	0,843
Salangen	7975,34	89,30	14686,90	121,19	0,737
Saltdal	21272,04	145,85	33727,57	183,65	0,794
Samnanger	1778,74	42,18	5003,58	70,74	0,596
Sande	55,15	7,43	214,55	14,65	0,507
Sandefjord	6331,63	79,57	21501,32	146,63	0,543
Sandnes	2979,48	54,58	7925,24	89,02	0,613
Sarpsborg	5749,81	75,83	19369,19	139,17	0,545
Sauda	1647,90	40,59	4774,55	69,10	0,587
Sel	5493,13	74,12	14066,59	118,60	0,625
Selbu	20839,47	144,36	38192,22	195,43	0,739
Seljord	14575,14	120,73	28675,04	169,34	0,713
Senja	27674,55	166,36	47402,38	217,72	0,764
Sigdal	22996,93	151,65	47250,92	217,37	0,698
Siljan	8825,29	93,94	15542,31	124,67	0,754
Sirdal	5609,22	74,89	12482,83	111,73	0,670
Skaun	5209,17	72,17	12150,18	110,23	0,655
Skien	22990,75	151,63	47527,85	218,01	0,696
Skiptvet	1231,42	35,09	4362,64	66,05	0,531
Skjervøy	434,79	20,85	818,09	28,60	0,729
Skjåk	2485,22	49,85	5427,39	73,67	0,677
Smøla	27,50	5,24	95,48	9,77	0,537
Snåase - Snåsa	37381,76	193,34	52216,33	228,51	0,846
Sogndal	9758,95	98,79	18771,60	137,01	0,721
Sokndal	2556,87	50,57	5949,92	77,14	0,656
Sola	4,52	2,12	120,47	10,98	0,194
Solund	90,25	9,50	170,25	13,05	0,728
Sortland - Suortá	9196,68	95,90	15455,21	124,32	0,771
Stad	3691,18	60,76	8725,48	93,41	0,650
Stange	15984,87	126,43	33679,86	183,52	0,689
Stavanger	994,77	31,54	2699,81	51,96	0,607
Steigen	12499,50	111,80	18604,46	136,40	0,820
Steinkjer	53717,38	231,77	87646,87	296,05	0,783
Stjørdal	24432,33	156,31	44042,95	209,86	0,745
Stord	1032,33	32,13	4034,22	63,52	0,506
Stor-Elvdal	37909,55	194,70	60882,45	246,74	0,789

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanse- verdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Storfjord - Omas- vuotna - Omasvuono	5683,87	75,39	10358,31	101,78	0,741
Strand	3522,11	59,35	7541,64	86,84	0,683
Stranda	3276,40	57,24	6669,39	81,67	0,701
Stryn	5816,24	76,26	11881,79	109,00	0,700
Sula	180,62	13,44	708,68	26,62	0,505
Suldal	13974,29	118,21	25513,91	159,73	0,740
Sunndal	4881,95	69,87	10174,39	100,87	0,693
Sunnfjord	14293,60	119,56	32648,35	180,69	0,662
Surnadal	12652,99	112,49	23717,65	154,01	0,730
Sveio	2306,15	48,02	7460,32	86,37	0,556
Sykkylven	2534,96	50,35	5719,83	75,63	0,666
Sømna	1878,82	43,35	3793,23	61,59	0,704
Søndre Land	19402,97	139,29	35327,60	187,96	0,741
Sør-Aurdal	22621,99	150,41	45392,37	213,05	0,706
Sørfold	13265,41	115,18	19939,64	141,21	0,816
Sør-Fron	2997,73	54,75	7672,43	87,59	0,625
Sør-Odal	13671,57	116,93	27284,22	165,18	0,708
Sørreisa	8065,03	89,81	14204,25	119,18	0,754
Sør-Varanger	18090,29	134,50	25403,54	159,38	0,844
Time	287,99	16,97	1020,29	31,94	0,531
Tingvoll	5172,50	71,92	12091,40	109,96	0,654
Tinn	17477,44	132,20	33864,45	184,02	0,718
Tokke	19155,56	138,40	38759,78	196,88	0,703
Tolga	2516,27	50,16	5632,96	75,05	0,668
Tromsø	13064,51	114,30	22808,67	151,03	0,757
Trondheim - Tråante	8541,73	92,42	20730,60	143,98	0,642
Trysil	69585,05	263,79	117188,11	342,33	0,771
Træna	NA	NA	NA	NA	NA
Tvedestrand	5562,23	74,58	16457,35	128,29	0,581
Tydal	7831,12	88,49	14551,57	120,63	0,734
Tynset	10407,55	102,02	21300,71	145,95	0,699
Tysnes	4125,35	64,23	10339,42	101,68	0,632
Tysvær	5038,08	70,98	13147,90	114,66	0,619
Tønsberg	3089,92	55,59	12315,88	110,98	0,501
Ullensaker	1883,80	43,40	7225,38	85,00	0,511
Ullensvang	5238,90	72,38	11131,90	105,51	0,686
Ulstein	117,78	10,85	500,12	22,36	0,485
Ulvik	1690,87	41,12	3650,28	60,42	0,681
Unjárga - Nesseby	835,13	28,90	1330,11	36,47	0,792
Utsira	0,03	0,17	0,21	0,46	0,373

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanse- verdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Vadsø	806,91	28,41	1599,92	40,00	0,710
Vaksdal	4557,98	67,51	9133,10	95,57	0,706
Valle	6958,95	83,42	12743,53	112,89	0,739
Vang	1197,96	34,61	3990,53	63,17	0,548
Vanylven	805,74	28,39	2021,09	44,96	0,631
Vardø	0,69	0,83	1,29	1,14	0,733
Vefsn	23530,78	153,40	42760,10	206,79	0,742
Vega	106,41	10,32	340,36	18,45	0,559
Vegårshei	12271,30	110,78	25611,81	160,04	0,692
Vennesla	12989,21	113,97	28940,27	170,12	0,670
Verdal	27701,14	166,44	41518,64	203,76	0,817
Vestby	988,25	31,44	5774,09	75,99	0,414
Vestnes	3636,11	60,30	7927,83	89,04	0,677
Vestre Slidre	1706,51	41,31	6346,02	79,66	0,519
Vestre Toten	2312,64	48,09	8149,98	90,28	0,533
Vestvågøy	801,74	28,32	1845,70	42,96	0,659
Vevelstad	3061,92	55,33	3812,14	61,74	0,896
Vik	4050,34	63,64	7717,49	87,85	0,724
Vindafjord	6558,22	80,98	14717,18	121,31	0,668
Vinje	14623,61	120,93	31659,31	177,93	0,680
Volda	4135,77	64,31	9531,59	97,63	0,659
Voss	14654,75	121,06	35341,97	187,99	0,644
Værøy	0,00	0,03	0,00	0,07	0,407
Vågan	2428,70	49,28	4569,06	67,59	0,729
Vågå	2759,29	52,53	7641,49	87,42	0,601
Våler	18504,97	136,03	32564,67	180,46	0,754
Våler	6749,77	82,16	16317,46	127,74	0,643
Øksnes	2453,56	49,53	4316,98	65,70	0,754
Ørland	6239,10	78,99	12699,98	112,69	0,701
Ørsta	2466,95	49,67	6543,34	80,89	0,614
Østre Toten	5685,75	75,40	12903,04	113,59	0,664
Øvre Eiker	12464,16	111,64	28461,34	168,70	0,662
Øyer	3123,27	55,89	8878,32	94,22	0,593
Øygarden	375,67	19,38	2237,40	47,30	0,410
Øystre Slidre	2444,97	49,45	7670,11	87,58	0,565
Åfjord	12781,52	113,06	23800,88	154,28	0,733
Ål	10345,56	101,71	22129,10	148,76	0,684
Ålesund	3143,94	56,07	9290,75	96,39	0,582
Åmli	42354,14	205,80	64860,00	254,68	0,808
Åmot	34653,47	186,15	64899,67	254,75	0,731
Aarborte - Hattfjelldal	37782,94	194,38	54335,24	233,10	0,834

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanse- verdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Årdal	5204,46	72,14	7675,91	87,61	0,823
Ås	517,84	22,76	3392,46	58,24	0,391
Åseral	8573,09	92,59	15231,38	123,42	0,750
Åsnes	28940,89	170,12	52797,47	229,78	0,740

7 Appendiks 2 Verdier for strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet for alle kommuner

Tabell A2. Verdier for strukturell konnektivitet og naturskogs nærhet for kommuner i Norge. Indikatorverdier er ikke beregnet for kommuner som har referanseverdi $< 0.05 \text{ km}^2$. Variabelverdiene (equivalent connected area) i km^2 angir en vektet verdi for konnektivitet i skog i kommunen slik den er i dag, mens referanseverdien angir denne verdien for skog i kommunen gitt ingen redusert naturskogs nærhet slik det er målt med naturskogs nærhetsskartet. Indikatorverdien viser skogarealet i kommunen sin konnektivitet sammenlignet med skog uten redusert naturskogs nærhet.

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdiverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i $\text{km}^2/\text{referanseverdi}$ i km^2)
	km^4	km^2	km^4	km^2	
Alstahaug	34,41	5,87	353,45	18,80	0,312
Alta	1474,56	38,40	6004,52	77,49	0,496
Alvdal	155,83	12,48	2373,02	48,71	0,256
Alver	983,31	31,36	4728,84	68,77	0,456
Andøy	626,61	25,03	2085,44	45,67	0,548
Aremark	338,06	18,39	5283,06	72,68	0,253
Arendal	355,54	18,86	4120,85	64,19	0,294
Asker	455,75	21,35	4942,81	70,31	0,304
Askvoll	169,72	13,03	654,98	25,59	0,509
Askøy	55,95	7,48	823,40	28,69	0,261
Aukra	11,06	3,33	84,02	9,17	0,363
Aure	1015,34	31,86	4445,72	66,68	0,478
Aurland	1234,06	35,13	3003,29	54,80	0,641
Aurskog-Høland	1428,68	37,80	27029,85	164,41	0,230
Austevoll	64,66	8,04	727,69	26,98	0,298
Austrheim	5,71	2,39	116,40	10,79	0,221
Averøy	86,10	9,28	684,37	26,16	0,355
Balsfjord	1082,75	32,91	19571,39	139,90	0,235
Bamble	830,48	28,82	6895,00	83,04	0,347
Bardu	1482,90	38,51	19613,07	140,05	0,275
Beiarn	1916,61	43,78	6471,06	80,44	0,544
Bergen	742,53	27,25	3563,32	59,69	0,456
Berlevåg	0,38	0,61	2,31	1,52	0,403
Bindal	935,08	30,58	4240,66	65,12	0,470
Birkenes	3094,68	55,63	21577,99	146,89	0,379
Bjerkreim	332,27	18,23	1547,13	39,33	0,463
Bjørnafjorden	1858,57	43,11	7430,91	86,20	0,500
Bodø	3284,42	57,31	12734,76	112,85	0,508
Bokn	0,90	0,95	14,31	3,78	0,251
Bremanger	465,24	21,57	1970,28	44,39	0,486
Brønnøy	781,69	27,96	4239,61	65,11	0,429
Bygland	2795,51	52,87	7766,92	88,13	0,600

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdiverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanseverdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Bykle	1062,83	32,60	2226,90	47,19	0,691
Bærum	254,04	15,94	3945,15	62,81	0,254
Bø	196,73	14,03	334,35	18,29	0,767
Bømlo	140,62	11,86	1696,87	41,19	0,288
Båtsfjord	2,35	1,53	15,17	3,89	0,393
Deatnu - Tana	427,79	20,68	1867,14	43,21	0,479
Dielddanuorri - Tjeld- sund	555,21	23,56	9443,36	97,18	0,242
Dovre	131,59	11,47	895,28	29,92	0,383
Drammen	615,44	24,81	5837,84	76,41	0,325
Drangedal	5444,29	73,79	33419,62	182,81	0,404
Dyrøy	367,45	19,17	5191,97	72,06	0,266
Dønna	27,41	5,24	292,73	17,11	0,306
Eidfjord	285,21	16,89	886,08	29,77	0,567
Eidskog	496,45	22,28	12438,83	111,53	0,200
Eidsvoll	587,75	24,24	9367,21	96,78	0,250
Eigersund	160,56	12,67	1075,66	32,80	0,386
Elverum	1269,32	35,63	27259,83	165,11	0,216
Enebakk	413,28	20,33	4688,69	68,47	0,297
Engerdal	1372,06	37,04	6859,73	82,82	0,447
Etne	848,08	29,12	2526,52	50,26	0,579
Etnedal	1165,13	34,13	6167,86	78,54	0,435
Evenes - Evenášši	324,02	18,00	5715,98	75,60	0,238
Evje og Hornnes	3800,42	61,65	15996,44	126,48	0,487
Farsund	520,42	22,81	3579,66	59,83	0,381
Fauske - Fuosko	1974,00	44,43	8102,16	90,01	0,494
Fedje	0,01	0,08	0,11	0,33	0,239
Fitjar	88,65	9,42	689,90	26,27	0,358
Fjaler	1116,92	33,42	3822,89	61,83	0,541
Fjord	916,57	30,27	3783,25	61,51	0,492
Flakstad	3,15	1,77	26,40	5,14	0,345
Flatanger	554,04	23,54	2484,29	49,84	0,472
Flekkefjord	3403,22	58,34	10819,31	104,02	0,561
Flesberg	1803,45	42,47	13066,48	114,31	0,372
Flå	2736,47	52,31	11622,96	107,81	0,485
Folldal	261,76	16,18	1082,33	32,90	0,492
Fredrikstad	223,68	14,96	2248,09	47,41	0,315
Frogn	62,88	7,93	848,13	29,12	0,272
Froland	2788,15	52,80	22489,01	149,96	0,352
Frosta	77,13	8,78	609,42	24,69	0,356
Frøya	0,27	0,52	3,07	1,75	0,298

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdiverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanseverdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Fyresdal	4064,82	63,76	14368,74	119,87	0,532
Færder	24,13	4,91	313,09	17,69	0,278
Gáivuotna - Kåfjord - Kaivuono	307,17	17,53	2116,92	46,01	0,381
Gamvik	3,50	1,87	12,24	3,50	0,535
Gausdal	1378,66	37,13	6042,36	77,73	0,478
Gildeskål	618,37	24,87	2676,22	51,73	0,481
Giske	0,14	0,38	1,60	1,27	0,296
Gjemnes	529,11	23,00	3090,19	55,59	0,414
Gjerdrum	60,42	7,77	1218,56	34,91	0,223
Gjerstad	1115,36	33,40	10100,39	100,50	0,332
Gjesdal	342,21	18,50	1630,66	40,38	0,458
Gjøvik	695,43	26,37	10309,24	101,53	0,260
Gloppen	1186,68	34,45	4115,27	64,15	0,537
Gol	1398,29	37,39	6890,35	83,01	0,450
Gran	844,42	29,06	13459,24	116,01	0,250
Grane	3433,46	58,60	13215,85	114,96	0,510
Gratangen	256,26	16,01	3647,12	60,39	0,265
Grimstad	762,49	27,61	6457,33	80,36	0,344
Grong	2228,71	47,21	14875,21	121,96	0,387
Grue	770,37	27,76	18257,75	135,12	0,205
Gulen	791,13	28,13	3275,21	57,23	0,491
Guovdageaidnu - Kau- tokeino	342,44	18,51	1838,57	42,88	0,432
Hábmer - Hamarøy	2853,89	53,42	10866,94	104,24	0,512
Hadsel	752,55	27,43	3539,30	59,49	0,461
Halden	1278,95	35,76	15711,57	125,35	0,285
Hamar	235,24	15,34	3922,39	62,63	0,245
Hammerfest - Hámmerfeasta	79,09	8,89	260,74	16,15	0,551
Haram	204,49	14,30	1372,90	37,05	0,386
Hareid	29,45	5,43	223,09	14,94	0,363
Harstad - Hárstták	341,01	18,47	5595,68	74,80	0,247
Hasvik	2,86	1,69	16,07	4,01	0,421
Haugesund	14,51	3,81	244,00	15,62	0,244
Heim	1646,43	40,58	6662,71	81,63	0,497
Hemnes	2790,45	52,82	8186,72	90,48	0,584
Hemsedal	545,03	23,35	2247,15	47,40	0,492
Herøy	0,98	0,99	13,30	3,65	0,272
Herøy	5,50	2,35	52,16	7,22	0,325
Hitra	863,52	29,39	4179,64	64,65	0,455
Hjartdal	3129,78	55,94	9439,91	97,16	0,576

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdiverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanseverdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Hjelmeland	1490,61	38,61	4891,66	69,94	0,552
Hol	1013,72	31,84	3490,75	59,08	0,539
Hole	229,54	15,15	3200,65	56,57	0,268
Holmestrand	827,34	28,76	8215,67	90,64	0,317
Holtålen	587,31	24,23	2898,43	53,84	0,450
Horten	22,13	4,70	424,12	20,59	0,228
Hurdal	901,34	30,02	10930,03	104,55	0,287
Hustadvika	333,16	18,25	2625,64	51,24	0,356
Hvaler	18,16	4,26	159,22	12,62	0,338
Hyllestad	655,17	25,60	2520,00	50,20	0,510
Hægebostad	1372,81	37,05	5215,97	72,22	0,513
Høyanger	1534,95	39,18	4251,18	65,20	0,601
Høylandet	816,84	28,58	5877,45	76,66	0,373
Hå	4,13	2,03	74,67	8,64	0,235
Ibestad	170,44	13,06	2218,11	47,10	0,277
Inderøy	526,52	22,95	5049,33	71,06	0,323
Indre Fosen	1934,04	43,98	9882,96	99,41	0,442
Indre Østfold	660,57	25,70	9802,07	99,01	0,260
Iveland	1445,33	38,02	9422,51	97,07	0,392
Jevnaker	477,43	21,85	5857,47	76,53	0,285
Kárašjohka - Karasjok	746,78	27,33	4570,33	67,60	0,404
Karlsøy	419,75	20,49	4085,72	63,92	0,321
Karmøy	12,63	3,55	199,11	14,11	0,252
Kinn	962,93	31,03	4145,30	64,38	0,482
Klepp	0,54	0,73	11,71	3,42	0,215
Kongsberg	3090,28	55,59	19183,20	138,50	0,401
Kongsvinger	968,76	31,12	22642,71	150,47	0,207
Kragerø	884,44	29,74	7507,11	86,64	0,343
Kristiansand	2453,68	49,53	14221,08	119,25	0,415
Kristiansund	103,69	10,18	687,29	26,22	0,388
Krødsherad	904,76	30,08	8302,43	91,12	0,330
Kvam	721,95	26,87	2989,86	54,68	0,491
Kvinesdal	2809,57	53,01	12167,84	110,31	0,481
Kvinnherad	1086,85	32,97	4215,78	64,93	0,508
Kviteseid	3877,00	62,27	14459,07	120,25	0,518
Kvitsøy	0,00	0,00	0,00	0,00	NA
Kvæfjord	551,73	23,49	4880,30	69,86	0,336
Kvænangen	511,58	22,62	3971,18	63,02	0,359
Larvik	1460,20	38,21	16167,05	127,15	0,301
Lebesby	139,08	11,79	458,16	21,40	0,551
Leirfjord	208,72	14,45	1314,71	36,26	0,398

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdiverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanseverdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Leka	14,10	3,76	181,07	13,46	0,279
Lesja	436,43	20,89	2305,55	48,02	0,435
Levanger	1021,81	31,97	7290,15	85,38	0,374
Lier	542,33	23,29	5932,63	77,02	0,302
Lierne	4217,76	64,94	18120,84	134,61	0,482
Lillehammer	695,84	26,38	6368,96	79,81	0,331
Lillesand	361,06	19,00	3847,31	62,03	0,306
Lillestrøm	304,28	17,44	5374,56	73,31	0,238
Lindesnes	3499,48	59,16	22969,34	151,56	0,390
Loabæk - Lavangen	229,60	15,15	3323,73	57,65	0,263
Lom	217,24	14,74	1455,51	38,15	0,386
Loppa	141,12	11,88	369,33	19,22	0,618
Lund	639,19	25,28	2325,52	48,22	0,524
Lunner	790,64	28,12	9677,46	98,37	0,286
Lurøy	162,12	12,73	969,45	31,14	0,409
Luster	2417,18	49,16	7195,31	84,83	0,580
Lyngdal	2654,63	51,52	15089,81	122,84	0,419
Lyngen	235,20	15,34	3223,27	56,77	0,270
Lærdal	2015,94	44,90	5489,99	74,09	0,606
Lødingen	615,25	24,80	3416,84	58,45	0,424
Lørenskog	161,70	12,72	1787,66	42,28	0,301
Løten	403,78	20,09	7529,65	86,77	0,232
Malvik	447,26	21,15	3858,33	62,12	0,340
Marker	495,58	22,26	7793,09	88,28	0,252
Masfjorden	925,08	30,42	3928,37	62,68	0,485
Melhus	2199,24	46,90	9835,66	99,17	0,473
Meløy	538,84	23,21	2827,76	53,18	0,437
Meråker	670,99	25,90	4638,45	68,11	0,380
Midtre Gauldal	3346,79	57,85	12727,63	112,82	0,513
Midt-Telemark	1971,56	44,40	10640,61	103,15	0,430
Modalen	259,30	16,10	954,96	30,90	0,521
Modum	1260,16	35,50	11880,15	109,00	0,326
Molde	1257,90	35,47	6444,59	80,28	0,442
Moskenes	0,27	0,52	1,98	1,41	0,368
Moss	41,33	6,43	814,79	28,54	0,225
Målselv	2351,27	48,49	35666,74	188,86	0,257
Måsøy	1,90	1,38	8,10	2,85	0,485
Namsos - Nåavmesjen- jaelmie	4847,59	69,62	23492,05	153,27	0,454
Namsskogan	1634,30	40,43	8398,00	91,64	0,441
Nannestad	695,34	26,37	9963,13	99,82	0,264

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdiverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanseverdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Narvik	1501,00	38,74	17613,14	132,71	0,292
Nes	571,54	23,91	12829,79	113,27	0,211
Nesbyen	3170,08	56,30	12676,23	112,59	0,500
Nesna	73,78	8,59	455,78	21,35	0,402
Nesodden	43,23	6,57	624,85	25,00	0,263
Nissedal	3788,65	61,55	18531,41	136,13	0,452
Nittedal	375,61	19,38	5426,51	73,66	0,263
Nome	1729,46	41,59	11118,47	105,44	0,394
Nord-Aurdal	1167,75	34,17	5290,39	72,74	0,470
Nord-Fron	760,82	27,58	4692,93	68,50	0,403
Nordkapp	0,34	0,58	1,25	1,12	0,522
Nord-Odal	694,14	26,35	13220,59	114,98	0,229
Nordre Follo	240,02	15,49	3013,90	54,90	0,282
Nordre Land	2395,15	48,94	16082,45	126,82	0,386
Nordreisa - Ráisa - Raisi	2794,61	52,86	11448,23	107,00	0,494
Nore og Uvdal	4346,95	65,93	14347,42	119,78	0,550
Notodden	4085,41	63,92	23763,41	154,15	0,415
Nærøysund	1410,58	37,56	7271,81	85,27	0,440
Oppdal	1115,02	33,39	3682,66	60,68	0,550
Orkland	3659,49	60,49	17517,94	132,36	0,457
Os	166,91	12,92	748,00	27,35	0,472
Osen	442,55	21,04	1551,41	39,39	0,534
Oslo	961,99	31,02	11233,53	105,99	0,293
Osterøy	626,61	25,03	2688,11	51,85	0,483
Overhalla	1308,28	36,17	7805,48	88,35	0,409
Porsanger - Porsángu - Porsanki	446,42	21,13	2302,87	47,99	0,440
Porsgrunn	229,78	15,16	2735,64	52,30	0,290
Rakkestad	582,87	24,14	7499,18	86,60	0,279
Rana	6270,26	79,18	19738,08	140,49	0,564
Randaberg	0,12	0,35	2,07	1,44	0,244
Rauma	1263,45	35,55	5755,48	75,86	0,469
Rendalen	2777,15	52,70	22864,47	151,21	0,349
Rennebu	1339,50	36,60	6255,86	79,09	0,463
Rindal	621,95	24,94	2677,46	51,74	0,482
Ringebu	1408,36	37,53	6319,82	79,50	0,472
Ringerike	4000,66	63,25	40845,41	202,10	0,313
Ringsaker	691,12	26,29	11730,17	108,31	0,243
Risør	443,65	21,06	3985,10	63,13	0,334
Rollag	1921,93	43,84	7783,39	88,22	0,497

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdiverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanseverdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Rosse - Røros	1330,91	36,48	6301,83	79,38	0,460
Rælingen	159,35	12,62	1403,42	37,46	0,337
Rødøy	298,54	17,28	1689,03	41,10	0,420
Røst	NA	NA	NA	NA	NA
Råde	86,34	9,29	1122,49	33,50	0,277
Raarvihke - Røyrvik	1455,10	38,15	2808,97	53,00	0,720
Salangen	525,33	22,92	8332,13	91,28	0,251
Saltdal	4120,11	64,19	13912,72	117,95	0,544
Samnanger	413,47	20,33	1650,20	40,62	0,501
Sande	5,61	2,37	46,37	6,81	0,348
Sandefjord	363,74	19,07	5469,32	73,95	0,258
Sandnes	530,64	23,04	2535,78	50,36	0,457
Sarpsborg	547,61	23,40	6631,17	81,43	0,287
Sauda	701,11	26,48	1976,77	44,46	0,596
Sel	607,31	24,64	4063,43	63,75	0,387
Selbu	1532,83	39,15	9796,99	98,98	0,396
Seljord	3827,05	61,86	10074,16	100,37	0,616
Senja	1490,79	38,61	22065,94	148,55	0,260
Sigdal	3079,37	55,49	17294,16	131,51	0,422
Siljan	758,14	27,53	6267,32	79,17	0,348
Sirdal	1049,31	32,39	4015,56	63,37	0,511
Skaun	357,36	18,90	3809,38	61,72	0,306
Skien	2190,06	46,80	17786,16	133,36	0,351
Skiptvet	84,40	9,19	1152,13	33,94	0,271
Skjervøy	55,24	7,43	354,62	18,83	0,395
Skjåk	284,92	16,88	1908,03	43,68	0,386
Smøla	0,64	0,80	8,56	2,93	0,273
Snåase - Snåsa	3536,96	59,47	13741,85	117,23	0,507
Sogndal	3258,29	57,08	8819,59	93,91	0,608
Sokndal	255,83	15,99	1756,24	41,91	0,382
Sola	0,38	0,62	7,71	2,78	0,222
Solund	5,51	2,35	31,14	5,58	0,420
Sortland - Suortá	1455,72	38,15	5466,65	73,94	0,516
Stad	862,19	29,36	2838,43	53,28	0,551
Stange	655,01	25,59	14292,36	119,55	0,214
Stavanger	155,71	12,48	715,19	26,74	0,467
Steigen	1335,24	36,54	6877,33	82,93	0,441
Steinkjer	4514,87	67,19	23912,22	154,64	0,435
Stjørdal	1829,45	42,77	12846,22	113,34	0,377
Stord	251,94	15,87	1655,67	40,69	0,390
Stor-Elvdal	3166,58	56,27	25852,80	160,79	0,350

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdiverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanseverdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Storfjord - Omas- vuotna - Omasvuono	610,70	24,71	4673,77	68,36	0,361
Strand	579,61	24,08	2592,64	50,92	0,473
Stranda	731,88	27,05	3015,11	54,91	0,493
Stryn	1148,37	33,89	4678,62	68,40	0,495
Sula	22,78	4,77	177,15	13,31	0,359
Suldal	3806,48	61,70	9996,75	99,98	0,617
Sunndal	1242,70	35,25	4688,36	68,47	0,515
Sunnfjord	2202,36	46,93	8606,28	92,77	0,506
Surnadal	1423,12	37,72	5554,63	74,53	0,506
Sveio	241,03	15,53	2568,23	50,68	0,306
Sykkylven	480,42	21,92	2488,35	49,88	0,439
Sømna	131,95	11,49	819,75	28,63	0,401
Søndre Land	1058,95	32,54	15912,98	126,15	0,258
Sør-Aurdal	3156,99	56,19	18662,02	136,61	0,411
Sørfold	1904,39	43,64	7944,63	89,13	0,490
Sør-Fron	371,82	19,28	1971,08	44,40	0,434
Sør-Odal	481,31	21,94	11159,30	105,64	0,208
Sørreisa	473,10	21,75	8012,29	89,51	0,243
Sør-Varanger	1603,95	40,05	7946,82	89,14	0,449
Time	7,13	2,67	112,78	10,62	0,251
Tingvoll	682,46	26,12	3223,65	56,78	0,460
Tinn	3981,04	63,10	12118,91	110,09	0,573
Tokke	5373,34	73,30	12848,99	113,35	0,647
Tolga	256,77	16,02	1416,37	37,63	0,426
Tromsø	827,03	28,76	10362,08	101,79	0,283
Trondheim - Tråante	1176,86	34,31	6206,26	78,78	0,435
Trysil	3582,59	59,85	39851,46	199,63	0,300
Træna	NA	NA	NA	NA	NA
Tvedestrand	534,31	23,12	4934,90	70,25	0,329
Tydal	615,34	24,81	3124,32	55,90	0,444
Tynset	939,06	30,64	5736,63	75,74	0,405
Tysnes	637,18	25,24	3684,97	60,70	0,416
Tysvær	430,53	20,75	3278,27	57,26	0,362
Tønsberg	178,70	13,37	3258,72	57,09	0,234
Ullensaker	70,44	8,39	1741,88	41,74	0,201
Ullensvang	1481,47	38,49	4483,30	66,96	0,575
Ulstein	15,86	3,98	125,97	11,22	0,355
Ulvik	290,19	17,03	929,95	30,50	0,559
Unjárga - Nesseby	17,17	4,14	79,14	8,90	0,466
Utsira	0,00	0,03	0,02	0,14	0,228

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdiverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanseverdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Vadsø	107,40	10,36	348,80	18,68	0,555
Vaksdal	1047,86	32,37	3411,31	58,41	0,554
Valle	1117,75	33,43	3291,38	57,37	0,583
Vang	175,60	13,25	1107,36	33,28	0,398
Vanylven	117,86	10,86	707,34	26,60	0,408
Vardø	0,00	0,03	0,01	0,10	0,296
Vefsn	1837,68	42,87	9947,65	99,74	0,430
Vega	3,28	1,81	39,30	6,27	0,289
Vegårshei	962,58	31,03	9607,96	98,02	0,317
Vennesla	1910,75	43,71	12368,25	111,21	0,393
Verdal	1847,34	42,98	10619,49	103,05	0,417
Vestby	68,70	8,29	1376,77	37,10	0,223
Vestnes	490,69	22,15	2936,46	54,19	0,409
Vestre Slidre	267,08	16,34	1875,76	43,31	0,377
Vestre Toten	144,97	12,04	2878,45	53,65	0,224
Vestvågøy	53,01	7,28	516,94	22,74	0,320
Vevelstad	139,42	11,81	587,38	24,24	0,487
Vik	1401,37	37,43	3395,38	58,27	0,642
Vindafjord	1151,22	33,93	4667,73	68,32	0,497
Vinje	4222,24	64,98	10576,55	102,84	0,632
Volda	823,84	28,70	3670,19	60,58	0,474
Voss	3498,43	59,15	10753,08	103,70	0,570
Værøy	0,00	0,00	0,00	0,01	NA
Vågan	336,71	18,35	1912,84	43,74	0,420
Vågå	316,86	17,80	2296,99	47,93	0,371
Våler	606,40	24,63	13408,59	115,80	0,213
Våler	434,85	20,85	5980,65	77,33	0,270
Øksnes	410,63	20,26	1682,54	41,02	0,494
Ørland	606,12	24,62	2819,73	53,10	0,464
Ørsta	477,82	21,86	2740,91	52,35	0,418
Østre Toten	475,61	21,81	5778,33	76,02	0,287
Øvre Eiker	1167,25	34,17	9841,97	99,21	0,344
Øyer	497,88	22,31	3102,51	55,70	0,401
Øygarden	22,48	4,74	375,91	19,39	0,245
Øystre Slidre	267,15	16,34	2100,23	45,83	0,357
Åfjord	1185,93	34,44	5460,43	73,89	0,466
Ål	1233,44	35,12	5627,19	75,01	0,468
Ålesund	405,62	20,14	2614,07	51,13	0,394
Åmli	6447,54	80,30	32977,58	181,60	0,442
Åmot	1766,49	42,03	25008,49	158,14	0,266
Aarborte - Hattfjelldal	7808,81	88,37	18766,06	136,99	0,645

Kommune	Variabelverdi		Referanseverdiverdi		Indikatorverdi (variabelverdi i km ² /referanseverdi i km ²)
	km ⁴	km ²	km ⁴	km ²	
Årdal	1426,00	37,76	4225,31	65,00	0,581
Ås	38,29	6,19	763,15	27,63	0,224
Åseral	1342,87	36,65	5220,62	72,25	0,507
Åsnes	932,31	30,53	22092,56	148,64	0,205

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på Ims i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-5648-3

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger