

Notat

Fra: Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet
Til: Klima- og Miljødepartementet og Landbruks- og Matdepartementet
Dato: 18.12.2024
Kopi til: [Klikk for å skrive]

Svar på oppdrag om å etablere kart over naturskog

Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet gir i dette notatet vår besvarelse på oppdraget fra Klima- og miljødepartementet (KLD) og Landbruks- og matdepartementet (LMD) om å etablere en første versjon av et offentlig tilgjengelig kart over naturskog, i betydningen skog som ikke har vært flatehogd etter ca. 1940.

Innhold

Svar på oppdrag om å etablere kart over naturskog.....	1
Sammendrag.....	2
1 Oppdraget	3
2 Hvordan er oppdraget løst?	4
2.1 Avgrensinger av oppdraget.....	4
2.2 To delmål for arbeidet	5
2.3 Faglig utviklingsarbeid – FoU-prosjekt til ledende forskningsmiljøer	6
2.4 Involvering av interessenter.....	6
3 Leveranser fra oppdraget i 2024.....	8
3.1 Oppsummering av leveransene	8
3.2 Overordnet om modellering og validering av kartene	9
3.3 Spesielle forhold og svakheter	10
3.4 Kart over flatehogd skog	11
3.5 Naturskog (v1) – Skog etablert før 1940, ikke flatehogd	13
3.6 Naturskog (v1) – Naturskogsannsynlighet	15
3.7 Naturskog (v1) – Naturskogs nærhet.....	17
3.8 Direktoratenes vurdering av leveransene.....	24
4 Anbefalinger om videre arbeid.....	26

4.1 FoU-prosjektets anbefalinger om videre arbeid	26
4.2 Direktoratenes anbefalinger om videre arbeid	26
5 Referanser	28
6 Vedlegg	29
Vedlegg 1. Sammendrag av prosjektnotat fra FoU-prosjektet	29

Sammendrag

Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet fikk i april 2024 i oppdrag å etablere en første versjon av et offentlig tilgjengelig kart over naturskog, i betydningen skog som ikke har vært flatehogd etter ca. 1940. Fristen var så snart som mulig og senest innen utløpet av 2024. Direktoratene har identifisert to delmål for arbeidet med oppdraget: 1. Etablere en første versjon av et offentlig tilgjengelig kart over naturskog etter definisjonen i oppdraget. 2. Synliggjøre grad av naturskogs nærhet for all skog vha. relevante skogegenskaper i Natur i Norge-systemet (NiN 3.0).

Direktoratene har satt ut det faglige utviklingsarbeidet som et FoU-prosjekt til ledende forskningsmiljøer på feltet (NIBIO, NMBU, NINA og NHM). Resultatet fra dette arbeidet er tre kart, som representerer ulike tilnærminger til naturskog:

1. Naturskog (v1) – Skog etablert før 1940, ikke flatehogd
2. Naturskog (v1) – Naturskogsannsynlighet
3. Naturskog (v1) – Naturskogs nærhet

I det første kartet er definisjonen av naturskog i oppdragsbrevet brukt for å markere om et skogareal er naturskog eller ikke. Det andre kartet er basert på beskrivelsen av naturskog i Storaunet & Rolstad (2020), altså skogareal som er etablert før 1940 og der det ikke er registrert noe inngrep eller behandling av skogen siden ca. 1965. Det tredje kartet tar utgangspunkt i konklusjonene i skogdynamikkprosjektet (Skarpaas & Halvorsen 2022), som anbefalte å beskrive grad av naturskogs nærhet ved hjelp av et sett variabler som nå er implementert i NiN 3.0: dødvedandel, dødvedvariasjon og suksesjon på tresatt mark.

Forskerne i FoU-prosjektet understreker at kartene er utviklet med svært knappe tidsrammer og at de må betraktes som førsteversjoner med betydelig potensial for videreutvikling.

Kartene baserer seg på fjernmåling med bruk av referansedata. Bruk av fjernmålingsdata og modellering har gjort det mulig å produsere førsteversjoner av landsdekkende kart over naturskog etter ulike definisjoner. De leverte kartene beskriver potensial for en viktig skogtilstand, men er ikke synonymt med grad av naturverdi eller verneverdi. Samtidig vil det finnes feilkilder, og det kan ikke forventes at modellene og kartene som er utarbeidet treffer i alle situasjoner.

Etter direktoratenes vurdering har arbeidet bidratt positivt i det å forstå og definere naturskog basert på ulike parametere, herunder å påvise naturskog etter ulike definisjoner gjennom fjernmåling. Gjennom arbeidet med naturskogs nærhet har FoU-prosjektet videreført det arbeidet som tidligere er gjort på skogdynamikk og utviklingen av NiN 3.0. Anbefalingen fra FoU-prosjektet er at samtlige kart bør publiseres, og direktoratene støtter denne vurderingen.

Forskerne har gjennomført enkle valideringer av kartene mot ulike referansedata. Den foreløpige valideringen indikerer at kartene overordnet holder en middels god kvalitet/presisjon, men at det er forbedringspotensial. Direktoratene mener kartene slik de nå foreligger har en akseptabel presisjon som del av et kunnskapsgrunnlag, men de bør ikke brukes alene som grunnlag for forvaltningsbeslutninger. Det vil videre være variasjon i kvaliteten avhengig av skogtype, region mv. Dette kan påvirke kartenes anvendelighet og må tas hensyn til ved bruk av kartene.

Direktoratenes vurdering er at vi med arbeidet som er utført i 2024 har kommet et viktig steg videre i å etablere et forbedret kunnskapsgrunnlag for naturskog. Det har blitt produsert landsdekkende kart, noe som er etterlyst i flere sammenhenger. Samtidig er det et klart behov for videre arbeid med å forbedre kartene. Vi anbefaler derfor å videreføre det faglige utviklingsarbeidet som det er startet på i 2024, og at dette bør skje over to år. I første omgang er det behov for en mer grundig vurdering, evaluering og kvalitetssikring av det som er gjort i 2024 som grunnlag for å konkretisere videre arbeid. Utviklingsbehov bør deretter konkretiseres og prioriteres av direktoratene i dialog med forskerne som en del av prosessen for videreføring av FoU-prosjektet.

1 Oppdraget

KLD sendte 15. februar 2024 et oppdrag til Miljødirektoratet om å etablere et offentlig tilgjengelig kart over naturskog, i betydningen skog som ikke har vært flatehogd etter ca. 1940.

Bakgrunnen for oppdraget er et opprop hvor 167 forskere fra ulike institusjoner ber regjeringen om å gjennomføre registrering og kartfesting av de siste naturskogene innen 2025¹.

Etter at oppdraget ble sendt, kom Klima- og miljødepartementet (KLD) og Landbruks- og matdepartementet (LMD) frem til at Landbruksdirektoratet bør delta i samarbeid om oppdraget. Et nytt revidert oppdrag, der det står at arbeidet skal gjennomføres som et fellesoppdrag, ble levert til direktoratene i april 2024. Oppdragsbrevet fra KLD til Miljødirektoratet (datert 19. april) er gjengitt under:

«Klima- og miljødepartementet ga 15. februar 2024 følgende oppdrag til Miljødirektoratet: *«Klima- og miljødepartementet ber Miljødirektoratet etablere et offentlig tilgjengelig kart over naturskog, i*

¹ [Bredt forskeropprop for kartlegging av naturskog | NMBU](#)

betydningen skog som ikke har vært flatehogd etter ca. 1940. Kartet kan være basert på fjernmåling og eksisterende data fra eksisterende kartlag og datakilder mv. Vi ber direktoratet etablere og publisere en første versjon av kartet så snart som mulig og senest innen utløpet av 2024, samt samtidig med leveransen klargjøre hvilket presisjonsnivåkartet har og gi departementet en anbefaling om ev. videre arbeid med kartet.»

Klima- og miljødepartementet og Landbruks- og matdepartementet har kommet til at Landbruksdirektoratet bør delta i samarbeid om oppdraget. Vi ber de to direktoratene samarbeide slik at arbeidet gjennomføres som et fellesoppdrag.

Miljødirektoratet leder arbeidet. Eventuelle uenigheter om gjennomføringen av oppdraget beskrives og begrunnes i rapporteringen.

Vi ber om at ledende forskningsmiljøer på feltet involveres i arbeidet. Det bør også vurderes dialog med skogeierorganisasjoner og miljøorganisasjoner.»

Et likelydende oppdragsbrev (datert 23. april) ble sendt fra LMD til Landbruksdirektoratet.

2 Hvordan er oppdraget løst?

Direktoratene har organisert arbeidet med oppdraget som et samarbeidsprosjekt, hvor Miljødirektoratet leder arbeidet.

2.1 Avgrensinger av oppdraget

Den korte tidsfristen for oppdraget har gitt begrensninger på leveransens innhold og omfang. Sentrale avgrensinger av oppdraget er beskrevet under.

Definisjon av naturskog

Det finnes flere ulike definisjoner av naturskog i Norge (Halvorsen m.fl. 2016, Rolstad m.fl. 2002, Storaunet & Rolstad 2020, Viken 2021). Naturskog som begrep er ikke videreført i Natur i Norge (NiN) fra versjon 2 til 3, men NiN 3.0 inkluderer et sett av variabler som kan benyttes for å beskrive "graden av naturskogs nærhet" i skogsmark (Skarpaas & Halvorsen 2022).

Det brukes også ulike definisjoner av lignende begrep internasjonalt. FAO klassifiserer skogens grad av påvirkning av mennesker og bruker begrepet *primary forest* for den minst påvirkede skogen (FAO 2023).

Direktoratene har i oppdraget tatt utgangspunkt i definisjonen av naturskog som er gitt i oppdraget, og som har sin opprinnelse fra beskrivelsen av naturskog i Storaunet & Rolstad (2020).

I rapporten fra Storaunet & Rolstad (2020) beskrives naturskog som skogareal som er etablert før 1940 og der det ikke er registret noe inngrep eller behandling av skogen siden ca. 1965. Ifølge Storaunet og Rolstad utgjør dette om lag 30 % av det produktive skogarealet i Norge.

Oppdraget fra departementene er å lage et kart over naturskog, *i betydningen skog som ikke har vært flatehogd etter ca. 1940*. Med denne definisjonen vil også arealer som er skjøttet inkluderes. Ifølge Storaunet og Rolstads beregninger vil dette omfatte ca. 40-45 % av det produktive skogarealet i Norge. Til forskjell, vil den strenge definisjonen av naturskog som benyttes i Landskogstakseringen (Viken 2021) omfatte ca. 1,7 % av det totale skogarealet i Norge (Svensson & Dalen 2021).

Datagrunnlag

Det er lagt til grunn at arbeidet med oppdraget i 2024 skal basere seg på eksisterende data/kartgrunnlag, kombinert med fjernmålingsanalyser. Det har vært svært begrenset med mulighet for ny kunnskapsinnhenting som en del av leveransen i 2024.

Feltkartlegging

Feltkartlegging inngår ikke som en del av arbeidet med oppdraget i 2024, men er relevant for ev. videre arbeid.

Formål og bruksområder

Oppdragsbrevet omtaler ikke bruksområder for kartet. Direktoratene har lagt til grunn at vi i oppdraget skal etablere et forbedret *kunnskapsgrunnlag*, og det ikke er en del av oppdraget å gi føringer for hvilken status dette kunnskapsgrunnlaget skal ha i forvaltning av skog.

Departementene informerte på et møte (30. august 2024) om at de på nåværende tidspunkt ikke tatt stilling til bruksområder for kartet, utover at KLDs nettsak om oppdraget (fra 15. februar 2024) sier at et slik kart vil blant annet være nyttig for skogvernarbeidet.²

2.2 To delmål for arbeidet

I direktoratenes tilnærming til å løse oppdraget, har vi identifisert to delmål for arbeidet:

1. Etablere en første versjon av et offentlig tilgjengelig kart over naturskog.
2. Synliggjøre grad av naturskogs nærhet for all skog.

Delmål 1 innebærer å etablere kart over naturskog, i betydningen skog som ikke har vært flatehogd etter ca. 1940. Dette delmålet skal bidra til å besvare oppdraget, slik det er beskrevet i oppdragsbrevet. Med den definisjonen som er gitt i oppdraget vil det etableres et kart som viser potensial for naturskog i vid forstand, og som vil omfatte en stor andel av det produktive skogarealet i Norge, men uten noen videre nyansering av det.

² [Lager kart over norsk naturskog - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no)

Selv om det ikke står omtalt i oppdraget, mener direktoratene at det er viktig å synliggjøre graden av naturskogs nærhet. Dette understøttes av at man i NiN3 har gått over til en gradert beskrivelse av skogens dynamikk og naturlighet (Skarpaas & Halvorsen 2022). Ved å også utvikle kart som synligjør grad av naturskogs nærhet for all skog vil vi få et bredere og mer nyansert kunnskapsgrunnlag som kan være nyttig for flere formål.

Delmål 2 innebærer derfor å synliggjøre grad av naturskogs nærhet for all skog vha. relevante skogegenskaper. Egenskapene skal baseres på kunnskapsgrunnlaget fra skogdynamikkprosjektet (Skarpaas & Halvorsen 2022), som er implementert i NiN 3.0.

2.3 Faglig utviklingsarbeid – FoU-prosjekt til ledende forskningsmiljøer

Å løse de to delmålene som direktoratene har satt for arbeidet, innebærer et større forsknings- og utviklingsarbeid. Dette utviklingsarbeidet krever kompetanse fra en rekke ulike fagområder, bl.a. fjernmåling, skogøkologi, skoghistorikk, skogressurskart, NiN-systemet og geomatikk/kartproduksjon.

Direktoratene har satt ut det faglige utviklingsarbeidet som et FoU-prosjekt til ledende forskningsmiljøer på fagfeltet. FoU-prosjektet er et samarbeid mellom Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO), Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Norsk Institutt for Naturforskning (NINA) og Naturhistorisk museum (NHM) ved Universitet i Oslo. I tillegg til å dekke de relevante fagområdene, gir disse institusjonene til sammen en bred faglig forankring av arbeidet.

Arbeidet i FoU-prosjektet bygger på en oppdragsbeskrivelse fra direktoratene (første versjon datert 13.06.2024) og en oppfølgende prosjektbeskrivelse fra FoU-prosjektet (første versjon datert 30.08.24). Budsjett for FoU-prosjektet i 2024 var 2 millioner kr., hvorav 1,5 millioner fra Miljødirektoratet og 0,5 millioner fra LMD direkte til NIBIO.

På initiativ fra forskerne i FoU-prosjektet ble det også satt ut et mindre tilleggsoppdrag til Biofokus, med bistand fra Asplan Viak. Oppdraget gikk ut på å sette sammen et datasett med gode referanseområder for lavlandsfuruskog med naturskogskvaliteter og lavlandsfuruskog uten naturskogskvaliteter. Datasettet ble brukt inn i arbeidet med naturskogs nærhet i FoU-prosjektet. Budsjett for tilleggsoppdraget var 50 000 kr.

2.4 Involvering av interessenter

Direktoratene har opplevd stor interesse og oppmerksomhet rundt oppdraget, og det har mange interessenter. Interessentene omfatter:

- forskningsmiljøer
- kartleggingsmiljøer (natur- og skogkartlegging)
- skogbruksorganisasjoner (skogeierorganisasjoner og andre)
- miljø- og friluftslivsorganisasjoner
- statsforvaltere

- kommuner
- andre statlige etater

Direktoratene har i arbeidet med oppdraget vært opptatt av å sørge god informasjon om oppdraget, og sikre involvering av de mest sentrale interessentene.

Informasjon om oppdraget er gitt i form av presentasjoner på en rekke ulike arrangementer/møter i perioden arbeidet med oppdraget har pågått. Direktoratene arrangerte også et digitalt informasjonsmøte om oppdraget 29.11.24 hvor målgruppen var skogeierorganisasjoner, miljø- og friluftslivsorganisasjoner, kartleggingsmiljøer og forvaltning.³

Videre har direktoratene gjennomført flere aktiviteter for å involvere sentrale grupper av interessenter i arbeidet:

- **Workshop med sentrale forskningsmiljøer** 30.05.24. Deltakere: inviterte forskere fra NHM, NIBIO, NINA og NMBU. Formål: å få innsikt i kunnskapsgrunnlaget og faglige innspill til løsning av oppdraget.
- **Workshop med kartleggingsmiljøer** 16.10.24. Deltakere: inviterte kartleggere med erfaring fra natur- og skogkartlegging. Sentrale forskere fra FoU-prosjektet deltok også. Formål: å få faglige innspill til FoU-prosjektet, spesielt om naturskogsnerhet.
- **Dialogmøte med skogeierorganisasjoner** 20.11.24. Deltakere: representanter fra Norges skogeierforbund og Norskog. Formål: å få synspunkter fra organisasjonene på arbeidet så langt og tanker om videre arbeid.
- **Dialogmøte med miljø- og friluftslivsorganisasjoner** 20.11.24. Deltakere: representanter fra Naturvernforbundet, Norsk Friluftsliv, Sabima og WWF. Formål: å få synspunkter fra organisasjonene på arbeidet så langt og tanker om videre arbeid.

Innspill fra de to workshopene ble tatt videre inn i FoU-prosjektet. Blant annet var en sentral tilbakemelding fra FoU-miljøene at det er en gradvis overgang fra drevet skog til naturskog og at det var grunnlag for å beskrive det.

I dialogmøtene kom det også en del tilbakemeldinger. Skogeierorganisasjonene var spesielt opptatt av god informasjon om kartet som skal etableres gjennom oppdraget (hva det er og ikke er), og at det burde klargjøres nærmere hvordan et naturskogkart skal brukes. Miljø- og friluftslivsorganisasjonene var bl.a. opptatt av at et slik kart må medføre tiltak som sikrer ivaretagelse av verdifull naturskog med fokus på de viktigste områdene for å ivareta naturmangfold/biologisk mangfold i skog.

³ [Informasjonsmøte: Kart over naturskog - miljodirektoratet.no](https://miljodirektoratet.no/informasjonsmote-kart-over-naturskog)

3 Leveranser fra oppdraget i 2024

3.1 Oppsummering av leveransene

Med utgangspunkt i direktoratenes to delmål for arbeidet, har FoU-prosjektet jobbet med ulike tilnærminger til å etablere kart over naturskog og naturskogs nærhet ved bruk av tilgjengelige data fra fjernmåling og eksisterende kartdata.

Det er levert tre landsdekkende kart som et resultat av dette utviklingsarbeidet. Direktoratene har gitt de tre kartene følgende navn:⁴

1. Naturskog (v1) – Skog etablert før 1940, ikke flatehogd
2. Naturskog (v1) – Naturskogsannsynlighet
3. Naturskog (v1) – Naturskogs nærhet

De tre kartene representerer ulike tilnærminger til naturskog:

1. **Naturskog (v1) – Skog etablert før 1940, ikke flatehogd** – I dette første kartet er definisjonen av naturskog i oppdragsbrevet brukt for å markere om et skogareal er naturskog eller ikke. Kartet viser naturskog som skog etablert før 1940 (estimert bestandsalder over 84 år), men hvor hogstflater og tekniske inngrep (kraftgater og skog i bebyggelse) er trukket fra.
2. **Naturskog (v1) – Naturskogsannsynlighet** – Det andre kartet er basert på beskrivelsen av naturskog i Storaunet & Rolstad (2020), altså skogareal som er etablert før 1940 og der det ikke er registrert noe inngrep eller behandling av skogen siden ca. 1965. Kartet viser predikert sannsynlighet (fra lav til høy) for at et skogareal er naturskog etter denne definisjonen. Hogstflater og tekniske inngrep (kraftgater og skog i bebyggelse) er gitt sannsynlighet null.
3. **Naturskog (v1) – Naturskogs nærhet** – Det tredje kartet tar utgangspunkt i konklusjonene i skogdynamikkprosjektet (Skarpaas & Halvorsen 2022), som anbefalte å beskrive grad av naturskogs nærhet ved hjelp av et sett variabler som nå er implementert i NiN 3.0: dødvedandel, dødvedvariasjon og suksesjon på tresatt mark. Kartet viser predikert grad av naturskogs nærhet (i syv klasser), basert på disse variablene.

De leverte kartene beskriver potensial for en viktig skogtilstand. Svært mange rødlistede arter er knyttet til slik skog, men forekomst av arter avhenger også av andre forhold som treslagsfordeling, lokalklimatiske forhold, berggrunn, landskapsøkologiske forhold osv. FoU-prosjektet skriver følgende om forholdet mellom naturskogs nærhet og naturverdi/verneverdi (vedlegg 1):

⁴ I FoU-prosjektets prosjektnotat er de tre kartene omtalt som henholdsvis "binært naturskogkart", "naturskogsannsynlighet" og "naturskogs nærhet".

«NiN 3.0 som er lagt til grunn i prosjektet er i utgangspunktet et verdinøytralt system, og grad av naturskogs nærhet er ikke synonymt med grad av naturverdi /verneverdi. Naturkvaliteten i verneverdige skoger kan for eksempel være sterkere knyttet til et kalkrikt jordsmonn enn til trærnes egenskaper. I visse regioner med omfattende hogstpåvirkning og mangel på arealer med høy grad av naturskogs nærhet vil et representativt vern også måtte inkludere et restaureringsperspektiv.»

Forskerne i FoU-prosjektet understreker at kartene er utviklet med svært knappe tidsrammer og at de må betraktes som førsteversjoner med betydelig potensial for videreutvikling.

FoU-prosjektet er også tydelige i sin anbefaling om at de tre kartene bør publiseres sammen (personlig kommunikasjon). De tre kartene er et resultat av ulike tilnærminger til naturskog, og til sammen utgjør de det beste kunnskapsgrunnlaget som var mulig å produsere innenfor rammene av oppdraget.

Resultatene fra FoU-prosjektet ble levert til direktoratene 1. desember. I tillegg til kartene, har FoU-prosjektet levert et prosjektnotat for arbeidet i 2024. Notatet foreligger som et utkast og er, med unntak av sammendraget, ikke klart for offentliggjøring/publisering. Sammendraget er inkludert i vedlegg 1.

I dette notatet har direktoratene tatt utgangspunkt i FoU-prosjektets utkast til prosjektnotat for å beskrive på en overordnet måte hvordan de ulike kartene er produsert og hvilken presisjon de har. Det er lagt mer vekt på å beskrive hvordan kartet *Naturskog (v1) – Naturskogs nærhet* er beskrevet og modellert, da dette er første gang man har modellert et kart basert på konklusjonene i skogdynamikkprosjektet. Det er delvis brukt direkte gjengivelser fra FoU-prosjektets notat, mens deler av materialet er forenklet.

Gitt tidsrammene har direktoratene i liten grad hatt mulighet til å konsultere FoU-prosjektet etter leveransen og direktoratene tar forbehold om at vi kan ha misforstått beskrivelsen av hvordan kartene er modellert og hvilken presisjon de har. Vi understreker også at forskerne har hatt svært begrenset tid til å kvalitetssikre egen leveranse.

FoU-prosjektet har hverken hatt tid eller i oppgave å analysere resultatene. Direktoratene har etter at prosjektnotat og kart er levert gjort noen egne analyser for å synliggjøre noen nøkkeltall fra de tre kartene.

3.2 Overordnet om modellering og validering av kartene

Til modellering er det i hovedsak brukt datasett med nasjonal dekning. Dette er stort sett data fra fjernmåling, men også andre nasjonale datasett som kan tenkes å bidra i modellene har blitt testet. Det er brukt data fra flybåren laserskanning, satellittbilder (Sentinel-2 og Landsat), terrenginformasjon, AR5, kart over løsmasser og klimavariabler. Historiske flybilder er benyttet for deteksjon av flatehogst i tillegg til satellitt for Østlandet i perioden 1950-1989 før tilgang på satellitt.

Prinsippet for genereringen av kartlagene i prosjektet er bruk av maskinlæringsmodeller der modellen beskriver sammenheng mellom referansedata og data som finnes som heldekkende kartlag. I prosjektet har feltregistreringer fra Landsskogtakseringens prøveflater blitt brukt som referansedata.

Alle kartene er i førsteversjon produsert som rasterkart bestående av piksler med størrelse 16x16m. I alle kartene er prediksjonene tilordnet rasteret slik det fremkommer i Skogressurskart SR16-raster.⁵ SR16 viser utbredelsen av skogen, og gir detaljert informasjon i form av ulike skogegenskaper.

For å vurdere og validere presisjonen på kartene trenger man gode valideringsdatasett. I prosjektet er det testet ut tre datasett som valideringsdatasett. Alle tre datasett består av områder (polygoner) med ulik type informasjon:

- et datasett bestående av 5 144 områder fra NARIN (Naturområder i Norge)
- et datasett bestående av 55 områder naturskogs nær furuskog i lavlandet og tilsvarende ikke naturskogs nær furuskog i lavlandet
- et datasett bestående av 1 109 naturreservater med størrelse < 5 km² og med skog og lauvskog i verneplan

3.3 Spesielle forhold og svakheter

Med utgangspunkt i visuell inspeksjon av kartene og tilbakemeldinger fra FoU-prosjektet, ser direktoratene at det er noen svakheter ved kartene som det bør arbeides videre med. Inntil videre må dette hensyntas særlig ved bruk av kartene. Temaene under er ikke en uttømmende liste, men peker likevel på noen kjente utfordringer.

Den vanskelige furunaturskogen – Den naturlige dynamikken i furudominert skog kan gi et relativt enskjett skogbilde, selv om alder på trærne varierer. I tillegg er leveransetiden på dødved lang. Dette gjør at kartene har betydelige svakheter med tanke på å fange den furudominerte naturskogen.

Utenlandske treslag – I noen tilfeller kommer utenlandske treslag ut som naturskog. Jmfør den økologiske definisjonen av naturskog (Rolstad m.fl. 2002), vil dette være en direkte feil i datasettet.

Dødvedmengde og sammensetning – Det er utfordringer knyttet til å detektere død ved gjennom fjernmåling. Dette er en viktig egenskap ved prediksjon av naturskogs nærhet, og det er derfor usikkert hvilken presisjon denne variabelen har, og hvordan det slår ut i kartene.

Skogalder – Alder på skogen kan måles på ulike måter. I Landsskogtakseringens data legges det vekt på de største trærnes alder, samtidig som det korrigeres for eventuelt undertrykt periode. Det kan dermed være avvik mellom registrert bestandsalder og faktisk alder, noe som igjen kan

⁵ [Skogressurskart \(SR16\) - Nibio](#)

påvirke resultatene. En nylig publisert artikkel (Smith m.fl., 2024) har undersøkt aldersstruktur i gran og furuskog. Artikkelen viser at forskjellen på bestandsalder og biologisk alder er liten for skog etablert etter 1940. For skog etablert før innføring av bestandsskogbruket kan derimot aldersforskjellen mellom bestandsalder og biologisk alder på de dominerende trærne være betydelig. Forskjellen mellom registrert biologiske alder og bestandsalder økte med økende bestandsalder og var ofte betydelig, noe som indikerer en vesentlig større aldersvariasjon innenfor bestand i den eldre, pre-industrielle barskogen.

Hogstdeteksjon – For å utelukke naturskog er det gjennomført hogstdeteksjon basert på satellitt og flyfoto. Generelt synes dette å gi en god deteksjon av hogst, men det er utfordringer spesielt knyttet til Nord-Norge og i fjellskogen, samt start og slutt på deteksjonsperioden. Dette vil påvirke hva som framkommer som naturskog i alle kartene.

3.4 Kart over flatehogd skog

3.4.1 Definisjon som ligger til grunn for kartet

For å fjerne områder som har vært flatehogd tidligere ble det gjennomført en satellittbasert hogstdeteksjon for de siste 40 år, tidligere benyttet i Skogøkologisk grunnkart (Ørka m.fl., 2022), samt inkludert en deteksjon i historiske flybilder for å fange opp flatehogd areal tilbake til ca. 1940-tallet.

3.4.2 Modellering av kartet

Satellittbasert deteksjon

I dette prosjektet er endringer i skoglandskapet identifisert ved bruk av LandTrendr. Endringskartet er produsert fra satellittbilder i tidsrommet 1984 til 2024, tatt i vekstsesong f.o.m. juni t.o.m. september.

Endringsdeteksjon ble resamplet til 16 m x 16 m og endringer kartlagt utenfor SR16-skogmaske ble fjernet. Et filter ble brukt for å fjerne deteksjon av små arealer.

Flybildebaset hogstdeteksjon

Kartlegging av flatehogd areal før 1984 er ikke mulig med satellittdata grunnet manglende dekning, men ved å benytte arkivet av historiske flyfoto er det mulig å kartlegge hogstflater så langt tilbake det finnes bilder. Ved å benytte dyplæringsmetoder kan man effektivt kartlegge hogstflater fra gamle flyfoto (Wold m.fl. upubl.). Flybilder fra 1950 til 1989 for Østlandet ble brukt i prosjektet.

3.4.3. Validering

Satellittbasert deteksjon

En visuell inspeksjon av kartet viser en god deteksjon av endringer samlet sett, men det er utfordringer i Nord-Norge og i fjellområdene. I Nord-Norge ble det påvist flere endringer i 1985 enn det som faktisk skjedde. Det samme kan man se i fjellområdene i 2024. Siden spektrale avvik identifiseres ved å sammenligne et gitt års spektralverdier med de foregående og de påfølgende

årene, er avvik i det første eller siste året av en tidsserie derfor mer utfordrende å oppdage enn for noen andre år i denne tidsserien.

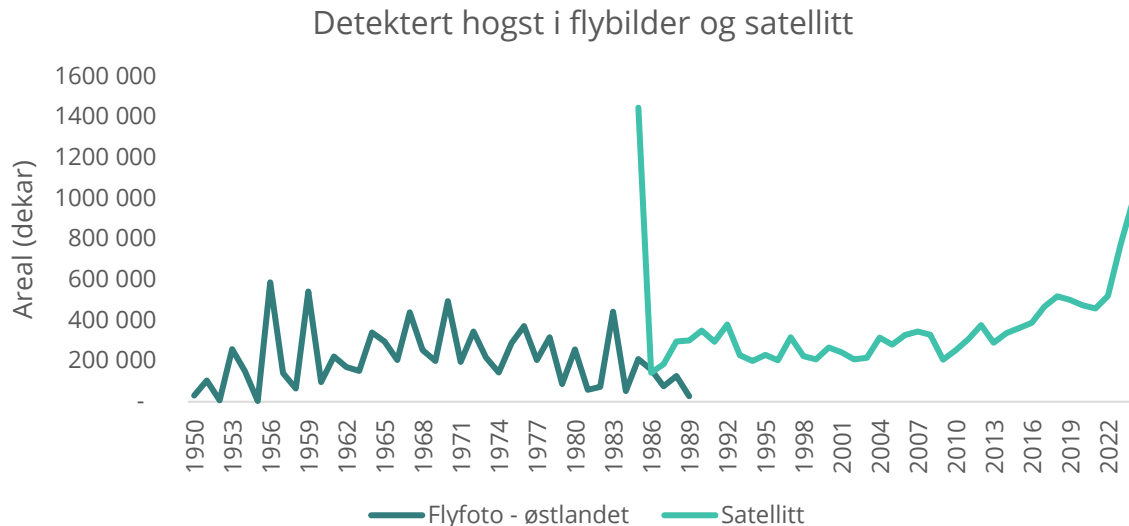
Standardparameterne fungerte bra i testområdet Østlandet, men var ikke spesifikt kalibrert for andre regioner i Norge. Nordlige- og fjellområder, med sine unike skogstrukturer og miljøforhold, kan kreve parameterjusteringer (Ørka m.fl., 2022).

Flybildebasert hogstdeteksjon

Deteksjon av flatehogd areal fra historiske flybilder ble validert ved at 20 % av de digitaliserte områdene ble holdt utenfor treningsdatasettet og kun brukt for validering. Forholdet mellom arealet av overlapp og arealet av sammenslåing mellom modellprediksjoner og valideringsdata var gjennomsnittlig 52 % for de ulike klassene. Visuell inspeksjon av prediksjoner på bildeprosjekter viste at områder med hogstflater blir i all hovedsak klassifisert riktig.

3.4.4 Resultater fra direktoratenes analyser av kart over flatehogst

Analyser av kart over flatehogd skog gjort av direktoratene viser at det totalt er detektert hogst av 23,2 mill. dekar i perioden fra 1950 til 2024 (Figur 1). Som nevnt i kapittel 3.4.3 om validering, viser også Figur 1 at metoden for deteksjon har noe svakere presisjon i starten (1985) og slutten (2023 og 2024) av perioden. Ifølge avvirkningsstatistikken til Landbruksdirektoratet var f.eks. avvirkningen redusert med 4 % fra 2022 til 2023, mens endringsdeteksjonen har en økning på 49 % fra 2022 til 2023. Kartet er likevel med sine kjente svakheter lagt til grunn for produksjonen av de tre kartene. Metoden med endringsdeteksjon kan ikke si om et areal har blitt flatehogd eller om det er andre årsaker til at trevegetasjonen har blitt borte/endret. For eksempel vil Frolandsbrannen i 2008, målerangrep i Troms og Finnmark fra 2000-tallet og stormen på Østlandet i 2021 komme ut som «flatehogd areal» i dette kartet.



Figur 1. Detektert hogst basert på endringsanalyser for flybilder fra 1950 til 1989 og satellitt fra 1985 til 2024. Metoden med endringsdeteksjon fra flybilder har i prosjektet kun blitt gjort på Østlandet, mens satellitt dekker hele landet.

3.5 Naturskog (v1) – Skog etablert før 1940, ikke flatehogd

3.5.1 Definisjon som ligger til grunn for kartet

Skog i Norge som har en bestandsalder som tilsier at den er etablert før 1940, og som ikke er flatehogd.

3.5.2 Modellering av kartet

Det er i prosjektet modellert et binært naturskogskart som viser skogarealet etter definisjonen over, og slik dette fremkommer av datagrunnlaget. Skogarealet er i dette kartet delt i to klasser (naturskog og ikke naturskog). Det er satt følgende kriterier for areal i klassen naturskog:

- predikert bestandsalder fra SR16-beta høyere enn 84 år i 2024
- bestand med bestandsalder lavere enn 84 år i 2024 fra skogbruksplaner er trukket fra
- ikke detektert flatehogst fra historiske flybilder eller satellittbilder
- ikke i område med bebyggelse i SSB arealbruk
- ikke i kraftledningstrasé
- filtrering av frittstående småøyer < 5 dekar

3.5.3 Validering

Kartet er kryssvalidert mot data fra prøveflatene i Landsskogtakseringen. Resultatet viser at kartet generelt har en middels til god presisjon.

Validering mot NARIN- kjerneområder viser at det generelt er flere piksler predikert som naturskog (etter definisjonen i kartet) i disse kjerneområdene enn i tilfeldige områder. Ser man på dødvedkontinuitet, dødvedmengder, forekomst av gamletrær og grad av urørthet i NARIN- kjerneområdene er det også høyere andel piksler med naturskog (etter definisjonen i kartet) i disse arealene enn i annen skog.

For validering mot datasett på furuskog med lav og høy grad av naturskogs nærhet er det liten forskjell i hvordan modellen treffer på disse typene. Modellen klarer m.a.o. ikke å skille mellom dem, men det er heller ikke forventet, da furuskogene med lav naturskogs nærhet også tilfredsstiller kriteriene for naturskog i dette kartet.

3.5.4 Resultater fra direktoratenes analyse av kart over skog etablert før 1940, ikke flatehogd

Direktoratene har analysert kartet opp mot enkelte egenskaper i SR16. Dette er en relativt grei øvelse siden pikslens størrelse og plassering er sammenfallende. Om lag 35 % av det totale skogarealet (115,6 mill. dekar i SR16) er klassifisert som naturskog etter definisjonen i dette kartet (Tabell 1). Andelen er lik for hhv. produktiv skog og uproduktiv skog. Treslagsfordelingen for naturskogen etter denne definisjonen fordeler seg på 23 % gran, 38 % furu og 39 % lauv. Sett opp mot treslagsfordelingen i SR16 samlet sett er det mindre andel gran og høyere andel furu enn av areal med naturskog etter definisjonen i dette kartet.

Tabell 1. Predikert treslagsfordeling for all skog i SR16 og for Naturskog (v1) – Skog etablert før 1940, ikke flatehogd.

Treslag	SR16		Naturskog (v1) – Skog etablert før 1940, ikke flatehogd		
	Areal (dekar)	% av sum SR16	Areal (dekar)	% av sum Naturskog	% av treslag og totalt
Gran	34 558 272	30	9 365 717	23	27
Furu	35 860 428	31	15 141 331	38	42
Lauv	45 151 110	39	15 396 327	39	34
Totalsum	115 569 811	100	39 903 375	100	35

Tabell 2. Predikert bonitetsfordeling for all skog i SR16 og for Naturskog (v1) – Skog etablert før 1940, ikke flatehogd.

Bonitet	SR16		Naturskog (v1) – Skog etablert før 1940, ikke flatehogd		
	Areal (dekar)	% av sum SR16	Areal (dekar)	% av sum Naturskog	% av bonitet og totalt
Uproduktiv	27 307 252	24	8 730 817	22	32
Lav	39 576 936	34	22 409 880	56	57
Middels	35 059 899	30	8 111 198	20	23
Høy	13 775 585	12	652 038	2	5
Totalsum	115 719 674	100	39 903 932	100	35

3.6 Naturskog (v1) – Naturskogsannsynlighet

3.6.1 Definisjon som ligger til grunn for kartet

Skog med bestandsalder som tilsier at skogen var etablert før 1940, og der det heller ikke er registrert noen tidligere inngrep eller behandling av skogen tilbake til ca. 1965 (Storaunet & Rolstad, 2020).

3.6.2 Modellering av kartet

Kart som viser sannsynlighet for naturskog, har tidligere blitt utviklet både i Norge og Sverige. Sannsynlighetskartet utviklet i dette prosjektet bygger på metodene fra de tidligere arbeidene, men benytter definisjonen som vist over. Som utvikling fra tidligere arbeider er et større utvalg variabler fra flybåren laser (ALS) inkludert, og modellene tilpasset datastruktur og variabler spesifikke for SR16-prosjektet. I tillegg er det inkludert variabler som har vist seg viktige i oppfølgende studier som fant at stratifisering basert på treslag, spesielt gran, forbedret modellene betydelig. Sannsynligheten for piksler med detektert flatehogst (som beskrevet i kapittel 3.4) mellom 1950 og 2024 er satt til null. I tillegg er kartet maskert med SSB arealbruk og kraftgater, hvor sannsynligheten ble satt til null i bebygde områder og langs kraftgater.

I kartet er det brukt en stratifisert modell for alle piksler med gran som dominerende treslag etter SR16 og en ikke-stratifisert modell ble benyttet i de resterende pikslene. Piksler med manglende data ble ekskludert.

3.6.3 Validering

For å validere kartets presisjon er terskelverdien (sannsynligheten) for naturskog i dette kartet satt til 0,5 på skalaen fra 0 til 1. Kartet er kryssvalidert mot feltflatene i Landsskogtakseringen. Det er best nøyaktighet på piksler med grandominans og noe lavere på furu og lauv. Den lavere nøyaktigheten til furu- og løvskog kan skyldes forskjeller i skogstruktur, spektrale responser eller datatilgjengelighet for disse typene.

Som for kartet i kap. 0 viser også naturskogsannsynlighetskartet at det i NARIN-kjerneområder generelt er flere piksler predikert som naturskog (etter definisjonen i kartet) i disse kjerneområdene enn i tilfeldige områder. Videre var det sammenheng mellom stjernesettingen og verdsettingen gjort på kjerneområdene for dødvedkontinuitet, dødvedmengde, forekomst av gamle bartrær og urørthetsvurdering.

Predikert naturskogssannsynlighet ble også sammenlignet med datasettet for naturskogs nær furuskog. Sammenligningen ble her gjort med et tilfeldig utvalg innenfor en 10-km radius til de ulike områdene i datasettet. Resultatene fra valideringen viser geografiske forskjeller i graderingen fra tilfeldige observasjoner til furuskog med lav og høyere grad av naturskogs nærhet. Det er tydelige utfordringer med å skille de mest naturskogs nære skogene fra annen skog for furuskogen. Valideringen viste heller ingen sammenheng mellom stjernesetting for ulike variabler og predikert naturskogssannsynlighet.

3.6.4 Resultater fra direktoratenes analyse av kart over naturskogsannsynlighet

Direktoratene har analysert kartet opp mot enkelte treslag i SR16. I kartet som er produsert er naturskogsannsynlighet modellert for all skog, på en kontinuerlig skala fra 0 til 99 %. Tabell 3 under er beregnet ved å sette terskelverdien (sannsynligheten) for naturskog i dette kartet til 50 %. Tabellen viser at det er en større andel av furuskog og lauvskog som predikeres med naturskogsannsynlighet høyere enn 50 % enn i granskog. Og at halvparten av furu og lauvskog er naturskog etter definisjonen.

Tabell 3. Predikert treslagsfordeling for all skog i SR16 og for Naturskog (v1) – Naturskogsannsynlighet der naturskogsannsynlighet er > 50 %.

Treslag	SR16		Naturskog (v1) – Naturskogsannsynlighet > 50 %		
	Areal (dekar)	% av sum SR16	Areal (dekar)	% av sum Naturskog	% av treslag og totalt
Gran	34 558 272	30	10 949 473	21	32
Furu	35 860 428	31	18 487 266	36	52
Lauv	45 151 110	39	21 747 837	42	48
Totalsum	115 569 811	100	51 184 576	100	44

3.7 Naturskog (v1) – Naturskogsnerhet

3.7.1 Økologisk bakgrunn

Det er godt kjent hvilke økologiske egenskaper som karakteriserer en skog formet av naturlige prosesser, selv om det naturlig nok er forskjeller avhengig av dominerende treslag, bonitet osv. Det handler først og fremst om mengde og variasjon i død ved (ofte også brent ved). Deretter vil ofte høy alder eller seint suksesjonsstadium være viktig, selv om de naturlige prosessene også resulterer i yngre skog. Heterogenitet i både vertikal og horisontal struktur er egenskaper som gir livsgrunnlag for et rikt mangfold av arter.

I nyeste versjon av beskrivelsessystemet for natur, NiN 3, beskrives graden av naturskogsnerhet som den gradvise overgangen fra en intensivt drevet produksjonsskog via avtagende påvirkning fra hogst og andre inngrep til en urskogsner skog. Tre sentrale variable benyttes i NiN 3.0 for å beskrive skogens dynamikk og grad av naturnærhet mer presist:

1. **Dødvedandel** (KM-DA⁶). Variabelen beskriver andelen av det totale vedvolumet i et område som utgjøres av død ved.

$$\frac{\text{volum død ved}}{\text{volum død ved} + \text{levende ved} + \text{avvirket ved}}$$
2. **Dødvedvariasjon** (KM-DV⁷). Variabelen beskriver hvordan den totale mengden av død ved innenfor et areal fordeler seg på ulike kategorier; **Stående** død ved, **Grov** død ved, og mye **Nedbrutt** død ved
3. **Suksesjon på tresatt mark** (AD-ST⁸). Variabelen beskriver overgangen fra treløs fase via aldersutviklingen som følger de tradisjonelle hogstklassene samt to nye trinn: Fleraldret skog med kohortedynamikk (**f**) og Skog med småskaladynamikk (**y**)

⁶ [Natur i Norge - dødvedandel](#)

⁷ [Natur i Norge - dødvedvariasjon](#)

⁸ [Natur i Norge - suksesjon på tresatt mark](#)

3.7.2 Referansedata fra Landsskogtakseringen (til bruk i modelleringen)

Landsskogtakseringen ble i sin tid startet først og fremst for å kartlegge skogressursene. Siden 1990-tallet har søkelyset på økologiske og miljøtilknyttede egenskaper økt, og det registreres nå også informasjon om f.eks. død ved, gamle trær og andre livsmiljøer. I tillegg har man økt tettheten av prøveflater i verneområder, for å bedre kunne følge utviklingen der. Data fra Landsskogtakseringen er foreløpig i mindre grad blitt brukt til å lage prognoser for naturmangfold, økologisk tilstand eller naturskogs nærhet, men det finnes stort potensial for å utnytte datasettet mer til dette formålet.

FoU-prosjektet har tatt utgangspunkt i konklusjonene i skogdynamikkprosjektet (Skarpaas & Halvorsen, 2022) og undersøkt hvilke feltbaserte referansedatasett som er tilgjengelige og som kan egne seg til formålet. Som utgangspunkt for modelleringsarbeidet i prosjektet er det etablert et datasett basert på Landsskogtakseringens prøveflater og de tre egenskapene nevnt over. Det er jobbet med ulike tilnærminger til modellering og kartlegging av naturskogs nærhet med bruk av dette datasettet og andre tilgjengelige data fra fjernmåling og eksisterende kartdata.

I dette prosjektets sammenheng kan de små prøveflatene i Landsskogtakseringen gi noen begrensninger, siden flere av de egenskapene som ofte karakteriserer naturskogen ikke nødvendigvis opptrer på så liten skala, et poeng som også understrekes i rapporten til Skarpaas & Halvorsen, 2022. En stor andel av landskogstakseringens flater (47 % av flater i produktiv skog og 78 % av flater i uproduktiv skog) mangler helt forekomst av død ved. I tillegg kan det være utfordrende med arealkategorier som opptrer spredt i landskapet og er sjeldent forekommende, eksempelvis edellauvskog eller eldre furuskog med mye død ved. Til tross for dette, er Landsskogtakseringens data det beste man har for å se på utviklingen i skogen over tid, både hva gjelder produksjon, klima og skogøkologi.

Dødvedandel (KM-DA) beregnes, som beskrevet over, som volum av død ved som andel av all ved og trinndeles i 7 trinn fra 0 til 6.

Tabell 4. Trinndeling av dødvedandel (KM-DA).

Trinn	Beskrivelse	Død ved som andel av all ved
0	Ingen død ved	0
1	Ubetydelig andel død ved	0 - 3,125 %
2	Svært liten andel død ved, mye mindre enn forventet i skog med naturlig dynamikk	3,125 - 6,25 %
3	Liten andel død ved, mindre enn forventet i skog med naturlig dynamikk	6,25 - 12,5 %
4	Middels andel død ved, noe mindre enn forventet i skog med naturlig dynamikk	12,5 - 25 %
5	Stor andel død ved, om treng som forventet (1/3) i skog med naturlig dynamikk	25 - 50 %
6	Svært stor andel død ved, forventet kun i nylig naturlig forstyrret skog	50 - 100 %

Dødvedvariasjon (KM-DV) inndeles etter hvor mange av kategoriene stående død ved (S), mye nedbrutt ved (N) og store dimensjoner av død ved (D) som forekommer med en andel $> 1/6$ av all dødved.

S: stående/liggende død ved måles direkte i Landsskogtakseringen.

N: nedbrytning registreres for både stående og liggende død ved og måles i Landsskogtakseringen på en 5-delt skala. I det produserte kartet er død ved inkludert fra den er gjennområtten i ytre lag og til den er helt nedbrutt.

D: dimensjon av den døde veden måles i Landsskogtakseringen.

I modellen estimerte man i prosjektet andelen for hver av disse kategoriene på prøveflatene, og tilordnet deretter flatene i henhold til trinn-inndelingen som vist i Tabell 5.

Tabell 5. Trinnene for NiN-variabelen dødvedvariasjon (KM-DV) inndeles etter hvor mange av kategoriene stående død ved (S), mye nedbrutt ved (N) og store dimensjoner av død ved (D) som forekommer med en andel $> 1/6$ av all dødved.

Trinn	Beskrivelse
0	Ingen/liten forekomst av S, N, D død ved
A	Liten dødvedvariasjon; bare én av S, N og D representert med andel $> 1/6$
B	Middels dødvedvariasjon; to av S, N og D representert med andel $> 1/6$
C	Stor dødvedvariasjon; hver av S, N og D representert med andel $> 1/6$

Suksesjon på tresatt mark. Alder på skogen er i Landsskogtakseringen angitt som bestandsalder. Sammen med treslag, bonitet og volummål benyttes alderen for å angi hogstklassen for et bestand. Dette er i utgangspunktet et mål på skogens utviklingsfaser i et produksjonsperspektiv. I NiN-variabelen suksesjon på tresatt mark kombineres slike utviklingsfaser uavhengig av om det er hogst eller en naturlig forstyrrelse som er årsak til trærnes død. I tillegg til utviklingstrinnene som representeres av hogstklassene inkluderer variabelen to trinn som beskriver eldre skog med naturlig dynamikk; **f**) fleraldret skog med kohortdynamikk og **y**) skog med småskaladynamikk.

Tabell 6. Beskrivelse av suksesjonstrinn for suksesjon på tresatt mark (AD-ST).

Trinn	Beskrivelse
0/a	Foryngelsesskog
b	Ungskog
c	Yngre skog
d	Eldre skog
e	Gammel skog
f	Fleraldret, kohortdynamikk
y	Småskaladynamikk

Trinn f - Fleraldret skog med kohortdynamikk. Dette er beskrevet som en fleraldret skog med to eller flere sjikt eller uten tydelig sjiktning, enten (a) med kohorter i ulike aldersklasser og en dominerende kohort som er eldre enn hogstklasse V eller (b) en mer spredt aldersfordeling og som gjør at aldersfordelingen, eventuelt også treslagssammensetningen, ikke er stabil i et lengre tidsrom etter at en forstyrrelse som medførte etablering av en ung/ny kohort fant sted. **Trinn y** - Skog med småskaladynamikk. Dette er beskrevet som en fleraldret og flersjiktet skog med gamle trær, stabil treslagssammensetning og stabil aldersfordeling.

For å tilordne Landsskogsprøveflatene en trinnverdi for suksesjon på tresatt mark, ble det testet ut flere ulike alternative varianter for å tilordne flatene til utviklingstrinnene **f** og **y**. I denne førsteversjonen er kriterier som vist nedenfor brukt for denne tilordningen.

Tabell 7. Kriterier for inndeling av Landsskogtakseringens prøveflater til trinn f og y for suksesjon på tresatt mark (AD-ST).

Trinn y		Trinn f	
bestandet har høy grad (> 70 %) av gran- eller furu-dominans		annen treslagssammensetning enn gran- eller furudominans (> 70 %)	
og			
gjennomsnittlig Høyde/Diameter-forhold for de høydemålte trærne i prøveflata er mindre enn 0,7. Høyde i dm og Diameter i mm.			
og minst 1 av 3 kriterier under			
forekomst av trær i fire ulike diameterklasser, og at det er avtakende antall trær fra hver diameter-klasse til den neste, høyere klassen	tilfredsstiller kriteriene for 'biologisk gammel skog'		tilfredsstiller kriteriene for 'naturskog' etter Landsskogtakseringens strenge definisjon
Uproduktiv skog er inkludert i disse inndelingene ved at hogstklasser og 'biologisk gammel skog' er kategorisert i henhold til tabeller for laveste bonitet (Svensson et al., 2021).			
Øvrige trinn følger hogstklassene, men med sammenslått trinn 0 og a			

Naturskogsnerhet - samlet gradering

Som et første utkast til en gradert inndeling i naturskogsnerhet med utgangspunkt i de tre NiN-variablene er dødvedandel og dødvedvariasjon kombinert. Deretter 'scoret' ihht. matrisen i Tabell 8b slik at høyere verdi for både død ved og suksesjonstrinn gir en høyere grad av naturskogsnerhet.

Tabell 8 a) Samlet verdi for dødved basert på kombinasjonen dødvedandel og dødvedvariasjon. Og b) samlet score for Naturskogs nærhet basert på kombinasjon av dødvedandel og dødvedvariasjon og suksesjon på tresatt mark.

a) Kombinasjonstabell for dødved

dødvedandel	dødvedvariasjon			
	0	a	b	c
0	1	1	1	1
a	1	2	2	2
b	2	2	3	3
c	3	3	4	4
d	3	4	4	5
e	4	5	5	5
f	5	5	6	6

b) Kombinasjonstabell for dødved og suksesjonstrinn

suksesjon på tresatt mark	kombinasjon av dødvedandel og dødvedvariasjon					
	1	2	3	4	5	6
0	1	1	2	3	5	7
a	1	1	2	3	5	7
b	1	2	3	4	6	7
c	1	2	3	4	6	7
d	2	3	4	5	6	7
e	2	3	4	5	6	7
f	3	4	5	5	7	7
y	3	4	5	5	7	7

Naturskogs-nærhet

1	↑ mindre	naturskogs-nærhet
2		
3		
4		
5		
6	↓ større	
7		

Til slutt ble det gjort en nedjustering av verdiene i henhold til noen andre variable fra Landsskogtakseringen som indikerer redusert naturskogs nærhet. Prøveflatene i datasettet fra Landsskogtakseringen ble tilordnet de korrigerte verdiene, og disse verdiene er så benyttet i modelleringen av kartet over naturskogs nærhet.

Tabell 9. Faktorer som indikerer redusert naturskogs nærhet og som har gitt korrigerte verdier for grad av naturskogs nærhet.

Korrigerende faktor	Naturskogs nærhet
Forekomst av grøfting eller fremmede treslag	Verdien settes til 1
Forekomst av en eller annen grad av systematisk skjøtsel ('tidligere behandling') i prøveflaten.	Nedjustering av verdien med tre trinn
Dersom 'tidligere behandling' kun har skjedd i form av 'diverse hogst'	Nedjustering av verdien med ett trinn

Metoden for inndeling i syv klasser over ble gjennomført som en forsøksvis første tilnærming. Det har ikke vært tid og rom innenfor rammene i prosjektet å evaluere tilnærmingen, bl.a. med hensyn på enkle oppsummeringer av samvariasjon mellom ulike variabler, hvordan inndelingen slår ut i ulike regioner, bestandstreslag, boniteter osv., eller eventuelle behov for justeringer av de ulike grenseverdiene.

3.7.3 Modelling av kartet

Dødvedandel og -variasjon

Sammenhengen mellom observasjoner av dødved i felt, og fjernmålte data er svakere enn andre egenskaper som modelleres med fjernmålingsdata som for eksempel dominerende treslag eller trehøyder. I prosjektet er det brukt registreringer av dødved fra Landsskogtakseringens flater og maskinlæringsmodeller. Både dødvedandel, og dødvedvariasjon ble forsøkt modellert.

I prosjektet er det forsøkt å modellere dødvedandel etter klasse og som en kontinuerlig responsvariabel, samt dødvedvariasjon etter klasse, men med lite funnet sammenheng. Som et kompromiss ble det modellert en enklere binær respons: Forekomst av dødved. Dette var basert på dødvedandel og deler datasettet inn i dødvedandel = 0 og dødvedandel > 0. Denne modellen benevnes som forekomst av dødved.

To tilnærminger til prediksjoner i endelig kart ble testet ut: Én der modellprediksjonene ble brukt direkte, og én der fordelingen av piksler innen de syv klassene ble kalibrert slik at fordelingen stemmer overens med den observerte fordelingen på Landsskogflatene. Denne siste kalibreringen ble gjort med en inndeling av landet i seks regioner.

Suksesjon på tresatt mark

Feltflatene fra Landsskogtakseringen ble klassifisert i suksesjonsklasser (klassene a – e, f, y) som beskrevet i avsnittet om *suksesjon på tresatt mark* over. Noen ulike tilnærminger til modellering ble testet ut. På samme måte som for modellering av forekomst av dødved ble det forsøkt to tilnærminger til produksjon av kart, én med prediksjoner direkte fra modellen og én der verdiene i kartet blir kalibrert slik at de følger fordelingen observert på Landsskogflatene.

Naturskogs nærhet. Feltflatene fra Landsskogtakseringen ble klassifisert i syv klasser, fra lav grad av naturskogs nærhet (1), til høy grad av naturskogs nærhet (7). Det ble brukt samme type maskinlæringsmodell og tilsvarende tilnærming som for modellering av suksesjonsklasser beskrevet over.

3.7.4 Validering av modeller

Tilstedeværelse av dødved

Modellen for tilstedeværelse av dødved hadde en moderat nøyaktighet.

Suksesjonstrinn

Modellen hadde en moderat overensstemmelse mellom de faktiske og de predikerte klassene. Suksesjonstrinn **f** - fleraldret skog med kohortdynamikk) ble litt dårligere predikert enn de andre klassene. Suksesjonstrinn **y** (Fleraldret skog med småskaladynamikk), ble bedre predikert enn trinn **f** og var på nivå med resten av klassene.

Naturskogs nærhet

Modellen presterte godt for lav grad av naturskogs nærhet (grad 1). For resten av klassene var sammenhengen i modellen svak.

Ved visuell inspeksjon kartet så FoU-prosjektet at kalibrering til observert fordeling av klasser innen regioner ikke ga gode resultater i regionen som dekker Finnmark. Dette er uklart hva som er årsaken, men dette må undersøkes i en videreføring av prosjektet. Det leverte kartet for naturskogs nærhet er basert på direkte prediksjoner fra modellen.

3.7.5 Resultater fra direktoratenes analyse av kart over naturskogs nærhet

Tabell 10 viser hvordan arealfordelingen for de predikerte klassene av naturskogs nærhet fra 1 til 7. I denne første tilnærmingen til å predikere naturskogs nærhet er 75 % av skogarealet i SR16 satt til grad 1 og 2.

Tabell 10. Areal og prosentvis fordeling for gradert inndeling (1-7) av naturskogs nærhet i førsteversjonskart over naturskogs nærhet.

Grad av natur-skogs-nærhet	SR16		Gran			Furu			Lauv		
	Areal (dekar)	% av sum SR16	Areal (dekar)	% av sum treslag	% av sum Naturskogs-nærhet	Areal (dekar)	% av sum treslag	% av sum Naturskogs-nærhet	Areal (dekar)	% av sum treslag	% av sum Naturskogs-nærhet
1	61 916 520	54	24 379 810	71	39	19 713 299	55	32	17 823 412	40	29
2	24 757 372	21	2 156 576	6	9	6 367 970	18	26	16 232 825	36	66
3	8 626 853	7	2 047 947	6	24	4 867 295	14	56	1 711 611	4	20
4	5 513 935	5	1 406 021	4	25	1 690 348	5	31	2 417 565	5	44
5	11 674 893	10	4 015 090	12	34	2 683 897	7	23	4 975 906	11	43
6	1 743 606	2	64 044	0,2	4	91 707	0,3	5	1 587 855	4	91
7	1 214 668	1,1	469 382	1,4	39	403 409	1,1	33	341 876	0,8	28
Sum	115 447 847	100	34 538 871	100	-	35 817 926	100	-	45 091 050	100	-

3.8 Direktoratenes vurdering av leveransene

På oppdrag fra Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet har NIBIO, NINA, NMBU og NHM gjennom FoU-prosjektet utarbeidet kart over naturskog basert på ulike definisjoner. Prosjektet har hatt stramme rammer knyttet til kostnader og leveransetidspunkt.

Oppsummert vurderer direktoratene at leveransene fra FoU-prosjektet er i tråd med oppdragsbeskrivelsen fra direktoratene. Gitt rammene for prosjektet mener vi at arbeidet som er levert mer enn oppfyller forventningene til leveranse. Samtidig er det viktig å påpeke at det er et klart behov for et videre arbeid for å øke presisjonsnivået og kvaliteten på kartene. I teksten under gir direktoratene en mer utdypende vurdering av leveransene fra FoU-prosjektet.

I prosjektet er det utarbeidet tre ulike nasjonalt heldekkende kart over naturskog basert på ulike definisjoner. Det er i løpet av 2024 gjennomført en betydelig jobb på å utarbeide kartene. Direktoratene vurderer at de, i takt med at de utvikles videre, vil være et nyttig kunnskapsgrunnlag fremover.

Etter vår vurdering har arbeidet bidratt positivt i det å forstå og definere naturskog basert på ulike parametere, herunder å påvise naturskog etter ulike definisjoner gjennom fjernmåling. Gjennom arbeidet med naturskogs nærhet har FoU-prosjektet videreført det arbeidet som tidligere er gjort på skogdynamikk og utviklingen av NiN 3.0.

Samtidig har det vært svært knappe tidsrammer for utarbeidelse av kartene, og det har vært svært kort tid til å utarbeide, kvalitetssikre og vurdere kartleveransene. Dette gjelder både for FoU-prosjektet og for direktoratenes vurdering av leveransene. Forskerne i FoU-prosjektet har presisert at de kartene som nå leveres må betraktes som førsteversjoner med betydelig potensial for videreutvikling. Direktoratene støtter denne vurderingen.

Kartene baserer seg på fjernmåling med bruk av referansedata. Bruk av fjernmålingsdata og modellering har gjort det mulig å produsere første versjoner av landsdekkende kart over naturskog i Norge etter ulike definisjoner. Dette er noe som er etterlyst i flere sammenhenger. Samtidig vil det finnes feilkilder, og det kan ikke forventes at modeller som utarbeides treffer i alle situasjoner. Det vil dermed finnes feil i kartene. Denne feilmarginen kan variere med ulike skogtyper, datakvalitet (f.eks. fotokvalitet/format) og andre forhold.

I dette prosjektet har de stramme tidsrammene gjort det praktisk umulig å evaluere modellene underveis. Dette medfører større usikkerhet sammenlignet med modeller som er grundigere evaluert og etablert gjennom iterative prosesser. For videre utviklingsarbeid er det viktig å klarlegge årsaken til feil, mens det for brukerne er viktigst å vite presisjon på kartet slik det er publisert.

Det er utarbeidet tre ulike kart over naturskog med ulike modellberegninger. Forskjeller i kartene gjenspeiler både ulike tilnærminger til naturskog, og at ulike modeller har ulike styrker og svakheter. Vår vurdering er at alle de tre kartene vil bidra med informasjon om naturskog i Norge.

Anbefalingen fra FoU-prosjektet er at samtlige kart bør publiseres. Direktoratene støtter denne vurderingen, og vi vil derfor gjøre alle de tre kartene offentlig tilgjengelige.

Forskerne har gjennomført enkle valideringer av kartene mot ulike referansedata. Den foreløpige valideringen indikerer at kartene overordnet holder en middels god kvalitet/presisjon, men at det er forbedringspotensial. Direktoratene mener kartene slik de nå foreligger har en akseptabel presisjon som del av et kunnskapsgrunnlag. Kartene bør imidlertid ikke være eneste kunnskapsgrunnlag for forvaltningsbeslutninger, men kan benyttes sammen med andre data og feltverifisering. Samtidig vil vi påpeke at det vil være variasjon i kvalitet avhengig av skogtype, region mv. Dette kan påvirke kartenes anvendelighet og må tas hensyn til ved bruk av kartene. Fremover vil det være behov for at direktoratene gir veiledning i bruk av kartene.

4 Anbefalinger om videre arbeid

4.1 FoU-prosjektets anbefalinger om videre arbeid

FoU-prosjektet peker på at det har vært knappe tidsrammer for arbeidet, og at de leverte kartene må betraktes som førsteversjoner med betydelig potensial for videreutvikling (vedlegg 1). De skriver videre at det er et klart behov for å videreføre prosjektet.

Overordnet peker FoU-prosjektet på behov for å arbeide videre med og forbedre påbegynte modeller som ligger til grunn for kartene. FoU-prosjektets anbefalinger om videre arbeid er beskrevet i prosjektnotatet, og oppsummeres slik i sammendraget (vedlegg 1):

«Det må arbeides videre med påbegynte modeller for å forbedre dem; finne variabler som beskriver død ved bedre, skille skogtyper eller regioner, forbedre bortmaskert skog, inkludere grøfting/fremmede treslag osv. Videre bør det utvikles modeller for å identifisere edellauvskog. Det er også relevant å teste andre moduleringsmetoder, som KI-basert modellering og utvikle fjernmålingsbaserte variabler som representerer skogstrukturen på større areal.

Videre er det behov for en mer omfattende validering av modellene, både statistisk og i felt. Utvalgte artsdata på arter med snevre habitatkrav kan vurderes benyttet i valideringen (som kelo-arter).

Det er mulig å legge til rette for innspill fra bredere grupper, og det er behov for en mer omfattende rapportering, både i form av en rapport og populærvitenskapelig formidling.»

4.2 Direktoratenes anbefalinger om videre arbeid

Direktoratenes vurdering er at vi med arbeidet som er utført i 2024 har kommet et viktig steg videre i å etablere et forbedret kunnskapsgrunnlag for naturskog. Samtidig er det et klart behov for videre arbeid med å forbedre kartene. Vi anbefaler derfor å videreføre det faglige utviklingsarbeidet som det er startet på i 2024.

Tid har vært en begrensende faktor for arbeidet i år. For å sikre en god prosess for det videre arbeidet, anbefaler direktoratene å videreføre FoU-prosjektet over to år dvs. i 2025 og 2026. Det videre arbeidet i FoU-prosjektet må rettes inn mot å dekke forvaltningens behov.

I første omgang er det behov for en mer grundig vurdering, evaluering og kvalitetssikring av det som er gjort i 2024 som grunnlag for å konkretisere videre arbeid. Utviklingsbehov bør deretter konkretiseres og prioriteres av direktoratene i dialog med forskerne som en del av prosessen for videreføring av prosjektet. Noen behov for videre arbeid er likevel pekt på under.

Det er i 2024 kun utarbeidet et utkast til notat fra FoU-prosjektet som følger kartleveransene. Det er behov for å dokumentere arbeidet som er gjort i 2024 i form av en offentlig tilgjengelig fagrapport fra FoU-prosjektet. Det er også aktuelt å etablere vektorversjoner av de etablerte kartene.

Fremover vil det være behov for å videreutvikle metoder og modeller som ligger til grunn for kartene. Det er også behov for et videre arbeid med validering av modellene og fremskaffe gode referanse- og valideringsdatasett. Eventuell feltvalidering og innsamling av referansedata bør samkjøres med andre pågående aktiviteter der det er mulig.

Som del av det videre arbeidet vil det også være behov for å etablere ajourføringsregime for kartene.

5 Referanser

FAO (2023). Terms and Definitions. Forest Resources Assessment 2025. Forest Resources Assessment Working Paper 194. Rome, 2023.

Halvorsen, R., m.fl. 2016. NiN – typeinndeling og beskrivelsessystem for natursystem-nivået. Natur i Norge, Artikkel 3 (versjon 2.1.0). Artsdatabanken, Trondheim. s. 512–517.

Rolstad, J., Framstad, E., Gundersen, V. & Storaunet, K.O. 2002. Naturskog i Norge. Definisjoner, økologi og bruk i norsk skog- og miljøforskning. Aktuelt fra skogforskningen 1-2002.

Skarpaas O. og Halvorsen R. (red). 2022. Skogens dynamikk, struktur og artsmangfold – bakgrunnskunnskap for en ny beskrivelse av skogdynamikk i NiN. NHM Rapport 111.

Smith, A., Granhus, A., & Astrup, R. (2024). An investigation into the age structure of Norway spruce and Scots pine stands in Norway. Ecological Indicators, 167, 112627.

Storaunet K.O. & Rolstad J. 2020. Naturskog i Norge. En arealberegning basert på bestandsalder i Landskogtakseringens takstomdrev fra 1990-2016. NIBIO Rapport 6(44).

Svensson, A. & Dalen, I. S. (red). 2021. Bærekraftig skogbruk i Norge. Norsk institutt for bioøkonomi.

Viken, K. O. 2021. Landsskogtakseringens feltinstruks – 2021. NIBIO BOK: 7(5)2021.

Ørka, H. O., Jutras-Perreault, M.-C., Næsset, E., & Gobakken, T. (2022). A framework for a forest ecological base map – An example from Norway. Ecological Indicators, 136, 108636.

6 Vedlegg

Vedlegg 1. Sammendrag av prosjektnotat fra FoU-prosjektet⁹

Marius Hauglin¹, Ulrika Jansson², Marie-Claude Jutras-Perreault³, Olav Skarpaas⁴, Victor Strimbul¹, Ken Olaf Storaunet¹, Anne Sverdrup-Thygeson³, Julius Wold³, Hans Ole Ørka³

¹ NIBIO, ² NINA, ³ NMBU, ⁴ NHM

Ås, november, 2024.

Sammendrag – til publisering

En prosjektgruppe bestående av forskere fra NIBIO, NMBU, NINA og UiO/NHM ble forespurt om å bistå direktoratene med å etablere et offentlig tilgjengelig kart over naturskog, med utgangspunkt i et oppdrag beskrevet i notat fra Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet 27.juni 2024. Kontrakt ble signert 31. oktober 2024, med leveringsfrist 1. desember.

Prosjektets målsetning har vært todelt:

1. Lage et kart etter definisjonen "*Skog i Norge som har en bestandsalder som tilsier at den er etablert før 1940, og som ikke er flatehogd*".
2. Synliggjøre grad av naturskogsnerhet for all skog, med utgangspunkt i skogdynamikk-prosjektets konklusjoner.

Prosjektgruppen har diskutert hvordan de tre variablene fra NiN3.0 kan beskrives ved hjelp av heldekkende kart som allerede eksisterer eller kan utvikles innen rimelig tid. Vi har også diskutert hvilke andre variable – som sier noe om naturskogsnerhet – som er (heldekkende) tilgjengelige, og kan brukes til å utvikle, eller validere, kart over naturskogsnerhet.

Tilgjengelige datasett, som fjernmålingsdata, SR16 og feltdata fra Landsskogtakseringen har blitt benyttet i en rekke ulike modelleringsøvelser, hvorav følgende tre landsdekkende rasterkartlag nå leveres som et resultat av arbeidet i 2024:

1. Et binært naturskogkart som viser skog med estimert alder >84 år, fratrasket hogstflater og andre former for inngrep (kraftgater o.l.)
2. Et kart med predikert sannsynlighet for naturskog
3. Et kart som viser predikert grad av naturskogsnerhet

I tillegg har vi gjort foreløpige sammenligninger av modellresultatene med kartdata på vernet skog, et kuratert datasett fra NARIN-skogdatabase, samt et datasett spesielt bestilt fra kartleggingsmiljøene på lavereliggende furuskog. Med prosjektets knappe tidsrammer sier det seg selv at kartene vi nå leverer må betraktes som førsteversjoner med betydelig potensial for videreutvikling.

⁹ Dette vedlegget er en direkte gjengivelse av sammendraget i FoU-prosjektets utkast til prosjektnotat, som var en del av leveransen fra FoU-prosjektet til direktoratene 1. desember 2024.

Det er derfor et klart behov for å videreføre prosjektet.

Det må arbeides videre med påbegynte modeller for å forbedre dem; finne variable som beskriver død ved bedre, skille skogtyper eller regioner, forbedre bortmaskert skog, inkludere grøfting/fremmede treslag osv. Videre bør det utvikles modeller for å identifisere edellauvskog. Det er også relevant å teste andre modelleringmetoder, som KI-basert modellering og utvikle fjernmålingsbaserte variabler som representerer skogstrukturen på større areal.

Videre er det behov for en mer omfattende validering av modellene, både statistisk og i felt. Utvalgte artsdata på arter med snevre habitatkrav kan vurderes benyttet i valideringen (som kelo-arter).

Det er mulig å legge til rette for innspill fra bredere grupper, og det er behov for en mer omfattende rapportering, både i form av en rapport og populærvitenskapelig formidling.

Dersom hensikten med å produsere et kart over naturskogs nærhet er å ta vare på viktige skogarealer for framtiden, vil det parallelt med at prosjektet arbeider fram et kvalitetssikret og validert naturskogskart være behov for annet arbeid, som feltundersøkelser av verneverdier og et opplegg for å sikre skogarealene som vurderes å ha høy naturverdi/verneverdi. Alle relevante feltregistreringer vil samtidig kunne brukes i validering og forbedring av modeller og kart.

NiN 3.0 som er lagt til grunn i prosjektet er i utgangspunktet et verdinøytralt system, og grad av naturskogs nærhet er ikke synonymt med grad av naturverdi /verneverdi. Naturkvaliteten i verneverdige skoger kan for eksempel være sterkere knyttet til et kalkrikt jordsmonn enn til trærnes egenskaper. I visse regioner med omfattende hogstpåvirkning og mangel på arealer med høy grad av naturskogs nærhet vil et representativt vern også måtte inkludere et restaureringsperspektiv.