

Notat

Fra: Ellen Arneberg/Terje Krogh/Kjell Tore Hansen
Til: Interne og eksterne brukere
Dato: 06.06.2024
Kopi til: [Klikk for å skrive]

Avgrensning av fjellet i Norge

Innholdsfortegnelse

Oppsummering.....	1
Innledning.....	2
Bakgrunn	2
Definisjon av fjell	2
Spesielt om skoggrensen	4
Skoggrense i eksisterende arealdekkende kart	5
Metode for prototype	7
Datagrunnlaget i metoden	8
Beskrivelse av stegene i metoden	9
Resultat	12
Kommentarer til resultatet.....	12
Vedlegg 1 Relevante studier og kilder.....	13
Vedlegg 2 Fjellmodell Bryn og Potthoff 2018.....	14
Vedlegg 3 Metode for fjellavgrensning	17

Oppsummering

Våren 2024 har Miljødirektoratet arbeidet med å lage en prototype for fjellavgrensning i Norge. Prototypen er ferdigstilt i mai 2024, og er presentert i denne innsynsløsningen [Modellert fjell - webapp \(arcgis.com\)](#) og publisert i vår kartkatalog [Miljødirektoratet - Kartkatalog \(miljodirektoratet.no\)](#). Datasettet er laget for å vise åpne områder over tregrensen i fastlands-Norge. Vi har valgt å lage avgrensingen basert på eksisterende publiserte data, og har dokumentert definisjoner og metode slik at det skal være lett å se hvilke data som inngår, og hvordan de er satt sammen for å få frem avgrensingen. Målet er at prototypen gjennomgås av

ulike brukere og eksperter, og får med eventuelle justeringer før Miljødirektoratet publiserer den som et nasjonalt datasett.

Innledning

En avgrensning av fjellarealet i Norge etterspørres i flere av Miljødirektoratets oppgaver, spesielt innen statistikk- og kart. I arbeidet med å sammenstille et økosystemkart for Norge, og særlig i arbeidet med å gjøre kartet mer relevant for norsk forvaltning, vil vi ha stor nytte av en omforent kartavgrensning av fjellarealene i Norge. Målet med dette prosjektet har vært å lage en digital kartavgrensning av fjellområdene i Norge, som gir tilstrekkelig grunnlag å skille områder i fjellet fra åpne områder i lavlandet. Dette notatet oppsummerer definisjoner, bakgrunn og metode.

Bakgrunn

Det finnes per i dag ikke en avgrensning av fjellarealet i Norge i kart. Fjell er ofte definert som ett av de nasjonale hovedøkosystemene, og det er egne forvaltningsoppgaver knyttet til fjellarealet.

En av oppgavene til Miljødirektoratet er å levere nasjonal statistikk. Blant annet er det behov for statistikk over vernede arealer, over hvor mye vern er det i de ulike økosystemene, for å kunne svare ut på nasjonale mål om representativt vern. Det å skille åpne områder i fjellet fra åpne områder i lavlandet er derfor viktig.

Under gjennomgår vi metoden vi har brukt for å komme frem til en prototype av en digital fjellavgrensning i Norge. Prototypen kan danne utgangspunkt for et omforent kartprodukt, og som kan publiseres i den nasjonale kartkatalogen (GeoNorge). Før dataene gjøres allment tilgjengelig, er viktig at prototypen gjennomgås av ulike fagmiljøer, for å få innspill på om det finnes annet datagrunnlag, definisjoner eller metoder som kan forbedre kartinformasjonen.

Definisjon av fjell

Fjell er definert på mange ulike måter, og noen sentrale begreper om fjell og skoggrense er listet i tabellen under:

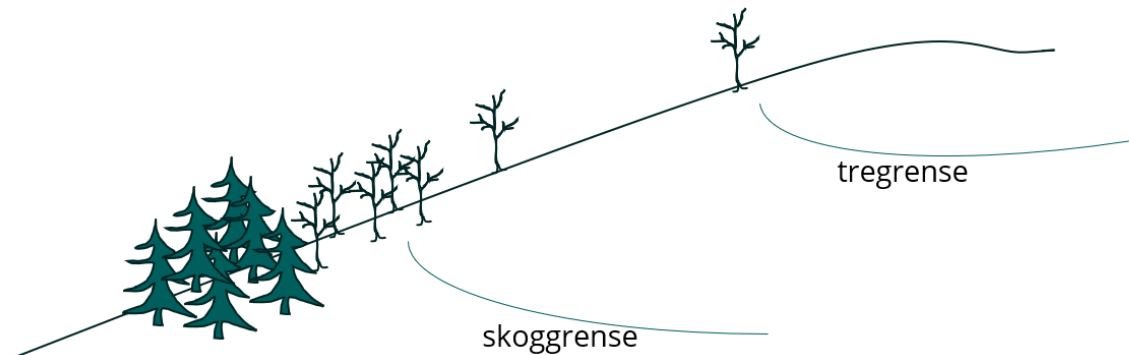
Begrep	Definisjon
Fjell	Her: Arealer over aktuell skoggrensen.
Aktuell skoggrense	Der skogen stopper i dag. = Empirisk skoggrense
Klimatisk skoggrense	Der skogen ville stoppet hvis det bare var klimatiske forhold (temperatur, vind, nedbør) styrer hvor trærne vokser. Næringsmangel, myr dannelse og bratt terreng gjør at skogen sjelden når opp til den klimatiske skoggrensa.
Potensiell skoggrense	Der skogen ville stoppet hvis det bare var naturlige begrensinger som styrte hvor trærne vokser – (jordsmonn/temp/breddegrad/nedbør/terreng)

Empirisk skoggrense	Der skoggrensa er bestemt av edafiske (jordforhold) eller topografiske forhold, eller av kulturpåvirkning. Denne kan ligge langt under den klimatiske skoggrensa. Synonymt med Aktuell skoggrense (Larsson)
Tregrense	En linje mellom der de aller øverste trærne i et område vokser
Skog	<p>Det finnes flere ulike definisjoner av skog. Relevant i Norge/for dette prosjektet er definisjonen i Arealressurskartene til Nibio, siden det er disse som brukes til å tegne skoggrensa.</p> <p>AR5: Areal med minst 6 tre pr dekar som er eller kan bli 5 m høge, og som er jamt fordelt på arealet.</p>

Fjellet defineres ofte som områdene som ligger over skoggrensen eller tregrensen, altså områder med der trær ikke lenger kan vokse fordi de økologiske forholdene blir for tøffe. De viktigste gradientene som bestemmer forekomsten av trær er høyde over havet, avstand til kysten, solforhold, næringsinnhold i jorda, terreng og hvor langt nord man er i landet. Menneskelig arealbruk har også påvirket nivået for dagens skoggrense (aktuell skoggrense/empirisk skoggrense), som ofte ligger lavere enn en naturlig skoggrense (potensiell skoggrense) (Hofgaard 1997).

Arealene som ligger nord for skoggrensen (nord i Finnmark), omtales ofte som arktisk tundra, men inkluderes her i fjellet for å få med alle arealene som er uten trær på bakgrunn av alpine vekstforhold.

I overgangen mellom skog og fjell finner man både en tregrense og en skoggrense. **Tregrensen** defineres ofte ut fra en linje mellom der de aller øverste trærne i et område vokser, mens **skoggrensen** går der flere trær vokser sammen og danner sammenhengende skog. Tregrensen og skoggrensen kan mange steder være den samme, men ofte ligger tregrensen 10 til 50 meter høyere enn skoggrensen. (kilde: [Volden og Horvath 2016](#)). Vi har i dette prosjektet satt grensen for fjell ved skoggrensen.



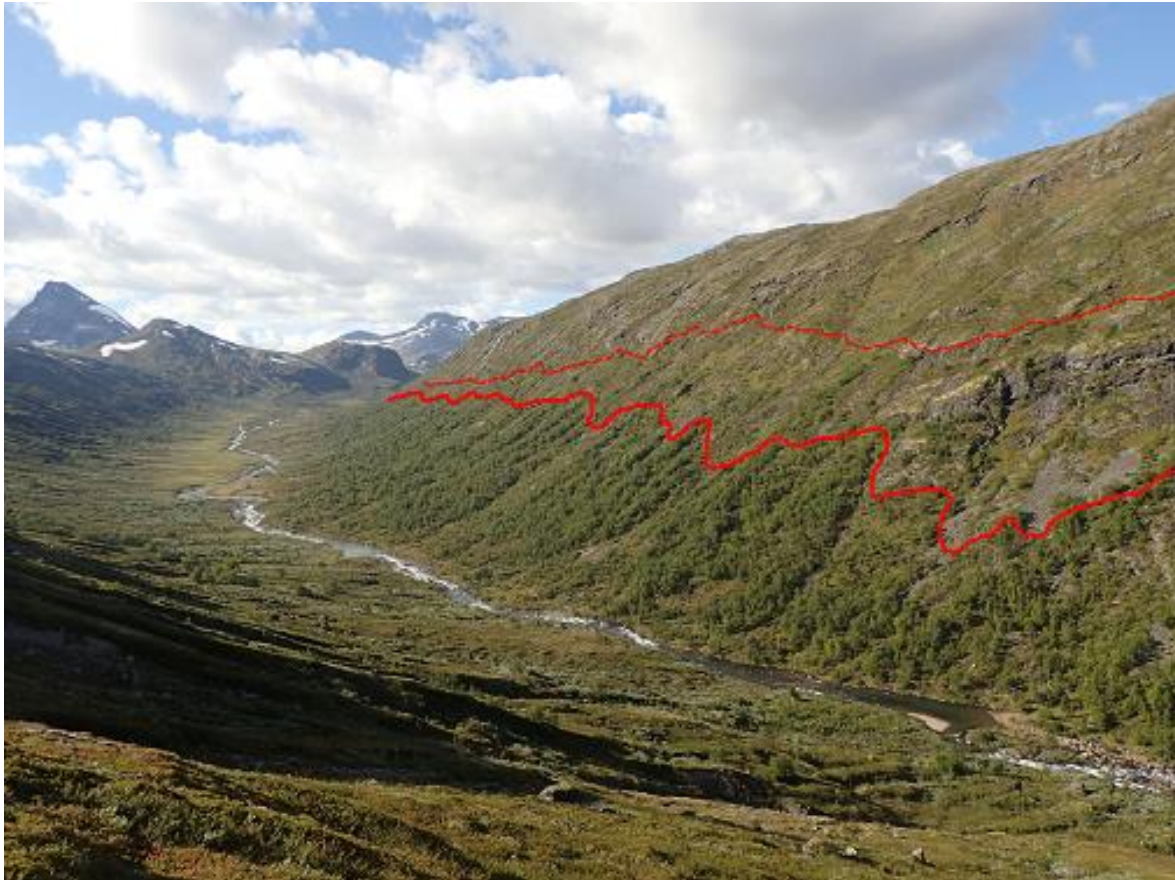
Figur 1 Illustrasjon av tregrense og skoggrense (Ellen Arneberg)

Endringer i skoggrensen mot fjell er en kjent økologisk dynamikk, som er mye studert i Norge (se for eksempel [Mienna et al 2022](#)). Endringene skjer relativt langsomt, og de skjer både som følge av klimaendringer (klimatisk skoggrense og potensiell skoggrense) og endringer i menneskers bruk av naturen (aktuell skoggrense og empirisk skoggrense). Menneskelig påvirkning (hogst til jernutvinning, gruvedrift, setring osv.) og ulike former for beiting, har i mange områder holdt skoggrensen lavere enn den ville ha vært uten menneskelig påvirkning.

Vi har i dette prosjektet brukt eksisterende kartdata, og tatt utgangspunkt i skoggrensen i den første versjonen av kartet Hovedøkosystemer i Norge. Fjellgrensen blir derfor relativt statisk, fordi skoggrensen som inngår (AR50/FKB AR5) per i dag ikke oppdateres ofte nok til å fange opp endringene. På sikt vil denne type endringer sannsynligvis fanges opp i kartgrunnlaget. Kartverket og NIBIO jobber med en felles skoggrense som blant annet lages ved fjernmåling, som har større potensiale for oppdatering. Miljødirektoratet har også satt i gang en kartlegging av natur i fjellet, som vil bruke grensen for fjell fra denne prototypen. Dette vil gi erfaring med hvordan prototypen treffer.

Spesielt om skoggrensen

Skoggrensen i Norge er hovedsakelig bjørkeskog, noe som er ganske unikt for Norge og Skandinavia. I de fleste andre land er de siste skogene opp mot fjellet ulike barskogtyper. Lokalt kan denne skoggrensen variere betydelig fra en nordvendt skråning (lavere) til i en sørvendt skråning (høyere) i den samme dalen. Slike forhold må tas hensyn til for å få en riktig representasjon av hvor skogen vokser. Dagens arealressurskart er tolket fra flyfoto og gir den reelle skoggrensen, og tar derfor også hensyn til hvor skogen faktisk vokser, men de kan være utdaterte fordi det i noen områder er lenge siden flyfototolkningen ble foretatt.



Figur 2 Bildet viser tregrensa (øverst) og skoggrensa (nederst). Legg merke til at skoggrensa er høyere på høyre side av dalen enn på venstre. Dette skyldes sannsynligvis at den ene dalsiden er sørvendt og har jevnt over høyere temperaturer enn på den nordvendte (bilde Peter Horvath, illustrasjon Heidruns blogg).

I fjellet påvirkes tregrensa av temperatur og lengden på vekstsesongen. Langs kysten er det en tregrense mot de åpne lyngheiene. Her er det ikke temperaturen som setter grensa, men oftest vindslit, beiting og lyngbrenning i tidligere tider.

Skoggrensa faller fra innlandet ut mot kysten, og fra sør mot nord. På sør- og vestlandskysten ligger skoggrensa på 500–600 m. I Troms ligger den på 200–600 m, og lengst nord i Finnmark faller den til havnivå, dvs. at den alpine skoggrensa sammenfaller med den polare. Nord for denne grensen er klimaet og økologien mer lik den i fjellet ellers i landet, enn den mot kysten.

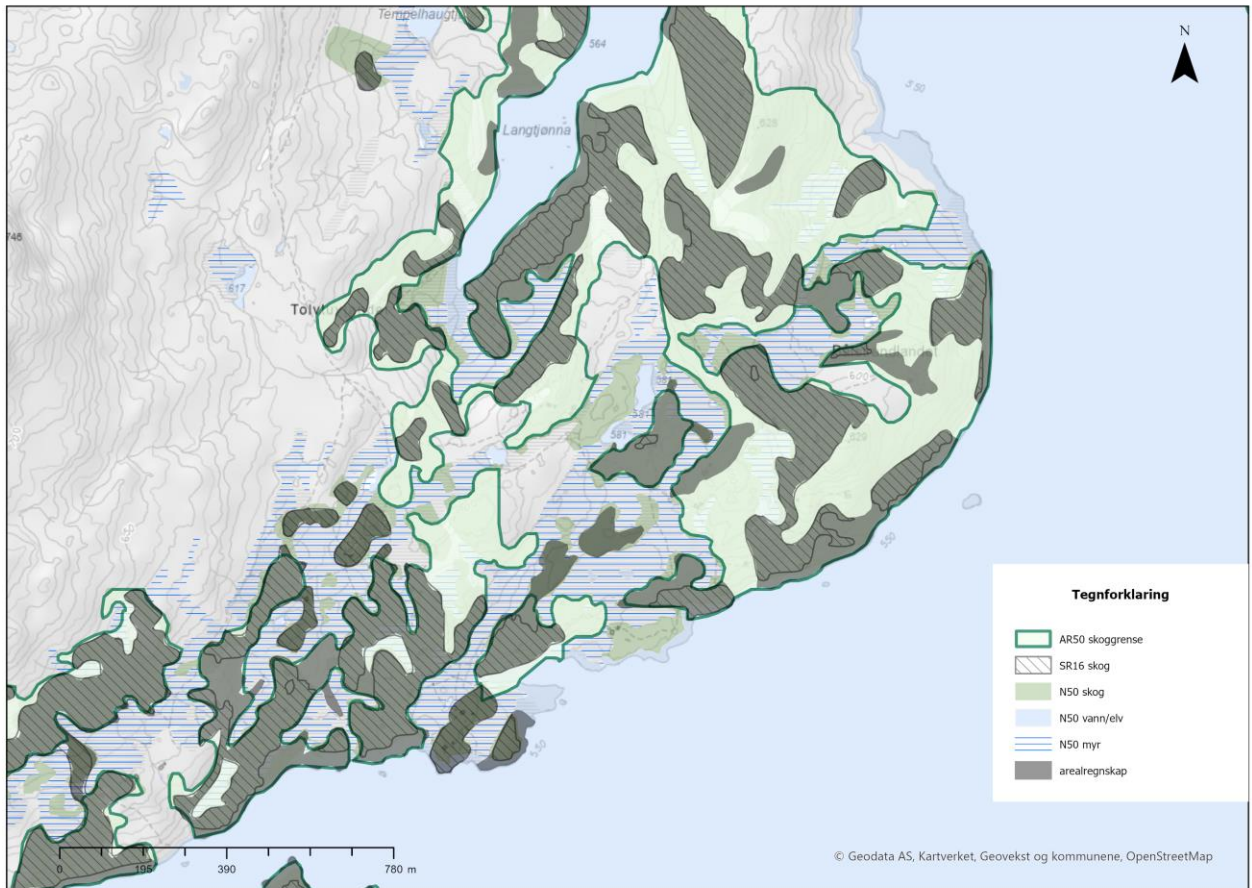
Skoggrense i eksisterende arealdekkende kart

Gjennomgangen av ulike heldekkende kart som angir skogens utbredelse i Norge, viser at det ikke er samsvar i avgrensingen i eksisterende kartgrunnlag. Noe av grunnen er ulik generalisering (AR5 og AR50), noe skyldes ulik definisjon av skog, og noe skyldes oppdateringsfrekvens (N50). Vi er kjent med at NIBIO og Kartverket ser på denne problemstillingen, og utdyper ikke dette videre her.

I tabellen under har vi satt opp en oversikt over heldekkende kartdata for skogarealet i Norge. NIBIO har AR-serien, mens Kartverket vedlikeholder N-serien, hvor det mest detaljerte er N50.

Kart	Skoggrense	
AR5	Kartlagt på 70-tallet, bare delvis oppdatert	Geonorge.no
AR50	Generalisert fra AR5, se over.	Geonorge.no
N50	Årlig oppdatering av kartblader, men tidkrevende og kun få kartblader i oppdateres pr år	Geonorge.no
SR16	Skogavgrensning hentes fra oppdatert AR5 Fra Skogressurskartet SR16 er et heldekkende datasett som gir oversikt over utbredelsen og egenskaper ved landets skogressurser. SR16 brukes blant annet til å oppdatere skoginformasjonen i AR5.	Henter fra AR5 og oppdaterer AR5 Geonorge.no
Hovedøkosystemer i Norge	Hentes fra AR50	Geonorge.no
Grunnkart Arealregnskap	Hentes fra AR5, og AR50 der AR5 mangler	Geonorge.no

Vi har tatt med et kartutsnitt som belyser problemstillingen med ulike skogavgrensning eksisterende data for Rana kommune.



Figur 3 Sammenstilling av de ulike skogmaskene for Rana kommune (Terje Krogh)

Metode for prototype

Vi har satt opp noen egenskaper ved kartet for å avgrense oppgaven inn mot de kjente bruksområdene

- Kartet skal være nasjonalt og heldekkende
- Avgrensingen kan være relativt grov, men avstemt med eksisterende kartgrunnlag
- Avgrensingen skal være et binært produkt – fjell/ikke fjell
- Definisjonen av fjell er arealer over og nord for aktuell skoggrensne

Mulige bruksområder

- Avgrensingen kan brukes i ulike fagsystemer for å skille åpne områder over og under skoggrensne i kart.

- Avgrensningen bør kunne gi grunnlag for å gjøre analyser av hvor mye av det vernede arealet som ligger i fjellet
- Hvis produktet blir godt nok, bør avgrensningen kunne definere forvaltning av arter over og under skoggrensen (eksempel jakt)
- Avgrensning kan brukes sammen med det nasjonale grunnkartet for bruk arealregnskap for å skille åpne områder i fjellet fra åpne områder i lavlandet, myr i fjellet fra myr i lavlandet osv.
- Gir mulighet for å definere en ytre avgrensning av fjellkartleggingen som startes opp i 2024.

Datagrunnlaget i metoden

I desember 2023 publiserte Miljødirektoratet en første versjon av et hovedøkosystemkart for Norge i samarbeid med NIBIO og NINA. Kartet er basert på Arealressurskartet (AR50) kodet om til økosystemtyper etter en typologi som er utviklet av Eurostat i forbindelse med naturregnskapsarbeidet ([Eurostat guidance note on ecosystem extent accounts - version December 2023 \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&code=sdg-15.5.1&plugin=1)).



Figur 4 Et utsnitt fra kartet hovedøkosystemer i Norge

I hovedøkosystemkartet for Norge vil de åpne områdene i fjellet hovedsakelig finnes i følgende to klasser:

- **Klasse 5 - Hei og åpen vegetasjon**

Denne klassen inneholder ulike typer snaumark som bart fjell, blokkmark, impediment, skrinn og flekkvis vegetasjon fra AR50-kartet.

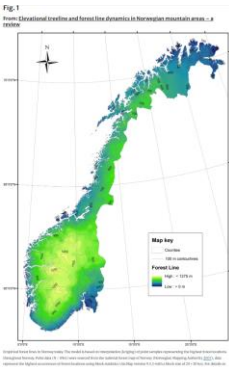
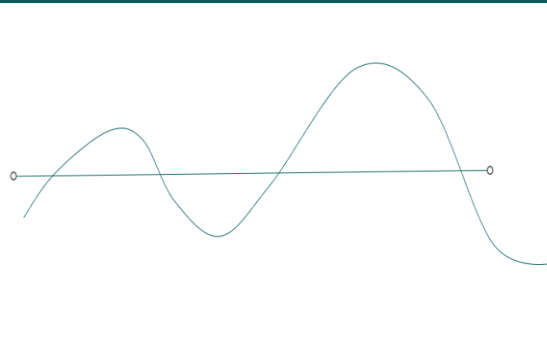
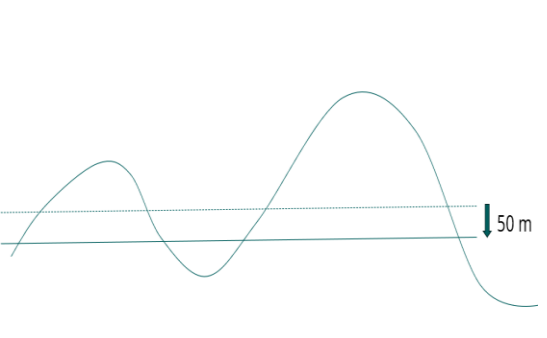
- **Klasse 6 - Lite vegeterte mark.**

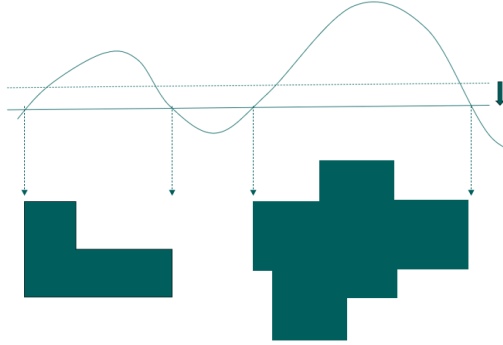
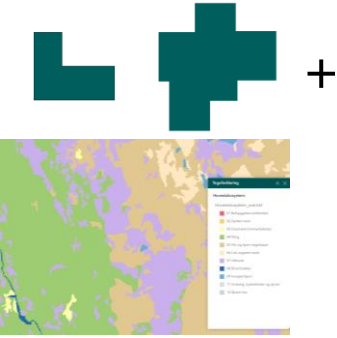
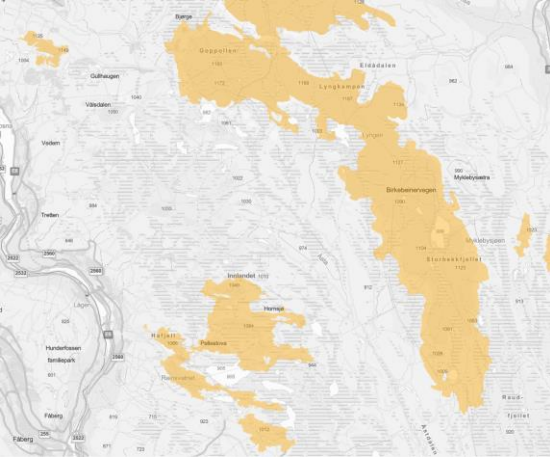
Denne klassen inneholder resten av snaumarkstypene som er sammenhengende tørr til frisk vegetasjon og frodig vegetasjon.

Mer informasjon om klassene i hovedøkosystemkartet dokumentert i rapporten [NIBIO Brage: Hovedøkosystemkart for Norge \(unit.no\)](#). Disse to klassene vil også finnes som åpne områder i lavlandet, og vi ønsket å sammenstille kartet med en modell som viser hvor fjellet er. Vi har vært i kontakt med fagpersoner hos NINA, NIBIO og Naturhistorisk Museum på Tøyen som alle har anbefalt oss å bruke modellen som er publisert i en artikkel av Bryn og Potthoff i 2018. Vi har ikke funnet andre kart/modeller som gir bedre representasjon av fjellet, og valgte å bruke denne inn i våre analyser. Bryn & Potthoff 2018: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-018-0670-8>.

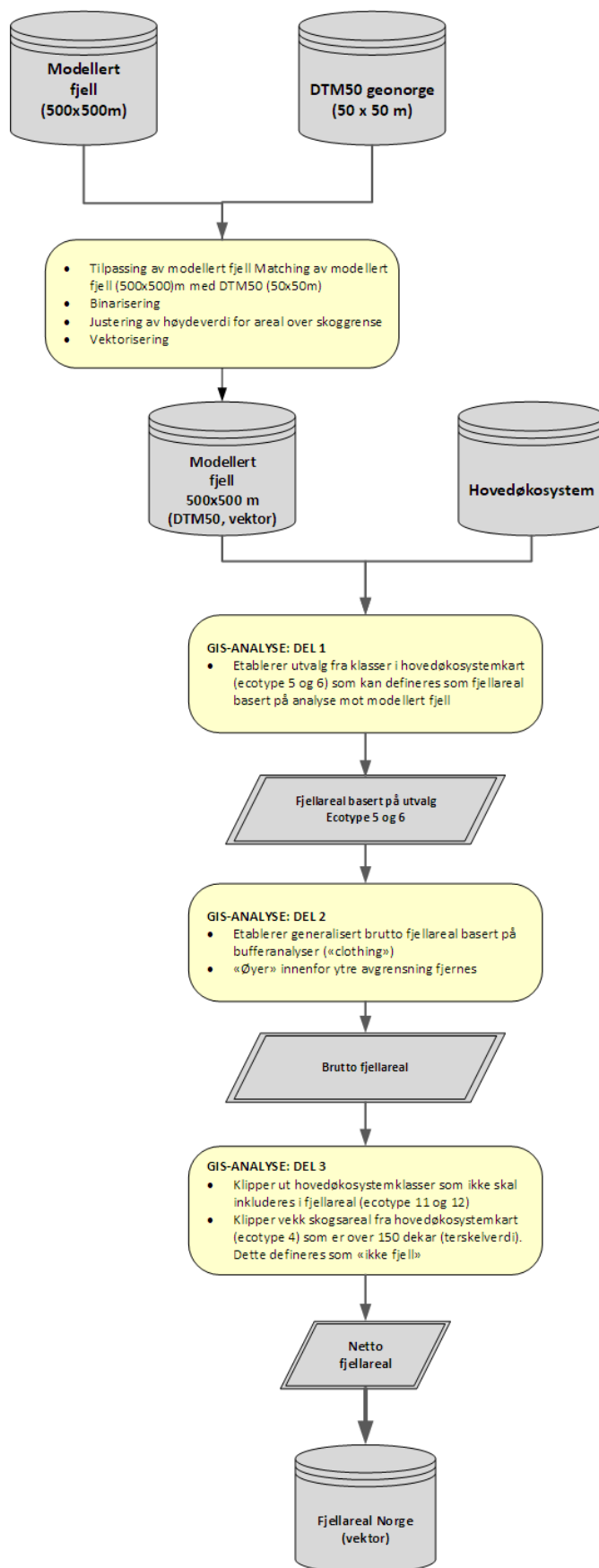
Beskrivelse av stegene i metoden

Med utgangspunkt i de to datasettene over, utviklet vi metoden for fjellavgrensning. En forenklet forklaring av metoden ligger i denne tabellen:

Steg	Metode	
1		Vi tar utgangspunkt i Bryn og Potthoffs modell for fjell for å finne åpne områder over skoggrensen (se vedlegg 1). Bryn og Potthoff har ved hjelp av litt over 1000 prøveflater og interpolering, modellert en grov fjellgrense for hele landet. Vi bruker den grove modellen for å si hvor det er fjell i Norge.
2		For å klippe ut arealene over skoggrensen fra arealene under skoggrensen fra modellen i steg 1, bruker vi en digital høydemodell fra Kartverket (50x50 m) som vi tilpasser til samme rutestørrelsen som i modellen i steg 1 (500x500m)
3		Vi trekker fra 50 m for å få med mer fjell – dette fordi modellen utelater en del åpenbare fjellområder Dette er gjort etter anbefaling fra Anders Bryn.

4		<p>Polygonene vi fikk som resultat fra steg 3 (klippingen av modellen) bruker vi videre inn i arbeidet med å definere fjellareal i Norge.</p>
5		<p>De modellerte polygonene med fjell kombineres med hovedøkosystemkartet (Hovedøkosystemer versjon 1) og henter ut de åpne arealklassene som ligger over skoggrensa.</p>
6		<p>Vi starter med en overlagsanalyse mellom modellen for fjell fra Bryn og Potthoff (dvs arealer over skoggrense minus 50 m) og Hovedøkosystemer versjon 1.</p> <p>a) Overlappende polygon fra modell ("intersect") med klasse 5 og 6 fra Hovedøkosystemer i Norge- versjon 1</p> <p>b) Klasse 5 som ligger inntil klasse 6 polygon fra a). Deretter Klasse 6 polygon som ligger inntil klasse 5 polygon.</p> <p>c). Generalisering av fjellgrensa. Hovedformålet med dette er å lukke små daler/elver som åpenbart skal være en del av fjellarealet.</p> <p>d). Hvis skog innenfor fjellavgrensingen er større enn 150 da lager vi et hull i fjellavgrensingen. Skog under 150 da blir med i fjell</p>

Den detaljerte beskrivelsen av metoden er lagt i vedlegg 3. Vi har også laget dette sammendraget av stegene i metoden:



For et mer detaljert diagram av metoden, se vedlegg 3.

Resultat

- Vi har lagt resultatet fra prosjektet i en ArcGisOnline Webapp: [Modellert fjell - webapp \(arcgis.com\)](#)
- Det er etablert en egen karttjeneste for resultatet (ArcGIS-rest og WMS). Mer informasjon om fjellavgrensingen og metadata om karttjenesten er dokumentert på i Miljødirektoratets kartkatalog: [Miljødirektoratet - Kartkatalog \(miljodirektoratet.no\)](#)

Kommentarer til resultatet

Vi har undersøkt resultatet i kjente områder (look and feel), og ser at kartet i stor grad gir en god avgrensning av fjellet på et mer overordnet nasjonalt og regionalt nivå, og særlig i de store fjellområdene i Sør- og Midt-Norge.

Når vi zoomer inn i kartet oppdager vi svakheter både ved at områder som ikke er fjell utfigureres som fjell (Valer i Østfold, Frøya, Hitra, Smøla) og områder som åpenbart er fjell ikke blir fanget opp. Områder med mosaikkpreget landskap med våtmark og små vegetasjonsløse plataer og hei i mosaikk, blir heller ikke tatt inn i fjellavgrensingen når de ikke er omringet av fjell. Vi kunne ha utviklet metoden til å få med slike områder ved å lage flere regler for utvalg av klasser, men ønsker å holde antall steg på et minimum inntil vi har fått innspill på denne måten å gjøre dette på.

Vi har definert fjell som arealene over aktuell skoggrense. Skoggrensen i kartet er hentet fra hovedøkosystemkartet (Hovedøkosystemer i Norge – versjon 1), og det vil i praksis være avvik pga manglende oppdateringer i grunnlagsdata (AR5/AR50). Dette vil man for eksempel se i områder med oppdaterte flybilder, vet at skoggrensen i kartet ikke stemmer overens med skoggrensen på bildet.

I en tidlig kjøring av metoden brukte vi modellen til Bryn og Potthoff 2018 uten justering. Resultatene viste da at metoden generelt fanget opp for lite fjell. Anders Bryn anbefalte oss som en enkel løsning å senke modellen med 50 meter. Vi testet ut analysemodellen ved å senke høyden med 15, 20 og 50 meter, og konkluderte med at 50 meter ga best resultat. Selv om vi da får med områder som mest sannsynlig ikke er fjell, særlig ut mot kysten. Mange av disse områdene blir imidlertid ikke med i endelig fjellavgrensing, fordi de ligger i skog, og blir fjernet av metoden vi bruker.

Den enkle løsningen med å senke fjellet med 50 meter, er ikke ideell. Modellen til Bryn og Potthoff vil sannsynligvis gi en bedre representasjon av fjellet ved å legge til flere kjente punkter i terrenget i analysemodellen. Den beste måten å få kartet til å gi en mer presis avgrensning av fjellområder vil sannsynligvis være å gjenta arbeidet til Bryn og Potthoff fra 2018, men med flere punkter inn i modellen. Det vil gi en mer finstemt representasjon av skoggrensen i ulike deler av Norge.

Måten polygoner er oppdelt på i Hovedøkosystemer i Norge får også konsekvenser for resultatet. I områder der klasse 5 Hei og åpen vegetasjon og 6 Lite vegetert mark, ligger i mosaikk med for eksempel Klasse 7 Våtmark, ser vi at områder som naturlig inngår i et fjellparti ikke blir med fordi metoden tar bare med klasse 5 og 6 som ligger inntil hverandre. Kommer det en myrpolygon (klasse 7) og skiller disse to klassene vil de bryte sammenhengen.

Ved å koble modellen til Bryn og Potthoff til mer detaljert avgrensning av skogen slik som vi har gjort, har vi laget et kart som gir et tilsynelatende mer presis avgrensning av fjellet. Vi har vurdert om vi skal generalisere fjellkartet noe slik at kartet ikke gir inntrykk av å gi helt korrekt avgrensning på detaljert nivå. Samtidig er skoggrensen slik den foreligger i Hovedøkosystemkartet allerede generalisert til et kjent nivå (AR50), så vi har ikke gått videre på generalisering av fjellgrensen i denne første prototypen.

I steg 2.1 generaliserer vi kartet ved å bufre 200 meter. Størrelsen på bufferen ble utprøvd og vi fant at 200 meter ga en god generalisering i områder vi undersøkte. Hovedformålet var å få lukket små daler/elver som åpenbart skal være en del av fjellarealet. Denne bufferen kan endres, hvis en ser at det gir et bedre resultat.

Vi har valgt å la skogområder mindre enn 150 da inngå i fjellarealet (steg 3.2, vedlegg 3). Dette er en forutsetning som kan endres dersom en ser at det gir u hensiktsmessige avgrensninger.

Vår konklusjon er at metoden gir et overordnet godt resultat som kan gi en akseptabel nasjonal og regional oversikt over fjellområdene. Det vil alltid være ønskelig å kunne lage en fjellavgrensning som også kan brukes mer lokalt, og som kan oppdateres ved jevne mellomrom til slik at den fanger opp endringer over tid.

Vedlegg 1 Relevante studier og kilder

Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge. Vegetasjon. Statens kartverk, Hønefoss
John Y. Larsson Skoggrensa i Norge - indikator på endringer i klima og arealbruk John Y. Larsson Skoggrensa i Norge
Bakkestuen et al 2009 NINA Brage: Klimaendringer og Norges vegetasjon. Hvordan påvirkes vegetasjonsmodeller av ulike klimascenarier?
Horvath et al 2019: Distribution modelling of vegetation types based on area frame survey data - Horvath - 2019 - Applied Vegetation Science - Wiley Online Library

Bryn og Potthoff 2018: Elevational treeline and forest line dynamics in Norwegian mountain areas – a review <https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-018-0670-8>

Hoffgaard 1997:

Inter-Relationships between Treeline Position, Species Diversity, Land Use and Climate Change in the Central Scandes Mountains of Norway. www.jstor.org/stable/2997351

Mienna et al 2022 [Land cover classification of treeline ecotones along a 1100 km latitudinal transect using spectral- and three-dimensional information from UAV-based aerial imagery - Mienna - 2022 - Remote Sensing in Ecology and Conservation - Wiley Online Library](#)

Artsdatabanken: [6SO Bioklimatiske soner \(artsdatabanken.no\)](#)

[6SE Bioklimatiske seksjoner \(artsdatabanken.no\)](#)

[Bioklimatisk seksjon: Åpne data fra Artsdatabanken](#)

Vedlegg 2 Fjellmodell Bryn og Potthoff 2018

[Elevational treeline and forest line dynamics in Norwegian mountain areas – a review | Landscape Ecology \(springer.com\)](#)

Appendix 1: Data and methods used to prepare Figure 1

The updated regional empirical forest line map of Norway presented in Figure 1 is based on four map sources, all provided by the Norwegian Mapping Authority:

1. A digital elevation model (20 × 20 m resolution; DTM 20)
2. A vector forest layer covering the entire area of Norway (N50)
3. The outline of Norway (N50)
4. Counties in Norway (N50)

All four maps are intentionally adapted for use at a scale of 1:50,000. The forest layer was updated in 2007. It is based on aerial photo interpretation, and is therefore not necessarily in accordance with more detailed studies that are based on field sampling. See Bryn et al. (2013) for a detailed description of errors and uncertainties related to the forest layer used for modelling the regional empirical forest line.

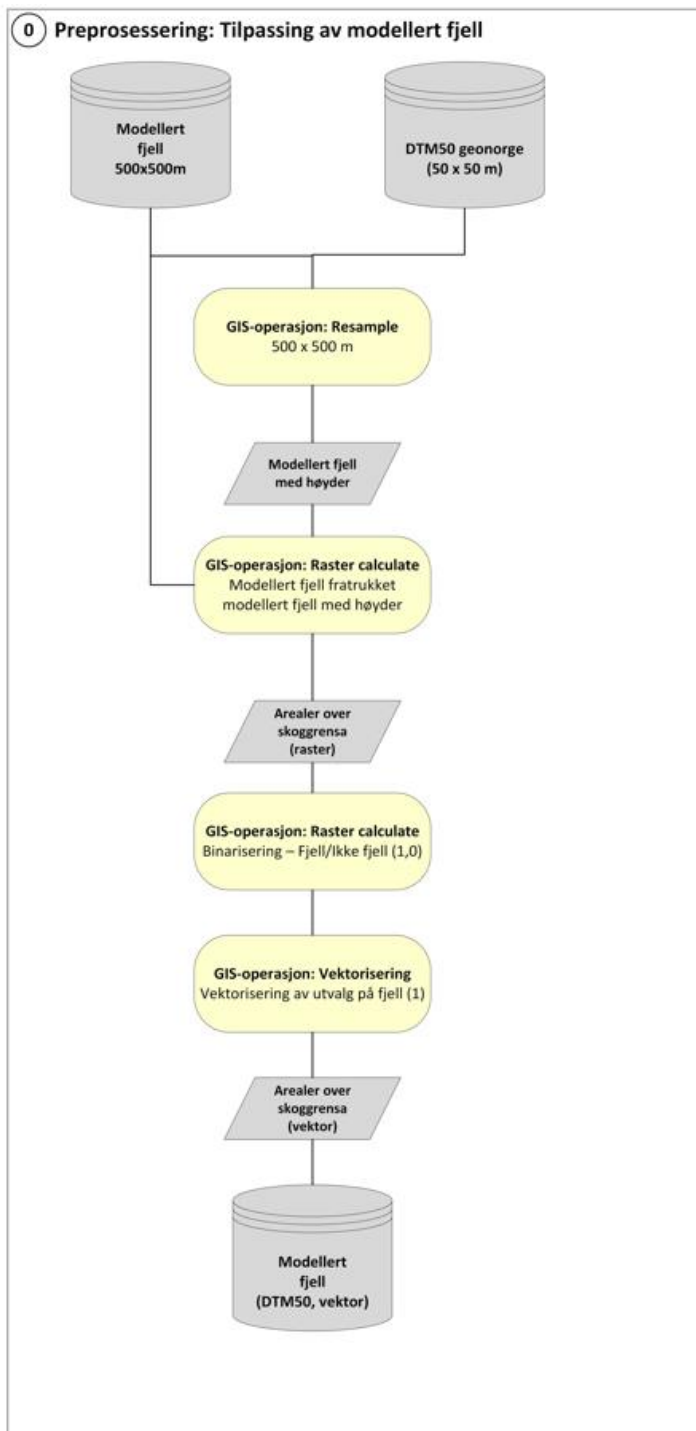
All GIS analyses have been carried out in ArcGIS (version 9.3.1 with Hawth's Tools extension), and all the following methods refer to tools within the same software.

The model is based on interpolation (kriging) of point samples representing the regionally (20 km search distance) highest forest locations throughout Norway. The following model scheme, analyses, and settings were used:

1. Import of all map layers, defining map projection, etc.
2. Conversion of forest vector layer to raster format
 Conversion tool
 To Raster
 Polygon to Raster (enforce 25×25 m resolution)
3. Add elevation to forest raster
 Spatial Analyst Tools
 Extraction
 Extract by Attributes
4. Find highest regional forest locations
 Spatial Analyst Tool
 Neighbourhood
 Block Statistics (20×20 km distance, Statistics type MAXIMUM)
5. Create points to be used for interpolation
 Hawth's Tool
 Sampling Tools
 Generate Regular Points (20×20 km, centre coordinates of Blocks (from 4))
6. Delete points outside Norway
 Analysis Tools
 Extract
 Clip (DTM cover of Norway; 1054 points left)
7. Provide elevation from the regionally highest Block Statistics (Task 4) to the points
 Spatial Analyst Tool
 Extraction
 Extract values to points (maximum altitude from Block Statistics to points)
8. Manual interpolation of 10 missing points, where forest is absent within the Blocks (from Task 4)
 Calculated by interpolating (average) the elevation from the three or four nearest points
 Add the 10 additional points to complete the point sample now covering the whole of Norway ($N = 1064$)
9. Interpolate regional climatic forest lines from total point sample ($N = 1064$)
 Spatial Analyst Tool
 Interpolation
 Kriging ($N = 1064$, Ordinary Kriging, Spherical, Fixed distance $24,000$ m, enforced resolution 500×500 m)
10. Detailed removal of areas outside mainland Norway and large islands
 Spatial Analyst Tool

- Extraction
 - Extract by Mask (Outline of Norway)
- 11. Generate forest line zones
 - Spatial Analyst Tool
 - Surface
 - Contour (enforced 100 m intervals)
- 12. Cartography
 - Layout View
 - Add counties, Geographical frame, etc.
 - Insert key, north arrow, etc.
- 13. Figure
 - Export figure

Vedlegg 3 Metode for fjellavgrensing



1 DEL 1: GIS-analyse av klasser fra hovedøkosystemkart mot fjellmodell

Ecotype	Ecotype beskrivelse	Gruppe	Klipp	Terskel areal
1	Bedyptegelseskamferdsel	0	0	
2	Dyrket mark	0	0	
3	Grasmark (Innmarksbeite)	0	0	
4	Skog	0	1	0.15 km2
5	Høi og åpen vegetasjon	2	0	
6	Lite vegetert mark	1	0	
7	Våtmark	0	0	
8	Elver og bekker	0	0	
9	Innsjøedde	0	0	
11	Svaberg, kystbrender og dyner	0	0	
12	Åpent hav	0	1	0 km2



Ecotype = 5
Ecotype = 6

STEG 1.1
GIS-operasjon: Intersect
Gruppe 1 + 2 -> Modellert fjell
(ecotype 5 og 6)

Utvalg av alle objekter for ecotype 5 og 6 som berører modellert fjellareal

Utvalg Ecotype 5 og 6

Invert selection

Invers utvalg Ecotype 5 og 6

Ecotype = 5 og 6

Ecotype = 5

Ecotype = 6

STEG 1.2
GIS-operasjon: Intersect
Utvalg ecotype 5 - Invers utvalg ecotype 6

Legger til alle objekter av invers utvalg for ecotype 5 som grenser til eksisterende utvalg for ecotype 6.

Utvalg Ecotype 5 og 6

STEG 1.3
GIS-operasjon: Intersect
Utvalg ecotype 5 og 6 -> Invers Utvalg ecotype 6

Legger til alle objekter av invers utvalg for ecotype 6 som grenser til eksisterende utvalg for ecotype 5 og 6.

Utvalg Ecotype 5 og 6

STEG 1.4
GIS-operasjon: Dissolve
Utvalg ecotype 5 og 6

Kjører dissolve på utvalg og lager heldekkende areal

Fjellareal basert på utvalg Ecotype 5 og 6

