

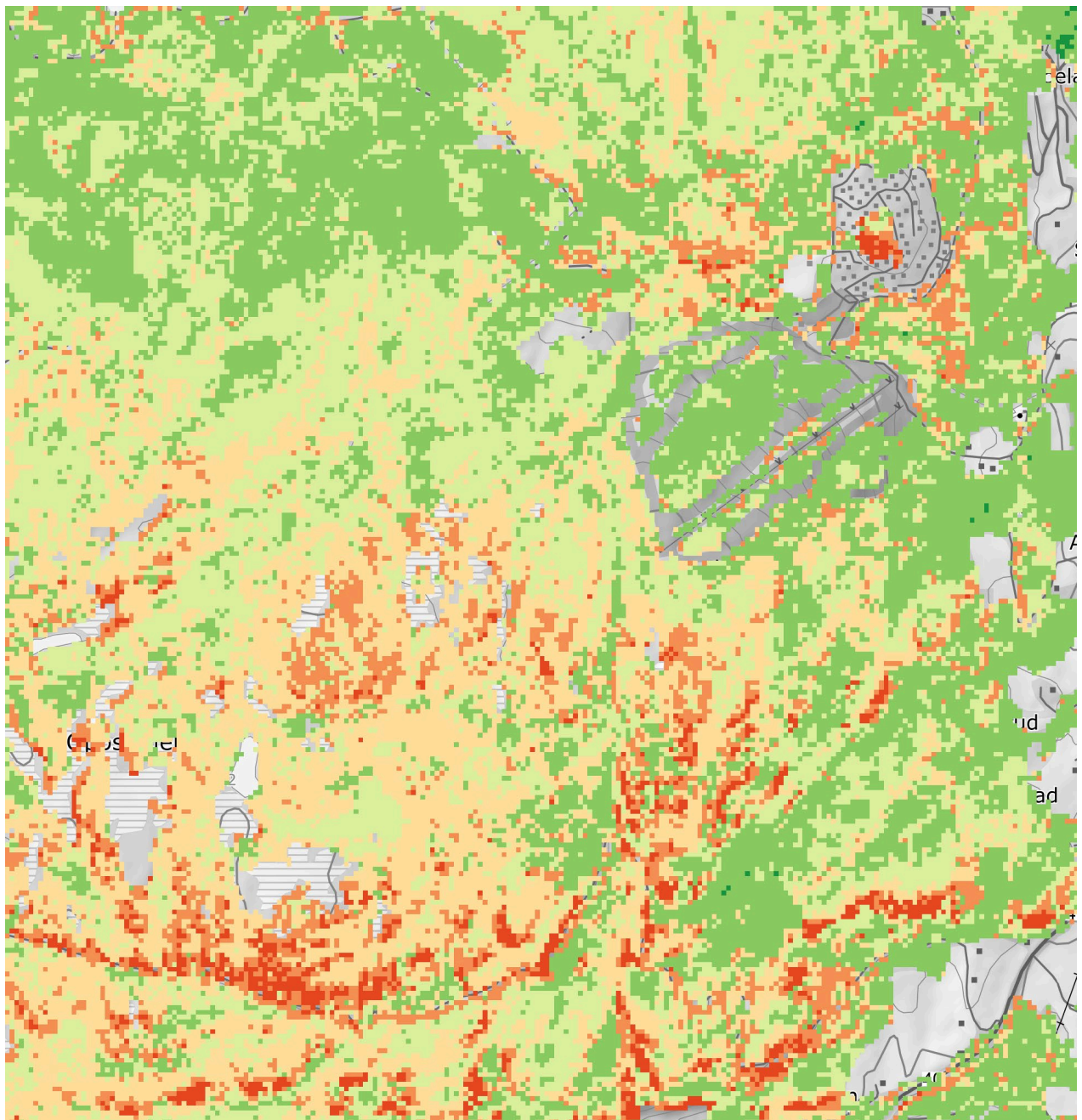


NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Kartlegging av skogbrannpotensiale basert på informasjon om terreng og vegetasjon fra fjernmåling

NIBIO RAPPORT | VOL. 7 | NR. 162 | 2021



Marius Hauglin, Ken Olaf Storaunet
Divisjon for skog og utmark

TITTEL/TITLE

Kartlegging av skogbrannpotensiale basert på informasjon om terreng og vegetasjon fra fjernmåling

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Marius Hauglin og Ken Olaf Storaunet

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
21.10.2021	7/162/2021	Åpen	51030	18/01280
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02929-8	2464-1162	25		

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Oppdragsgiver

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Kontaktperson

STIKKORD/KEYWORDS:

Skogbrann, skogkartlegging, fjernmåling.

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Skogkartlegging, skogbrann

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Rapporten dokumentere metodikken bak kartlag over skogbrannpotensiale. I planlegging av eventuelle preventive forvaltningstiltak, beredskapstiltak og i arbeidet med å slukke skogbranner er det viktig å ha god oversikt over skogen og potensialet for at en skogbrann vil spre seg hvis det begynner å brenne. I prosjektet har vi beregnet skogbrannpotensiale i et raster med 16 m oppløsning, basert på et sett med grunnlagsdata som beskriver terreng- og vegetasjonsegenskaper. Grunnlagsdataene er generert med bruk av fjernmåling. For egenskapene treslag, bonitet, hogstklasse, terrenghelling og eksposisjon er det beregnet delindeksverdier. Disse er vektet sammen og gir en indeksverdi for skogbrannpotensiale på mellom 0 og 100. Det er i beregningen av den endelig indeksverdien også tatt med informasjon om markfuktighet og høyde over havet. Det er produsert et kartlag for skogområder på sør- og østlandet, tilgjengelig i DSB sin kartløsning. Kartlaget kan danne grunnlag for videre utvikling, for eksempel i kombinasjon med Meteorologisk institutts skogbrannfareindeks.

LAND/COUNTRY:

Land

FYLKE/COUNTY:

Fylke

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Kommune

STED/LOKALITET:

Sted

GODKJENT /APPROVED

Bjørn Håvard Evjen

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Marius Hauglin

NAVN/NAME



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Denne rapporten dokumentere metodikken som er brukt i utviklingen av et kartlag som viser skogbrannpotensiale. Utviklingen er gjort ved NIBIO, med en referansegruppe bestående av representanter fra skogeiere, brannvesen, forsikringselskap og offentlig forvaltning. Prosjektet er finansiert med midler fra Utviklingsfondet for skogbruket (prosjektnr. 18/79499), Skogtiltaksfondet (prosjektnr. B-2019-08) og Skogbrand forsikring.

Ås, 21.10.21

Marius Hauglin

Innhold

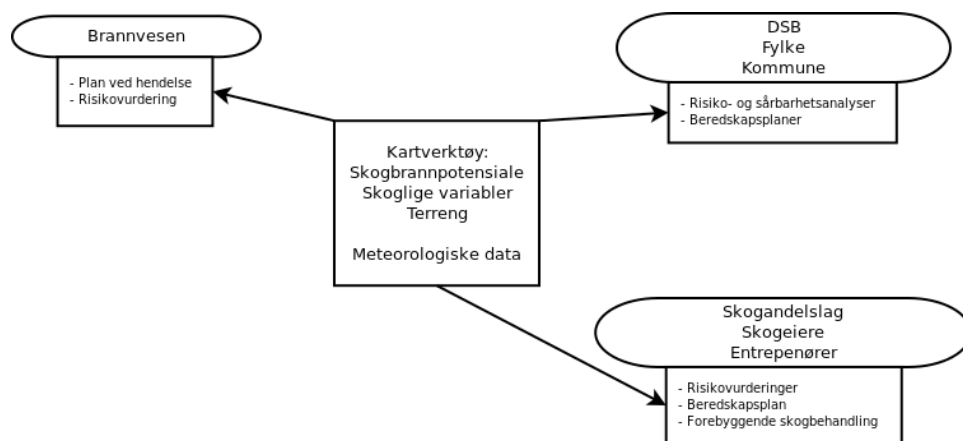
1	Bakgrunn.....	5
2	Metode	7
2.1	Grunnlagsdata	7
2.1.1	Terreng	7
2.1.2	Skogressursdata	7
2.1.3	Markfuktighet	8
2.2	Delindekser	8
2.2.1	Delindeks – treslag	9
2.2.2	Delindeks – bonitet	10
2.2.3	Delindeks – volum og middelhøyde	11
2.2.4	Delindeks - helling	12
2.2.5	Delindeks - hellingsretning	13
2.3	Beregning av samlet indeksverdi	14
2.3.1	Justering - markfuktighet	15
2.3.2	Justering - høyde over havet	16
2.4	Kartlag og klasser	17
2.4.1	Visualisering	17
2.4.2	Tilgjengelighet	17
2.5	Evaluering	18
3	Diskusjon.....	23
	Litteraturreferanser.....	25

1 Bakgrunn

Klimaendringene vil kunne gi seg utslag i perioder med ekstrem tørke og dermed økt skogbrannfare i Norge. Sommersesongen 2018 var det flere store skogbranner i Sverige, og mange mindre branner i Norge. Ved litt uheldige omstendigheter – som f.eks. mer vind – ville vi også her til lands kunne sett betydelig mer dramatiske skogbrannforløp dette året. Det er derfor viktig at samfunnet er best mulig rustet til å ta gode beslutninger knyttet til skogbrann og beredskap. I tillegg til de direkte tapene og skadene som en skogbrann forårsaker vil skognæringen bli berørt av beredskapstiltak og restriksjoner i perioder med stor skogbrannfare. Det er derfor nyttig å få på plass gode og detaljerte verktøy for risikovurderinger knyttet til skogbrann, og kartet utviklet i dette prosjektet vil kunne være en del av grunnlaget for slike vurderinger.

I planlegging av eventuelle preventive forvaltningstiltak, beredskapstiltak og i arbeidet med å slukke skogbranner er det viktig å ha god oversikt over skogen og potensialet for at en skogbrann vil spre seg hvis det begynner å brenne. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) benytter i dag i sin digitale kartløsning flere kartlag med informasjon om skog. Tilgjengeligheten av nyere fjernmålingsdata – som lidardata fra Kartverkets landsdekkende innsamling og bilder fra Sentinel-2 satellittene – muliggjør kart med høy oppløsning og god gjengivelse av skogen og terrengets egenskaper. En detaljert oversikt over skogens brannpotensiale vil kunne gi støtte for beslutninger ved slukking, i forbindelse med restriksjoner, og muliggjøre mer fleksible løsninger for skogsdrift i perioder med stor skogbrannfare.

En kartlegging av skogbrannpotensiale vil kunne brukes videre i flere sammenhenger og av flere aktører (Figur 1). Vi ser på dette prosjektet som en første fase i å utnytte tilgjengelig informasjon fra ulike kilder – som Landsskogtakseringen, fjernmåling, meteorologiske data, og andre kartdata – for å styrke skogbrannberedskapen i skog.



Figur 1. Bruk av kartdata relatert til skogbrann.

Med skogbrannpotensiale menes i dette prosjektet vegetasjonens og arealenes potensiale for å fortsette å brenne etter en antennelse. Den faktiske faren for skogbrann vil også bestemmes av nedbørmengde i forkant av et aktuelt tidspunkt, samt værforholdene og nærhet til mulige antennelseskilder. Disse faktorene, sammen med brannpotensialet – gitt av vegetasjon og terrengforhold – gir samlet et bilde på faren for en skogbrann på et gitt sted og tidspunkt.

Meteorologisk institutt lager en løpende oppdatert skogbrannfareindeks¹ som baserer seg på værdata og overordnede sammenhenger om hvordan regn nedbør og vind påvirker vegetasjonens grad av uttørking. Brannpotensialet i dette prosjektet er komplimenterende informasjon til denne indeksen, og sier noe om hvordan potensialet for brann varierer lokalt med grunnlag i terrenget og vegetasjonen.

Én tilnærming til kartlegging av fare for skogbrann vil være å inkludere faktorer som nærhet til mulige antennelseskilder og et steds forventede værforhold, for eksempel gjennomsnittlig nedbør. Denne metoden har blant annet blitt brukt for enkelte fylker i Norge i en masteroppgave av Walegn Mengist Zeleke (2019). I en slik type kartlegging er altså faktorer som påvirker faren for antennelse en del av grunnlaget bak verdiene i en kartlegging. I dette prosjektet har vi derimot kartlagt potensialet for skogbrann gitt av de aktuelle terrengforhold og vegetasjon, uavhengig av andre faktorer. Begge tilnærmingene kan være meningsfulle, men tar for seg to distinkt forskjellige situasjoner: faren for at en brann vil oppstå og potensialet for brann, gitt at det begynner å brenne. De to typene kartlegging vil dermed passe til ulike typer bruk.

Kartleggingen i dette prosjektet har paralleller i noen tidligere prosjekter og metoder; vi vil her kort gå igjennom noen som har relevans for prosjektet, og for norske forhold. Angelstam (1998) beskriver en inndeling av skogen etter brannhyppighet, den såkalte ASIO-modellen (Rülcker & Angelstam, 1994). Denne deler skoglandskapet inn i én av fire klasser, etter hvor ofte branner oppstår: aldri (A), sjelden (S), i blant (I) og ofte (O). Brannhyppigheten relateres til fuktighet og næringsforhold som igjen kan knyttes til ulike skog- og vegetasjonstyper. Metoden kan brukes med ulike typer grunnlagsdata som muliggjør inndeling etter nærings- og fuktighetsforhold.

I Sverige er det utviklet et kart over brenselkategorier der landskapet deles inn i vegetasjonstyper (Gilljam & Ahlkrona 2016, Metria 2021). Disse relateres så til beskrivelser av de ulike vegetasjonstypenes egenskaper ved en brann. Det deles i åtte klasser i skog, ni klasser på ikke tresatte arealer og fem ulike klasser av ikke brennbar mark. I Norge er det hos Statsforvalteren i Oslo/Viken og Vestfold/Telemark utviklet et kartlag som viser brannfare basert på digitale bakgrunnsdata om vegetasjon, terreng og grunnforhold (Nordby, 2020). Kartet baserer seg blant annet på skoginformasjon fra det satellittbaserte kartlaget SAT-SKOG, og en sammenvekting av bidragsfaktorene gir en inndeling i ni brannfareklasser.

¹ <https://skogbrannfare.met.no/>

2 Metode

I prosjektet har vi beregnet et skogbrannpotensiale i et raster med 16×16 m² piksler, basert på et sett med grunnlagsdata som beskriver terreng- og vegetasjonsegenskaper. Brannpotensialet er uttrykt som en indeksverdi 0 – 100, der høyere verdi angir et større brannpotensiale. En visualisering av indeksverdiene er vist med farger i seks klasser. Verdier fra grunnlagsdataene (delindekser) ble vektet sammen for å gi den endelige indeksverdien, der vektene er basert på beskrevne sammenhenger og aktuell litteratur. Vi beskriver videre i dette kapitlet kildene for de ulike grunnlagsdataene, beregning av delindekser og beregning av endelig indeksverdi som uttrykk for skogbrannpotensialet.

2.1 Grunnlagsdata

2.1.1 Terreng

En nøyaktig terrengmodell basert på Kartverkets nye nasjonal detaljert høydemodell (NDH) ble brukt som grunnlag for informasjon om terrenget. Modellen angir terrenghøyde og er laget på bakgrunn av flybåren laserskanning. I dette prosjektet ble det brukt en 10×10 m² modell fra Kartverket, basert på svært nøyaktige laserdata. Høydedataene ble først reskalert til prosjektets rasteroppløsning på 16×16 m². Fra terrengmodellen ble det for hver piksel beregnet helling og hellingsretning (eksposisjon), basert på høydeverdiene i nabopiksler. Det er videre benyttet høyde over havet for hver piksel fra høydemodellen.

2.1.2 Skogressursdata

Beregningen av skogressursegenskaper er beregnet i skogressurskartet SR16². Prinsippene i metodikken er dokumentert i vitenskapelige artikler av Astrup et al. (2019) og Hauglin et al. (2021). En kort beskrivelse av metodikken generelt, og egenskapene som er benyttet i dette prosjektet er gitt videre i dette avsnittet.

Metoden følger i hovedtrekk fremgangsmåten som benyttes i en takst basert på fjernmåling, såkalt arealbasert takst. Grunnprinsippet er at det lages statistiske modeller som beskriver sammenhengen mellom observasjoner i felt og numeriske egenskaper generert fra fjernmålingsdata – vanligvis fra flybåren laserskanning eller satellittbilder. Modellene kalibreres med observasjoner og målinger på et sett utvalg feltflater og kan så brukes til å lage heldekkende prediksjoner, for eksempel for tømmervolum eller middelhøyde. I dette prosjektet er det brukt fjernmålingsdata fra flybåren laserskanning og Sentinel2 satellitter, samt feltobservasjoner fra Landsskogtakseringens prøveflater.

2.1.2.1 Middelhøyde og volum

Gjennomsnittlig trehøyde angis vanligvis i skogbruket med grunnflateveid middelhøyde. Dette er et vektet gjennomsnitt av trehøydene der grunnflaten til hvert tre er brukt som vekt. Grunnflateveid middelhøyde er dermed skogens gjennomsnittshøyde, men hvor det er de større trærne som teller mest. Grunnflateveid middelhøyde er predikert for hver 16×16 m² piksel ved bruk av modeller basert på data fra flybåren laserskanning og Landsskogtakseringens feltflater.

I prosjektet har vi også brukt volum med bark for hver piksel, beregnet etter tilsvarende metode som for middelhøyde – med bruk av modeller basert på data fra flybåren laserskanning og Landsskogtakseringens feltflater.

² <https://www.nibio.no/tema/skog/kart-over-skogressurser/skogressurskart-sr16>

Basert på de underliggende modellene kan det forventes en middelfeil på 35% og 12% på pikselnivå for henholdsvis volum og middelhøyde (Hauglin m.fl. 2021).

2.1.2.2 Bonitet

Bonitet er en sentral viktig størrelse innen skogressurskartlegging og angir skogsmarkas evne til å produsere trevirke (produksjonsevne). Bonitet angis i H_{40} -systemet der bonitetsverdien angir skogens høyde (overhøyde) ved 40 års alder (Tveite 1977). Boniteten i prosjektet er angitt for hver piksel ved bruk av modeller basert på feltmålt bonitet på Landsskogtakseringens prøveflater og et sett med modelldata. I modelldataene inngår spektralverdier fra Sentinel2 satellittbilder, høyde over havet, avstand til kyst, lengde- og breddegrad, egenskaper fra arealressurskartet AR5, terrenghelling og informasjon om temperatur og nedbør. For temperatur og nedbør er det brukt månedlige gjennomsnitt beregnet for perioden 1989 - 2018. Nedbør og temperatur er nedskalert fra $10 \times 10 \text{ km}^2$ oppløsning og temperaturdataene er videre korrigert med bruk av høyden over havet for hver piksel. Validering av modellene brukt i bonitetsprediksjonene viser at disse har en middelfeil på 3 m.

2.1.2.3 Treslag

For hver piksel er hovedtreslag predikert med bruk av modeller basert på Landsskogtakseringens feltflater og data fra Sentinel2 satellittbilder. Dominerende treslag er angitt som gran, furu eller lauv.

Dominerende treslag er bestemt med en samlet klassifiseringsnøyaktighet på pikselnivå på 79% (Breidenbach m.fl. 2021).

2.1.3 Markfuktighet

Informasjon om markfuktighet ble hentet fra et digitalt markfuktighetskart, tilgjengelig fra NIBIO³. Kartet som er brukt i dette prosjektet viser for hver piksel høydeforskjell fra nærliggende vannmettede punkter, og er basert den nasjonale høydemodellen, NDH. Den opprinnelige oppløsningen for dette kartet er $1 \times 1 \text{ m}^2$ som ble reskalert til $16 \times 16 \text{ m}^2$ oppløsning ved å angi markfuktighet som gjennomsnittet av alle $1 \times 1 \text{ m}^2$ piksler innen hver $16 \times 16 \text{ m}^2$ piksel.

2.2 Delindekser

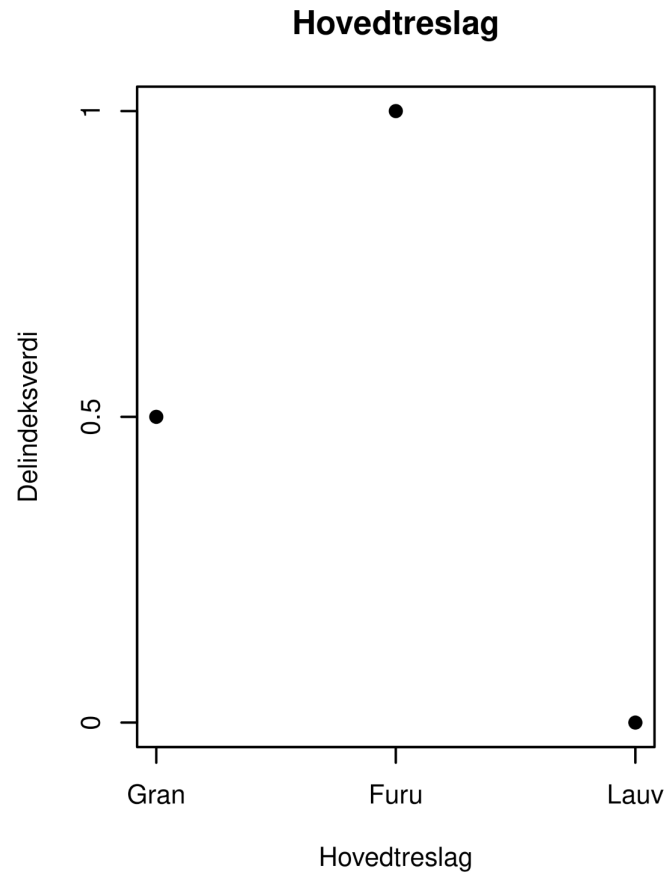
Det endelige kartlaget som viser skogbrannpotensiale er generert på grunnlag av en samlet indeksverdi beregnet for hver piksel. Den samlede indeksverdien er beregnet fra et sett med delindekser. Hver av delindeksene er beregnet fra grunnlagsdataene slik at de får en verdi mellom 0 og 1, der høyere verdi betyr større brannpotensiale. Tilordning av delindeksverdier fra grunnlagsdataene er gjort ved å bruke kjente eller antatte sammenhenger mellom brannpotensiale og egenskapene, og vektet (se tabell 2) justert etter evaluering av skogbrannpotensialekartet i felt (se dette er nærmere beskrevet i avsnitt 2.3 og vekten er gitt i tabell 2). Videre i dette avsnittet er hver delindeks kort beskrevet.

³ <https://www.nibio.no/tema/jord/arealressurser/andre-kart/markfuktighet>

2.2.1 Delindeks – treslag

Dominerende treslag er knyttet til vegetasjonstype og næringstilgang, og generelt er det slik at skogbranner hyppigere skjer i furuskog og sjeldnere i lauvskog (Angelstam 1998 , Bleken m.fl. 1997).

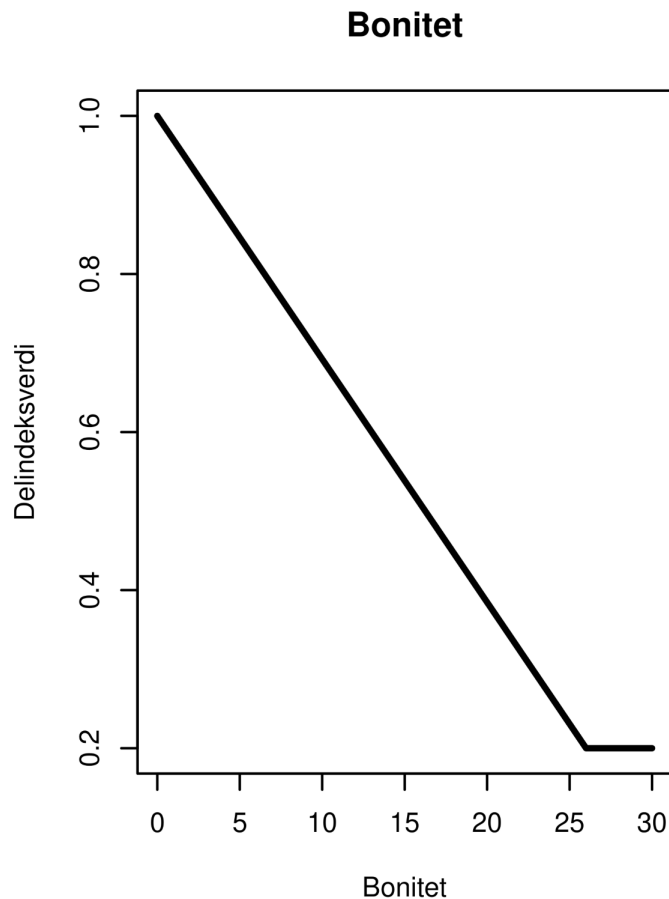
Delindeksverdi for piksler med hovedtreslag gran, furu og lauv er derfor gitt henholdsvis gitt verdien 0.5 , 1 og 0 (Figur 2).



Figur 2. Delindeksverdi basert på hovedtreslag.

2.2.2 Delindeks – bonitet

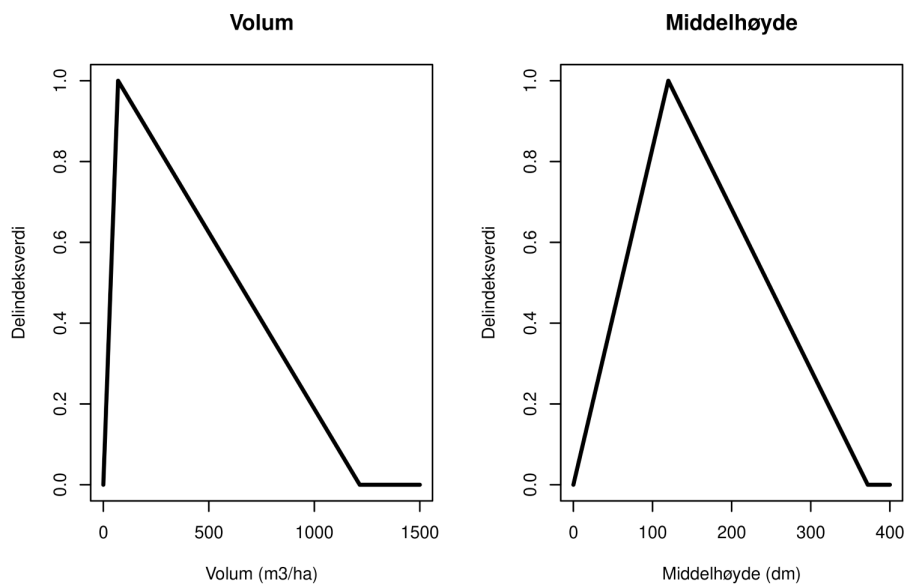
Bonitet angir skogmarkas produksjonsevne, og er knyttet til blant annet næringstilgang. Generelt er det slik at potensialet for skogbranner er høyere på lavere boniteter, og lavere på høyere boniteter (Bleken m.fl. 1997). Delindeksverdiene for bonitet er derfor gitt ved en lineær sammenheng der bonitet 0 gir delindeksverdi 1 og bonitet 26 gir delindeksverdi 0.2 (Figur 3). Bonitet angis vanligvis ned til bonitet 6, under dette vil det være uproduktiv skog.



Figur 3. Delindeksverdi basert på bonitet.

2.2.3 Delindeks – volum og middelhøyde

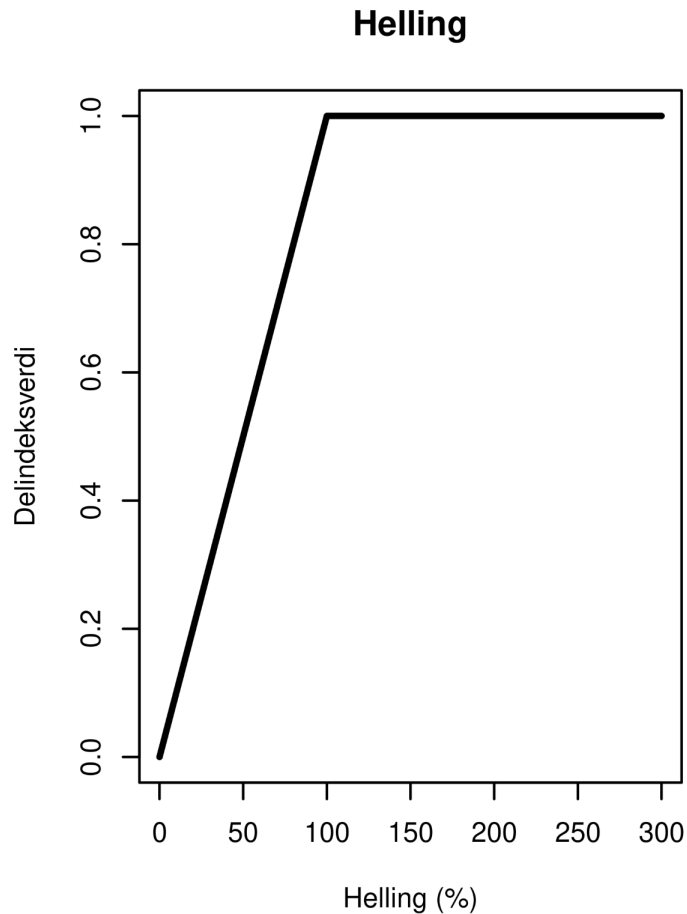
I skogbruket brukes hogstklasser som en inndeling av skogen – fra etablert plantefelt (hogstklasse 2) til eldre hogstmoden skog (hogstklasse 5). På denne skalaen ansees brannpotensialet oftest størst i ungskog, tilsvarende hogstklasse 3 (Skogbrand 2011). Det finnes foreløpig ikke tilgjengelige prediksjoner for hogstklasse basert på fjernmålingsdata med høy oppløsning. Volum og middelhøyde ble derfor i dette prosjektet benyttet for å dekke denne informasjonen. Delindeksverdien for volum og høyde ble gitt verdi 1 der disse var lik gjennomsnittsverdiene for hogstklasse 3. Gjennomsnittsverdiene ble beregnet fra Landsskogtakseringens flater. For høyde og volum over eller under dette ble delindeksverdien satt etter en lineær sammenheng gitt ved $0 = 0$, og maksverdi = 0. (Figur 4).



Figur 4. Delindeksverdi basert på volum og middelhøyde. Sammenhengen mellom delindeksverdi og volum og middelhøyde gir høyest verdi for gjennomsnittlig middelhøyde og volum i hogstklasse 3.

2.2.4 Delindeks - helling

En brann vil kunne bevege seg raskere i hellende terreng. Hellende terreng vil ofte også ha større grad av uttørking, og det er rimelig å anta at brannpotensialet øker med økende helling. Helling er derfor tatt med som en av delindeksene, der verdien er beregnet som en lineær sammenheng mellom helling og delindeksverdi gitt ved 0 % helling = 0 og 100 % helling (45°) = 1. Helling over 100 % får delindeksverdi 1 (Figur 5).



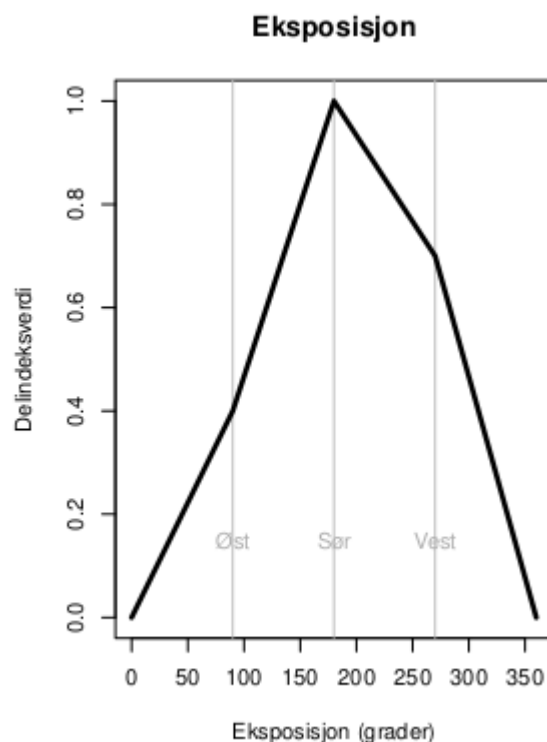
Figur 5. Delindeksverdi basert på terrenghelling.

2.2.5 Delindeks - hellingsretning

Hellingsretning (eksposisjon) vil være med å avgjøre i hvor stor grad et sted er eksponert for sol, som vil påvirke lokal temperatur og uttørring av vegetasjonen. For eksempel vil terreng som heller mot sør og vest generelt ha høyere grad av soleksponering enn terreng som heller mot nord. Delindeksverdien basert på hellingsretning er gitt ved tilordnede delindeksverdier for de fire himmelretningene (gitt i tabell 1). Hellingsretninger mellom disse ble beregnet med lineær interpolering (Figur 6).

Tabell 1. Tilordnede delindeksverdier for hellingsretning

Helling mot	Delindeksverdi
nord	0
øst	0.4
sør	1
vest	0.7



Figur 6. Delindeksverdi basert på hellingsretning (eksposisjon). Hellingsretning mot nord er ved 0 og 360 grader.

2.3 Beregning av samlet indeksverdi

Den samlede indeksverdien er beregnet med

$$\text{indeksverdi} = \left(\sum_{n=1}^i d_i v_i \right) \cdot v_{mf} \cdot v_{hoh} ,$$

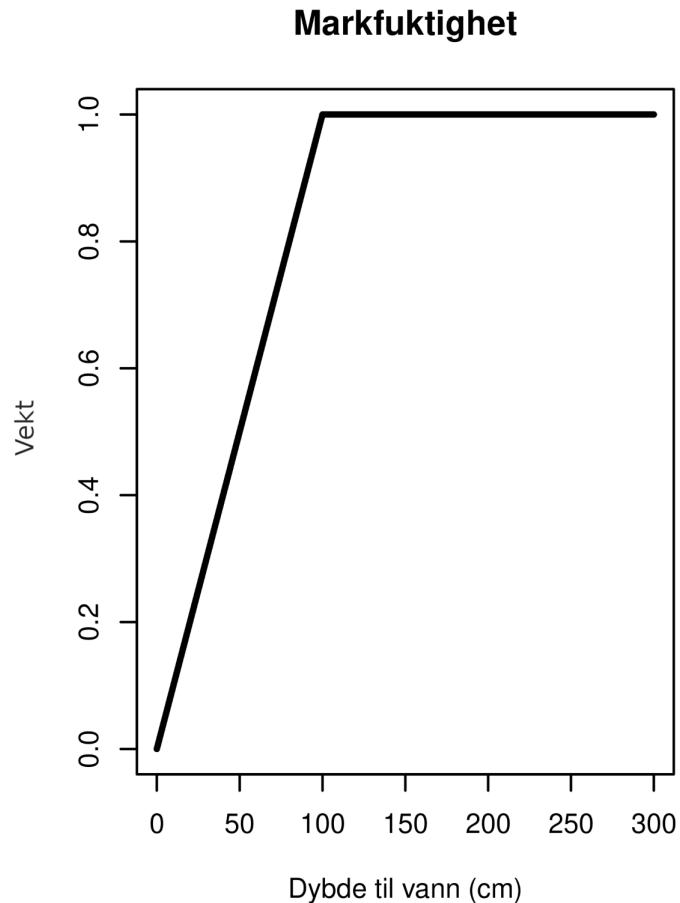
der d_i er delindeksverdi i , og v_i er en tilhørende vekt (gitt i tabell 2). Beregning av verdiene for vekter basert på markfuktighet og høyde over havet v_{mf} og v_{hoh} er beskrevet under (avsnitt 2.3.1 og 2.3.2). Indeksverdien for skogbrannpotensiale går da fra 0 til 100, der høyere indeksverdi gir høyere brannpotensiale.

Tabell 2. Vekter for delindeksverdier brukt i beregning av endelig indeksverdi

Delindeks	Vekt (v)
Treslag	30
Bonitet	30
Volum	10
Middel høyde	10
Helling	10

2.3.1 Justering - markfuktighet

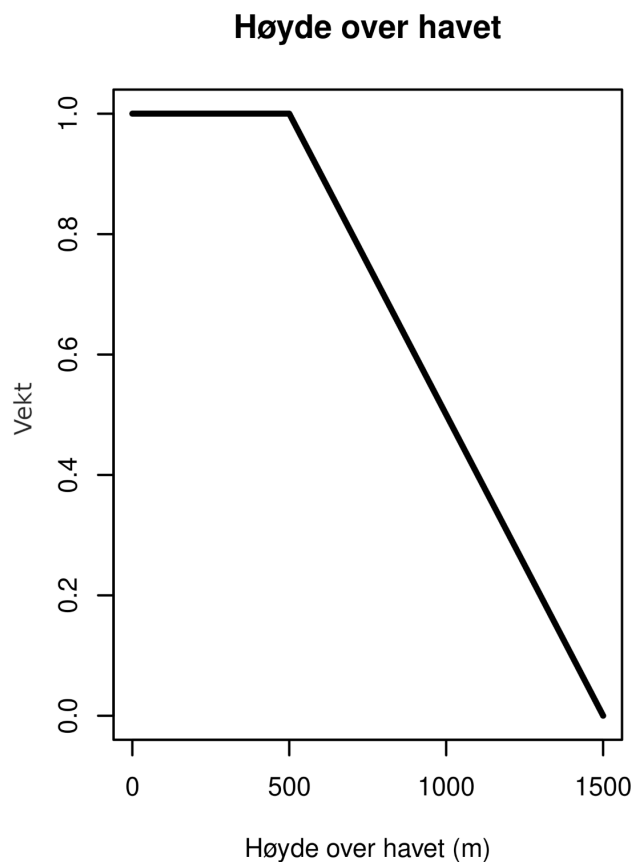
Den endelige indeksverdien basert på delindeksverdiene over, ble justert med utgangspunkt i det digitale markfuktighetskartet (se formel for beregning av endelig indeksverdi over). Justeringen for markfuktighet ble basert på vertikal avstand ned til nærmeste vannmettede punkt, og ble gjort ved å multiplisere indeksverdien med en vekt (v_{mf}) beregnet etter en lineær sammenheng gitt ved 0 cm = 0 og 100 cm = 1. Alle steder med større avstand enn 100 cm ned til nærmeste vannmettede punkt fikk $v_{mf} = 1$ (Figur 7). Effekten av justeringen er at den endelige indeksverdien reduseres ned mot vannmettede punkter i terrenget.



Figur 7. Beregning av vekt basert på markfuktighet for justering av indeksverdien.

2.3.2 Justering - høyde over havet

Evaluering av versjoner av kartlaget underveis i prosjektet viste at indeksverdien basert på informasjonen over kunne bli relativt høy i enkelte områder opp mot fjellet. På grunn av faktorer som temperatur og nedbør er det naturlig å anta at sammenhengen mellom informasjonen i delindeksene og brannpotensialet endres når en kommer opp mot snaufjellet. Det ble derfor tatt med en justering basert på høyde over havet, som reduserer indeksverdien i områder opp mot snaufjellet. Justeringen ble gjort – på samme måte som med markfuktighet – ved å multiplisere indeksverdien med en vekt (v_{hoh}) beregnet etter en lineær sammenheng gitt ved 500 m.o.h. = 1 og 1500 m.o.h. = 0. Områder under 500 m.o.h. fikk tilordnet verdi $v_{hoh} = 1$ (Figur 8). Effekten av justeringen er at indeksverdien gradvis reduseres ved aktuell høyde på 500 m.o.h. og over.

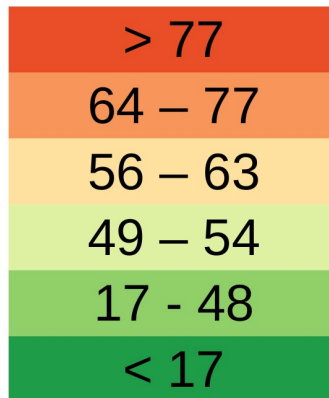


Figur 8. Beregning av vekt basert på høyde over havet for justering av indeksverdien.

2.4 Kartlag og klasser

2.4.1 Visualisering

For visualisering på kart ble indeksverdien for skogbrannpotensiale delt i seks klasser representert med farger fra grønt (lite brannpotensiale) til rødt (stort brannpotensiale). Fargenen og nedre grensene for indeksverdiene for innen hver klasse vises i figur 9. Inndeling i klasser og fargelegging ble gjort etter visuell evaluering av kartet.

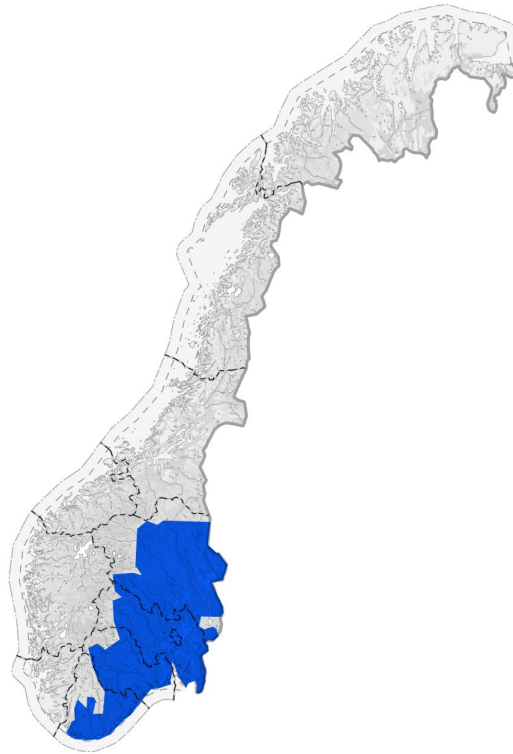


Figur 9. Inndeling i klasser og tilhørende farger i kartlaget.

2.4.2 Tilgjengelighet

Som del av prosjektet blir kartlaget gjort tilgjengelig i DSBs kartportal⁴. Kartet er foreløpig publisert for skogområder på Sør- og Østlandet (figur 10). Det tas sikte på å publisere kartet for flere områder etter hvert, men dette er avhengig av tilgjengeligheten på grunnlagsdata og ressurser til databehandling og publisering. Videre kan det være hensiktsmessig med justering av parametre og vekter for å gi best mulig brannpotensiale verdier i andre deler av landet.

⁴ <https://kart.dsb.no/>

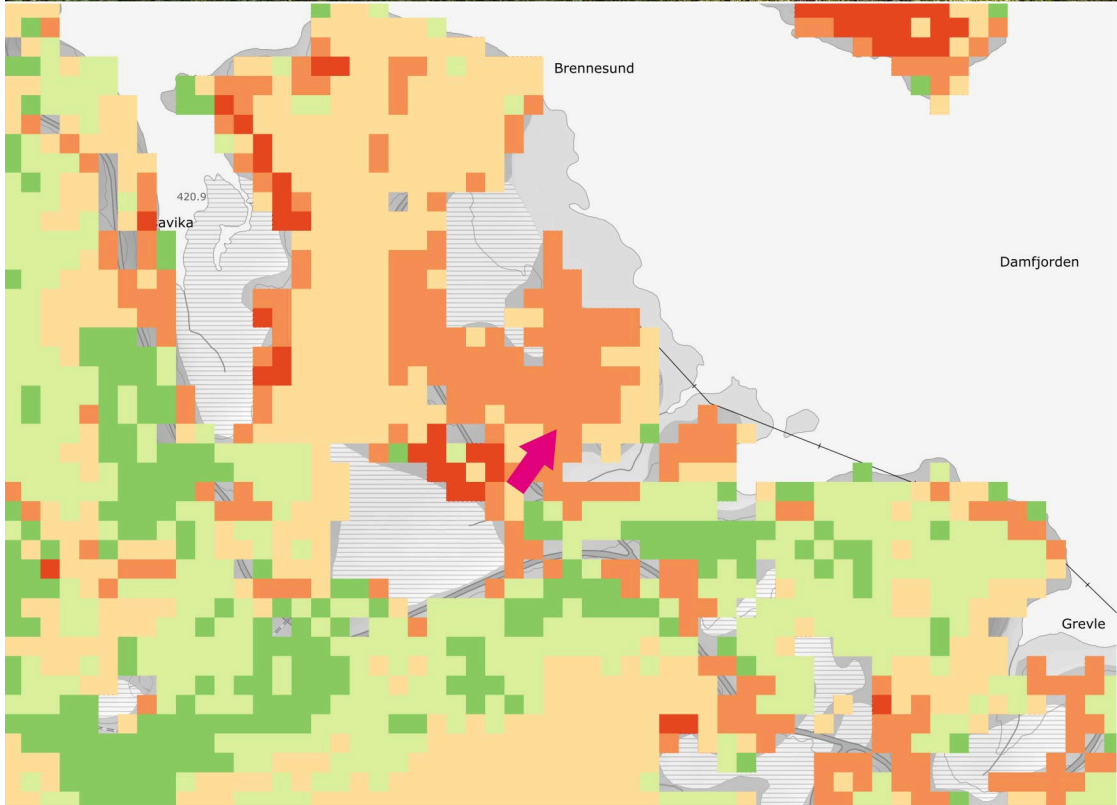


Figur 10. Kart med dekningsområde for publisert kartlag som viser skogbrannpotensiale.

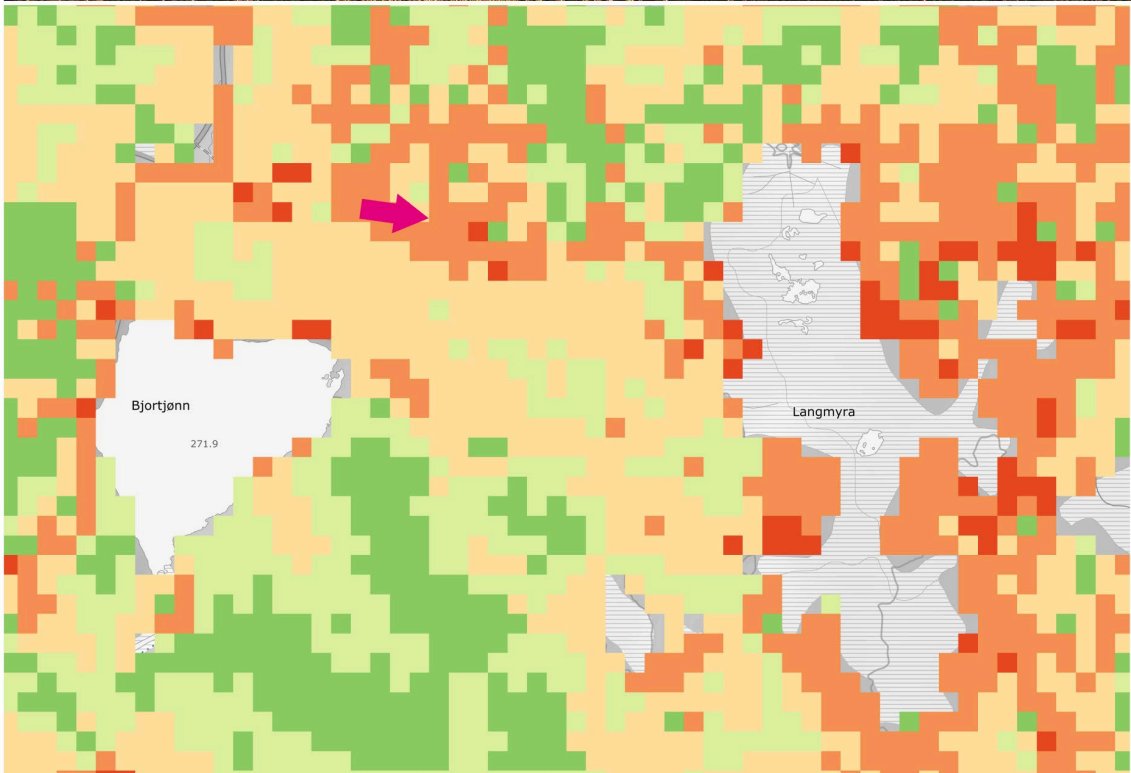
2.5 Evaluering

Fordi brannpotensiale ikke er en enkel målbar størrelse, er det ikke mulig å gjøre en direkte validering av indeksverdien og kvantifisere i hvor stor grad denne avviker fra et reelt brannpotensiale.

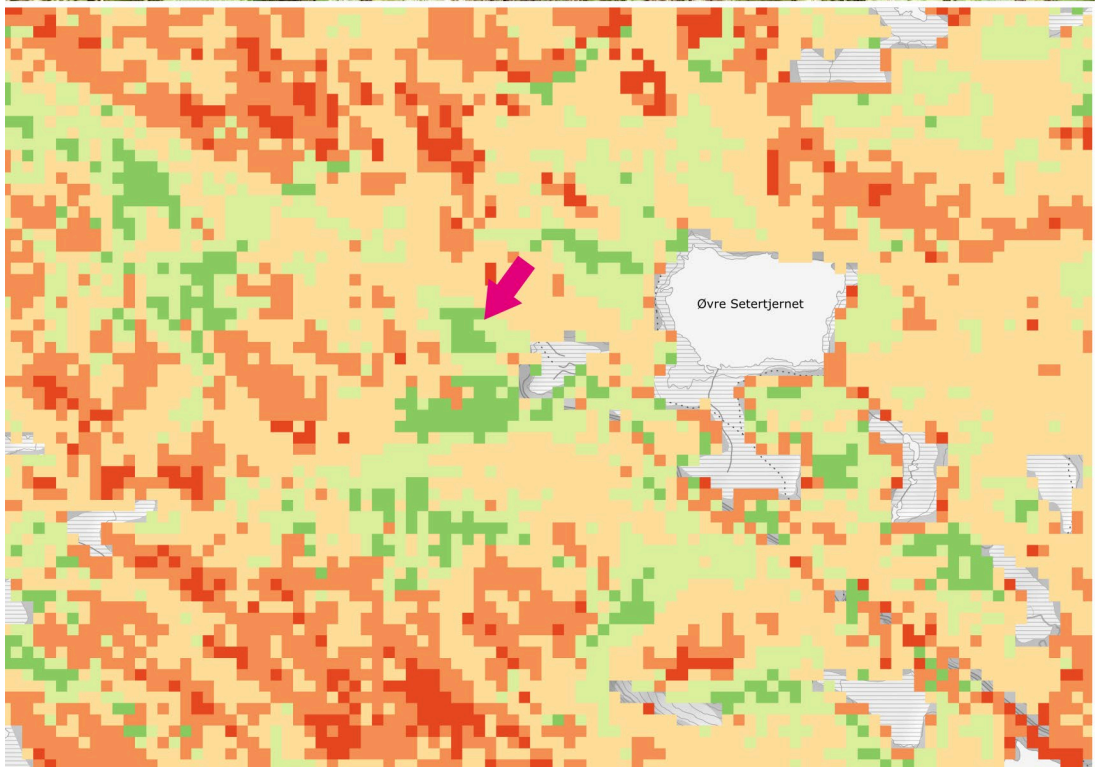
Evalueringen av kartet i utviklingsprosessen ble derfor gjort ved å sammenligne kartets indeksverdi med hva som oppfattes som et aktuelt brannpotensiale ved befaring i felt og i områder der forfatterne kjenner skogen godt. Vurdering av verdiene i kartet i disse områdene viser at kartet generelt gir et godt bilde på skogbrannpotensialet, slik dette oppfattes. Noen bildeeksempler fra en slik evaluering er tatt med her (Fig. 11 – 14).



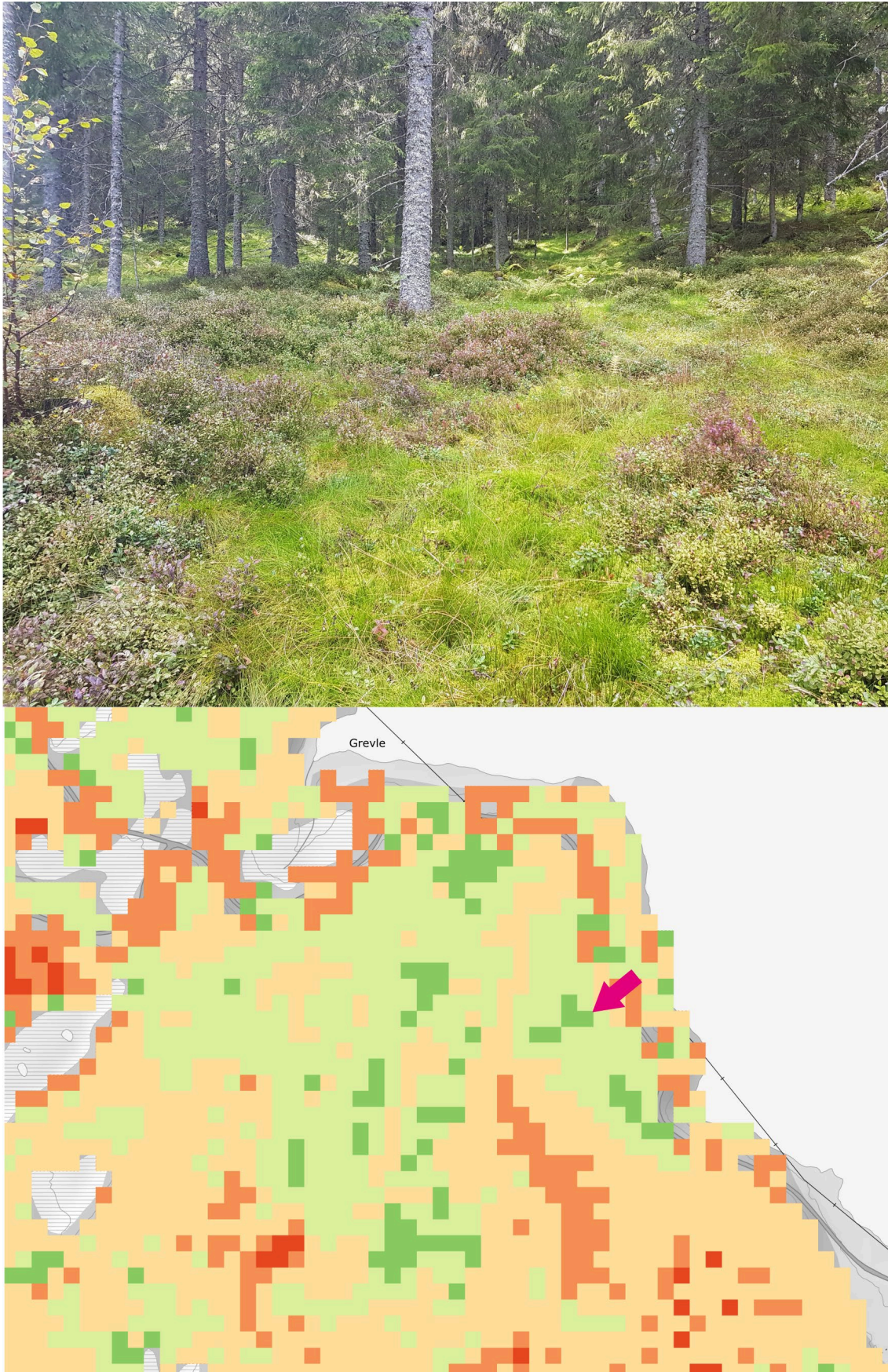
Figur 11.



Figur 12.



Figur 13.



Figur 14.

3 Diskusjon

Det er i prosjektet laget et kart som viser skogbrannpotensiale med utgangspunkt i vegetasjons- og terrengforhold. Informasjonen er sammenfattet i ett kartlag, noe som gir mulighet for en enkel visualisering og å raskt få et overblikk. Kartet kan benyttes direkte som beslutningsstøtte, eller som et utgangspunkt for nærmere vurderinger av de bakenforliggende grunnlagsdataene, om disse er tilgjengelig. Dette kan være nyttig i enkelte tilfeller, og da en konsekvens av at informasjonen presenteres med én indeksverdi er at ulike kombinasjoner av de bakenforliggende faktorene vil kunne gi samme indeksverdi. Et kart med mer detaljert inndeling – som kartet med “brandbränsleklassifisering” i bruk i Sverige – vil kunne inneholde mer informasjon, men det vil igjen kreve at brukeren setter seg inn i en mer omfattende dokumentasjon. Det kreves dermed høyere kompetanse for å bruke kart av den typen. En differensiering med flere kartlag, eller inndeling i flere ulike klasser kan vurderes i videre utvikling av kartet. Dette må i så fall sees opp mot aktuelle brukere og behov.

Begrepet skogbrannpotensiale er sentralt i prosjektet og noen kommentarere kan knyttes til dette. Selv om det finnes en klar sammenheng mellom de bakenforliggende faktorerene og potensialet for en brann, er dette potensialet ikke enkelt målbart i felt. Det vil kunne være mulig å fremskaffe mer relevante data, for eksempel gjennom omfattende feltforsøk med planlagte brenninger. En slike undersøkelser ligger imidlertid langt utenfor rammene i dette prosjektet. Sammenhengen mellom grunnlagsdataene og brannpotensialet vil muligens også kunne utledes fra informasjon om tidligere branner i Norge, men dette vil kreve gode data, samtidig som det vil være krevende å kontrollere for bidrag fra andre faktorer.

En systematisk evaluering av kartet – utover det som er beskrevet over – har ikke vært mulig, slik at det kan finnes områder der brannpotensialet i kartet avviker fra slik dette vil kunne vurderes i felt. Årsaken kan være variasjon i nøyaktigheten på grunnlagsdataene, eller at andre faktorer spiller inn. Et videre arbeid med utvikling av indeksverdien vil kunne vurdere om det er ytterligere faktorer som bør inkluderes som grunnlag.

Fordi indeksverdien – eller den avledede brannpotensiale-klassen – ikke er direkte målbar i felt, er det ikke gjort forsøk på å kvantifisere nøyaktigheten på kartet utover evalueringen beskrevet over. De grunnlagsdataene som er benyttet er imidlertid basert på uavhengige modeller, der nøyaktighetsnivået kan estimeres: Den benyttede terrengmodellen er basert på laserskanning fra fly, og har en høy nøyaktighet (på desimeternivå). Egenskaper avledet fra denne vil også ha en høy nøyaktighet, men aggregeringen til større piksler vil jevne ut terrengdetaljer som er mindre enn pikselstørrelsen på $16 \times 16 \text{ m}^2$.

Kartet slik det foreligger i dette prosjektet er et statisk kart, og den aktuelle faren for brann vil i høy grad også være avhengig av meteorologiske forhold. Noen av bakgrunnsdataen fra SR16 vil oppdateres årlig, og det vil være naturlig å oppdatere skogbrannpotensialet tilsvarende. En mulig videreutvikling av kartlaget er å inkludere meteorologiske data, slik at indeksverdien for brannpotensiale justeres etter observerte nedbørsmengder og temperaturer. Kartet vil da kunne bli et dynamisk kartlag som kontinuerlig endres etter hvordan værforholdene har vært. Det vil også være mulig å lage prognoser for hvordan brannpotensialet vil kan utvikle seg i kommende periode. Et slikt dynamisk kartprodukt vil kreve ressurser til utvikling, og ikke minst til drifting og kontinuerlig publisering av oppdaterte kart. Det bør også sees i sammenheng med for eksempel skogbrannfareindeksen fra Meteorologisk institutt.

Helling og hellingsretning er i prosjektet beregnet for hver $16 \times 16 \text{ m}^2$ piksel basert på åtte nabopiksler. Helling og hellingsretning på en større skala blir ikke fanget opp i en slik beregning, og det kan vurderes om den gjennomsnittlige hellingen og hellingsretningen for et større område rundt hver piksel kan være nyttig å inkludere.

Kartet har blitt utviklet med Telemark og Østlandet som testområde. Det kan være forhold i andre deler av landet som gjør det nødvendig å justere parametre og vektorer for å få en mest mulig realistiske verdier for brannpotensiale der. Dette vil måtte tas med i videreutvikling av kartet, og det kan være naturlig å vurdere dette for eksempel i Nord-Norge og på Vestlandet. Videre er kartet delvis basert på grunnlagsdata som kun dekker skog, og det vil være noen arealtyper som ikke er definert som skog, men som likevel vil ha betydning i en brannsammenheng. Eksempler på dette er lyngheier, beitemark og jordbruksområder. En videre utvikling av kartet bør undersøke hvordan denne typer areal kan inkluderes, kanskje med basis i erfaringer og metoder fra kartleggingen av arealer uten skog i det svenske prosjektet om Brandbränsleklassifisering (Gilljam m.fl. 2016, Metria 2021).

Noen tidligere kartlegginger benytter informasjon om grunnforhold som del av grunnlagsdataene (for eksempel Nordby m.fl. 2020, Zeleke 2019). Informasjon om grunnforhold er ikke benyttet direkte i dette prosjektet, men mye av den samme informasjonen kommer trolig inn via bonitet, som er knyttet til grunnforhold.

Volum og middelhøyde er i prosjektet primært tatt med for å beskrive hogstklasse. Hvis informasjon om hogstklasse eller skogen alder blir tilgjengelig med tilfredsstillende oppløsning – for eksempel i skogressurskartet SR16 – bør det vurderes om disse egenskapene skal inkluderes, og eventuelt om volum og middelhøyde kan tas ut.

Litteraturreferanser

- Angelstam, P.K., 1998. Maintaining and restoring biodiversity in European boreal forests by developing natural disturbance regimes. *Journal of Vegetation Science* 9, 593–602.
- 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, 484–496.
- Bleken E., Mysterud, I., Mysterud I. (red.), 1997. Skogbrann og miljøforvaltning: En utredning om skogbrann som økologisk faktor. Oppdragsrapport. Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern og Biologisk institutt, Universitetet i Oslo. 266 s.
- 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.
- Gilljam, C. Ahlkrona, E., 2016. Metodutveckling för kartering av brandbränsle i Sverige - Slutrapport. Rapport fra Metria AB. Lastet ned fra <https://www.msb.se/sv/verktug--tjanster/brandbransleklassificering/>
- Hauglin M., Rahlf J., Schumacher J., Astrup R., Breidenbach J., 2021. The Norwegian Forest Resource Map SR16: Mapping Forest Attributes Using Heterogeneous Sets of Airborne Laser Scanning and National Forest Inventory Data, PREPRINT (Version 1) available at Research Square [<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-495733/v1>]
- Metria, 2021. Bränsleklassificering: klassbeskrivningar. Versjon 1.0. Lastet ned fra <https://www.msb.se/sv/verktug--tjanster/brandbransleklassificering/>
- Nordby H., Skrøvset B., Blomsterberg J., Vale K., Anmarkrud J., 2020. FAREKART – SKOGBRANN, VERSJON 1. Rapport fra Fylkesmannen i Oslo og Viken / Fylkesmannen i Vestfold og Telemark (upublisert).
- Rülcker C. , Angelstam P.K., 1994. Naturlig branddynamik kan styra naturvård och skogsskötsel i boreal skog. *Skogforsk Resultat nr. 8*, 1994.
- Skogbrand forsikring. 2011. Skogbrann - vern og slokking. Informasjonshäfte, lastet ned fra <https://www.skogbrand.no/informasjonsmaterieill/>
- Tveite, B. 1977. Bonitetskurver for gran. *Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning* 33(1): 1–84.
- Zelege, W. M., 2019. Wildfire Hazard Mapping using GIS-MCDA and Frequency Ratio Models - A Case Study in Eight Counties of Norway. Masteroppgave, Högskolan i Gävle.

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

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

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

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