



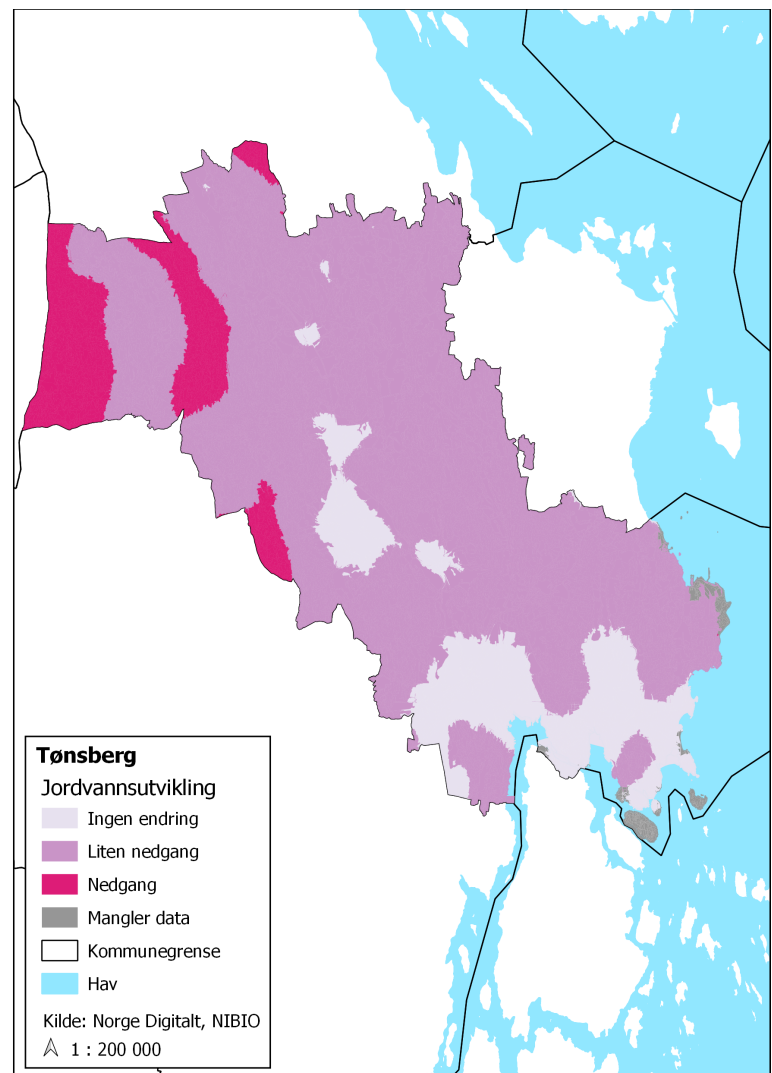
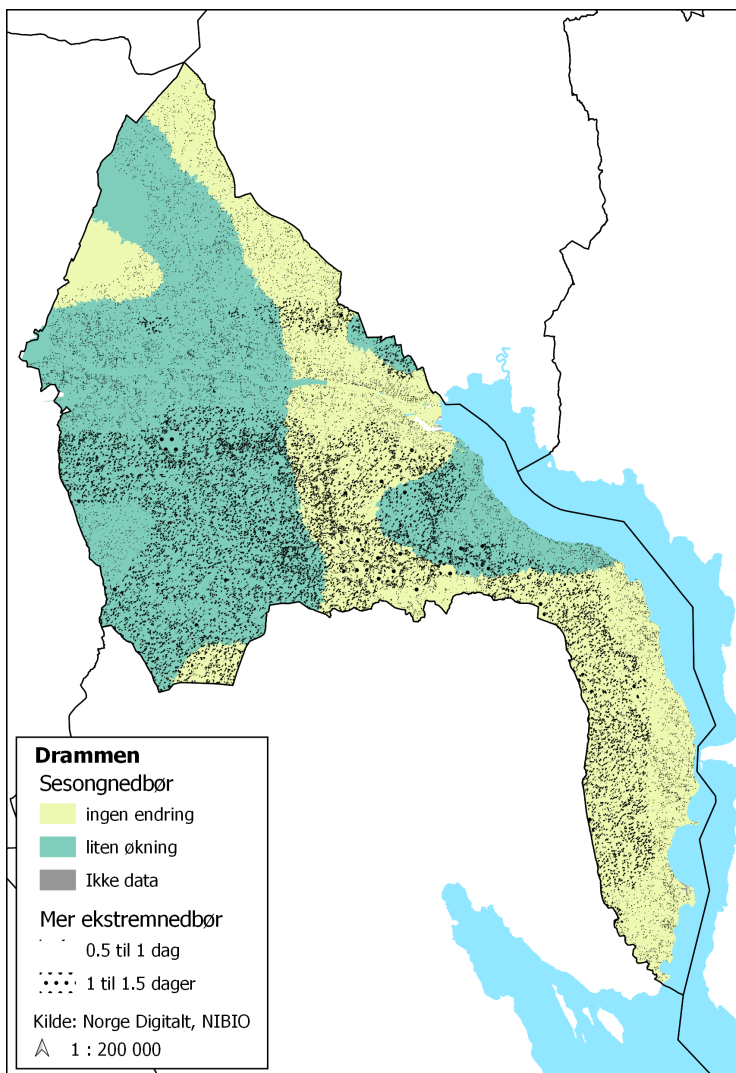
NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Klimaframskrivninger i Tønsberg og Drammen

Styrking av kommunenes kart over blå og grønne verdier

NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 128 | 2023



TITTEL/TITLE

Klimaframskrivninger i Tønsberg og Drammen - Styrking av kommunenes kart over blå og grønne verdier

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Mathiesen, Henrik Forsberg; Eisner, Stephanie; Krokene, Paal; Frydenlund, Jostein

| | | | | |
|-------------------|-------------------------------------|--|---|-----------------------------|
| DATO/DATE: | RAPPORT NR./ REPORT NO.: | TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY: | PROSJEKT NR./PROJECT NO.: | SAKSNR./ARCHIVE NO.: |
| 07.11.2023 | 9/128/2023 | Åpen | 53173 | 22/01555 |
| ISBN: | ISSN: | ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES: | ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES: | |
| 978-82-17-03372-1 | 2464-1162 | 44 | 1 | |

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Tønsberg og Drammen kommuner

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Oda Nærland Sofienlund

STIKKORD/KEYWORDS:

Klima, Klimaframskrivning, Arealdekke, Barkbiller

Climate projections, Land cover and land use, Bark beetles

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Arealbruk og arealdekke, Arealplanlegging, Klimaframskrivninger

Land use and land cover, Land use planning, Climate projections.

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Denne rapporten gjør rede for metoder brukt for å fremstille temakart for framskrivninger av klima i Tønsberg og Drammen for perioden 2040-2070. Kartene skal gjøres tilgjengelige i kommunenes kartportaler. Temakartene går inn i en større leveranse av temakart over arealdekkets rolle i arbeidet med klimatilpasning, samt klimagassutslipp fra arealbruk og arealbruksendringer for Tønsberg og Drammen kommune. Oppdragene er finansiert med Klimasats-ordningen til Miljødirektoratet.

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Viken (Buskerud), Vestfold og Telemark

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Tønsberg og Drammen

STED/LOKALITET:

Sted

GODKJENT /APPROVED

HILDEGUNN NORHEIM

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

HENRIK F. MATHIESEN



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

I 2022 ga kommunene Tønsberg og Drammen NIBIO i oppdrag å utvikle en rekke temakart som synliggjør naturens funksjoner i å redusere klimagassutslipp og tilpasser kommunenes arbeid med arealdekke og infrastruktur til fremtidens klima. Temakartene ble i 2023 gjort tilgjengelige i kommunenes kartportaler. Oppdraget ble finansiert med midler fra ordningen «Tilskudd for klimatilpasning» fra Miljødirektoratet

Med utgangspunkt i oppdragsbeskrivelsen og drøftinger med oppdragsgiver ble det enighet om å løse oppdraget i to deler. Den ene delen drøfter naturens rolle i å redusere klimagassutslipp og kommunenes arbeid med å tilpasse arealbruk og infrastruktur til fremtidens klima. Den andre delen beskriver flere nye temakart som viser framskrivninger av klimaet i Tønsberg og Drammen for perioden 2040 til 2070 og arealer som kan få utfordringer med tørke, mer fuktighet og mer insektangrep.

I løpet av 2022 og 2023 har det vært holdt en rekke møter med fagmiljøene i Tønsberg og Drammen kommune. Vi takker for et godt samarbeid.

Innhold

| | |
|--|----|
| Forord..... | 3 |
| 1 Innledning: Rapportens formål og struktur..... | 6 |
| 2 Grønne og blå verdier i arealplanleggingen | 7 |
| 2.1 Naturens verdi i arealplanlegging..... | 7 |
| 2.2 Det formelle grunnlaget for vern av natur og naturmangfold | 8 |
| 2.3 Styrket vern av natur og naturmangfold i fremtiden | 9 |
| 2.4 Temakartene som bærere av kunnskap om blå og grønne verdier..... | 9 |
| 2.4.1 Sammenhengen mellom vegetasjonsstruktur og klimatilpasning | 11 |
| 2.4.2 Sammenhengen mellom vegetasjonsstruktur og klimagassutslipp | 11 |
| 2.4.3 Sammenhengen mellom vegetasjonsstruktur og naturmangfold | 12 |
| 2.5 Klimaendringer påvirker naturen rundt oss | 14 |
| 2.6 Kartene over blå og grønne verdier sin rolle i arealplanleggingen..... | 14 |
| 2.7 Praktisk bruk av kartene | 15 |
| 2.7.1 Vurderinger knyttet til grønnstruktur i arealplaner | 16 |
| 2.7.2 Vurderinger knyttet til forurensning..... | 17 |
| 2.7.3 Vurderinger knyttet til klimatilpasning | 17 |
| 2.7.4 Vurderinger knyttet til ressursforvaltning..... | 18 |
| 2.7.5 Vurderinger knyttet til samfunnsutvikling | 18 |
| 2.7.6 Praktisk bruksanvisning..... | 18 |
| 3 Datagrunnlag for de nye temakartene | 20 |
| 3.1 Nasjonale klimaframskrivninger | 20 |
| 3.1.1 Nedskalering og statistisk analyse..... | 20 |
| 3.2 Areal som kan bli mer utsatt for skader i fremtidens klima | 21 |
| 3.2.1 Dyrka mark | 22 |
| 3.2.2 Skog utsatt for tørke og fuktighet | 25 |
| 4 Temakartene..... | 27 |
| 4.1.1 Temakartet sesongnedbør og antall dager med kraftig nedbør | 28 |
| 4.1.2 Temakartet fuktighetsutsatt skog..... | 30 |
| 4.1.3 Temakartet fuktighetsutsatt dyrka mark | 31 |
| 4.1.4 Temakartet jordvannsutvikling (Tørkeutsatthet)..... | 32 |
| 4.1.5 Temakartet tørkeutsatt skog..... | 33 |
| 4.1.6 Temakartet tørkeutsatt dyrka mark..... | 34 |
| 4.1.7 Temakartet risiko for barkbilleskade | 35 |
| 4.1.8 Temakartet granskog | 36 |
| 5 Syntese og overordnede betraktninger | 37 |
| 5.1 Fuktigere klima i Tønsberg og Drammen..... | 37 |
| 5.2 Tørrere klima i Tønsberg og Drammen..... | 37 |
| 5.3 Noe økt risiko for barkbilleskader i Tønsberg og Drammen | 38 |
| 5.4 Dyrka mark utsatt for tørke og fuktighet..... | 38 |
| 5.5 Skog utsatt for tørke og fuktighet | 39 |
| Vedlegg A..... | 40 |

Referanser 42

1 Innledning: Rapportens formål og struktur

Våren 2022 leverte NIBIO en rekke temakart til Tønsberg og Drammen kommune som beskriver arealdekkets rolle i klimatilpasning, samt klimagassutslipp fra arealbruk og arealbruksendringer (Mathiesen m.fl. 2022). Temakartene er i dag tilgjengelige i kommunenes kartportaler og er tiltenkt en rolle i kommunenes egen arealplanlegging og i overordnede vurderinger av innkomne plan- og byggesaker.

Kommunenes hensikt med temakartene som ble levert i 2022 har vært å vise at alle grønne arealer har en verdi når det gjelder klimatilpasning og klimagassutslipp. Den bærende ideen har vært at temakart som viser sammenhenger mellom klimagassutslipp, klimatilpasning og naturmangfold bidrar til å synliggjøre og styrke arealenes posisjon i arealbruksvurderinger.

Høsten 2022 fikk NIBIO i oppdrag å ytterligere styrke kommunenes temakart for klimatilpasning og klimagassutslipp fra arealbrukssektoren. Oppdraget er løst med en leveranse av nye temakart som framskriver klimaet i Tønsberg og Drammen i perioden 2040-2070 med utgangspunkt i data om klimaet i perioden 1990-2040 og metoder for å fremskrive klimaet i ruter på 1 x 1 kvadratkilometer med framskrivningsmetoder og datamodeller utviklet og forvaltet av Norsk klimaservicesenter. I tillegg til kartene som beskriver klimaendringene, har vi laget kart over skog og jordbruksareal som er utsatt for økt fuktighet og økt tørke. Vi har også laget et kart over dagens granskogsressurser som vil bli mer utsatt for barkbilleangrep i årene som kommer. Kartene er laget for å gjøre forvaltning, grunneiere og næringsdrivende klar over hvor de største problemene med utnytting av naturressurser kan oppstå i årene som kommer.

Denne sluttrapporten består av to deler. Den ene delen drøfter naturens rolle i å redusere klimagassutslipp og kommunenes arbeid med å tilpasse arealbruk og infrastruktur til fremtidens klima. Her gjør vi rede for utfordringer knyttet til å vurdere hensynet til bevaring av natur opp mot hensynet til samfunnsutvikling. Vi beskriver også hvordan naturhensyn blir ivaretatt i lover, retningslinjer og føringer for behandling av plan- og byggesaker. Vi peker på flere utfordringer ved å bruke det eksisterende kartgrunnlaget i konkrete vurderinger av naturverdier. Vi redegjør deretter for hvordan temakartene utviklet i dette prosjektet beskriver naturens betydning for klimatilpasning og opptak/utslipp av klimagasser og hvordan de kan brukes for å styrke vurderinger knyttet til vern og utnytting av naturressurser i plan- og byggesaksbehandling.

Den andre delen av rapporten beskriver de nye temakartene og metodene som er brukt for å fremstille framskrivninger av klimaet i Tønsberg og Drammen i perioden 2040 til 2070. Det er også lagt inn et kapittel som diskuterer usikkerheten i resultatene.

2 Grønne og blå verdier i arealplanleggingen

NIBIO har fremstilt en rekke temakart over blå og grønne verdier som er gjort tilgjengelige i kommunenes kartportaler (Drammen kommune 2023, Tønsberg kommune 2023). Kartene gir en oversikt over hvordan arealbruk og arealbruksendringer bidrar til utslipp av klimagasser og hvordan arealdekke og arealbruk bidrar til å enten øke eller dempe utfordringer med temaer slik som overvann, de høye temperaturene på varme sommerdager, friluftsliv, samt vern av viktig arts mangfold og viktige naturtyper. Til sammen gjør temakartene det mulig å gjøre synlig ulike verdier ved naturlig arealdekke og hvorfor det er viktig å ta vare på natur i kommunenes overordnede politiske diskusjoner omkring fremtidig arealbruk og klimatilpasning.

Rapporten og kartene er produsert på oppdrag for kommunene Tønsberg og Drammen og er finansiert under ordningen «Tilskudd for klimatilpasning» fra Miljødirektoratet. Temakartene som beskriver klimaet i Tønsberg og Drammen frem mot 2070 supplerer en rekke temakart som ble publisert i kartportalene til Tønsberg og Drammen sommeren 2022. Disse kartene tok for seg klimatilpasning og utslipp/opptak av klimagasser fra arealbruk og arealbruksendringer.

Høyere temperaturer, mer tørke og samtidig mer intens nedbør i plantenes vekstsesong kan få store konsekvenser for jord- og skogbruk, naturmangfold og friluftsliv. Erfaringer fra granskogsområder i Tyskland og Tsjekia de senere årene viser at skadepotensialet til barkbiller er svært høyt etter varme og tørre somre. For å utvikle trygge og bærekraftige lokalsamfunn er det viktig å etablere kunnskap om hvordan klimaet vil bli og hvordan infrastrukturen vår og naturen rundt oss er rustet til å håndtere de endringene som etter hvert vil komme.

I denne rapporten har vi samlet kunnskap om fremtidens klima. Vi har brukt store mengder data og ulike modeller og framskrivningsteknikker for å beskrive konsekvenser av endrede temperaturer og nedbørmengder på lokalt nivå. Det er lagt vekt på å lage kart som er enkle å forstå samtidig som de gir et mest mulig dekkende bilde av klimaendringene og mulige resultater av disse.

Framskrivningene vi presenterer i temakartene er basert på data som er forvaltet av Norsk klimaservicesenter (2023) og som er bearbeidet av NIBIO. Klimaframskrivninger er beregninger av hvordan klimaet vil kunne se ut frem i tid. De må betraktes som beregninger heftet med betydelig usikkerhet, til tross for at metodene som er brukt er internasjonalt anerkjente.

NIBIO har etter hvert produsert mange temakart for klimagassutslipp og klimatilpasning som Drammen og Tønsberg kommune har gjort tilgjengelige i sine kartportaler. Denne rapporten starter derfor med et innledende kapittel om hvorfor det i arealpolitikken fremover er viktig å ta vare på natur og hvordan naturverdier forvaltes i norsk arealplanlegging. Innenfor dette rammeverket peker vi på hvordan de ulike temakartene NIBIO har utviklet kan brukes til å synliggjøre hvordan kartlagte naturverdier bidrar til klimatilpasning og reduserte klimagassutslipp.

2.1 Naturens verdi i arealplanlegging

Kunnskap om jord- og plantedekkets funksjoner er en grunnleggende forutsetning for en bærekraftig samfunnsutvikling. Når vi bygger ned eller legger brakk et jorde som kan produsere matkorn, reduserer vi inntektsgrunnlaget fra jordbruket og vår evne til å produsere mat i krisesituasjoner. Når vi bygger ned en skogteig reduserer vi fremtidige muligheter til å utnytte skogen som ressurs og næringsvei. Vi reduserer også naturens evne til å ta opp klimagasser, samtidig som vi frigjør klimagasser ved å fjerne levende biomasse og flytte på, planere eller fjerne jordmasser (Miljødirektoratet 2023). Nedbygging bidrar til tap av levesteder for en rekke arter som kan være viktige for andre arter og for vår opplevelse av landskapet. Nedbygging og nydyrking kan også føre til store og uopprettelige skader på bebyggelse, nærnatur, jordbruksareal og produktiv skog dersom en ikke har

tilstrekkelig forståelse av naturlig vanntilførsel og avrenning nedover i terrenget (Pedersen m.fl. 2022).

Det er krevende å tallfeste slike verdier og det er vanskelig å sette slike «myke» og langsiktige verdier opp mot mer konkrete og kortsiktige verdier. De siste 20 årene har det vært gjennomført en rekke forsknings- og utredningsprosjekter der ulike goder naturen gir oss mennesker blir betegnet som økosystemtjenester. I disse prosjektene forsøker man å beskrive og beregne naturens tjenester til samfunnet og måle de økonomiske verdiene av disse (SOL 2023). Samtidig peker flere på at forsøk på å synliggjøre naturverdier som økonomiske verdier ikke må erstatte andre argumenter for vern eller forsvarlig forvaltning av økosystemer (KLD 2013).

En vesentlig enklere tilnærming kan derfor være å synliggjøre naturens funksjoner og verdier ved hjelp av temakart. Gjennom å stedfeste og fremheve ulike egenskaper ved vår natur kan slike kart illustrere etablert kunnskap om naturens rolle i å redusere klimagassutslipp og styrke vår tilpasning til fremtidens klima.

2.2 Det formelle grunnlaget for vern av natur og naturmangfold

Som vi pekte på i den forrige rapporten til Drammen og Tønsberg kommune (Mathiesen, m.fl. 2022) har Plan og bygningsloven som overordnet mål å fremme bærekraftig utvikling (PBL 2008). Loven stiller krav om at forslagsstillere, saksbehandlere og politikere skal ta klimahensyn i arbeidet med å lage, vurdere og vedta arealplaner. Arealplaner skal redusere fremtidige klimagassutslipp og redusere ulemper ved klimaendringer. Planene skal også bidra til å bevare og styrke natur, herunder sikre et godt oppvekstmiljø og friluftsliv.

Klimatilpasning innebærer å forstå konsekvensene av at klimaet endrer seg og iverksette tiltak for å på den ene siden hindre eller redusere skade, og på den andre siden utnytte mulighetene som endringene kan innebære (Miljødirektoratet 2020a). Statlige retningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning sier at kommunene bør «kartlegge økosystemer og arealbruk med betydning for klimatilpasning» og at «klimatilpasning og utslippsreduksjoner må sees i sammenheng der det er relevant». Ved planleggingen av nye områder bør det legges vekt på «ivaretagelse av økosystemer og arealbruk med betydning for klimatilpasning», og det bør vurderes bevaring, restaurering eller etablering av naturbaserte løsninger (KMD & KDD 2018, Miljødirektoratet 2020a).

For å ivareta og styrke hensynet til natur ved planlegging av nye områder for nedbygging er det offentlige kart-grunnlaget (DOK) et viktig redskap (Kartverket 2023). DOK består av nærmere 150 kart som kommunenes saksbehandlere for plan- og byggesaker skal forholde seg til. Svært mange av disse kartene klassifiserer og stedfester verdier knyttet til arealutnytting og arealdekke. Utfordringen med disse datasettene er at de ofte inneholder svært mye informasjon som støtter opp om en mengde små, men viktige deler av lovverket knyttet til behandling av plan- og byggesaker. Det er imidlertid vanskelig å heve blikket og få oversikt over svært mange og til dels overlappende kartfigurer. Dette gjør det vanskelig å skaffe seg et bilde av hvilke funksjoner og verdier som naturen rundt oss har.

I en evaluering av DOK fra 2017 kommer det frem at mange kommunale saksbehandlere og fagpersoner i private virksomheter har dårlig kjennskap til disse datasettene (Wikstrøm 2017). Dette er også påpekt i en utredning i regi av Kommunenes Sentralforbund (KS) som fremhever behovet for en rekke tiltak for å heve kompetansen og gjøre arbeidet med å ivareta natur enklere og mer effektivt i tråd med Stortingets mål og prinsipper for en mer bærekraftig utvikling (Simensen m.fl. 2022). Noen av disse tiltakene er å:

- Styrke kompetansen blant saksbehandlere, utbyggere, innbyggere og politikere
- Samle, strukturere og kvalitetsheve miljøinformasjon
- Utvikle nye verktøy slik som temakart, arealregnskap og klimagasskalkulatorer

Temakart med enkle klasseinndelinger som beskriver grad av vegetasjonsdekke, grad av klimagassutslipp ved nåværende og fremtidig arealbruk, og grad av tilsig og avrenning av overvann er skritt på veien mot å tilby lettere tilgjengelig kunnskap om hvilke verdier naturen rundt oss besitter og hvorfor vi bør ta bedre vare på den dersom målet er reduserte klimagassutslipp og bedre tilpasning av infrastrukturen til fremtidens klima.

2.3 Styrket vern av natur og naturmangfold i fremtiden

Norge har signert en rekke forpliktende internasjonale avtaler som handler om å bevare naturmangfold og redusere utslipp av klimagasser til atmosfæren. Den mest sentrale avtalen for natur er den nylig signerte Montrealavtalen fra 2022. (Klima- og miljødepartementet 2023). Den mest sentrale klimaavtalen er Paris-avtalen fra 2015 med mål om å begrense den globale oppvarmingen til 1,5 grader sammenlignet med før-industriell tid. Disse internasjonale avtalene vil ventelig få konsekvenser i form av lovgivning, utforming av forskrifter og forventningsbrev til norske kommuner i årene fremover.

Vi har i mange år hatt en rekke vernebestemmelser for norsk natur som, i varierende grad, er understøttet av konkret feltbasert kartlegging. Mye av arbeidet med vern og kartlegging av vernet natur er i dag forankret i «Natur for livet, norsk handlingsplan for naturmangfold» (Stortingsmelding14 (2015–2016)). Etter at internasjonale avtaleverk for forvaltning av naturmangfold nylig er endret, har Regjeringen varslet en ny stortingsmelding. Det er ventet at meldingen blant annet vil diskutere kommunenes rolle i arbeidet med å ivareta biologisk mangfold i norsk natur.

Stortinget har vedtatt en klimalov med utslippsbegrensninger som følger et avtaleverk med EU (Regjeringen 2020). Avtalen innebærer at Norge må halvere eller bidra til å halvere klimagassutslippene fra visse typer industri og energiproduksjon, transport, oppvarming, avfallshåndtering og jordbruk innen 2030. I tillegg må Norges samlede utslipp av klimagasser fra arealbruk og arealbruksendringer ikke overstige forventede opptak som følger en avtalt referansebane for opptak av CO₂ i norske skoger. I realiteten innebærer dette at nydyrking og nedbygging av naturtyper som tar opp store mengder klimagasser og binder store mengder karbon (slik som skog og myr) må kompenseres med omfattende restaurering av natur og økt karbonopptak i skogen. Dette kan vise seg å bli en svært krevende om ikke umulig oppgave med mindre det skjer i et taktskifte i nedbyggingen av norsk natur og det satses mer på ombygging og fortetting av allerede nedbygde områder (Miljødirektoratet 2023).

Så langt har ikke myndighetene stilt klare krav til hver enkelt kommune om å innfri målsetningene i disse forpliktende internasjonale avtalene. Den nye offentlige utredningen om omstilling av klimapolitikken innebærer blant annet signaler om større krav og begrenset handlingsrom i arealpolitikken for å nå målene om karbonnøytralitet i 2050 (KMD 203). Tiden frem mot 2030 og 2050 vil aktualisere problemstillinger knyttet til at noen kommuner vil klare å innfri nasjonale målsetninger lokalt, mens andre ikke vil gjøre det. Det er sannsynlig at dette vil føre til diskusjoner om innsats og fordeling av byrder for å nå målene om reduserte utslipp av klimagasser lokalt, regionalt, nasjonalt og internasjonalt.

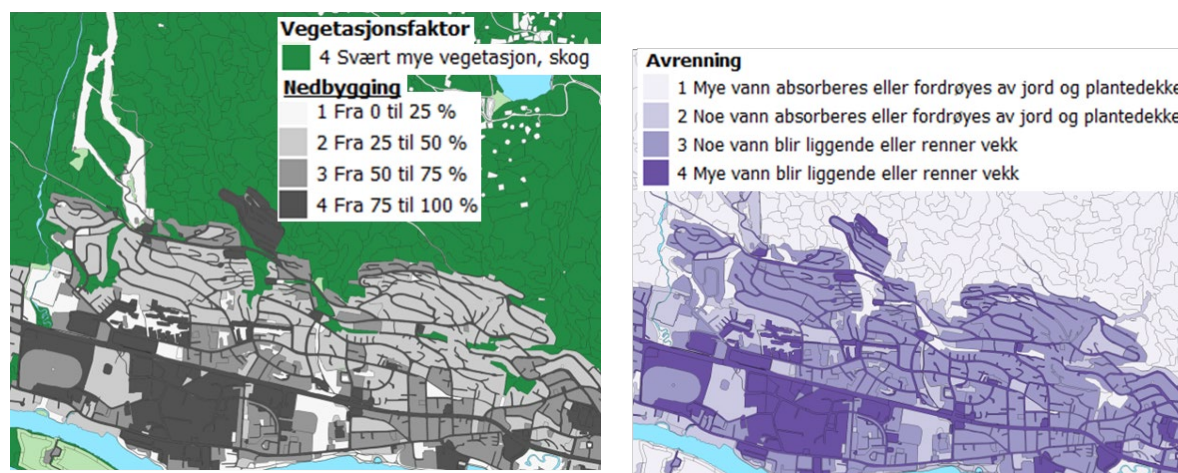
2.4 Temakartene som bærere av kunnskap om blå og grønne verdier

Temakartene NIBIO har produsert for Drammen og Tønsberg kommune våren 2022 har som formål å styrke forståelsen av de blå og grønne naturområdenes funksjoner og hvordan disse funksjonene må sees i en større sammenheng (Mathiesen m.fl. 2022). Det ble laget kart over klimagassutslipp fra eksisterende bruk av arealer og ved en eventuell nedbygging av nåværende arealer. Det ble videre laget kart over tilsig og avrenning av overvann og over naturlig temperaturregulering innenfor bebygde områder, tresatte områder og områder som er særlig viktige for naturmangfold og friluftsliv.

Temakartene er bygget opp slik at arealfigurene i kartet er de samme uavhengig av hvilket tema som vises frem. Det ble laget et heldekkende kart med arealfigurer tilordnet klasser for arealbruk og arealdekke, samt ulke egenskaper i form av blå og grønne funksjoner og verdier. Funksjonene og verdiene

ble klassifisert og rangerte i relativt enkle og oversiktlige klasser. En arealfigur som i utgangspunktet er en skogteig ble for eksempel tilordnet ulike egenskaper, slik som temperaturregulerende evne, dreneringsevne, forekomst av turtstier, grad av tresetting og så videre. De ulike verdiene ble rangert i klasser som for eksempel lav, middels og høy. Én og samme arealfigur kan altså bidra til mange ulike verdier samtidig. Fordelen med denne tilnærmingen er at kartene viser relativt enkle og sammenliknbare kartfigurer. Ulempen er tap av detaljene og presisjonsnivået som finnes i de underliggende datakildene.

Et nøkkelkart blant temakartene som ble levert i 2022 er kartet som viser vegetasjonsmengden med en vegetasjonsfaktor. Kartet angir graden av nedbygging innenfor hver arealfigur og viser et anslag for hvor mye biomasse som finnes i figuren. Eksempelvis er tresatt areal gitt en dobbelt så høy biomasseverdi som grasdekt areal. Innenfor bebygde områder differensierer kartet mellom helt nedbygde områder, som veier og næringsområder, og boligområder, som i større eller mindre grad består av grønne strukturer. Jordbruksarealer og åpen fastmark er angitt med en beskjeden grad av vegetasjonsdekke sammenliknet med arealfigurer klassifisert som skog. Hvis man ser nærmere på temakartene for klimagassutslipp fra nåværende og planlagt arealbruk, tilsig og avrenning, temperaturregulering, biologisk mangfold og friluftsliv, finner man at områder med mye natur som regel også har flere viktige funksjoner og verdier for fellesskapet.



Figur 1: Kartutsnitt til venstre viser sammenfall av kartlagt naturmangfold og sammenhengende tresatt areal. Kartutsnittet til høyre viser avrenningsfaktor for arealfigurer i det samme området. Sammenstillingen av temakartet viser at høy utnyttingsgrad fører til utfordringer med avrenning som bør løses med trygge sammenhengende flomveier over eller under bakken (Kilde: Norge Digitalt, NIBIO).

2.4.1 Sammenhengen mellom vegetasjonsstruktur og klimatilpasning

Temakartene som allerede finnes i kommunenes kartportaler, viser en tydelig sammenheng mellom arealers grønne strukturer og deres bidrag til klimatilpasning. Jo større og mer tresatt et areal er, desto større evne vil det som regel ha til å drenere vann, redusere temperatur på varme sommerdager og ta opp klimagasser. Bebygd areal har gjerne lav evne til å absorbere og fordrøye vann ettersom flatene som regel består av betong, stein og asfalt. Et skogdekt areal har en mye større evne til å ta vare på og fordrøye vann ettersom arealdekket består av jord og planter som bruker vann og binder vann gjennom materialene og oppbyggingen av jord- og plantedekket. Dette er illustrert i figur 1.

Jo mer vegetasjon og dypere jordlag det er, desto mindre avrenning kan en forvente. I mange byområder med høy grad av utnytting blir det i dag plantet trær og busker for å dempe omfanget av overvann. Vann som tidligere ble lagt i rør er blitt lagt i dagen med variasjoner i hellingsgrader, dybder og bredder som til sammen bidrar til reduserer vannstrømmenes hastighet på vei mot sjøen.

Temakartene viser ikke hvordan tilsig av overvann og manglende fordrøying av overvann er blitt løst gjennom etablering, drift og vedlikehold av kummer, kulverter og stikkledninger under bakken. Temakartene viser imidlertid hvor det kan oppstå problemer dersom vedlikeholdet har vært begrenset eller tilsiget av vann blir større enn det som overvannssystemet er dimensjonert for.

Temakartene for vegetasjonsfaktor, sammenhengende tresatte arealer og arealer langs små og store åpne vannveier gir et bilde av hvordan kommunene har etablert grønne strukturer som kan bidra til å dempe overvannsutfordringene. Sammen med kartet som viser grad av nedbygging kan man få et inntrykk av områder der det med fordel kan etableres flere områder eller alléer med gras, busker og trær for å dempe presset på overvannssystemene under bakken.

Når temperaturene stiger på varme sommerdager kan det oppstå midlertidige utfordringer med å håndtere varmen og skaffe tilstrekkelig tilgang til vann og skygge for mennesker, planter og dyr. Særlig store sammenhengende nedbygde flater med liten av grad av trær som danner skygge og vegetasjonsdekket som demper refleksjonen av varme kan skape utfordringer. For å unngå svært høye temperaturer på takflater, bygater med mye sol, lagringsplasser og parkeringsplasser bør man vurdere å dempe effekten med å etablere store og små arealer og rekker av trær, busker og grasareal.

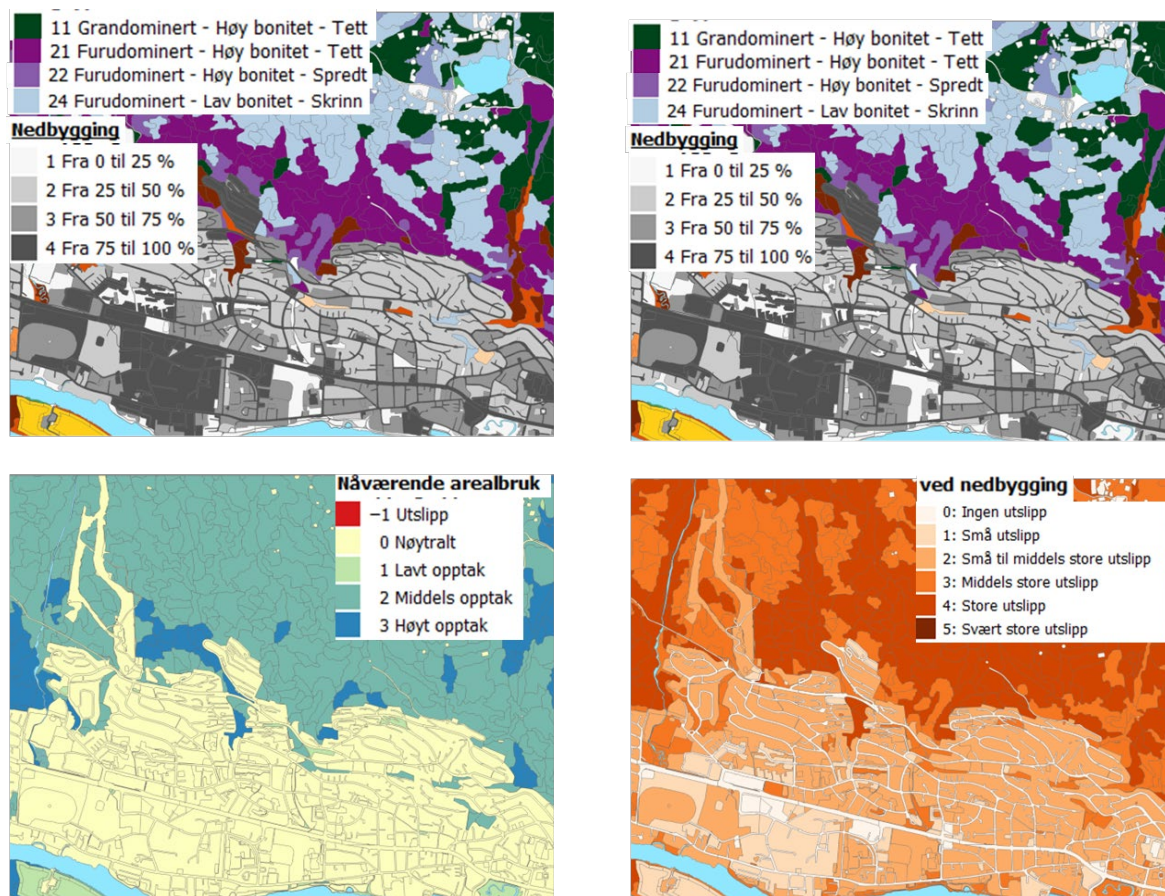
2.4.2 Sammenhengen mellom vegetasjonsstruktur og klimagassutslipp

Levende planter tar opp store mengder klimagasser og betydelige mengder karbon ligger lagret i jord og død biomasse på bakken. Når vi hugger skog og planter den på nytt oppstår en midlertidig reduksjon i opptak av klimagasser. Når vi bygger ned skog eller myr oppstår store klimagassutslipp ved at vi frigjør, flytter og fjerner karbonet som har vært lagret i jorda og plantedekket.

Skog som vokser på høye boniteter (det vil si skogmark med høy produksjonsevne) har et høyt opptak av klimagassen karbondioksid (CO₂). Innenfor arealer som allerede er nedbygd vil utslipp og opptak av CO₂ være lave og i tilnærmet balanse fordi plantedekket som regel blir skjøttet regelmessig og jorda ikke flyttes eller pløyes. Utslippene av klimagasser vil følgelig være mye høyere ved nedbygging av skog enn ved fortetting av allerede nedbygde områder. Det ligger derfor en betydelig positiv effekt på fremtidens klima dersom vi prioriterer gjenbruk og fortetting av allerede nedbygde arealer fremfor å endre, fjerne eller dekke til jord med store mengder lagret karbon. Dette er vist i figur 2.

Det er ikke alltid en klar sammenheng mellom utslipp av klimagasser og fortsatt bruk av arealer til grønne formål fremfor nedbygging. Jord- og skogbruk på organisk jord, slik som drenerte myrer, gir veldig høye klimagassutslipp de første årene. Etter hvert som karboninnholdet i jorda forsvinner, vil utslippene bli redusert. Per i dag mangler det kunnskap om hvor fort karbon forsvinner fra organisk jord ved regelmessig bruk (høsting og pløying). Ut fra et rent klimaperspektiv kan en argumentere for at det vil være bedre å bygge ned en drenert torvmyr enn å fortsette og utnytte den til jord- eller

skogbruk. Samtidig vil en nedbygging av jordbruksareal være i konflikt med hensynet til vern av matjord og naturmangfold.



Figur 2: Kartutsnittene øverst er de samme og viser skogtyper utenfor bebygde områder og nedbyggingsgrad innenfor bebygde områder. Kartutsnittene nedenfor viser det samme området i lys av utslipp og opptak av klimagasser fra nåværende arealbruk (Til venstre) og utslipp ved nedbygging og fortetting (til høyre) (Kilde: Norge Digitalt, NIBIO).

2.4.3 Sammenhengen mellom vegetasjonsstruktur og naturmangfold

Skog, grønne lunger, parker og kantsoner i jordbruksområder kan være viktige naturtyper og viktige levesteder for en rekke arter. Mens noen arter finnes i naturtyper som forekommer i store sammenhengende områder, vil andre arter være avhengig av mer variasjon mellom ulike naturtyper. I mange sammenhenger er det kvaliteter ved leveområdene, kombinasjoner av store nok leveområder, korridorer mellom leveområdene og tilstrekkelig variasjon mellom leveområdene viktig for at artsmangfoldet skal kunne bestå over tid.

For mange arter vil særlig grønne korridorer mellom levesteder være viktig. For noen arter, slik som stort hjortevilt og rovdyr, er det viktig med leveområder og korridorer mellom disse, som dekker store deler av kommuner, fylker så vel som landsdeler. For andre arter, slik som salamandre er det viktig med tilstrekkelig mange små leveområder og korridorer innenfor boligfelt eller småhusområder.

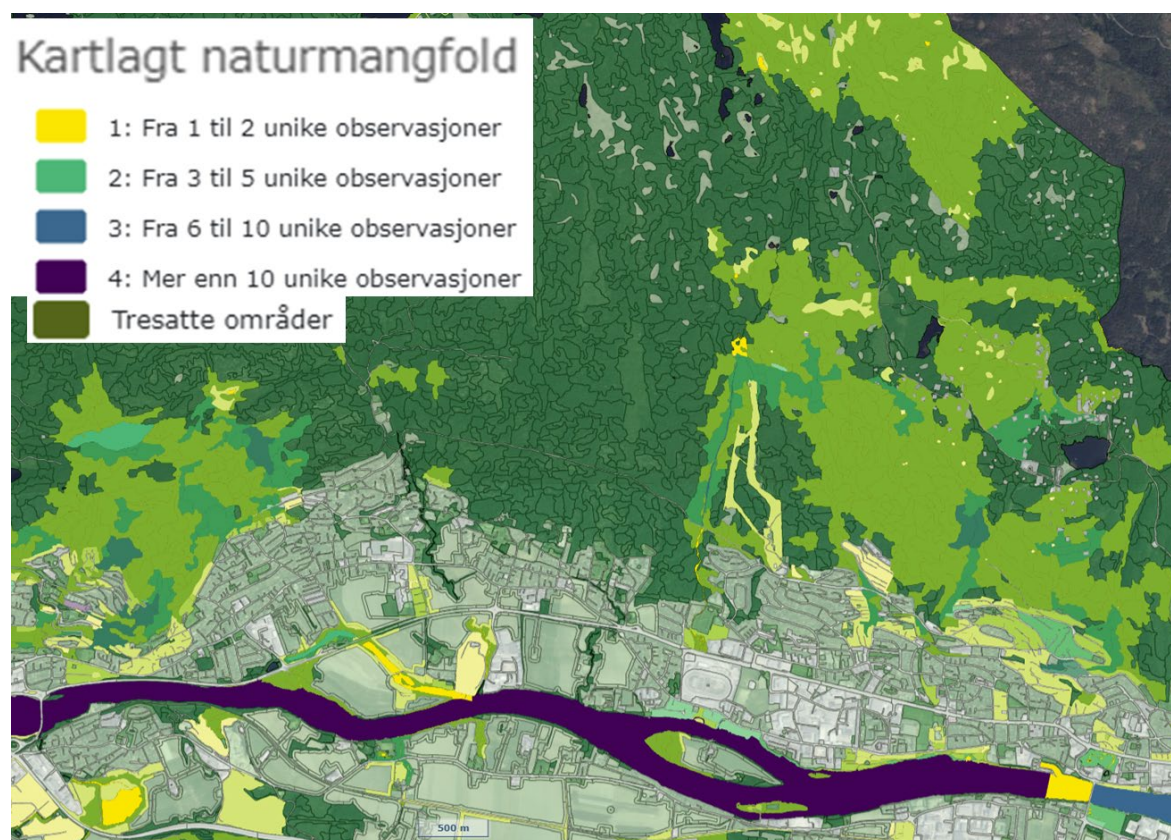
Temakartet for vegetasjonsfaktor viser at skogdominert areal er «grønnere» enn grasdominert areal. Som beskrevet over kan dette gi et noe feilaktig bilde av hva som utgjør viktige naturtyper og levesteder.

Temakartet som viser juridisk bindende vern angir arealfigurer med forekomster av vernede naturområder, naturtyper og artslokaliteter som representerer som vil kreve at verne videreføres eller at det gis dispensasjoner fra vernebestemmelser ved endringer i arealbruk. Temakartet «kartlagt viktig naturmangfold» angir arealfigurer der det er registrert forekomster av arter med stor eller svært stor

forvaltningsinteresse, observasjoner av andre amfibier og reptiler, samt kartlagte naturtyper. Temakartet med juridisk bindende vern utgjør en indikator på viktige vernehensyn. Kartet kan best brukes for å skaffe seg oversikt over hvor det på overordnet nivå foreligger naturvernensyn som lokale, regionale og nasjonale myndigheter må og skal ta hensyn til i planlegging og byggesaksbehandling. Temakartene fremhever informasjon om større områder der det forekommer formelt vernet naturmangfold på hele eller deler av området. Informasjon om hva slags naturmangfold det gjelder og hva slags vern det er snakk om får man opplysninger om i det offentlige kartgrunnlaget under tema som f.eks. naturvernområder, samt viktige og utvalgte naturtyper.

Temakartet kartlagt naturmangfold er i likhet med temakartet for juridisk vernet naturmangfold en tematisk generalisering av svært omfattende registreringer gjort av norsk natur. Det er gjort et utplukk av artsregistreringer som gjenspeiler viktige og stedstypiske naturtyper. Det er lagt vekt på å kartlegge unike observasjoner slik at mange registreringer av samme art ofte gjennomført av en bestemt forsker for et bestemt formål innenfor et lite område ikke skal gi et skjevt bilde av totaliteten. På samme tid er det viktig å understreke at artsobservasjoner er et løpende registreringsarbeid der registreringene verken er heldekkende eller statistisk representative for totaliteten.

Temakartene for vegetasjonsfaktor og sammenhengende tresatte areal og kanstener langs vassdrag kan med fordel sees i sammenheng med kartene over biologisk mangfold. Et eksempel på dette er vist i figur 3 nedenfor. Arealer med juridiske vernet naturmangfold og arealer med mye naturmangfold bør ofte være en del av større sammenhengende arealer og arealer der det forekommer korridorer over til andre større sammenhengende arealer. Der slike arealer fremstår som isolerte og inneklemte, kan det være behov for nærmere undersøkelser om kvalitetene ved leveområdet og hvordan dette eventuelt kan utvides eller styrkes i fremtiden.



Figur 3: Kartutsnitt 1 fra venstre viser sammenfall av kartlagt naturmangfold og sammenhengende tresatt areal (Kilde: Norge Digitalt, NIBIO).

2.5 Klimaendringer påvirker naturen rundt oss

Utsikter til høyere temperaturer, mer tørke og samtidig mer intens nedbør i plantenes vekstsesong kan få store konsekvenser for jord- og skogbruk, naturmangfold og friluftsliv. Erfaringer fra granskogsområder i Tyskland og Tsjekia de senere årene viser at skadepotensialet til barkbiller er svært høyt etter varme og tørre somre (Hlásny 2021). For å utvikle trygge og bærekraftige lokalsamfunn er det viktig å etablere kunnskap om hvordan klimaet vil bli og hvordan infrastrukturen vår og naturen rundt oss er rustet til å håndtere endringene som etter hvert vil komme.

I de nye temakartene med klimaframskrivninger for perioden 2040-2070 har vi brukt store datamengder og ulike modeller og framskrivningsteknikker for å beskrive ulike konsekvenser av endrede temperaturer og nedbørsmengder på lokalt nivå. Det er lagt vekt på å lage kart som er enkle å forstå samtidig som de gir et mest mulig dekkende bilde av klimaendringene og mulige resultater av disse.

Framskrivningene presentert i temakartene er basert på data som er forvaltet av Norsk klimaservice-senter (2023) og som er bearbeidet av NIBIO. Klimaframskrivninger er beregninger av hvordan klimaet vil kunne se ut frem i tid. De må betraktes som beregninger heftet med betydelig usikkerhet, til tross for at metodene som er brukt er anerkjente og mye brukt internasjonalt.

For å vise sammenhengen mellom klimaendringer og behov for klimatilpasning har vi valgt å utvikle temakart over hvilke jordbruksarealer og skogområder som er utsatt for fuktighet og tørke. Temakartene viser skog som er særlig utsatt for tørke ut fra bonitet, helling og himmelretning og skog som er utsatt for mye markfuktighet (tilsig av overvann). For tørkeutsatt skog kan en vurdere tiltak som å skifte til treslag som er mer motstandsdyktig mot tørke, samt å redusere faren for tørkeskade og skogbrann. Kartene viser også jordbruksarealer som ut fra jordtype er dårlige til å lagre vann ved lite nedbør og som raskere mettes med vann ved mye nedbør. På tørkeutsatt jordbruksareal bør en gjøre driftsmessige vurderinger om avlingsvalg og vanning. På fuktighetsutsatt jordbruksareal kan det være behov for mer grøfting og planering av selve jordbruksarealet og arealene rundt (f.eks. skog og bebygget areal) for å dempe tilsiget av vann ut på jordene.

2.6 Kartene over blå og grønne verdier sin rolle i arealplanleggingen

Kart gir et bilde av verden som hjelper oss å forstå romlige mønstre, sammenhenger og kompleksiteten i det miljøet vi lever i (Holand m.fl. 2007). I temakart fremheves romlige mønstre eller fordelingen av ett enkelt fenomen eller tema. Kartene som beskriver blå og grønne verdier i kommunene Tønsberg og Drammen er basert på en rekke offentlige datakilder. Hensikten med kartene er å fremheve og forenkle tema som skal eller bør tas hensyn til når en vurderer egne og andres forslag til kommunens arealplaner.

Temakartene er ment for bruk i innledende faser av arbeidet med større arealplaner (kommuneplan og kommunedelplan). Kartene er også tilrettelagt for bruk i innledende samtaler og vurderinger knyttet til regulering av enkeltområder og i søknader om dispensasjoner i plansaker. Kartene forenkler kunnskap fra mange ulike fagområder som hver for seg kan være kompliserte og samlet kan bli uoversiktlige om de ikke håndteres med forsiktighet. Forhåpentligvis vil kartene bidra til større oppmerksomhet og bevissthet rundt problemstillinger som ofte fører til konflikter. Kartene kan for eksempel bidra til å synliggjøre vanskelige avveininger tidlig i planarbeidet, ved å illustrere problemstillinger som arealplanleggingen må ta særlige hensyn til, men uten å gå inn i helt konkrete detaljer.

Temakartene er ikke ment som en erstatning for det offentlige kartgrunnlaget som brukes i arealplanlegging. De skal ikke brukes til å fremme innsigelser og er ikke ment å være et selvstendig faglig grunnlag for innstillinger i plansaker. Kartene er ikke juridisk bindende og skal ikke brukes i saksbehandling uten tilstrekkelig kontroll mot det offentlige kartgrunnlaget og eventuelt feltbefaring.

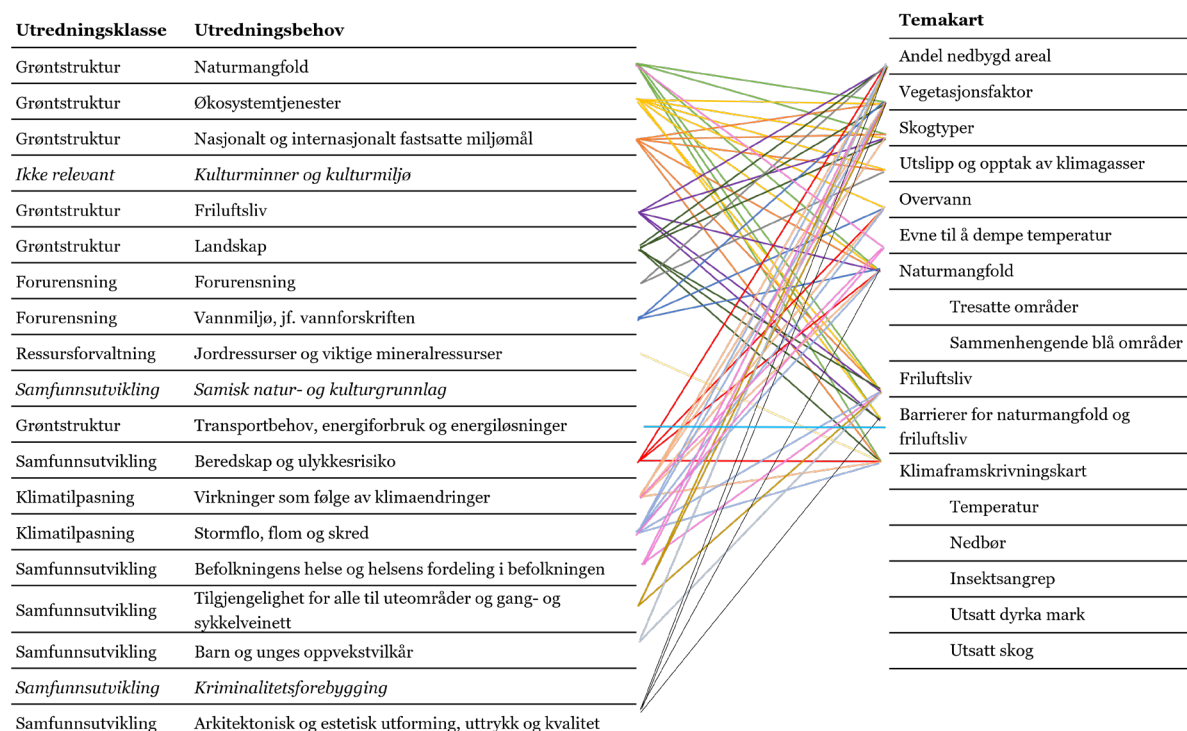
Kartene kan best sees på som angivelser av hvilke blå og grønne verdier som er registrert i et område og som bør tas vare på i tråd med lokale, regionale og nasjonale føringer. Kartgrunnlaget gir en rask oversikt over registrerte verdier og kan på denne måten være nyttige i diskusjoner om hvilke temaer som bør vurderes i konkrete planprosesser.

Vern av natur og jordbruksareal samt reduserte klimagassutslipp er noen av formålene med Plan- og bygningsloven. Som regel er det en klar sammenheng mellom disse ulike formålene, men man bør være oppmerksom på mulige målkonflikter mellom vern av jordbruksareal og reduserte klimagassutslipp i områder der det drives jordbruk på organisk jord (se 2.4.2).

2.7 Praktisk bruk av kartene

Alle planer etter plan- og bygningsloven skal ha en planbeskrivelse (PBL 2008). For kommuneplaner og noen andre planer er det krav om konsekvensutredning etter plan- og bygningsloven (§ 4-2 andre ledd). Planbeskrivelsen vil normalt være mindre omfattende når det ikke er krav om konsekvensutredning. Dersom planen tilrettelegger for utbyggingsformål, er det krav om at det gjennomføres en risiko- og sårbarhetsanalyse (KDD 2022a, KDD 2022b).

En lang rekke tema skal vurderes i arealplaner i tråd i formålet med Plan- og bygningsloven. For kommuneplaner og kommunedelplaner er temaene som skal behandles beskrevet generelt (KDD 2022b). Utredningene må få fram viktige miljø- og samfunnsverdier i de foreslåtte utbyggingsområdene, virkningene utbyggingen kan få for disse verdiene og mer generelt samt hva som kan gjøres for å unngå negative virkninger. En mer konkret liste for utredningsbehov og vurderinger som skal inngå i planbeskrivelsen foreligger i veilederen for reguleringsplaner (KDD 2022a).



Figur 4: Illustrasjon av hvilke utredningsbehov som skal avklares i reguleringsplaner og koblinger til temakart som kan belyse tematikken i en innledende fase.

Denne listen er gjengitt i figur 4 ovenfor, der vi i tillegg har lagt til en overordnet klasse for hvert utredningsbehov. For hvert behov man skal vurdere å ta inn i planbeskrivelsen, er det pekt på ett eller flere temakart som vi mener kan være relevante. Som det kommer frem av figuren har temakartene svært mange mulige anvendelsesområder. Figuren er ment som en illustrasjon av mulige bruksområder for kartene, ikke som en konkret anbefaling av hvordan de skal brukes.

Innenfor rammene av dette oppdraget er det ikke mulig å gi en inngående redegjørelse for hvordan de mange kartene kan brukes til så mange ulike utredningsoppgaver. Men det er mulig å peke på noen bruksmåter med utgangspunkt i en overordnet gruppering av utredningsklasser som grønnstruktur, klimagassutslipp, klimatilpasning, vannmiljø, ressursforvaltning og samfunnsutvikling.

2.7.1 Vurderinger knyttet til grønnstruktur i arealplaner

Miljødirektoratet definerer grønnstruktur i forbindelse med arealplanlegging som «...veven av store og små naturpregede områder. Den omfatter typisk parker, friområder, turdrag og andre ubebygde arealer med naturpreg. Langs vann og vassdrag kan elvekorridorer og bekke drag være en del av grønnstrukturen. Da brukes ofte betegnelsen blågrønn infrastruktur» (Miljødirektoratet 2023c). Slike grønne strukturer gir betydelige økosystemtjenester i form av blant annet rekreasjonsområder og mindre risiko for skade på infrastruktur ved mye nedbør med mer.

I Miljødirektoratets veileder anbefales å vurdere grønnstrukturen i alle arealplaner i nærområdene til byer og tettsteder. «Kommuneplanens arealdel bør brukes til å fastlegge overordnet grønnstruktur. Påvirkning på grønnstrukturen bør vurderes ved planer om ny utbygging. I reguleringsplaner bør man sørge for å opprettholde eksisterende grønnstruktur, eventuelt etablere ny, eller gjenetablere tidligere grønnstruktur som har gått tapt» (op.cit).

Temakartene «Vegetasjonsfaktor», «Sammenhengende tresatte områder» og «Sammenhengende blå områder» som ble utarbeidet i 2022 gir bilder av grønnstrukturen og den blågrønne strukturen både innenfor og utenfor bebygde arealer (Mathiesen, m.fl. 2022). Kartene kan brukes i store så vel som små målestokker for å fremheve områder med mye og sammenhengende vegetasjon og områder med lite vegetasjon. Sammen med temakartet for nedbygd areal får man et inntrykk av arealer hvor det kan være behov for å styrke den grønne strukturen. Temakartet skogtyper og vegetasjonsfaktor gir sammen og hver for seg et bilde av variasjonen i det natur- og kulturlandskapet. Sammen med temakartene som viser juridisk vernet naturmangfold og registreringer av viktig naturmangfold, kan man få et inntrykk av viktige verneverdier innenfor de ulike områdene uten å gå i detalj omkring de enkelte registreringer, nøyaktig hvor de befinner seg eller hvor mange registreringer som er gjennomført.

Temakartet for friluftsliv gir et innblikk i tettheten av kartlagte veier og stier som brukes eller kan brukes til friluftsliv. Miljødirektoratet skriver i sin veiledning omkring grønnstruktur at kommunene bør ha en helhetlig plan for de bynære grøntområdene og turveiene slik at «friluftsområdene blir sammenhengende og områdene for tur, lek og opphold blir store og av god kvalitet ...» (Miljødirektoratet 2023c). Temakartet som viser vesentlige barrierer for friluftsliv og naturlig spredning og forflytning av arter kan være viktige når man vurderer planer om vesentlig fortetting eller bygging av nye barrierer.

I innledende faser av arbeidet med reguleringsplaner er temakartene omtalt her godt egnet til å identifisere mulige konfliktområder omkring naturmangfold, landskap og friluftsliv. Eventuelle vedtak eller innstillinger til politiske vedtak vil imidlertid kreve nærmere utredninger. Det er viktig å være klar over at kartene oppdateres periodisk, noe som kan innebære at helt ferske registreringer av naturmangfold ikke kommer med.

I fremtiden vil klimaendringene kunne endre nåværende blågrønne strukturer. Mer og hyppigere nedbør kan føre til overbelastning på flomveier. Redusert vannbalanse kan føre til tørkeskader på både naturlig og skjøttet vegetasjon. Dette kan igjen redusere vegetasjonens evne til å dempe effekter av svært høye temperaturer på varme sommerdager, noe som igjen kan få store uønskede effekter for naturmangfold, større sammenhengende tresatte områder og infrastruktur.

2.7.2 Vurderinger knyttet til forurensning

Forurensning er her gjort til en veldig vid klasse med utredningsformål som inkluderer utslipp av klimagasser til atmosfæren i tillegg til utslipp av uønskede næringsstoffer, kjemikalier og mikroplast til vann- og vassdrag. Andre tema kan være støy og grunnforurensning.

Temakartet for utslipp og opptak av klimagasser fra nåværende arealbruk gir en overordnet forståelse av hva slags økosystemtjenester naturen gir ved å ta opp store mengder CO₂. Temakartet for utslipp av klimagasser ved nedbygging gir på samme måte en overordnet forståelse av konsekvenser ved å bygge ned ulike områder av kommunen i lys av nåværende jord- og plantedekke. Kartet for nåværende arealbruk gir også en større forståelse av at jordbruk på arealer med organisk jord, samt skogdrift og torvuttak på myr er en betydelig kilde til klimagassutslipp i kommunene. Ettersom det er begrenset hvor mye informasjon som finnes om mengden karbon i myr og skog i eksisterende kartgrunnlag, bør man i plansaker der man ser at nåværende og fremtidig bruk vil innebære betydelige utslipp anbefale nærmere utredninger som ofte vil kreve kostnadskrevenne feltarbeid.

Dersom man arbeider med klimagassregnskap for kommunene, vil temakartene være et godt hjelpemiddel for å forstå resultatene i utslipps- og opptaksregnskapet for arealbrukssektoren som publiseres hvert femte år. Målet for denne sektoren på nasjonalt nivå, slik det er nedfelt i klimaloven og klimaavtalen med EU, er at endringer i klimagassutslippene fra arealbruk og arealbruksendringer ikke skal være større enn endringer i opptakene.

Temakartet for sammenhengende blå områder kan være viktig for å forstå risiko ved etablering av ny industriområder langs vassdrag, samt avrenning av næringsstoffer fra landbruket. I områder der jordbruksareal grenser til vassdrag (se temakartet blågrønn struktur sammen med grunnkartet arealfigurer), bør man ut fra flybilder og andre datakilder kunne vurdere om kantsoner er tilstrekkelig etablert for å hindre uforholdsmessig stor avrenning dersom arealene pløyes om høsten.

Temakartet barrierer for naturmangfold og friluftsliv, samt vegetasjonsfaktor, kan sammen gi indikasjoner hvor det finnes vegetasjonsdekke som kan dempe uønsket støy og konsentrasjoner av svevestøv.

2.7.3 Vurderinger knyttet til klimatilpasning

Miljødirektoratet (2023c) definerer klimatilpassing som å forstå konsekvensene av at klimaet endrer seg og iverksette tiltak for å på den ene siden og å hindre eller redusere skade, og på den andre siden utnytte mulighetene som endringene kan innebære.

Jord- og plantedekket er sårbart for mye nedbør og langvarig tørke. De nye klimaframskrivningskartene illustrerer hva som kan skje med vannbalansen i jordsmonnet i perioden 2040-2070, slik som tørke og økt markfuktighet. Dette kan bidra til fuktighetsskader og vindfall som følge av trærne mister rotfestet. De nye kartene illustrerer også sannsynligheten for at barkbiller vil begynne å angripe granskog flere ganger i løpet av en sesong.

Temakartene for tilsig av overvann viser arealer som vil bli utsatt for oversvømmelser ved mye nedbør dersom det ikke finnes stikkrenner eller andre dreneringstiltak under overflaten. Temakartet for avrenningsfaktor viser arealer som i større og mindre grad vil absorbere nedbør og tilsig av overflatevann. Disse temakartene er sammenstilt i et nytt temakart som indikerer hvor kombinasjoner av mye tilsig av overvann og liten grad av absorberingsevne kan føre til større utfordringer med overvann dersom avløpssystemer for overvann under bakken er underdimensjonert, dårlig vedlikeholdt eller ødelagt. I både små og store målestokker gir disse kartene et bilde av hvordan bebygde arealene har dårligere evne til å håndtere overvann enn naturområder dersom tilsiget er stort.

Temakartet for regulering av temperatur innenfor bebygde områder viser en modell med arealer som kan få vesentlig høyere temperaturer enn andre arealer, som følge av mangel på tresatt areal og naturlig vegetasjon over større områder. Større næringsarealer med takflater og åpne

parkeringsplasser som ikke gir skygge og som i liten grad absorberer varme vil være spesielt utsatt. Dette kan gi skader på eksisterende vegetasjonsdekke, infrastruktur og stedvis være en midlertidig utfordring for folkehelse.

Temakartet over sammenhengende blå områder viser arealer som kan fungere som trygge flomveier og som på samme tid kan være eksponert for flom selv om disse ikke nødvendigvis er markert i flomsonekart fra Norges Vassdrags- og energidirektoratet (NVE). Etablering av trygge sammenhengende flomveier er av NVE definert som en viktig del av arealplanleggingen. Temakartene for tilsig av overvann og sammenhengende blå områder kan være et effektivt hjelpemiddel for å få oversikt over vannveier overvann bør ledes til, samtidig som det indikerer områder som slikt vann bør ledes vekk fra.

2.7.4 Vurderinger knyttet til ressursforvaltning

Temakartene for dyrka mark og skog utsatt for tørkeskader og fuktighetsskader kan bidra ved vurdering av tiltak for å trygge og øke verdiskapningen i landbruket. I enkelte områder bør det vurderes om nåværende produksjon av gran bør erstattes av andre treslag i fremtiden som følge av økt risiko for angrep av barkbiller på gran.

2.7.5 Vurderinger knyttet til samfunnsutvikling

Vurderinger knyttet til samfunnsutvikling er her tema i planbeskrivelser som f.eks. beredskap, utforming og kvalitet i utbyggingsområder, folkehelse, transportbehov, friluftsliv, tilgjengelighet til rekreasjonsområder og oppvekstvilkår.

Temakartene for overvann har betydning for sårbarhets- og risikoanalyser. Dersom infrastruktur for overvannshåndtering blir ødelagt kan store områder bli satt under vann. Temakartet tilsig indikerer hvor dette mest sannsynlig vil skje, uten å gå i detaljer knyttet til vannmengder og hastighet.

Temakartet som viser barrierer for friluftsliv og naturmangfold indikerer transportårer og større infrastruktur bør sees i sammenheng med temakartet over sammenhengende tresatte områder og kartet over vegetasjonsfaktor. Til sammen gir disse kartene en indikasjon på nåværende grønne korridorer og barrierer som fremstår som et hinder for slike grønne korridorer i kommunen.

Det er viktig å understreke at temakartet for barrierer bør suppleres med lokal kunnskap om lokale løsninger som reduserer virkningene av barrierene. Temakartene bør videre suppleres med kunnskap om andre vesentlige barrierer som ikke er tatt med i kartet.

Temakartene for friluftsliv, nedbyggingsgrad, vegetasjonsfaktor, sammenhengende tresatte arealer og blågrønne områder gir alle indikasjoner på områder som kan bidra til økt folkehelse gjennom å representere verdier for rekreasjon og tilby muligheter for friluftsliv. De samme kartene kan også være viktige i vurderinger av tettsteds kvalitet og arkitektonisk utforming i ulike målestokker.

2.7.6 Praktisk bruksanvisning

Temakartene kan best sees på som interaktive atlas eller oppslagsverk. Man kan bruke kartene for å bli kjent med egenskaper ved arealbruken i egen kommune. Man kan også bruke publisert dokumentasjon for å tilegne seg kunnskap om litt uklare tema man kanskje har hørt om, men som er vanskelig å tilegne seg gjennom lesing av offentlige utredninger, lover og forskrifter. Eksempler på dette er dokumentasjonen rundt juridisk bindende biologisk mangold og registrert arts mangfold, eller f.eks. sammenhengende tresatte områder (grønne korridorer).

Temakartene er plassert i overordnede klasser for f.eks. nedbygging, vegetasjon, overvann og temperaturregulering. Kartene kan sees hver for seg eller legges over hverandre med ulik grad av gjennomsiktighet. Se figur 5.



Figur 5: Kartutsnitt 1 fra venstre viser vegetasjonsfaktorkartet. Kartutsnitt 2 viser samme kart med 50 % gjennomsiktighet (Kilde: Norge Digitalt, NIBIO).

Ved å legge på svarte og hvite rammer til hver arealfigur får man en forståelse av hvor detaljert kartet er. Se figur 6 nedenfor. Kartlaget «arealfigurer» vises en hovedinndeling i klasser for bebygd areal, skogareal, dyrka mark, beiter og annen utmark. Ved å klikke på arealfigurene får man detaljert kunnskap om graden av nedbygging, evne til å holde på og fordrøye overvann, binde karbondioksid, osv.



Figur 6: Kartutsnitt 3 og 4 viser det gjennomsiktige kartet med svarte og hvite rammer rundt hver arealfigur (Kilde: Norge Digitalt, NIBIO).

Mulighetene med å bruke kartene for å få innsikt i arealenes funksjon med tanke på klimatilpasning, naturmangfold og friluftsliv er mange. Men som i mange andre sammenhenger så vil kunnskap en om verktøyet (kartportalen), kunnskap om metode (legge kart over hverandre) og innsikt fagområdet (overvann, friluftsliv, klimagassutslipp fra arealbruk og arealbruksendringer) være avgjørende for hvor mye en får ut av verktøyet. I realiteten handler det om å bruke kartgrunnet ofte og aktivt, og utfordre det i forhold til egen kunnskap om lokale forhold.

3 Datagrunnlag for de nye temakartene

3.1 Nasjonale klimaframskrivninger

Framskrivningene presentert i temakartene er basert på data som er forvaltet av Norsk klimaservice-senter (2023) og som er bearbeidet av NIBIO. Klimaframskrivninger er beregninger av hvordan klimaet vil kunne se ut frem i tid. De må betraktes som beregninger heftet med betydelig usikkerhet, til tross for at metodene som er brukt er anerkjente og mye brukt internasjonalt.

Det mest oppdaterte datagrunnlaget for klimaendringer i Norge og mulige fremtidige klimaeffekter finnes i rapporten «Klima i Norge 2100» (Hanssen-Bauer mfl. 2015). Her brukte man resultater fra globale klimamodeller som ble kjørt med forskjellige utslippsbaner, altså ulike scenarier for hvordan de globale klimagassutslippene vil utvikle seg fremover. I det høye utslippsscenarioet kalt RCP8.5, fortsetter klimagassutslippene å øke gjennom hele det 21. århundret. I det middels utslippsscenarioet RCP4.5, antas det å komme betydelige utslippskutt etter 2050. De svært grovoppløselige globale klimaframskrivningene ble romlig nedskalert ved hjelp av regionale klimamodeller og deretter korrigert for systematiske avvik fra observerte klimadata for Norge.

Det foreligger klimaframskrivninger for Norge for 10 ulike kombinasjoner av globale og regionale klimamodeller. En har brukt mange ulike modellkombinasjoner fordi klimasystemet er så komplekst og hver enkelt modell er beheftet med usikkerhet med hensyn til hvordan den beskriver fysiske og kjemiske prosesser i atmosfæren. Hydrologiske modeller har deretter blitt brukt for å beregne hvordan klimaendringene vil påvirke hydrologiske forhold, som avrenning, fordampning, flom med mer.

Hovedresultatene fra rapporten «Klima i Norge 2100» kan oppsummeres som følger:

- Årsmiddeltemperaturen for Norge vil øke med ca. 4,5 °C på 100 år for utslippsscenario RCP8.5 og med 2,7 °C for RCP4.5. Det gir en lengre vekstsesong, en kortere fyringssesong og en til dels betydelig kortere snøsesong med mindre snø de aller fleste steder.
- Årsnedbøren i Norge vil øke med 18 % mot slutten av dette århundret for utslippsscenarioet RCP8.5 og med 8 % for RCP4.5. Det forventes også en økning i antall dager med kraftig nedbør, noe som kan gi hyppigere skredhendelser og større regnflommer.
- Samtidig som årsnedbøren og nedbørintensiteten forventes å øke forventer en også en økning i markvannunderskuddet og lengre perioder med lav grunnvannstand og lav vannføring i bekker og vassdrag, særlig for utslippsscenario RCP8.5. Markvann er viktig for å dekke vegetasjonens vannbehov i vekstsesongen. Generelt tørrere forhold i deler av året kan også øke faren for skogbrann.

Temakartene for Drammen og Tønsberg skal belyse klimaendringene og deres effekter rundt midten av dette århundret, nærmere bestemt for en 30-årsperiode sentrert rundt 2055 (2041-2070). Dette tidsvinduet ble valgt fordi mange politiske beslutningsprosesser og internasjonale målsetninger har denne tidshorisonten. Siden forskjellene mellom utslippsscenarioene RCP8.5 og RCP4.5 forventes å være forholdsvis små fram mot 2050, har vi basert alle beregningene for Drammen og Tønsberg på det moderate utslippsscenarioet RCP4.5.

3.1.1 Nedskalering og statistisk analyse

De nasjonale klimafremskrivingene har en romlig oppløsning på 1 × 1 km og er fritt tilgjengelige fra Norsk klimaservice-senter (<https://klimaservicesenter.no/>). Fra et brukerperspektiv, for eksempel i kommunene, kan disse dataene oppleves som krevende å bruke fordi det mangler et (web-basert) verktøy for å kjøre komplekse, brukerdefinerte analyser.

I klimaframskrivningskartene for Drammen og Tønsberg har vi forsøkt å «regionalisere» de nasjonale klimaframskrivningene for å gjøre informasjonen mer tilgjengelig. Vi har gjort statistiske analyser av to klimavariabler, nedbør og temperatur, og én hydrologisk variabel, markvannunderskudd, for å beskrive framtidige utfordringer i arealbruk med hensyn til tørke, fuktighet og barkbilleangrep. Resultatene er framstilt som temakart som viser følgende klimaindikatorer:

- Endring i sesongnedbør (se Tabell X for en oversikt over sesongene vinter, vår, sommer, høst)
- Endring i sesongtemperatur
- Endring i gjennomsnittlig antall dager per år med kraftig nedbør (døgnet nedbør ≥ 30 mm)
- Endring i gjennomsnittlig antall dager per år med høy temperatur (makstemperatur ≥ 30 °C)
- Framtidig risiko for barkbilleangrep (basert på temperatursum gjennom vekstsesongen)
- Utvikling i jordas vannmengde som er tilgjengelig for vegetasjonen i vekstsesongen (vår, sommer)

Resultatene for temperatur, nedbør og jordvann er framstilt som endringer. Det vil si at forholdene i midten av dette århundret (perioden 2041-2070) blir sammenliknet med dagens klima (definert som klimaet i perioden 1991-2020). Klimarelatert risiko for barkbilleangrep vises bare for perioden 2041-2070 siden en endringsanalyse her ikke ville gi meningsfulle resultater. Alle analysene gjort for 30-årsperioder, siden formålet med temakartene er å karakterisere fremtidig klima, og ikke vær. Dette følger anbefalingene fra World Meteorological Organization (WMO). Som beskrevet over benyttet vi klimaframskrivninger fra 10 forskjellige klimamodeller for å favne usikkerheten knyttet til hver enkelt modell. I de endelige beregningene brukte vi derfor medianverdien for alle de 10 modellene for å få et mest mulig robust estimat til bruk i temakartene.

Hovedtrekkene i de forventede klimaendringer i Drammen og Tønsberg er oppsummert i Tabell 1. Temperaturen forventes å øke i alle årstider. Økningen er størst om våren, med 1,5 °C i gjennomsnitt, og minst i sommermånedene, hvor økningen ligger på 1,0 °C sammenliknet med dagens klima. Nedbøren forventes å øke på årsbasis, men med tydelige forskjeller mellom årstidene. Om vinteren forventes det lite eller ingen endring sammenliknet med dagens klima, mens forventet nedbørsøkning er størst om våren og sommeren, med henholdsvis +6,4 % og +5,3 %.

Tabell 1 : Forventede endringer i sesongtemperatur og sesongnedbør (gjennomsnitt) for Drammen og Tønsberg kommune. Minimums- og maksimumsverdier i parentes.

| Type endring | Vinter (des.-feb.) | Vår (mar.-mai) | Sommer (jun.-aug.) | Høst (sep.-nov.) |
|------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| Temperaturendring (°C) | 1,3 (1,1 - 1,4) | 1,5 (1,4 - 1,6) | 1,0 (0,9 - 1,1) | 1,2 (1,1 - 1,3) |
| Nedbørsendring (%) | 0,5 (-3,8 - 3,1) | 6,4 (3,1 - 8,9) | 5,3 (-2,2 - 10,6) | 3,4 (-0,9 - 7,0) |

3.2 Areal som kan bli mer utsatt for skader i fremtidens klima

Temakartene levert til Tønsberg og Drammen er bygget opp av sammenhengende og gjensidig utelukkende arealfigurer som er klassifisert etter ulike egenskaper som reflekterer blå og grønne verdier. Datagrunnlaget er beskrevet i vedlegg A. For mer informasjon viser vi til rapporten «Temakart» fra 2022.

Hver arealfigur i temakartene har følgende egenskaper:

- Nedbyggingsfaktor
- Temperaturregulerende faktor (kun bebygd areal)

- Vegetasjonsfaktor
- Dreneringsfaktor, tilsigsfaktor, samt kombinert drenerings- og tilsigsfaktor
- Utslippsfaktor ved nåværende bruk og ved nedbygging
- Rangert mengde turruter
- Rangert mengde juridisk vernet naturmangfold og rangert mengde observasjoner av arter

I lys av at temperaturen og nedbøren forventes å øke om våren og sommeren, samtidig som vannbalansen vil bli lavere gjennom lengre og hyppigere perioder med tørke om sommeren, har vi valgt å fremstille egne temakart over skog og jordbruksareal utsatt for mer tørke og fuktighet. I tillegg har vi sett gjort synlig den geografiske fordelingen av granskog ettersom all granskog vil være utsatt for angrep av barkbiller om våren og sommeren.

Temakartet over tørkeutsatt skog er en tematisk og geometrisk forenklet versjon av skogbrannfarekartet NIBIO har laget på oppdrag fra Direktoratet for samfunnssikkerhet og Beredskap. Tørkeutsatt skog er, på samme måte som fuktighetsutsatt skog, et temakart som benytter arealfigurene for de øvrige temakartene.

Temakartet over tørkeutsatt og fuktighetsutsatt jordbruksareal består av en detaljert inndeling av dyrka mark i mindre arealfigurer enn de som brukes i arealfigurene for de øvrige temakartene. Datakilden er NIBIOs jordmonnskart. Dette temakartet er lagret som et eget kart der grensene for dyrka mark er klippet mot figurene med jordbruksareal i de øvrige temakartene.

3.2.1 Dyrka mark

Det norske jordkartleggingsprogrammet stedfester og dokumenterer jordsmonnets egenskaper på fulldyrka og overflatedyrka jord. Jordtype og jordtypenes utbredelse bestemmes i felt. Jordtypene navngis etter en tilpasset norsk versjon av det internasjonale klassifikasjonssystemet World Reference Base for Soil Resources (2014). NIBIO har tilpasset det internasjonale systemet for praktisk bruk under selve datafangsten, og for å gi best mulig informasjon om det norske jordsmonnet. Tilpasningene innebærer en forenkling av kriterier som benyttes for klassifisering. I tillegg har noen av kriteriene blitt justert. Det har også blitt innført noen begreper for å beskrive jordforhold som er spesielle for Norge, blant annet profilering og bakkeplanering. Generelt er det slik at den norske tilpasningen gjør klassifikasjonssystemet mer egnet for beslutninger in situ. Det vil si at jordkartleggerne tar beslutninger basert på det som lar seg bestemme ved observasjoner gjort ute på jordene. (NIBIO 2023 a).

Alle temakart fra jordsmonnkartlegginga er publisert på den ene av NIBIOs to kartportaler, Kilden () under Jordsmonnfanen. Noen av temakartene er i tillegg publisert på den andre kartportalen, Gårdskart (). Nedlastning er per nå ikke tilgjengelig, men det arbeides med å få på plass en nedlastningsløsning. Per 2023 er ca. 59 % av landets fulldyrka og overflatedyrka jord jordsmonnkartlagt. Mer informasjon om hvor mye som er jordsmonnkartlagt i hvert fylke og hver kommune finnes på NIBIOs nettside (NIBIO 2023b).

Temakartene gir en objektiv beslutningsstøtte for bruk av jordressursen. De kan benyttes av næringen, i rådgiving, i forvaltningen og av politikere. For hvert temakart er det laget en informasjonsside om kartet og bruksområder for kartet. I de delene av landet der jordsmonnkartlegging har blitt utført, foreligger det et vesentlig bedre beslutningsgrunnlag innen både agronomi og klimatilpasning gjennom de publiserte temakartene.

Det norske jordkartleggingsprogrammet benytter to nivåer i navnsetting av jordsmonnet: jordgrupper og jordtyper. Jordsmonnet blir delt inn i grupper basert på ulik påvirkning av de faktorene som er viktige for dannelsen av jordsmonnet. Disse faktorene er opphavsmateriale, topografi, klima, levende

organismer og menneskelig aktivitet – over tid. Jordgruppene som er kartlagt i Norge kan grupperes på følgende måte:

- Podzol, Luvisol, Cambisol: Jordsmonn som er resultat av gitte jordmonndannende prosesser
- Gleysol, Stagnosol, Planosol, Histosol: Jordsmonn som er periodevis vannmettet
- Phaeozem, Umbrisol: Jordsmonn som er sterkt påvirket av opphavsmaterialet
- Arenosol, Fluvisol, Leptosol, Regosol: Jordsmonn som mangler jordmonnutvikling under overflatesjiktet, eller som av andre årsaker ikke lar seg klassifisere i andre jordgrupper
- Anthrosol, Technosol: Menneskeskapte jordsmonn

I prosjektet er det norske jordkartleggingsprogrammet benyttet for å gi mer informasjon om hvordan jordsmonnet på jordbruksarealer kan komme til å bli påvirket av endret klima, både med hensyn til perioder med mye nedbør og perioder med tørke. Det er valgt å benytte jordgrupper fra jordkartleggingsprogrammet. Hovedskillet er gjort på bakgrunn av de ulike jordgruppenes evne til å bli kvitt overflødig vann og i hvilken grad de har evne til å lagre vann.

3.2.1.1 Jordsmonn med liten naturlig evne til å bli kvitt overflødig vann

For å identifisere arealer hvor det sannsynligvis vil bli et enda sterkere behov for å ha velfungerende dreneringstiltak for å kunne opprettholde planteproduksjon er arealer med følgende jordgrupper valgt ut: Histosol, Gleysol, Stagnosol og Planosol.

Histosol

Histosol kommer fra det greske ordet histos som betyr vev som i plantevev og viser i denne sammenhengen til «jordsmonn av planterester». 1009 dekar av den dyrka marka i Tønsberg og Drammen. Histosols er organisk jord, myrjord. Organisk jord har et minimumsinnhold av organisk karbon på 20 prosent. Organisk jord har minimum 40 cm tykkelse (60 cm hvis dårlig omdannet), som starter ved overflata eller er begravd av et mineraljordsjikt med tykkelse mindre enn 40 cm. Organisk jord inndeles videre i omdanningsgrad (god, middels, dårlig), og om det er overgang til mineraljord innen 1 m dybde eller ikke. Den organiske jorda er grunn hvis det er overgang til mineraljord innen 1 m, den er dyp hvis det ikke er mineraljord innen 1 m dybde. Det registreres også om den organiske jorda er omgravd eller profilert. Histosols dannes der mengden av tilført organisk materiale er større enn den mengden jordorganismene klarer å bryte ned. Årsaken kan være lav temperatur, kontinuerlig vannmetning eller andre forhold som forverrer levevilkårene til jordorganismer. Viktige egenskaper er:

- Lav volumvekt og høyt porevolum
- Ofte lavt innhold av næringsstoffer og lav pH. Har god evne til å holde på vann og tilførte næringsstoffer.
- Overflatesjiktet formoldes etter en tids dyrking og kan ofte bli tett. Jorda er også utsatt for pakking.

Gleysol

Gleysol kommer fra det russiske ordet gley som betyr våt og humusrik jordmasse. Om lag 7 851 dekar av dyrka mark i Tønsberg og Drammen er Gleysol. Gleysols dannes når grunnvannsspeilet står mindre enn 50 cm fra jordoverflata over en viss periode. Når oksygenet i vannet er oppbrukt, blir det dannet et reduserende miljø. Jern vil gå over til sin reduserte form som gir jorda en gråblå farge. I perioder med lavere grunnvannstand vil oksygen igjen bli tilgjengelig fra lufta gjennom porer, og jern vil da bli oksidert og danne rustrøde flekker. Dette mønstret med gråblå basisfarge og rustrøde flekker nær porer og sprekker er karakteristisk for Gleysols. Viktige egenskaper er:

- Stort behov for grøfting for å senke grunnvannstanden. I ugrøftet tilstand er de kjemiske forholdene i jorda ugunstig både for planter og andre organismer.
- Ofte næringsrik jord med høyt innhold av organisk materiale.
- Stor variasjon i tekstur, men har ofte svak eller ingen jordstruktur og er derfor utsatt for pakking når jorda er våt.

Stagnosol

Stagnosol kommer fra det latinske verbet stagnare som betyr å oversvømme. Navnet viser til jordsmonn som har problemer med å drenere bort overflatevann. I Tønsberg og Drammen er det 85 620 dekar av denne jordtypen og dette utgjør hele 65 % av all dyrka mark i disse kommunene. Karakteristisk for dette jordsmonnet er at vann fra overflata hopper seg opp og blir stående i sprekker og porer innen 50 cm dybde i perioder etter regnvær, snøsmelting eller andre forhold med mye vann. Når oksygenet i vannet er oppbrukt, blir det dannet et reduserende miljø. Jern vil gå over til sin reduserte form som gir jorda i sprekker og porer en gråblå eller lys farge. Jorda som omgir de periodevis vannmettede sprekke og porene har tilstrekkelig med oksygen – har ikke tegn til vannoppbygning – og er brun. Dette fargemønsteret er karakteristisk for Stagnosols. Årsaken til at overflatevann stagnerer i jorda kan være at tette sjikt hindrer vanntransporten nedover i jorda, eller at hele jordsmonnet er tett slik at vanntransporten nedover går svært langsomt. Viktige egenskaper er:

- Liten evne til å bli kvitt overflødig vann. Dette skyldes ofte høyt innhold av silt og/eller leir sammen med dårlig utviklet jordstruktur.
- Ofte næringsrik jord som med effektive dreneringstiltak kan være svært produktiv jordbruksjord.
- Rett valg av jordarbeidingsmetode og tidspunkt for jordarbeiding er viktige tiltak for å redusere risikoen for pakking, avrenning og erosjon.

Planosol

Ordet Planosol kommer fra det latinske ordet planus som betyr flat. Planosol har en brå økning i leirinnholdet innen 1 meters dybde. Leira har liten evne til å infiltrere vann og dette fører til at den overliggende jorda er periodevis vannmettet. De fleste Planosols er utviklet under den marine grense, hvor strandmateriale ligger over hav- eller fjordavsatt materiale. Strandmaterialet er i de fleste tilfellene sand, siltig sand eller sandig silt, med eller uten skjellfragmenter. Den underliggende leira ligger som regel i dybden 50-90 cm og er i de fleste tilfeller enten siltig lettleire eller siltig mellomleire. Viktige egenskaper er:

- Liten evne til å bli kvitt overflødig vann i perioder
- Stor variasjon i innhold av organisk materiale i overflata fra organiske lag til humusfattige overflatesjikt

3.2.1.2 Jordsmonn med liten evne til å lagre vann

For å identifisere arealer hvor det sannsynligvis vil bli for lite vann i jorda for å kunne opprettholde planteproduksjon er arealer med følgende jordgrupper valgt ut: Arenosol og Leptosol.

Arenosol

Arenosol kommer av det latinske ordet arena som betyr sand. I Tønsberg og Drammen er det til sammen 6 309 dekar dyrka mark av denne jordtypen. Arenosols består av sand eller svakt siltholdig sand med et grusinnhold som ikke overstiger 40 %. Overflatesjiktet, som også kan ha andre teksturer enn sand, har lavt til moderat innhold av organisk materiale (< 6 %) eller er svært tynt. Den underliggende sanda går dypere enn 1 m og mangler kriteriene til en Podzol. Det vanligste opphavsmaterialet er sandige løsmasser som strand-, elv-, breelv- eller vindavsetninger. Viktige egenskaper er:

- Selvdrenert jord med liten evne til å lagre vann og med lavt til moderat høyt innhold av organisk materiale.
- Med få unntak, næringsfattig jord med liten evne til å holde på næringsstoffer.
- Med vanning og brukbart klima er Arenosols godt egnet til tidligproduksjoner.
- Tilførte næringsstoffer og sprøytemidler kan fort vaskes ned til grunnvannet.
- Kan være utsatt for vinderosjon (sandflukt).

Leptosol

Leptosol kommer fra det greske ordet leptos som betyr tynn og viser i denne sammenhengen til «grunt jordsmonn». I Tønsberg og Drammen er det bare 163 dekar fulldyrka jord på denne jordtypen. Leptosols er karakterisert av svært liten jorddybde eller svært høyt innhold av grus og stein. Jordsmonn som har fast fjell innen 25 cm dybde klassifiseres som Leptosol. Det gjør også jordsmonn som inneholder mer enn 80% grus og grovere fragmenter (volum) ned til 75 cm dybde. Unntak er jordsmonn som i tillegg oppfyller krav til enten gruppene Histosol eller Podzol. Viktige egenskaper er:

- Ekstremt høyt innhold av grus og stein eller liten jorddybde er egenskaper som er svært begrensende for bruken av jorda.
- Svært liten evne til å lagre vann
- Varierende innhold av næringsstoffer fra næringsfattig grus og stein til forvitret kalkstein.

3.2.1.3 Jordsmonn som er i en mellomstilling med hensyn til endret klima

For jordgruppene Anthrosol, Cambisol, Fluvisol, Luvisol, Phaeozem, Podzol, Regosol, Technosol og Umbrisol er det større variasjon innen hver jordgruppe med hensyn til evne til å bli kvitt overflødig vann og vannlagringsevne. Arealer som er identifisert med disse jordgruppene havner derfor i en mellomstilling når det gjelder reduserte forhold for plantedyrking, enten ved økt nedbør eller ved tørkeperioder.

3.2.2 Skog utsatt for tørke og fuktighet

Skogarealene i Norge har siden 1960-tallet vært kartlagt og ajourført i den landsdekkende kartserien AR5 som dekker alt areal under tregrensa. Her er skog klassifisert etter treslag (barskog, lauvskog og blandingsskog) og bonitet eller produksjonsevne (fra svært høy til lav bonitet og deretter uproduktiv skog uttrykt i klasser for forventet trehøyde ved 40 års alder). I tillegg er grunnforholdene klassifisert som organisk jord, jorddekt mineraljord, grunnlendt mineraljord, blokkmark og fjell i dagen.

De siste 10 årene har skogen i Norge i tillegg blitt kartlagt med fjernmåling fra fly og satellitter. Skogressurskartet SR16 gir detaljert informasjon om skogens treslagssammensetning, stående biomasse, alder og tetthet i ruter på 16 × 16 meter (Astrup m.fl. 2019). Denne høyoppløselige informasjonen har deretter blitt aggregert til arealfigurer i form av skogbestander med tilsvarende egenskaper. Skogdataene i temakartene som beskriver blå og grønne verdier i Drammen og Tønsberg kommuner består av utvalgt og til dels forenklet informasjon om skogbestandene fra SR16.

For hver skogfigur (bestandsfigur) har vi beregnet en markfuktighetsfaktor. Denne faktoren anslår hvor stor andel av hver figur som blir markfuktig eller oversvømt ved kraftig nedbør (Mathiesen m.fl. 2022a). Dersom terrenget består av løsmasser vil vann også trenge dypere inn i grunnen. Datakilden som er brukt til å beregne markfuktighet er et landsdekkende markfuktighetskart. Dette er bygget opp fra data om dreneringslinjer i terrenget og er basert på en nasjonal høydemodell med 1 × 1 meters nøyaktighet (Bjerketvedt 2017). Skog med høy markfuktighetsfaktor har høy risiko for fuktighets-skader. I kartene er utsatthet for fuktighet angitt i tre klasser: liten, middels og høy risiko for fuktighetsskade.

For hver bestandsfigur har vi også beregnet en faktor for tørkeutsatthet. Denne faktoren er avledet fra en indeks og et nesten landsdekkende kart over skogbrannfare utviklet av NIBIO for Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). Skogbrannkartet er basert på SR16 (Hauglin m.fl., 2021) og finnes i DSB sin kartportal under temaet «Brann» (DSB 2023).

Faktoren for tørkeutsatthet legger sammen indeksverdier knyttet til treslag, bonitet, trærnes middelhøyde og biomasse i hver SR16-rute. En høy verdi angir høyt potensiale for skogbrann og dermed også høy grad av tørkeutsatthet. En lav verdi angir lite potensiale for skogbrann og liten tørkeutsatthet. I tillegg til skogvariablene nevnt over inkluderer indeksen også sammensatte verdier for hellingsgrad, hellingsretning, høyde over havet og markfuktighet. Fremherskende vindstyrke og vindretning inngår ikke i indeksen.

For bestandsfigur i temakartene for Drammen og Tønsberg summeres det opp en middelvei for tørkeindeksen. Innenfor ett bestand kan det være mange 16 × 16 meters ruter med ulik tørkeutsatthet. I slike tilfeller blir den klasseverdien som finnes i flest ruter et uttrykk for bestanden som helhet. I kartene er tørkeutsatthet angitt i tre klasser: lav, middels og høy grad av tørkeutsatthet.

4 Temakartene

I dette kapitlet presenterer vi de nye temakartene som skal inngå i kartportalen og viser hvilke klasser som er brukt. Følgende temakart er produsert:

Fuktighet

1. Endring i sesongnedbør og antall dager med kraftig nedbør mellom 1990-2020 og 2040-2070
2. Fuktighetsutsatt skog
3. Fuktighetsutsatt dyrka mark

Tørke

1. Endring i jordvannsutvikling mellom 1990-2020 og 2040-2070
2. Tørkeutsatt skog
3. Tørkeutsatt dyrka mark

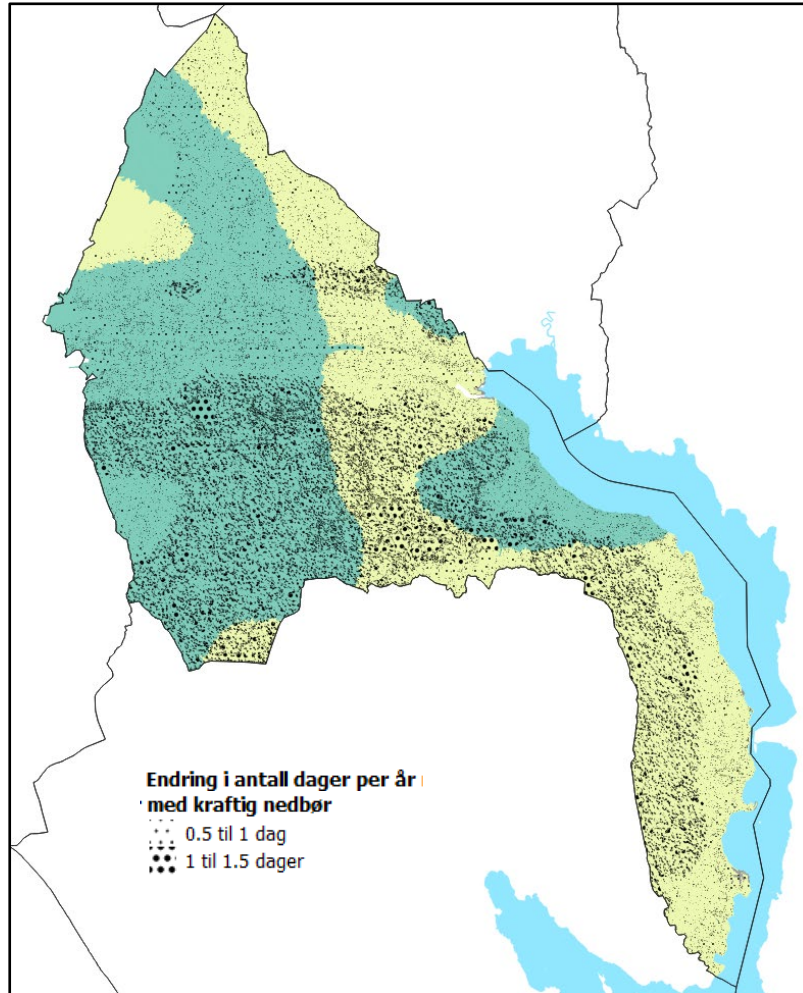
Barkbillerisiko

1. Risiko for barkbilleskade 2040-2070
2. Skog utsatt for barkbilleangrep (Granskog)

Til hvert kart følger en beskrivelse av hva kartet viser med en skjermdump av kartet fra et geografisk informasjonssystem. Klasseinndelingene er definert med kodeverdier og definisjoner av disse, samt en angivelse av fargeverdier som brukes i tegneregler for å vise frem kartene i kartportalen. Det er i tillegg gjort en enkel redegjørelse for hva de ulike kartene viser.

4.1.1 Temakartet sesongnedbør og antall dager med kraftig nedbør

Her er det laget to kart som med fordel kan vises samtidig. Et kart viser endring i gjennomsnittlig nedbørmengde i fire ulike sesonger: vinter (desember-februar), vår (mars-mai), sommer (juni-august) og høst (september-november)

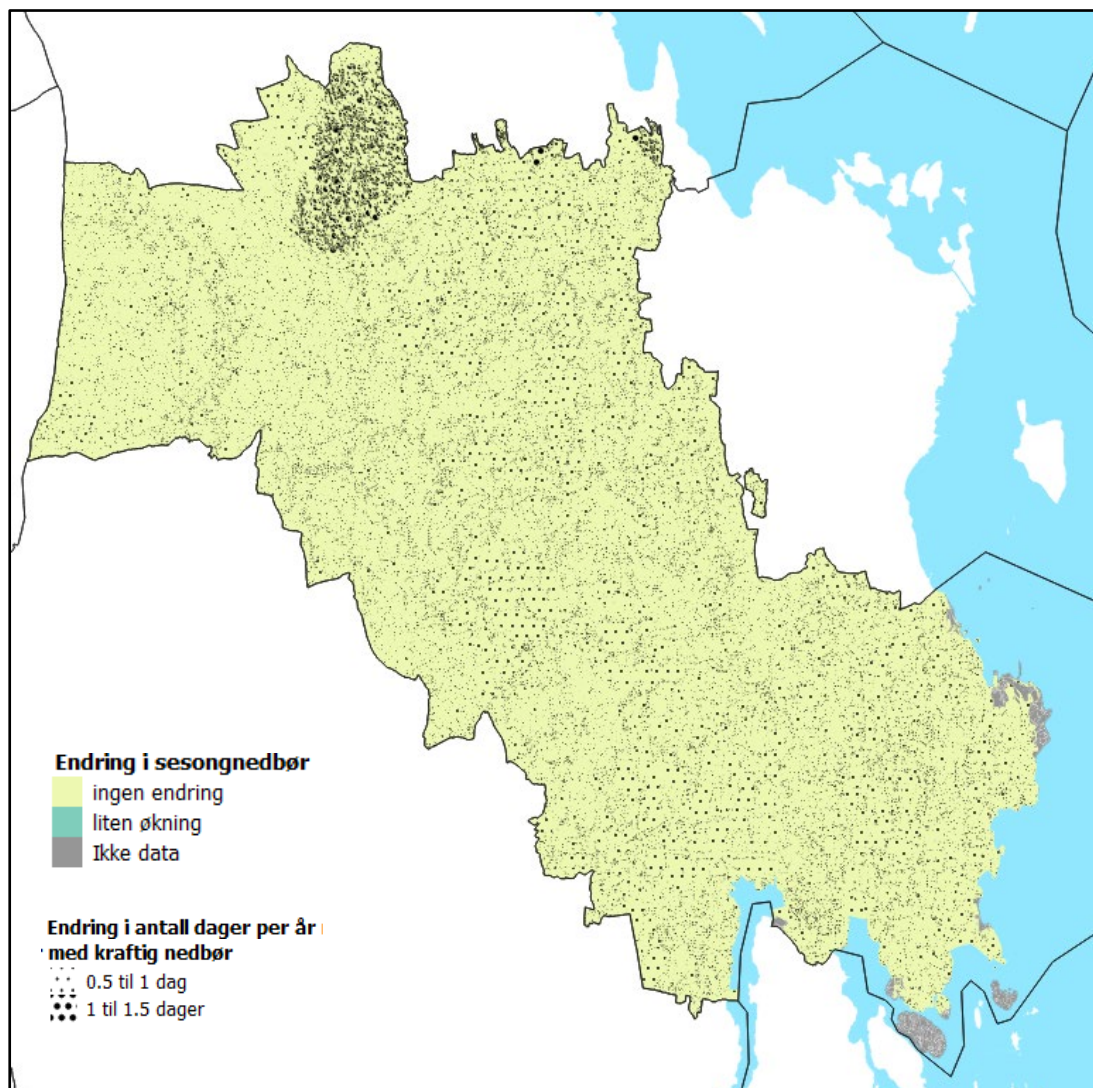


Figur 7: Sesongnedbør og ekstremnedbør for perioden 2041-2070 sammenlignet med perioden 1991-2020 i Drammen kommune (Geovekst, Norsk klimaservicesenter, NIBIO).

Tegnforklaringen fremgår av tabell 2. Et annet kart viser endring i gjennomsnittlig antall dager per år med høy til svært høy døgnnedbør (>30 mm). Tegnforklaringen fremgår av tabell 3. Begge kartene viser endring uttrykt som gjennomsnittsverdier for perioden 2041-2070 sammenlignet med perioden 1991-2020.

Tabell 2: Tegnforklaring til klassifisering av endring i sesongnedbør for periodene 1991-2020 og 2041-2070.

| Egenskapsverdi | Kodeverdi | RGB-verdi | Definisjon |
|----------------|-----------|---------------|---|
| Ingen endring | 1 | 237, 248, 177 | Ingen endring, omtrent samme nedbørmengde som i dag |
| Liten økning | 2 | 127, 205, 187 | Liten økning, mellom 5% og 10% mer enn i dag |
| Ikke data | 3 | 150, 150, 150 | Mangler klimadata |



Figur 8: Sesongnedbør og ekstremnedbør for perioden 2041-2070 sammenlignet med perioden 1991-2020 i Tønsberg (Geovekst, Norsk klimaservicesenter, NIBIO).

Tallene viser økning for perioden 2041-2070 sammenlignet med perioden 1991-2020. Merk at analysene våre viste at det ikke forventes en nedgang i dager med høy nedbør i noen områder.

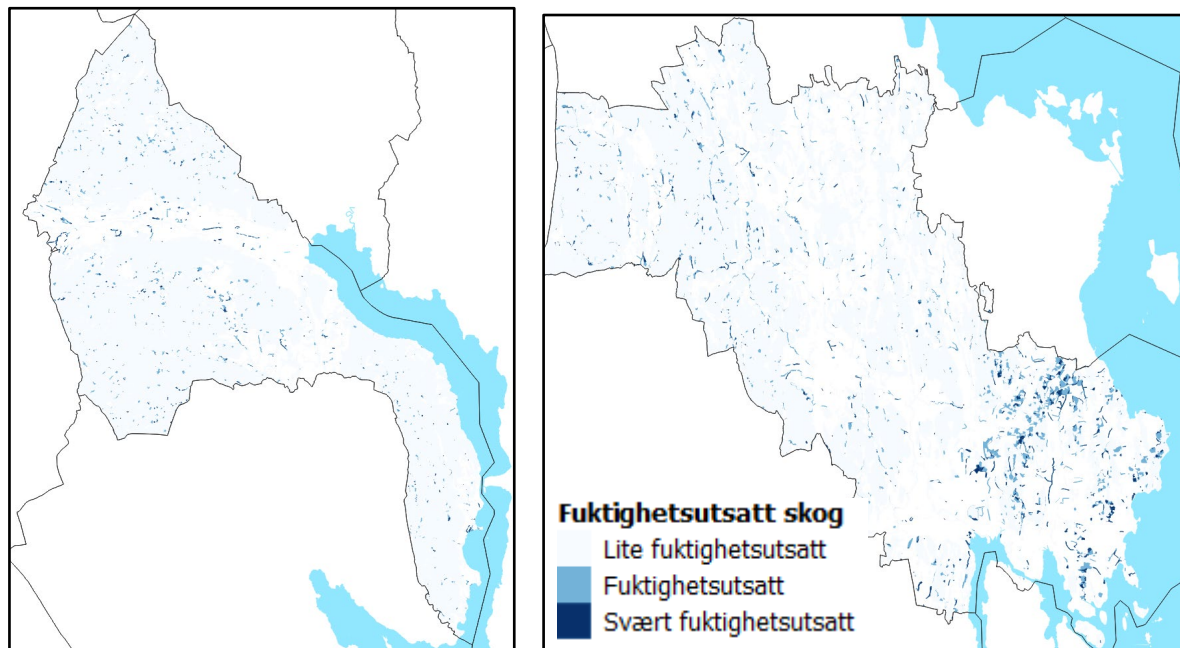
Tabell 3: Tegnforklaring til klassifisering av endring i gjennomsnittlig antall dager per år med høy til svært høy døgnnedbør for periodene 2041-2070 og 1991-2020.

| Egenskaps-verdi | Kode-verdi | RGB-verdi | Definisjon |
|------------------------|------------|---------------|--|
| 0,5 til 1 dag | 1 | 35, 35, 35 | Mellom ½ og 1 flere dager per år med kraftig nedbør |
| 1 til 1.5 dager | 2 | 35, 35, 35 | Mellom 1 og 1½ flere dager per år med kraftig nedbør |
| Ikke data | NA | 150, 150, 150 | Mangler klimadata |

Kartene i figur 7 viser en mindre vesentlig endring i sesongnedbøren i Vestfold med unntak av et mindre område helt nord i fylket være utsatt for noe mer ekstremnedbør. I Drammen er det ventet en liten økning i sesongnedbøren i vestlige deler av Drammen. Det er ventet mer ekstremnedbør syd for åsen ned mot Drammenselva og på østsiden av ryggen mot Oslofjorden. I Tønsberg mangler det data på Slagentangen og Tjøme som følge av at ruten med klimadata i hovedsak ligger i sjøområdet utenfor.

4.1.2 Temakartet fuktighetsutsatt skog

Kartene i figur 9 viser hvor utsatt skog vil være for høy fuktighet viser tre klasser: 1- Lite, 2- Noe og 3- Svært fuktighetsutsatt skog. Disse klassene vises for tre ulike skogtyper: grandominert, furudominert og lauvdominert. Risikoen for fuktighetsskade er vurdert uten å ta hensyn til skogens bonitet, stående biomasse og grunnforhold. Skogens bonitet og stående biomasse vil kunne avledes av å se på andre kart som viser boniteten for hver skogfigur.



Figur 9: Skog utsatt for fuktighet i Dramme (venstre) og Tønsberg (Høyre) (Kilde: Norge Digitalt, NIBIO).

Kartet viser en moderat mengde med skog som er utsatt for mye markfuktighet. I Tønsberg er det enkelte områder som er mer utsatt enn andre.

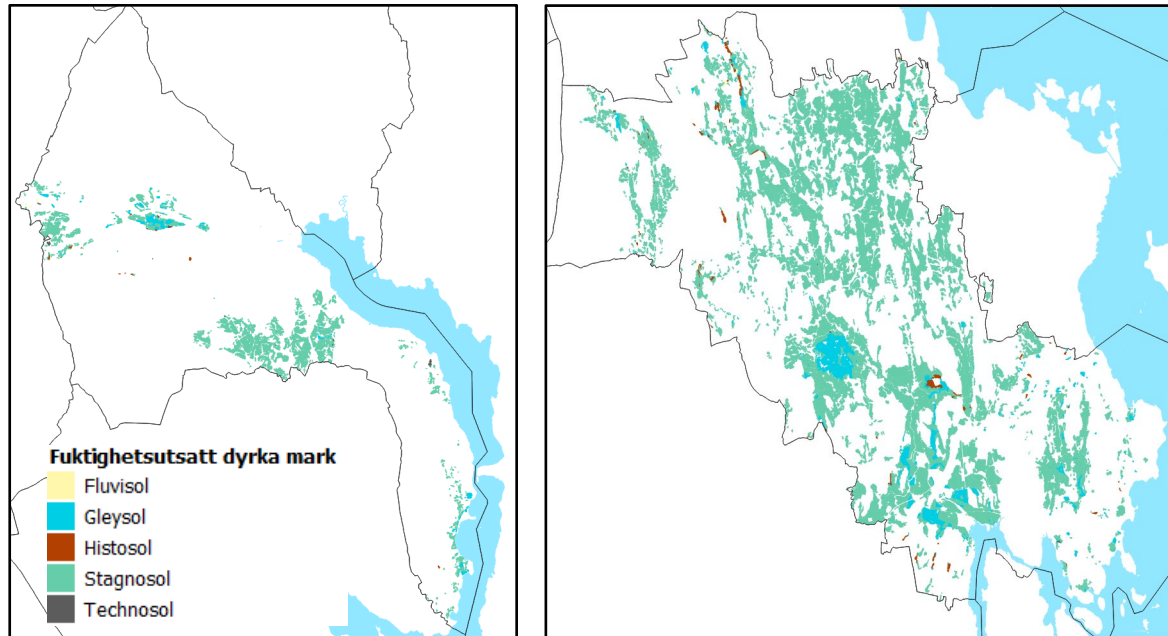
Tabell 4: Tegnforklaring til klassifisering av skog utsatt for fuktighet.

| Egenskapsverdi | Kode-verdi | RGB-verdi | Definisjon |
|------------------------|------------|-------------|--------------------------|
| Lite fuktighetsutsatt | 1 | 247,251,255 | Lite tilsig av overvann |
| Fuktighetsutsatt | 2 | 115,178,216 | Tilsig av overvann |
| Svært fuktighetsutsatt | 3 | 8,48,147 | Stort tilsig av overvann |

Hverken fuktighetsutsatte skogområder i Drammen eller Tønsberg fremstår virker å bli utsatt for svært mye mer sesongnedbør eller mye mer ekstremnedbør enn andre skogområder. Dette fremgår av analysen nedenfor der kartet over områder med mer fuktighet og skogområder utsatt for fuktighet er klippet mot hverandre.

4.1.3 Temakartet fuktighetsutsatt dyrka mark

Kartet over dyrka mark som vil være utsatt for fuktighetsskade viser fem tørkeutsatte jordtyper, Stagnosol, Histosol, Fluvisol, Gleysol og Technosol, slik disse er definert i det norske systemet for jordsmonnssklassifisering (Solbakken 2006). Jordtypene er gjort rede for i avsnitt 3.2.1.



Figur 10: Dyrka mark (fulldyrka og overflatedyrka jord) utsatt for fuktighet i Dramme (venstre) og Tønsberg (Høyre) (Kilde: Norge Digitalt, NIBIO).

Kartet viser en moderat mengde dyrka mark utsatt for fuktighet på nordsiden av Drammenselva helt vest i Drammen kommune, samt i åssidene ovenfor Konnerud. Store deler av jordbruksarealet i Tønsberg er dominert av stagnosols. Unntaket er dyrka mark i områder langs Oslofjorden som på den andre siden er utsatt for tørke.

Tabell 5: Tegnforklaring til klassifisering av fuktighetsutsatt dyrka mark

| Egenskaps-verdi | Kode-verdi | RGB – verdi | Definisjon |
|-----------------|------------|---------------|--|
| Fluvisol | 1 | 255, 247, 171 | Ungt jordsmonn dannet i materiale som er avsatt i strømmende vann (elver og bekker). |
| Gleysol | 2 | 0, 206, 228 | Grunnvannspåvirket jord med liten jordsmonn-utvikling. |
| Histosol | 2 | 178, 64, 0 | Organisk jordsmonn med tykkelse på mer enn 40 cm. |
| Stagnosol | 2 | 102, 205, 171 | Jordsmonn som er periodevis mettet av stagnert overflatevann. |
| Technosol | 2 | 92, 92, 92 | Jord som har blitt utsatt for bakkeplanering eller graving/ menneskelaget jordsmonn som består hovedsakelig av fyllmaterialer. |

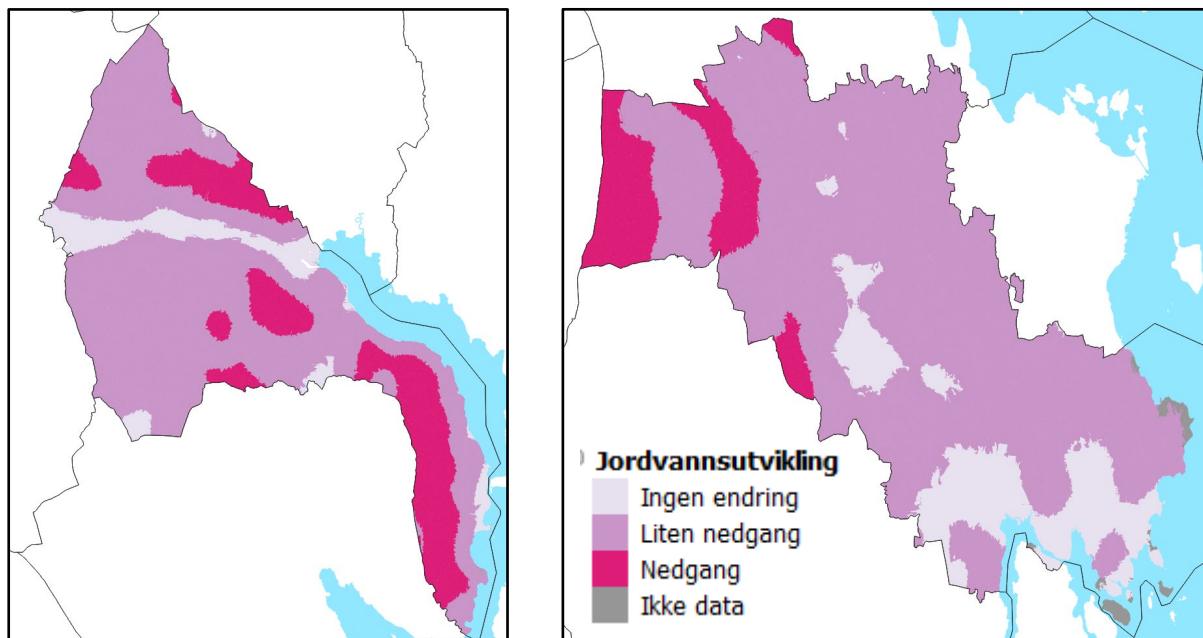
4.1.4 Temakartet jordvannsutvikling (Tørkeutsatthet)

Kartet for tørkeutsatthet viser utviklingen av vannmengden i jorda som er tilgjengelig for vegetasjonen i vekstsesongen. Det benyttes tre klasser: ingen endring, lite nedgang, og nedgang. Våre analyser viste at det ikke var noen områder der det forventes en signifikant økning i jordvannmengden.

Tabell 6: Tegnforklaring til klassifisering av utvikling av tilgjengelig vannmengde i jorda for vegetasjonen i vekstsesongen for perioden 2041-2070 sammenlignet med perioden 1991-2020.

| Egenskapsverdi | Kode-verdi | RGB - verdi | Definisjon |
|----------------|------------|---------------|---|
| Ingen endring | 1 | 231, 225, 239 | Ingen endring, like mye jordvann tilgjengelig i vekstsesongen som i dag |
| Liten nedgang | 2 | 201, 148, 199 | Liten nedgang i jordas vanninnhold (gjennomsnittlig nedgang mellom -0.5 og -1 mm per ti år) |
| Nedgang | 3 | 221, 28, 119 | Nedgang i jordas vanninnhold (gjennomsnittlig nedgang større enn -1 mm per ti år) |
| Ikke data | NA | 150, 150, 150 | Mangler klimadata |

Temakartene i figur 11 viser mindre endringer i jordvannsutviklingen langs Drammensvassdraget og områdene rundt Tønsberg by. Større nedgang er ventet i høydedragene nord og sør for Drammen, herunder Konnerud. I Tønsberg gjelder dette særlig de nordvestlige områdene av kommunen der det er mye skog.



Figur11: Utvikling av tilgjengelig vannmengde i jorda for vegetasjonen i vekstsesongen for perioden 2041-2070 sammenlignet med perioden 1991-2020 (Kilde: Geovekst, Norsk klimaservicesenter, NIBIO).

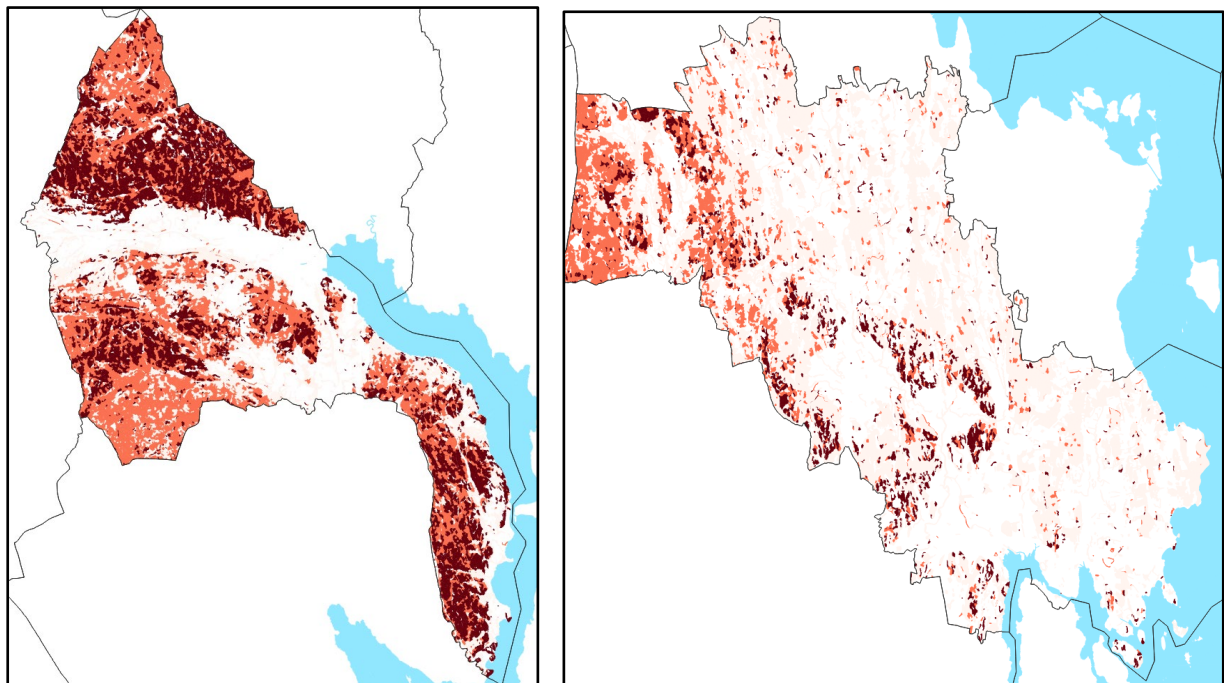
4.1.5 Temakartet tørkeutsatt skog

Kartet som viser hvor utsatt skogen vil bli for tørkeskader viser tre klasser for tørkeutsatthet (lite utsatt, noe utsatt og svært utsatt) uavhengig av treslag. Risikoen for tørkeskade er definert ut fra vurderinger av skogens bonitet, stående biomasse per arealenhet, helling og grunnforhold. Det er verdt å merke seg at skog som er utsatt for tørkeskade gjerne vil være mer utsatt for barkbilleskade også. Dette skyldes at billene lettere kan overmanne trær som er svekket av tørke. Kartene for tørke- og barkbilleskade kan derfor med fordel sees i sammenheng for å få et mer komplett bilde av risikoen for barkbilleskade. Klimavariablene som er brukt i de to karttypene er stort sett uavhengige av hverandre.

Tabell 7: Tegnforklaring til klassifisering av tørkeutsatt skog

| Egenskaps-verdi | Kode-verdi | RGB - Verdi | Definisjon |
|-------------------|------------|---------------|------------------------|
| Lite tørkeutsatt | 1 | 255, 245, 240 | Lite tørkeutsatt skog |
| Noe tørkeutsatt | 2 | 251, 112, 80 | Noe tørkeutsatt skog |
| Svært tørkeutsatt | 3 | 103, 0, 13 | Svært tørkeutsatt skog |

Temakartene i figur 12 viser at det store områder med tørkeutsatt furuskog i på høyden nord og sør for Drammen. Det er også betydelig mengder tørkesutsatt skog med varierende treslag i de sydlige delene på østsiden av åsryggen sør for Oslofjorden. I Drammen er det mindre områder med granskog sentralt i fylket som kan bli utsatt for tørke. I noe mindre grad er de større områdene dominert av granskog helt vest i fylket også utsatt for tørke.



Figur 12: Tørkeutsatt skog i Drammen og Tønsberg
(Kilde: Norge Digitalt, NIBIO)

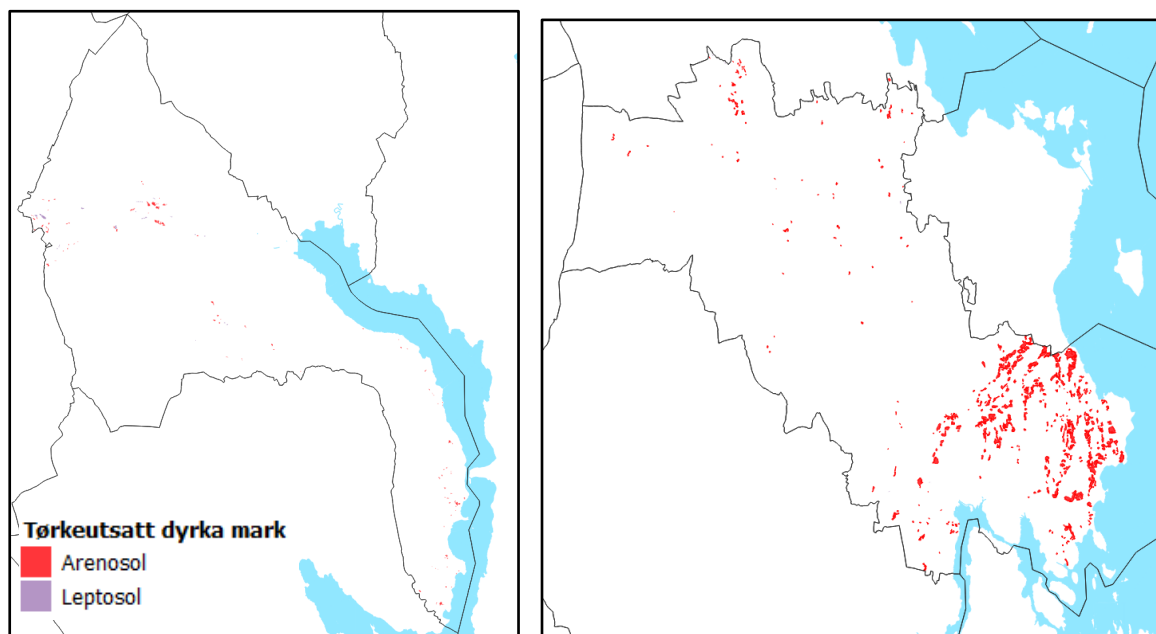
4.1.6 Temakartet tørkeutsatt dyrka mark

Kartet over dyrka mark som vil være utsatt for tørkeskader viser to tørkeutsatte jordtyper, Arenosol og Leptosol, slik disse er definert i det norske systemet for jordsmonnklassifisering (Solbakken 2006). Jordtypene og dere egenskaper og utbredelse er gjort rede for i kapittel x.y.z.

Tabell 8: Tegnforklaring til klassifisering av tørkeutsatt dyrka mark

| Egenskapsverdi | Kode-verdi | RGB-verdi | Definisjon |
|-----------------|------------|---------------|--|
| Arenosol | 1 | 255, 53, 58 | Dypt jordsmonn av selvdrenert, sortert sand. |
| Leptosol | 2 | 180, 149, 197 | Jordsmonn som er svært grunt, har et svært høyt innhold av grus og stein eller har et svært høyt innhold av kalk (skjellsand). |

Figur 13 viser fordelingen av tørkeutsatt i fulldyrka og overflatedyrka jord i Drammen og Tønsberg. I Drammen er det små forekomster rundt Mjøndalen. I Tønsberg er det særlig områder i sydøstlige deler av kommunen nær Slagentangen som har tørkeutsatt jordbruksareal.



Figur 13: Tørkeutsatt dyrka mark i Drammen og Tønsberg (Kilde: Norge Digitalt, NIBIO).

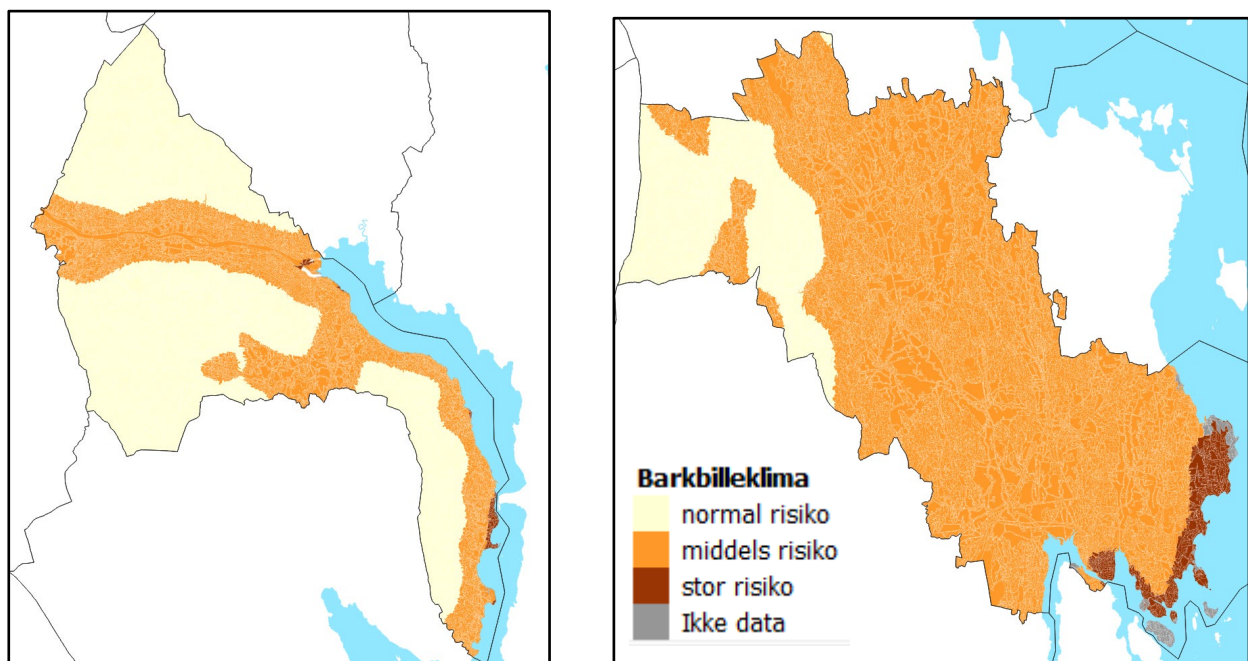
4.1.7 Temakartet risiko for barkbilleskade

Kartet viser risiko for økte barkbilleskader ut fra temperaturforholdene i vekstsesongen i midten av det 21. århundret. Det benyttes tre risikoklasser: normal risiko, middels risiko og høy risiko. Beregningen av barkbillerisiko er basert på en kompleks, temperaturbasert indikator som viser gjennomføringen av granbarkbillens ulike utviklingsstadier (fra egg til voksent insekt) samt potensialet for at billene kan gjennomføre to generasjoner per år. To generasjoner per år gir økt risiko for barkbilleskade siden billene da vil kunne angripe trær i to perioder i løpet av vekstsesongen (vår og midtsommer). Et klima som tillater billene å gjennomføre to generasjoner i minst åtte av ti år vurderes å gi høy risiko for barkbilleskade, gjennomføring av to generasjoner i to til åtte av ti år gir middels risiko, og gjennomføring i maksimum to av ti år gir normal risiko. Bakgrunnen for risikovurderingen er at det er kostbart for billene å påbegynne, men ikke fullføre, en andre generasjon før vinteren kommer. I slike tilfeller vil nesten alt avkommet fryse i hjel i løpet av vinteren. Derfor regner vi med at klimaet må være varmt nok til at det tillater to barkbillegenerasjoner nesten hvert eneste år før billene vil begynne å «satse på» to generasjoner per år.

Tabell 9: Tegforklaring til klassifisering av risiko for flere ynglinger av barkbiller per år i perioden 2040-2070.

| Egenskaps-verdi | Kode-verdi | RGB-verdi | Definisjon |
|-----------------------|------------|---------------|---|
| Normal risiko | 1 | 255, 255, 212 | Omtrent samme situasjon som i dag (to generasjoner i mindre enn 20 % av årene). |
| Middels risiko | 2 | 254, 153, 41 | To generasjoner i 20-80 % av årene. |
| Høy risiko | 3 | 153, 52, 4 | To generasjoner i mer enn 80 % av årene. |
| Ikke data | NA | 150, 150, 150 | Mangler klimadata |

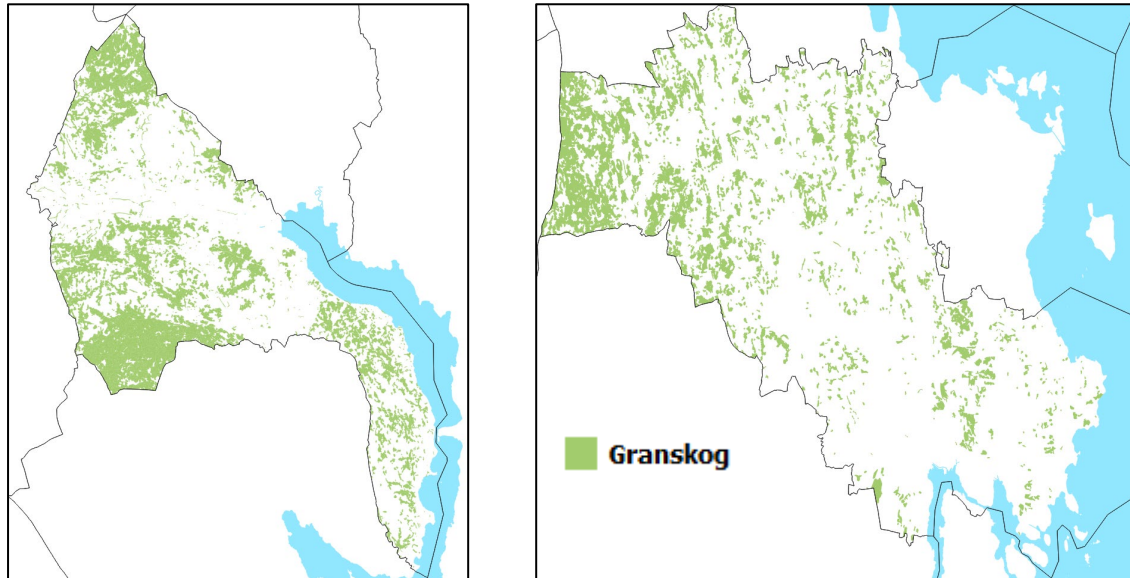
Figur 14 viser en stor risiko for to generasjoner barkbiller sørøst i Tønsberg, samt en middels risiko langs kysten i Drammen og i store deler av Tønsberg.



Figur 14: Risiko for flere ynglinger av barkbiller per år i perioden 2040-2070 (Kilde: Norge Digitalt, NIBIO).

4.1.8 Temakartet granskog

Kartet viser arealer med grandominert skog uten en nærmere angivelse av aldersklasser ettersom skogens alder, volum og tetthet vil endre seg over tid.



Figur 15: Granskog. All granskog er utsatt for barkbilleangrep (Kilde: Norge Digitalt, NIBIO).

Tabell 10: Tegnforklaring til granskog

| Egenskapsverdi | Kode-verdi | RGB-Verdi | Definisjon |
|----------------|----------------|---------------|---|
| Granskog | 'Grandominert' | 162, 204, 109 | Gran utgjør størst treslagsvis andel av det totale volumet. |

5 Syntese og overordnede betraktninger

I den første delen av dette kapitlet presenterer vi sentrale funn fra analysene av forventede klimaendringer, samt fremtidig risiko for barkbilleangrep i Tønsberg og Drammen.

5.1 Fuktigere klima i Tønsberg og Drammen

Det forventes ubetydelig til moderat økning (+1% til +6%) i årsnedbøren avhengig av sted, likevel med tydelige forskjeller mellom årtidene. Det finnes ingen område der klimaframskrivningene tyder på en nedgang i årsnedbøren. Områdene med størst økning ($\geq 5\%$) ligger i vestlig del av Drammen kommune og i et strøk sør fra utløpet av Drammenselva. I hele Tønsberg kommune er den forventede økningen mindre enn 5%. Nedbøren øker mest om våren med +6,4% som gjennomsnitt over hele regionen og minst om vinteren med +0,5%.

I tillegg til års- og sesongnedbør ble det også undersøkt om det forventes endringer i antall dager per år med høy til svært høy nedbør, som vi definerte som dager med ≥ 30 mm døgnnedbør. Slike nedbørintensiteter kan medføre utfordringer med overvann i byer, men også erosjonsproblemer på dyrket mark. Metodene som ble brukt her tillater derimot ingen konklusjoner om effekter på vannføring i vassdrag. Over hele Drammen og Tønsberg regionen forventes det en økning i antall per år med høy nedbør med minst +0,2 dager og maksimalt +1,5 dager avhengig av sted. Økningen er større enn +1 dag per år i sørlig del av Drammen kommunen (bortsett fra fjordnære strøk) og i et lite strøk nord i Tønsberg kommunen. Der høy nedbørintensitet sammenfaller med generell økning i nedbør, kan det tyde på utfordringer med overflateavrenning siden jorda er i sterkere grad mett fra før og er ikke i stand til å infiltrere regnvannet. Disse sammenhengene er imidlertid sterkt sesongavhengig, noe som kunne ikke undersøkes her.

5.2 Tørrere klima i Tønsberg og Drammen

Til tross for at nedbøren forventes å øke, viser våre resultater at det kan bli tørrere forhold for vegetasjonen i vekstsesongen. Dette må sees i sammenheng med temperaturen og dennes effekt på fordampningen. Temperaturen øker mest om våren med $1,5^{\circ}\text{C}$ mens sommermånedene blir omtrent 1°C varmere enn i dag. Dette medfører med stor sannsynlighet lengre vekstsesong (ikke eksplisitt beregnet), men også en generell økning i fordampningen og dermed vegetasjonens vannbehov. For å belyse sammenheng mellom økt nedbør og økt temperatur, har vi derfor valgt å analysere utviklingen av vannmengden i jorda som er tilgjengelig for vegetasjonen i vekstsesongen. Resultatene tyder på enten ingen endring eller nedgang i tilgjengelig jordvann over hele Drammen og Tønsberg regionen, dvs. det fantes ingen områder der det forventes en signifikant økning i jordvannmengden. Våre resultater tyder dermed på at økt nedbør vil bli overkompensert av økt fordampning i vekstsesongen.

Det ble også gjort analyse av hyppighet av såkalte tropedager, dvs. dager med maksimaltemperatur $\geq 30^{\circ}\text{C}$ (ikke inkludert i rapporten). Her visste det seg at Drammen og Tønsberg regionen ikke vil oppleve en signifikant økning av slike dager. I størsteparten av regionen forventes det en økning som er vesentlig mindre enn +1 døgn per år. I byarealene langs Drammenelva forventes det en økning mellom +1 og +1,5 døgn per år. Dette funn må sees i sammenheng med Oslofjordens temperaturdempende effekt om sommeren, men også med tidsperioden som er betraktet her. Resultater framstilt i Hanssen-Bauer mfl. (2015) peker på at varme dager vil bli hyppigere mot slutten av århundret, særlig når en forutsetter et høyt utslipp scenario.

5.3 Noe økt risiko for barkbilleskader i Tønsberg og Drammen

Granbarkbillen har gjort betydelig skade i europeisk granskog de siste årene. Billene har tidligere gjort stor skade i Sør-Norge. Klimaendringene vil på sikt åpne for yngling av to generasjoner og ikke bare en generasjon av barkbiller i løpet av en vekstsesong. Den andre ynglingen er ventet å skje midt på sommeren da granskogen er som mest presset og stresset av høye temperaturer og lavt vanninnhold i jorda.

Granbarkbillen angriper helst eldre, hogstmoden skog som vokser i områder der det er mye granskog på landskapsnivå. Fordi skogens sårbarhet for barkbilleskade for en stor del avgjøres av såkalte abiotiske forhold på voksestedet, slik som temperatur og tørkeutsatthet viser vi bare hvor det er grandominert skog uten en nærmere angivelse av for eksempel hogstklasser eller alder av granskog. Tankegangen er å vise at visse arealer vil ha høyere risiko for skader dersom de har eldre, hogstmoden granskog. På grunn av barkbillens store skadepotensiale kan det bli nødvendig å gjennomføre omfattende skadeforebyggende hogst lenge før granskogen er hogstmoden.

5.4 Dyrka mark utsatt for tørke og fuktighet

Rundt 35 % av landarealet i Tønsberg og 8 % av landarealet i Drammen er dyrka mark i form av fulldyrket og overflatedyrket jord (Arealbarometer 2023). Fulldyrka jord er jordbruksareal som er dyrket til vanlig pløedybde, som kan benyttes til åkervekster eller eng, og som kan fornyes ved pløying. Overflatedyrket jord er jordbruksareal som for det meste er rydda og jevna i overflaten, slik at maskinell høsting er mulig. I Tønsberg og Drammen er nesten all dyrka mark fulldyrket.

Jordbruksarealene i Tønsberg og Drammen ligger i områder av landet er svært gunstige for produksjon av matkorn, oljevekster, poteter og grønnsaker i tillegg til husdyrfôr, frukt og bær. I Tønsberg blir 76 % av jordbruksarealene brukt til å produsere korn, 2,6 % til å produsere poteter og 1,4 % til å produsere grønnsaker. I Drammen blir 64,5 % brukt til å produsere korn, 1 % til å produsere potet og 1,6 % til å produsere grønnsaker. Mens frukt og bær utgjør hele 8,2 % av produksjonsarealet i Drammen, utgjør det bare 0,2 % i Tønsberg. De store variasjonene skyldes egenskaper ved jord og jordsmonn, topografi og lokale tradisjoner innenfor jordbruket.

Klimaet i Tønsberg og Drammen er gunstig for dyrking både av de vanlige jordbruksvekstene og de mer varmekjære hagevekstene. Vekstsesongen er lang, ofte med en mild høst. Våren kommer tidlig, og temperaturen i veksttida er forholdsvis høy. Det kan bli knapt med nedbør, særlig om våren og forsommeren, men enkelte høster kan være svært regnfulle (Solbakken, M.fl. 2006).

Som vi har vist i kap. 6.1 og 6.2. vil klimaet endre seg merkbart i Tønsberg og Drammen. Det vil i perioder om våren og sommeren bli mer varmere og mindre nedbør. På samme tid vil det forekomme flere perioder med mer nedbør og mer voldsom nedbør enn i dag. Dette kan skape utfordringer for jordbruket, spesielt på jordtyper utsatt for tørke og fuktighet.

Jordsmonn defineres ofte som den delen av jordskorpas løsmasser som fungerer som et naturlig voksemedium for landplanter. Her finnes både mineralsk og organisk materiale påvirket av vår bruk, lokalt klima, organismer, topografi, opphavsmateriale og tid.

De ulike jordtypene har varierende evne til å lagre vann, noe som har betydning både for risiko for tørkeskader og risiko for fuktighetsskader i plantedeppet så vel som jorddekket i seg selv.

Jordbruket i Drammen og Tønsberg har utviklet seg i mer enn kanskje 2000 år. Dagens sterkt mekaniserte jordbruk gjør det enklere å forebygge tørkeskader og fuktighetsskader. Men vanlige tiltak som f.eks. grøfting og drenering for å redusere vanntrykk og overflatevann, samt å etablere vanningsystemer krever store investeringer, driftsmidler og arbeidsinnsats.

Med økt nedbør og mangelfulle dreneringssystemer kan dyrka mark komme under vann. Kortsiktige skader i form av avlingssvikt er en utfordring. Mer langsiktige trykkskader i jordlagene som følge av å

kjøre med tunge anleggsmaskiner på vannmettet eller sterkt fuktig jord for å begrense skadeomfanget er en annen. En tredje utfordring er erosjon til vassdrag og oversvømmelser av tiliggende bebygde arealer.

5.5 Skog utsatt for tørke og fuktighet

Skog utgjør mer enn 49 % av landarealet i Tønsberg og hele 95 % av skogen er produktiv skog. I Drammen er hele 74 % av landarealet dekket av skog og 89 % av skogen er produktiv. Skogen er altså en svært viktig ressurs i begge kommunene, ikke bare som næringsvei og inntektskilde, men også som viktige naturtyper og levesteder for fremtiden. Skogen er en kilde til rekreasjon og friluftsliv samtidig som den bidrar til betydelige opptak av klimagasser.

Tørkesommeren 2018 og flomsommeren 2023 var kraftige vekkere på hvor sårbar norsk natur kan være for store og raske klimaendringer. Norsk natur og norsk skogbruk preges av store tørkeskader. Den preges også av mye vindfall som følge av mye vind som forårsaker større ødeleggelser enn tidligere ettersom mye nedbør som gjør jorda løsere og gir store og eksponerte trær mindre forankring om høsten. Mye nedbør, og særlig store nedbørsmengder på kort tid, kan gi veldig høy vannmetning i jorda. Dette kan føre til redusert produktivitet i skogbruket.

Ved hjelp av kartprodukter som viser markfuktighet og skogbrannfare har vi laget nye oversikter over skog som er mer utsatt for fuktighet og/eller tørke i Tønsberg og Drammen kommune.

Vedlegg A

Arealfigurene for bebygde områder (vei, spredtbygd areal, tettbygd areal, idrettsområder og friområder) er hentet fra SSB sitt datasett på arealbruk (Steinnes 2013, Geonorge 2022c) (Tabell XX). Figurene i dette datasettet har gjennomgått en tematisk og geometrisk forenkling, der vi ut fra svært detaljerte arealfigurer for grunneiendommer, veikanter og bygningsmessige anlegg har laget arealfigurer som best kan beskrives som boligområder, næringsområder og idrettsanlegg.

Arealfigurene for ubebygde områder er hentet fra offentlige kartdata over vann, skog, jordbruksareal, myr og annen utmark. De ulike datakildene som er benyttet er nærmere omtalt i Tabell XX.

Tabell 11. Oversikt over datakildene som ble benyttet for å lage temakartene.

| Datakilde | Beskrivelse | Data-leverandør | Nettsted/kilde |
|--|--|-----------------|---|
| Arealbruk (SSB) | SSB Arealbruk er et landsdekkende kartdatasett som gir oversikt over bebygde og opparbeidede areal og hvordan dette brukes. | SSB | https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/ssb-arealbruk-2023/a965a979-c12a-4b26-90a0-f09de47dbecd |
| Arealressurskart 1:5000 (AR5) | AR5 beskriver arealressurser etter arealtilstand og ikke arealbruk. Hovedinndelingen i AR5 er arealtypene fulldyrka jord, overflatedyrka jord, innmarksbeite, skog, myr, åpen fastmark, vann, bebygde og samferdsel (med underinndeling etter grunnforhold, samt bonitet og treslag i skog). | NIBIO | https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/arealressurskart-fkb-ar5/243751e8-5803-4627-898c-d0ddabe82056 |
| Vegetasjon i fjellet fra Arealressurskart 1:50 000 (ARFjell) | ARFjell er basert på automatisk arealfigurering og klassifisering av satellittbilder. ARFjell brukes for å skille områder som er «annen utmark» fra areal som er beite (i underkategorien «åpen» og «tresatt utmark på mineraljord»). | NIBIO | https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/arealressurskart-ar50-serie/4bc2d1e0-f693-4bf2-820d-c11830d849a3 |
| Topografisk Norgeskart 1:50 000 (N50) | Myrrealer er hentet fra temagruppen arealdekkflate i N50, der det ikke finnes informasjon i AR5. | Kartverket | https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/n50-kartdata/ea192681-d039-42ec-b1bc-f3ce04c189ac |
| Digitalt Markslagskart (DMK) | DMK er for det meste erstattet av AR5, men DMK har informasjon om myrdybde der det er kartlagt myr som gjennom feltarbeid ble ansett som dyrkbar. | NIBIO | https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/digitalt-markslagskart-dmk-historisk-datasett/ee64e4fb-70b2-485f-9d98-cecob7d41deb |
| Skogessurskart (SR16) | SR16 er et skogressurskart som gir oversikt over utbredelse og egenskaper for landets skogressurser, slik som treslag og volum. Datasettet har blitt fremstilt ved bruk av fjernmålingsdata, terrengmodeller, satellittdata, AR5 og data fra Landsskogstakseringens flater. | NIBIO | https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/sr16-skogressurskart-16x16-meter-vektor/27206b9e-4830-4f71-810d-d04c0dc32b59 |
| Vann - Felles Kartdatabase (FKB Vann) | FBK Vann inneholder arealer av hav og ferskvann, samt grøfter og bekker. Hav avgrens landarealet, og ferskvann brukes til å bestemme arealbrukskategorien «vann». «Grøfter» brukes til å bestemme om organisk | Kart-verket | https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/fkb-vann/595e47d9-d201-479c-a77d-cbc1f573a76b |

| | | | |
|-------------|---|-----|---|
| | jord er drenert. Grøfter er noen steder mangelfullt kartlagt i FKB Vann. | | |
| Kraftlinjer | Gir oversikt over alle større kraftlinjer og har opplysninger om overføringskapasitet og når linjene er satt i drift. Kraftgater i skog klassifiseres som utbygd. Bredden på gatene beregnes ut fra kraftlinjenes kapasitet og når de ble satt i drift. | NVE | https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/kraftlinjer/4ab8c70a-215a-4e1a-847b-b3c044526d5e |

Referanser

- Astrup, R., Rahlf, J., Bjørkelo, K., Debella-Gilo, M., Gjertsen, A.K., & Breidenbach, J. 2019: Forest information at multiple scales: development, evaluation and application of the Norwegian forest resources map SR16, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34:6, 484-496, <https://doi.org/10.1080/02827581.2019.1588989>
- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap 2023: Kartportal. Direktoratet for Samfunnssikkerhet og beredskap. <https://kart.dsb.no/>
- Drammen kommune 2023: Kartportal. <https://geoinnsyn.no/?application=drammen&project=drammen&zoom=8&lat=6617333.00&lon=562585.00>
- Hanssen-Bauer, Inger, E. J. Førland, I. Haddeland, H. Hisdal, S. Mayer, A. Nesje, J. E. Ø. Nilsen et al. "Klima i Norge 2100 Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015." *NCCS Report, NCCS, Oslo, Norway* 203 (2015). <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>
- Hauglin, M., Storaunet, K.O: Kartlegging av skogbrannpotensiale basert på informasjon om terreng og vegetasjon fra fjernmåling. NIBIO Rapport Vol7.Nr 162, 2021. https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmloi/bitstream/handle/11250/2825193/NIBIO_RAPPORT_2021_7_162.pdf?
- Hlásny, T., König, L., Krokene, P. et al. Bark Beetle Outbreaks in Europe: State of Knowledge and Ways Forward for Management. *Curr Forestry Rep* 7, 138–165 (2021). <https://doi.org/10.1007/s40725-021-00142-x>
- Kartverket 2023: Det offentlige kartgrunnlaget (DOK). <https://www.kartverket.no/geodataarbeid/dok-og-temadata/det-offentlige-kartgrunnlaget>
- Norsk klimaservicesenter 2023: <https://klimaservicesenter.no/climateprojections?>
- Mathiesen, H.F., Bjørkelo, K., Aune-Lundberg, L., Borch, H., Borchsenius, B.T., Dramstad, W., Frydenlund, J., Hanslin, H.M., Hobrak, K., Mohr, C.W., Mæhlum, T., Pedersen, C. & Søgaard, G. 2022. Kartlegging og formidling av blå og grønne verdier. NIBIO Rapport 8(70). 72 s. NIBIO, Ås. Tilgjengelig fra: <https://hdl.handle.net/11250/3001968>.
- Kommunal og distriksdepartementet 2022a: Reguleringsplan, Veileder. Kommunal og distriksdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/reguleringsplan/id2928063/>
- Kommunal og distriksdepartementet 2022b: Kommuneplanens arealdel. Veileder Kommunal og distriksdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/135bf8fa9f264d7b86700a7711863578/no/pdfs/h-2481-b-kommuneplanens-arealdel.pdf>
- Klima- og miljødepartementet 2013: Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester. Norges offentlige Utredninger 2013-10. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2013-10/id734440/>
- Klima- og miljødepartementet 2015: Meld. St. 14 (2015–2016). Natur for livet – Norsk handlingsplan for naturmangfold. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-14-20152016/id2468099/>
- Klima- og miljødepartementet 2023: Det globale Kunming-Montreal-rammeverket for naturmangfold (Naturavtalen). [https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/naturmangfold/innsiktsartikler-naturmangfold/det-globale-kunming-montreal-rammeverket-for-naturmangfold-naturavtalen/id2987476/.](https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/naturmangfold/innsiktsartikler-naturmangfold/det-globale-kunming-montreal-rammeverket-for-naturmangfold-naturavtalen/id2987476/)
- Klima- og miljødepartementet 2023: NOU 2023: 25 Omstilling til lavutslipp – Veivalg for klimapolitikken mot 2050. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2023-25/id3006059/>
- Miljødirektoratet 2020: Konvensjon om biologisk mangfold (CBD) <https://www.miljodirektoratet.no/regelverk/konvensjoner/biologisk-mangfold/>
-

Miljødirektoratet 2023: Tiltaksanalyse for skog- og arealbrukssektoren (LULUCF). Hvordan Norge kan redusere utslipp av klimagasser fra arealbruksendringer innen 2030. Miljødirektoratet Rapport M-2493. 2023. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2023/april-2023/tiltaksanalyse-for-skog-og-arealbrukssektoren/>

NIBIO 2023a: Kartleggingsmetodikk for jordsmonn
<https://www.nibio.no/tema/jord/jordkartlegging/jordsmonnkart/kartleggings-metodikk?locationfilter=true>

NIBIO 2023b: Dekningsoversikt Jordmonnskartlegging i kommunene.
<https://www.nibio.no/tema/jord/jordkartlegging/oversikt-over-jordsmonnkartlagte-kommuner?locationfilter=true>.

NIBIO arealbarometer Drammen:
<https://arealbarometer.nibio.no/nb/fylker/viken/kommuner/drammen/>

NIBIO arealbarometer Tønsberg: <https://arealbarometer.nibio.no/nb/fylker/vestfold-og-telemark/kommuner/toensberg/>

Pedersen m.fl. 2022: Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar. Korleis ta omsyn til vassmengder? Noregs vassdrags- og energidirektorat. Veileder nr. 4/2022.
https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022_04.pdf

PBL 2008: Plan og bygningsloven 2008. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>

Regjeringen 2020: EUs klimaplan for 2030. EØS-notat, 03.11.2020.
<https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2020/okt/eus-klimaplan-for-2030-/id2783480/>

SOL 2023: Store norsk leksikon. <https://snl.no/%C3%B8kosystemtjeneste>

Simensen, T., Winge, N., Holth, F., Stange, E., Barton, D. N. og Sandkjær Hanssen, G. 2022: Bærekraftig arealbruk innenfor rammen av lokalt selvstyre. Kommunesektorens interesseorganisasjon (KS) FOU-rapport. <https://www.ks.no/contentassets/d6808fa016bf45d185e397b865f86d3c/Berekraftig-arealbruk.pdf>

Solbakken, E. Nyborg, Å., Sperstad, R., Fadnes, K., Klakegg, O. Jordsmonnatlas for Norge 2006. Beskrivelse av jordsmonn på dyrka mark i Vestfold. Viten fra Skog og landskap - 01/2006.
<http://hdl.handle.net/11250/2449051>

Tønsberg kommune 2023: Kartportal.
https://kart.tonsberg.kommune.no/Geoinnsyn_2020/?project=tonsberg&application=Geoinnsyn_2020&zoom=9&lat=6582697.00&lon=571961.00

Wikstrøm, M., Hoset, M., Iversen, M., Kvilhaugsvik, R., Tenold, M. Medby, K.H., Dale, A. 2017. Evaluering av egnethet for det offentlige kartgrunnlaget (DOK). Norconsult oppdragsrapport 2603141-100. https://www.kartverket.no/globalassets/geodataarbeid/dok-og-temadataarbeid/rapport_egnethet-av-dok-data-nois.pdf

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.