

Dag-Inge Øien, Anders Lyngstad, Magni Olsen Kyrkjeeide, Anette Grimsrud Davidsen og Fia Bengtsson

Karbonrike arealer i Malvik kommune, Trøndelag

**NTNU Vitenskapsmuseet
naturhistorisk rapport 2025-2**



NTNU

Vitenskapsmuseet

NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2025-2

Dag-Inge Øien, Anders Lyngstad, Magni Olsen Kyrkjeide,
Anette Grimsrud Davidsen og Fia Bengtsson

Karbonrike arealer i Malvik kommune, Trøndelag

NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2013 som erstatter tidligere Rapport botanisk serie og Rapport zoologisk serie. Serien er ikke periodisk, og antall nummer varierer per år. Rapportserien benyttes ved endelig rapportering fra prosjekter eller utredninger, der det også forutsettes en mer grundig faglig bearbeidelse.

Tidligere utgivelser: <http://www.ntnu.no/web/museum/publikasjoner>

Referanse

Øien, D.-I., Lyngstad, A., Kyrkjeeide, M.O., Davidsen, A.G. & Bengtsson, F. 2025. Karbonrike arealer i Malvik kommune, Trøndelag. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2025-2: 1-41.

Trondheim, februar 2025

Utgiver

NTNU Vitenskapsmuseet
Institutt for naturhistorie
7491 Trondheim
Telefon: 73 59 22 80
e-post: post@vm.ntnu.no

Ansvarlig signatur

Ingrid Ertshus Mathisen (instituttleder)

Kvalitetssikret av

Gaute Kjærstad

Publiseringstype

Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto

Fra Flomyra i Malvik. Foto: Anders Lyngstad 26.08.2025

www.ntnu.no/museum

ISBN 978-82-8322-410-8
ISSN 1894-0056

Sammendrag

Øien, D.-I., Lyngstad, A., Kyrkjeeide, M.O., Davidsen, A.G. & Bengtsson, F. 2025. Karbonrike arealer i Malvik kommune, Trøndelag. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2025-2: 1-41.

Denne rapporten gir et estimat på mengden karbon som er lagret per arealenhet i ulike terrestriske naturtyper i Malvik kommune, som grunnlag for å kartfeste areal med høgt karbonlager. Malvik kommune har et landareal på 168 km². Av dette er om lag 120 km² (71 %) skogsmark. Fattige gran- og furuskoger av typen blåbærskog, bærlyngskog og svak lågurtskog utgjør det meste av skogarealet i kommunen. Myr dekker om lag 15,2 km² (9 %), men totalarealet av torvmark som inkluderer drenert myr er på om lag 18,7 km² (11,1 %). Flatmyr, bakkemyr og mellom-stillingsmyr (planmyr) er de vanligste myrtypene (torvmassivenhetene). Av naturtyper (kartleggingsenheter) på myr er det kalkfattig jordvannsmyr som dominerer. Nedbørsmyr dekker en del areal i høgereliggende deler av kommunen, og kalkrik jordvannsmyr finnes spredt og dekker små areal. Det finnes ingen arealoppgaver over semi-naturlig mark i kommunen, men naturtypen utgjør trolig under 2 km² (<1 %). Naturlig åpne områder under skoggrensa (altså areal som ikke er jordbruksmark, skog, myr eller semi-naturlig mark) utgjør et areal om lag i samme størrelsesorden, men heller ikke her finnes det gode tall. Om lag 13 km² (8 %) av landarealet er jordbruksmark, mesteparten av dette (12,1 %) er fulldyrka mark.

Estimering av mengden karbon i de ulike naturtypene er i stor grad basert på modellerte data eller ekspertvurderinger. Mengden av informasjon varierer sterkt mellom hovednaturtypene. Mest dokumentasjon finnes for skog der data fra Landsskogstakseringen danner grunnlaget, men selv for skog er ikke datatettheten høy nok til å gi nøyaktige estimat på karboninnhold på kommunenivå. I tillegg til bruk av eksisterende data ble det i august 2024 gjennomført egne feltundersøkelser med måling av jordsmonnsdybde og biomasse i henholdsvis ni og fire skog- og myrlokaliteter. Hovedformålet med dette var å finne ut om de eksisterende, generaliserte eller modellerte dataene samsvarer med konkrete undersøkelser (bakkessannheter) i hoved-naturtyper som dekker store areal (skog) eller har stort potensiale for lagring av karbon (myr). For myr var formålet også å sammenligne våre egne beregninger med beregninger gjort i appen CarbonViewer.

Basert på eksisterende dokumentasjon og våre egne undersøkelser estimerer vi den potensielle karbonmengden i skog i Malvik til å variere mellom 10 og 31 kg/m², men hoveddelen av skogarealet har ei potensiell karbonmengde på rundt 16 kg/m² (gjennomsnitt 16,3, median 16,1). Av dette estimerer vi karbonmengden under bakken til å utgjøre rundt 12 kg/m² (ca. 75 %)

Karbonmengden i myr varierer sterkt og her er torvdybden og omdanningsgraden til torva avgjørende. Sterkt omdanna torv vil ha en høyere tetthet og ei høyere volumvekt, og dermed høyere karboninnhold, enn lite omdanna torv. Våre undersøkelser i Malvik viser at karboninnholdet i myr ligger mellom 18 og 171 kg/m², der hoveddelen av myrarealet har en potensiell karbonmengde på 60-70 kg/m² (gjennomsnitt 59,8, median 71).

Det ble ikke gjort undersøkelser av karboninnholdet i semi-naturlig mark i Malvik. Ut fra litteratur og egne vurderinger anslår vi karbonmengden i snitt til å ligge rundt 18 kg/m², men vi understreker at det vil være store variasjoner alt etter intensiteten på bruken, fuktighetsforhold eller næringsinnhold i jorda.

Basert på estimatene over potensiell karbonmengde for ulike areal-/naturtyper er det utarbeidet et kartdatasett som gir en pekepinn på hvor det finnes arealer med høgt karbonlager i Malvik kommune, og mengden karbon (kg/m²) som lagret på disse arealene. Datasettet inneholder områder med en potensiell karbonmengde på over 20 kg/m². Til slutt i rapporten gis det forslag til myrlokaliteter som bør prioriteres for restaurering for å begrense karbontapet.

Nøkkelord: arealtyper – CarbonViewer – karbon i biomasse – karbon i jord – myr – naturtyper – restaurering av myr – skogsmark

Dag-Inge Øien og Anette Grimsrud Davidsen, NTNU Vitenskapsmuseet, Institutt for naturhistorie, NO-7491 Trondheim

Anders Lyngstad, Magni Olsen Kyrkjeeide og Fia Bengtsson, Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Torgarden, NO-7485 Trondheim.

Summary

Øien, D.-I., Lyngstad, A., Kyrkjeeide, M.O., Davidsen, A.G. & Bengtsson, F. 2025. Carbon rich areas in Malvik municipality, Trøndelag county. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2025-2: 1-41.

This report provides an estimate of the amount of carbon stored per unit area in various terrestrial habitat types in Malvik municipality, as a basis for mapping areas with high carbon stocks. Malvik municipality has a land area of 168 km². Of this, about 120 km² (71%) is forest land. Poor spruce and pine forests of the blueberry forest, berry heather forest and weak low herb forest make up most of the forest area in the municipality. Mires cover about 15.2 km² (9%), but the total area of peatland that includes drained mires is about 18.7 km² (11.1%). Flat fens, sloping fens and plane bogs are the most common mire types (mire massif units). Of the habitat types (mapping units) on mires, poor fens are dominant. Bogs cover some area in higher elevation parts of the municipality, and rich fens are found scattered and cover small areas. There exist no area figures on semi-natural land in the municipality, but the habitat type probably accounts for less than 2 km² (<1%). Naturally open areas below the forest limit (i.e. areas that are not agricultural land, forest, mire or semi-natural land) account for an area of about the same order of magnitude, but good figures are lacking. About 13 km² (8%) of the land area is agricultural land, most of this (12.1%) is fully cultivated land.

Estimating the amount of carbon in the different habitat types is largely based on modelled data or expert assessments. The amount of information varies strongly between the main habitat types. Most documentation is available for forests, where data from the National Forest Inventory form the basis, but even for forests, the data density is not high enough to provide accurate estimates of carbon content at the municipal level. In addition to using existing data, separate field investigations were carried out in August 2024 with measurements of soil depth and biomass in nine and four forest and mire locations, respectively. The main purpose of this was to find out whether the existing, generalized or modelled data correspond to specific surveys (ground truths) in main habitat types that cover large areas (forests) or have great potential for carbon storage (mires). For mires, the purpose was also to compare our own calculations with calculations made by use of the CarbonViewer app.

Based on existing documentation and our own investigations, we estimate the potential carbon content in forests in Malvik to vary between 10 and 31 kg/m², but the majority of the forest area has a potential carbon content of around 16 kg/m² (average 16.3, median 16.1). Of this, we estimate the carbon content below ground to be around 12 kg/m² (approx. 75%).

The amount of carbon in mires varies strongly, and here the peat depth and the degree of peat humification are decisive. Strongly humified peat will have a higher density and a higher volume weight, and thus a higher carbon content, than less humified peat. Our investigations in Malvik show that the carbon content in mires is between 18 and 171 kg/m², where the majority of the mire area has a potential carbon amount of 60-70 kg/m² (average 59.8, median 71).

No investigations were conducted on the carbon content of semi-natural soil in Malvik. Based on literature and our own assessments, we estimate the average carbon content to be around 18 kg/m², but we emphasize that there will be large variations depending on the intensity of use, moisture conditions or nutrient content in the soil.

Based on the estimates of potential carbon content for different land/habitat types, a map dataset has been prepared that provides an indication of where areas with high carbon stocks are located in Malvik municipality, and the amount of carbon (kg/m²) stored in these areas. The dataset contains areas with a potential carbon content of over 20 kg/m². Finally, the report provides suggestions for mire locations that should be prioritized for restoration to limit carbon loss.

Key words: area types – carbon in biomass – carbon in soil – CarbonViewer – forests – mires – mire restoration – nature types

Dag-Inge Øien and Anette Grimsrud Davidsen, NTNU University Museum, Department of Natural History, NO-7491 Trondheim, Norway

Anders Lyngstad, Magni Olsen Kyrkjeeide and Fia Bengtsson, Norwegian Institute for Nature Research, P.O. Box 5685 Torgarden, NO-7485 Trondheim, Norway

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
Forord	6
1 Innledning	7
2 Naturtyper i Malvik kommune	9
2.1 Skogsmark	9
2.2 Våtmark (myr)	12
2.3 Semi-naturlig mark	14
2.4 Naturlig åpne områder under skoggrensa	14
2.5 Jordbruksmark	14
3 Karbonlager i ulike naturtyper	16
3.1 Karbon i skog	16
3.1.1 Eksisterende data og litteratur	16
3.1.2 Egne feltundersøkelser i skog	18
3.1.3 Potensiell karbonmengde i skog i Malvik	19
3.2 Karbon i myr	20
3.2.1 Eksisterende data og litteratur	20
3.2.2 Egne feltundersøkelser i myr	21
3.2.3 Potensiell karbonmengde i myr i Malvik	24
3.3 Karbon i semi-naturlig mark	24
4 Arealer med høgt karbonlager i Malvik	26
5 Restaurering av areal med hensyn på karbonlagring	28
5.1 Prioritering for restaurering	28
6 Referanser	32
Vedlegg	35
Vedlegg 1 Oppsummering av data fra Skogressurskartet SR16	35
Vedlegg 2 Estimering av potensiell karbonmengde for skog og myr	36
Vedlegg 3 Kart over de undersøkte myrlokalitetene med interpolerte myrdybder	37

Forord

Denne rapporten er et resultat av et oppdrag fra Malvik kommune til NTNU Vitenskapsmuseet, Institutt for naturhistorie (INH). Arbeidet er gjennomført i samarbeid med Norsk institutt for naturforskning (NINA). Senioringeniør (dr. scient.) Dag-Inge Øien ved INH har vært prosjektleder og skrevet det meste av rapporten sammen med forsker Anders Lyngstad og seniorforsker Magni Olsen Kyrkjeeide fra NINA. På feltundersøkelsene deltok i tillegg til disse tre, også forsker Fia Bengtsson (NINA) og overingeniør Anette Grimsrud Davidsen (INH). En særskilt takk til Monica Ruano (NINA) for kvalitetssikring av kartdata og konvertering fra shape-format til sosi-format. Takk også til stipendiat Marte Fandrem (INH) for innspill på beregninger av karbonmengde i skog og myr. Kontaktpersoner hos Malvik kommune har vært naturforvalter Morten Haugen (fram til 31.04.2024), naturforvalter Tine Sköll Johansen (fram til 31.12.2024) og virksomhetsleder Maia Bukten (fra 01.01.2025).

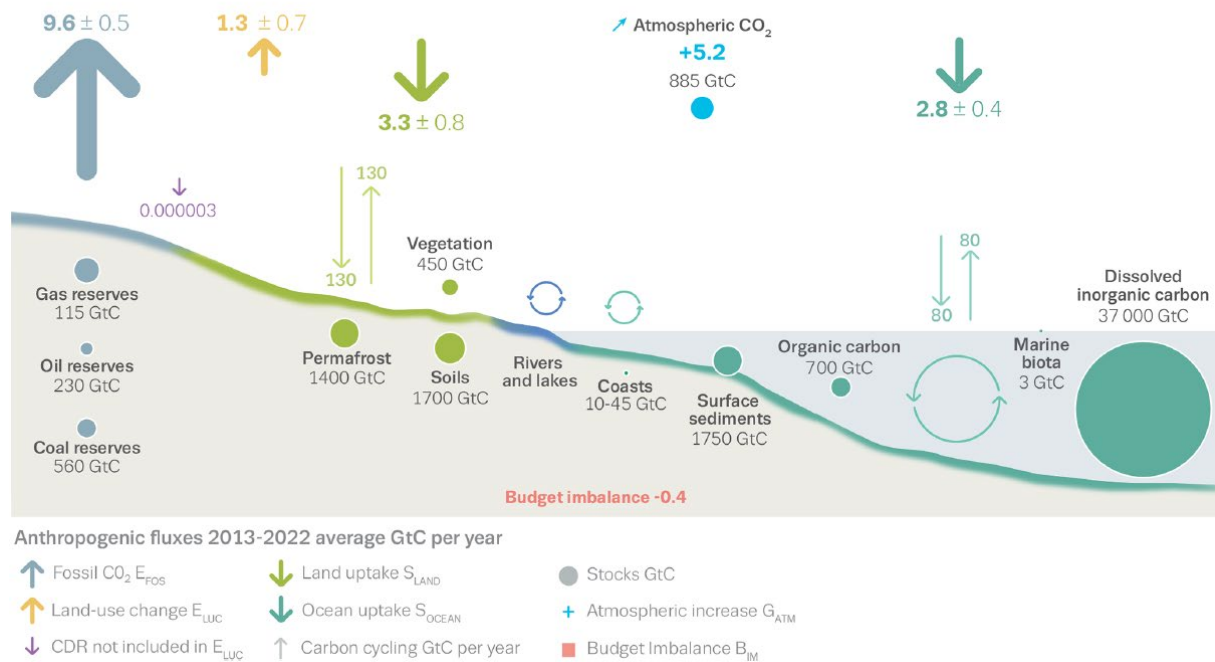
Trondheim, februar 2025

Dag-Inge Øien

1 Innledning

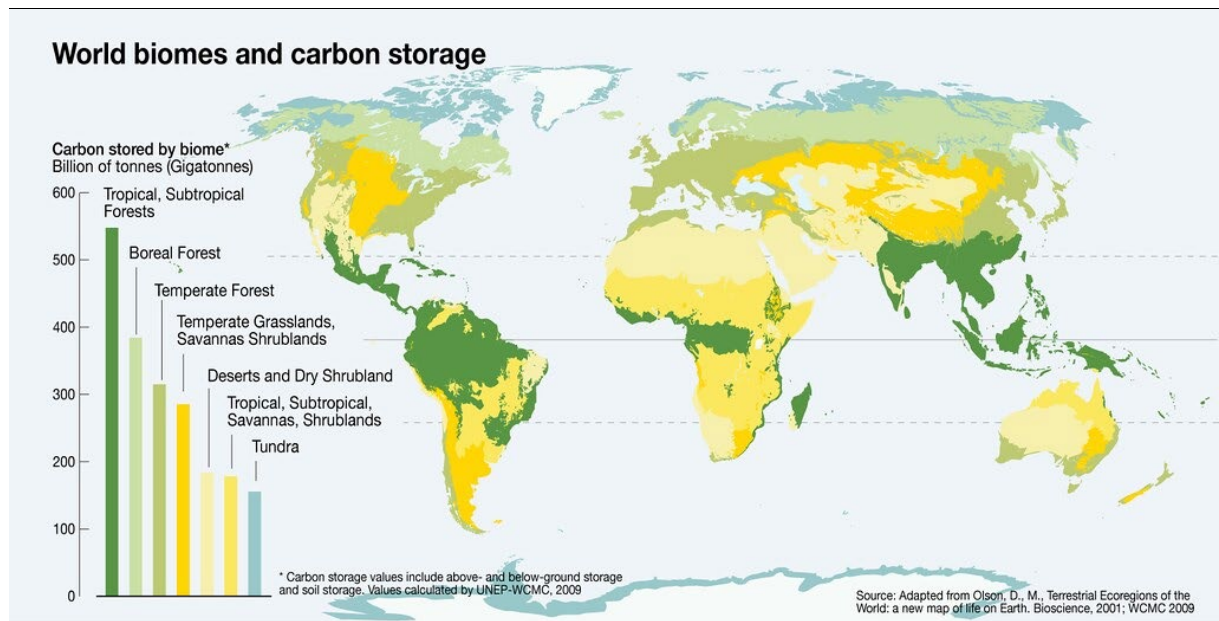
Utslipp gjennom forbrenning av fossilt brennstoff har økt konsentrasjonen av CO₂ i atmosfæren med 51 % siden 1750 (fra 278 ppm til 419 ppm i 2022; Friedlingstein m.fl. 2023). I tillegg til forbrenning av fossilt brennstoff er arealbruksendringer den viktigste kilden til økningen i CO₂-konsentrasjonen (utgjør om lag 12 % av utslippene, figur 1). Så langt har utslipp av CO₂ og andre drivhusgasser allerede økt den globale temperaturen med over 1°C i forhold til førindustriell tid. For å avgrense videre oppvarming til 1,5°C, som er lagt til grunn i Paris-erklæringa ratifisert av Norge i 2016, må det betydelige tiltak til. Bevaring av eksisterende karbonlager vil være en viktig del av tiltakene lokalt, nasjonalt og globalt.

The global carbon cycle



Figur 1. Skjematisk framstilling av den globale karbonsyklusen og den overordna påvirkningen fra menneskelig aktivitet. Piler viser utslipp og opptak av karbon. Sirkler viser karbonlager. Fra Friedlingstein m.fl. (2023).

Estimat på karbonlager varierer, og det er stor usikkerhet knyttet til hvordan karbonlagringa blir påvirket av temperatur, luftfuktighet og vegetasjon (Gonzales-Domingues m.fl. 2019). Dette til tross, så er det enighet om at mengden karbon i jord utgjør mye av karbonet i terrestriske økosystemer. Ontl & Schulte (2012) hevder at nesten 80 % finnes i jord og at det totale innholdet av karbon i biomasse og jord er tre til fire ganger større enn innholdet i atmosfæren. Boreale (nordlige) skoger og myr er blant de naturtypene som har høyest karbontetthet (figur 2). Disse naturtypene dekker store arealer i Norge og er derfor de viktigste naturtypene når det gjelder lagring av karbon (Grønlund m.fl. 2010, Bartlett m.fl. 2020). Nyere estimat setter mengden karbon lagret i norske skoger til om lag 2,3 Gt (=2,3 milliarder tonn) (Strand m.fl. 2016, Søgaard m.fl. 2019) der karbonmengden i jorda utgjør mer enn 3/4. Tilsvarende tall finnes ikke for myr, men grove estimat anslår mengden karbon til om lag 1 Gt (= 1 milliard tonn) (Grønlund m.fl. 2010). Trolig er dette en god del høyere (Bartlett m.fl. 2020). Nyere arealberegninger (Bryn m.fl. 2018, Bakkestuen m.fl. 2023) viser at myrarealet i Norge er om lag det dobbelte av det Grønlund m.fl. (2010) legger til grunn for sine estimat.



Figur 2. Karbonlager i ulike globale biom (unntatt havet). Mye av karbonet både i det tropiske skogbiomet, det boreale skogbiomet og i tundrabiomet er lagret i myr og våtmark. Fra GRIDA (2015).

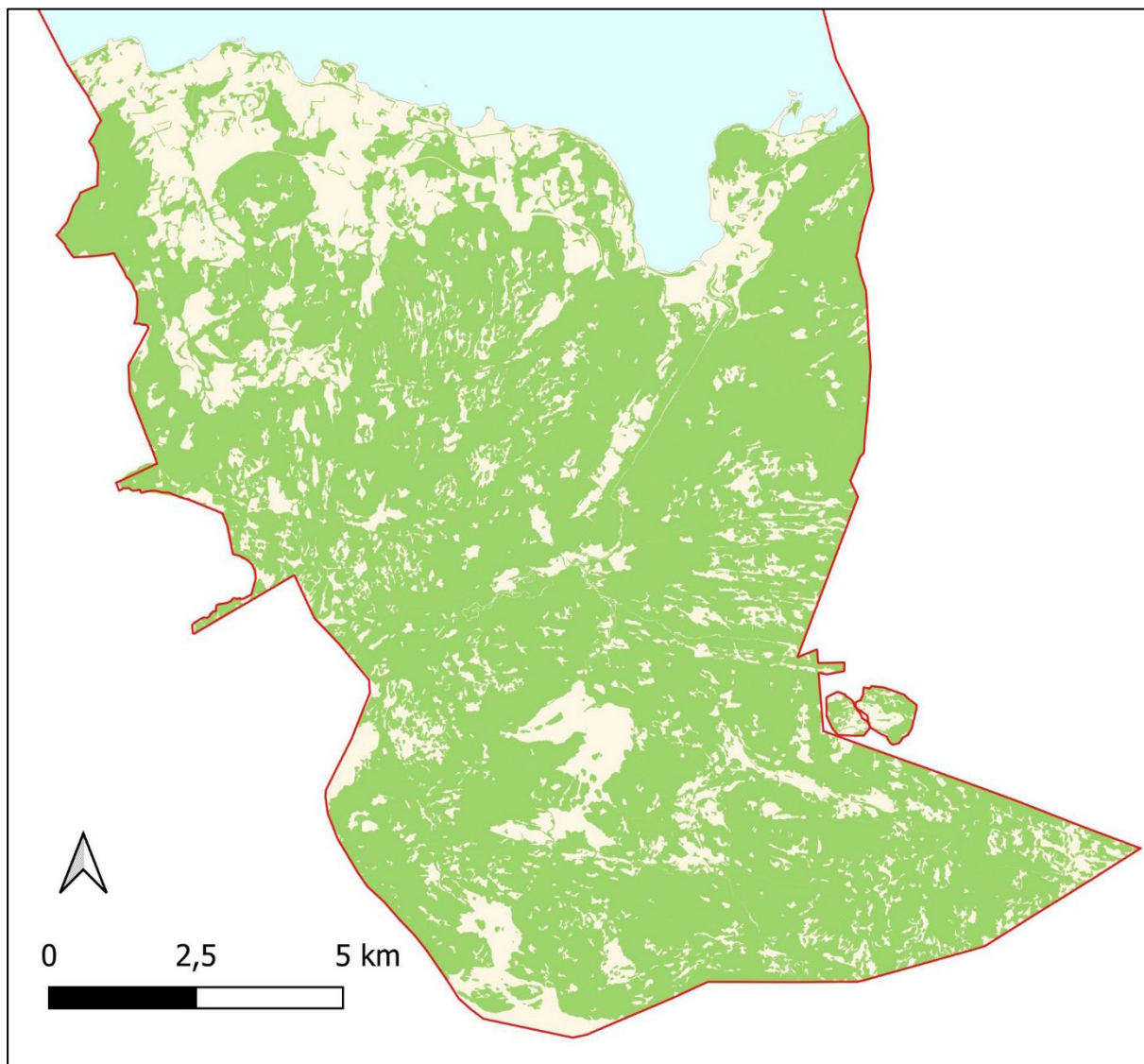
Formålet med denne rapporten er å gi et estimat på mengden karbon som er lagret per arealenhet i ulike terrestriske hovednaturtyper i Malvik kommune i Trøndelag. Areal med høgt karbonlager blir kartfestet, slik at kommunen kan bruke dette som et redskap i arealplanlegginga. Resultatene er i hovedsak basert på eksisterende data, dokumentasjon fra feltstudier og ekspertvurderinger, og i dette ligger det også en diskusjon av kunnskapsgrunnlaget. Det har i liten grad vært rom for omfattende undersøkelser i felt, men det ble gjennomført avgrensa undersøkinger i skog og myr i Malvik i 2024. Resultatene fra disse undersøkelsene blir presentert. Til slutt i rapporten blir det gitt en vurdering av potensiale for restaurering av myr i kommunen med hensyn på karbonlagring, med forslag til restaureringsobjekter.

2 Naturtyper i Malvik kommune

Malvik kommune utgjør om lag 168 km² landareal (inkl. innsjøer) basert på AR5-kartdata (fkb) (Ahlstrøm m.fl. 2019). Med unntak av mindre arealer (<1km²) omkring toppen av Jervfjellet i sørvest og Vennafjellet i sørøst, ligger hele kommunens areal under skoggrensa. Under følger en kort oppsummering av hvilke naturtyper som forekommer i kommunen. Vi følger inndeling og typifisering i Bratli m.fl. (2019).

2.1 Skogsmark

Totalt er om lag 120 km² (71 %) av kommunens landareal skogkledt, basert på kartdata fra AR5 og SR16 (Astrup m.fl. 2019) inkludert myr- og sumpskog (figur 3). Det finnes ikke gode oversikter over hvor store areal ulike skogstyper dekker, men informasjon om enkeltlokaliteter finnes hos Gaarder (1997), Hofton m.fl. (2006) og Gaarder m.fl. (2012), samt i Naturbase fra kartlegging av naturtyper etter Miljødirektoratets instruks i den nordlige delen av kommunen i 2020, og fra tidligere kartlegginger av naturtyper etter DN-håndbok 13.



Figur 3. Arealer med skogsmark i Malvik kommune basert på kartdata fra datasettene AR5 (med tillatelse fra Norge digitalt) og SR16.



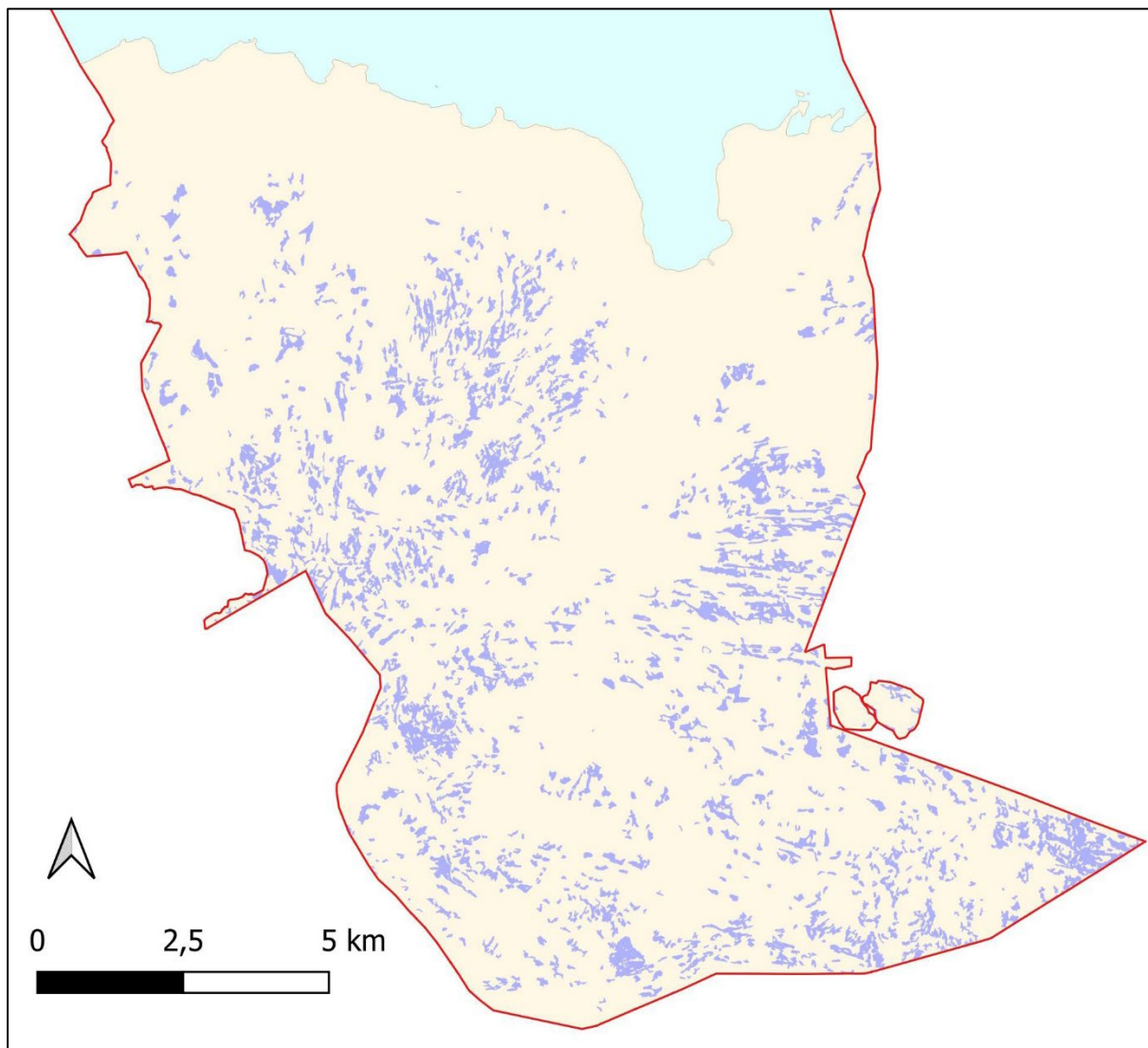
Figur 4. Bærlyngskog med spredte furutrær sør for Flomyra i Malvik. Foto: Magni Olsen Kyrkjeeide 26.08.2025.



Figur 5. Yngre blåbærskog ved Hyllvasskjølen, Malvik. Foto: Dag-Inge Øien 29.08.2025.

2.2 Våtmark (myr)

Myr dekker om lag 15,2 km² (9,0 %) av kommunens landareal (figur 6), dette inkluderer også skogkledt myr som overlapper med skogsmark (se over). Det totale arealet med torvmark er om lag 18,7 km² (11,1 %), og her er drenert myr og annet areal med organisk jord inkludert.



Figur 6. Arealer med myr (inkl. tresatt myr) i Malvik kommune basert på kartdata fra datasettene AR5 (med tillatelse fra Norge digitalt), DMK og SR16.

Myr klassifiseres vanligvis på to måter i kartleggingssammenheng. Enten etter vegetasjonens sammensetning som gir grunnlag for inndeling i naturtyper og kartleggingsenheter, eller ut fra hydromorfologi, der vannhusholdning (hydrologi) og utseende (morfologi) ligger til grunn, som gir grunnlag for inndeling i torvmassivenheter (Lyngstad m.fl. 2024).

Malvik har lite myr i jordbrukslandskapet nær fjorden, men relativt mye myr i markaområdene lenger sør i kommunen. Myrene finner vi oftest som mange små og middels store myrkomplekser skilt av skog, vatn eller vassdrag. I de fleste åsene er det skogen som dominerer, og med myrer i dalsøkk der vatn samles. Noen steder dekker myr en stor andel av arealet, og kan da kle lier og plataer. Slike steder har ofte kjøll-navn, slik som Håsetkjølen, Rennsjøkjølan og Vollakjølen.

Mesteparten av kommunen ligger i sørboreal og mellomboreal vegetasjonssone, og har myrer med låglandspreg. Arter som nebbstarr, pors og kvitmyrak (*Carex lepidocarpa*, *Myrica gale*, *Rhynchospora alba*) er eksempler på myrplanter som bare opptre i låglandet. Av naturtyper (kartleggingsenheter) på myr er det kalkfattig jordvannsmyr som dominerer. Nedbørsmyr dekker en del areal hovedsakelig i de høgereliggende delene av kommunen. Kalkrik jordvannsmyr (figur 7) finnes spredt og dekker små areal, hovedsakelig i indre deler.

Av torvmassivenheter er nok flatmyr og bakkemyr de vanligste typene, men basert på inntrykket av de områdene vi har oppsøkt (se kap. 3.2), er også planmyr (mellomstillingsmyr) vanlig, spesielt i de høgereliggende delene av kommunen. I låglandet består myrene ofte av slakmyr eller gjenvokssingsmyr, i tillegg til flatmyr. Lenger opp (mellomboreal og nordboreal vegetasjonssone) finner vi også strengmyr og bakkemyr.

Høgmyr er en kategori nedbørsmyr som bare opptre i låglandet, og i Trøndelag finnes de sjelden høyere enn ca. 250 moh. Malvik har nok hatt en del høgmyr, men de fleste lokalitetene er dyrka opp eller bygd ned. Raudmyra og Flomyra er eksempler på intakte eller nær intakte høgmyrer i Malvik. Her forekommer henholdsvis platåhøgmyr og eksentrisk høgmyr.



Figur 7. Kalkrik jordvannsmyr med ekstremrik mykmattevegetasjon og flarkgjøler på Langmyra i Malvik. Torvdybden på Langmyra er jamt over ca. 1 m, men lokalt er det dypere enn 4 m. En stor bestand med den sterkt truede (EN) arten småull (*Eriophorum gracile*) ble funnet her. Dette er myrullarten som vises sentralt i bildet. Foto Anders Lyngstad 29.08.2024.

2.3 Semi-naturlig mark

Det finnes ingen arealoppgave som direkte viser areal med semi-naturlig mark i kommunen. Både arealtypene «overflatedyrka mark», «innmarksbeite» og «åpen fastmark» i AR5 vil inneholde arealer med semi-naturlig mark. Samlet dekker disse arealtypene 6,1 km² eller ca. 3,5 % av landarealet i kommunen, men arealet av semi-naturlig mark er nok betydelig mindre siden «åpen fastmark» (som dekker ca. 3,5 km²) stort sett finnes i tilknytning til bebyggelse og annet opparbeidet areal langs fjorden. Samtidig er det, ifølge Naturbase, kartlagt ca. 1 km² semi-naturlig mark i kommunen. Det er nok noe som ikke er kartlagt, men semi-naturlig mark dekker trolig under 2 km² (<1 %) av kommunens landareal.

2.4 Naturlig åpne områder under skoggrensa

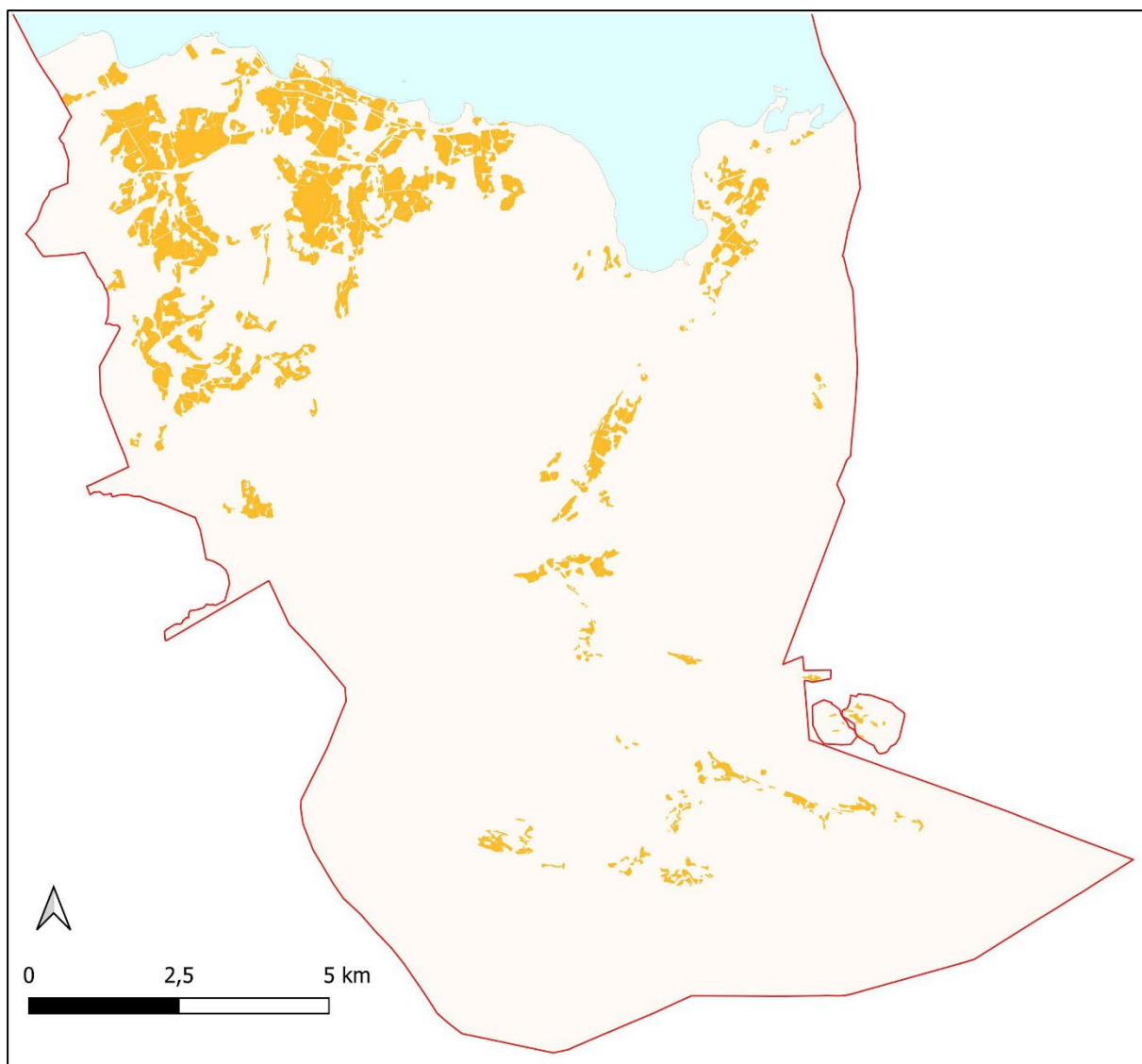
Dette er arealer med tynt, usammenhengende eller manglende jorddekke som, selv om arealene ligger under skoggrensa, ikke er tresatte. I tillegg vil det inngå arealer med ustabil overflate (rasutsatt) eller arealer som er utsatt for mekanisk påvirkning i form av vind eller bølger, slik at trær ikke etablerer seg. I denne sammenhengen betyr det ubebygde arealer som ikke er jordbruksmark, skog, myr, semi-naturlig mark eller ferskvann. I følge AR5 vil dette inngå i arealtypen «åpen fastmark» som i Malvik utgjør ca. 3,5 km², men her inngår også opparbeidet areal i tilknytning til bebyggelse, næringsvirksomhet, infrastruktur og semi-naturlig mark (se over).

Naturlig åpne områder under skoggrensa utgjør trolig langt under halvparten av arealet av «åpen fastmark». I Malvik inngår naturtyper som strandeng, strandberg, skredmark, elvør og elvedelta i denne arealkategorien. Disse naturtypene er viktige for det biologiske mangfoldet, men generelt vil karbonmengden være lav. Vi kjenner ikke til dokumentasjon på karbonmengden i disse naturtypene i Norge eller nærliggende områder. De vil derfor ikke bli omtalt i det videre.

2.5 Jordbruksmark

I følge AR5 er det 12,1 km² fulldyrka jord i Malvik, i tillegg er det 0,9 km² overflatedyrka jord. Samlet utgjør dette knapt 8 % av landarealet. Den dyrka jorda er konsentrert til de laveliggende områdene langs Trondheimsfjorden (figur 8).

Karbonmengden i dyrka jord varierer mye, og i dyrkamark på torv vil karbonmengden kunne sammenlignes med myr. På slik oppdyrka torvmark vil det være et betydelig nettotap av karbon over tid (jf. Grønlund m.fl. 2010, Joosten m.fl. 2015, Rasse m.fl. 2019, Bartlett m.fl. 2020). Spesielt gjelder dette driftsmåter med hyppig jordbearbeiding (f.eks. kornåker), noe som reflekteres i at FNs klimapanel (IPCC) opererer med høyere utslippsfaktorer fra dyrkamark enn fra beitemark på tidligere myr (Drösler m.fl. 2014, Joosten m.fl. 2015). Siden dyrkamark i betydelig grad har et netto tap av karbon vil typen derfor ikke bli omtalt i det videre når det gjelder karbonlager, men den inneholder arealer som vil være egnet for restaurering (se kap. 5).



Figur 8. Arealer med fulldyrka mark i Malvik kommune basert på kartdata fra AR5 med tillatelse fra Norge digitalt.

3 Karbonlager i ulike naturtyper

Estimering av mengden karbon som er lagret i terrestriske økosystemer på kommunenivå må i stor grad basere seg på modellerte data eller ekspertvurderinger. Mengden av informasjon varierer sterkt mellom hovedøkosystemene. For skog finnes det mye data fra Landskogstakseringens landsdekkende nett av prøveflater, som gir gode data på både biomasse og karboninnhold i jord. En del data finnes det også på myr, hovedsakelig beskrivelser av enkeltmyrer gjennom Det norske myrselskapet sine undersøkelser, oftest fra midten av 1900-tallet. Her finner vi eksempler på målinger av torvdybde og torva si omdanningsgrad. Verken for myr eller skog er datatettheten høy nok til å gi nøyaktige estimater på karboninnholdet på kommunenivå. For de andre hovednaturtypene finnes det svært lite detaljerte målinger.

I tillegg til bruk av eksisterende data gjennomførte vi egne feltundersøkelser med måling av jordsmonnsdybde og biomasse i noen skog- og myrlokaliteter i kommunen i 2024 (figur 9). Hovedformålet med dette var å finne ut om de eksisterende, generaliserte eller modellerte dataene samsvarer med konkrete undersøkelser (bakkesannheter) i spesifikke naturtyper. For myr var formålet også å sammenligne våre egne beregninger med beregninger gjort i appen CarbonViewer (carbonviewer.nina.no, Kyrkjeeide m.fl. 2023). Skog- og myrnaturtyper ble valgt ut med bakgrunn i at skog er den hovednaturtypen som dekker størst areal, og myr er den hovednaturtypen som har størst potensiale for lagring av karbon. Undersøkelsene ble gjennomført i perioden 26.-29. august, samt 15. oktober av forfatterne av rapporten.

Nedenfor følger en gjennomgang av tilgjengelig litteratur om karbonmengden i skog, myr og semi-naturlig mark og resultatene fra våre egne undersøkelser, og hvordan vi i dette prosjektet har kommet fram til estimater på potensiell karbonmengde for areal av ulike naturtyper i Malvik.

3.1 Karbon i skog

Skog er den naturtypen i Norge som fanger mest karbon per år, og er svært viktig som karbonlager siden naturtypen dekker så store arealer (Bartlett m.fl. 2020).

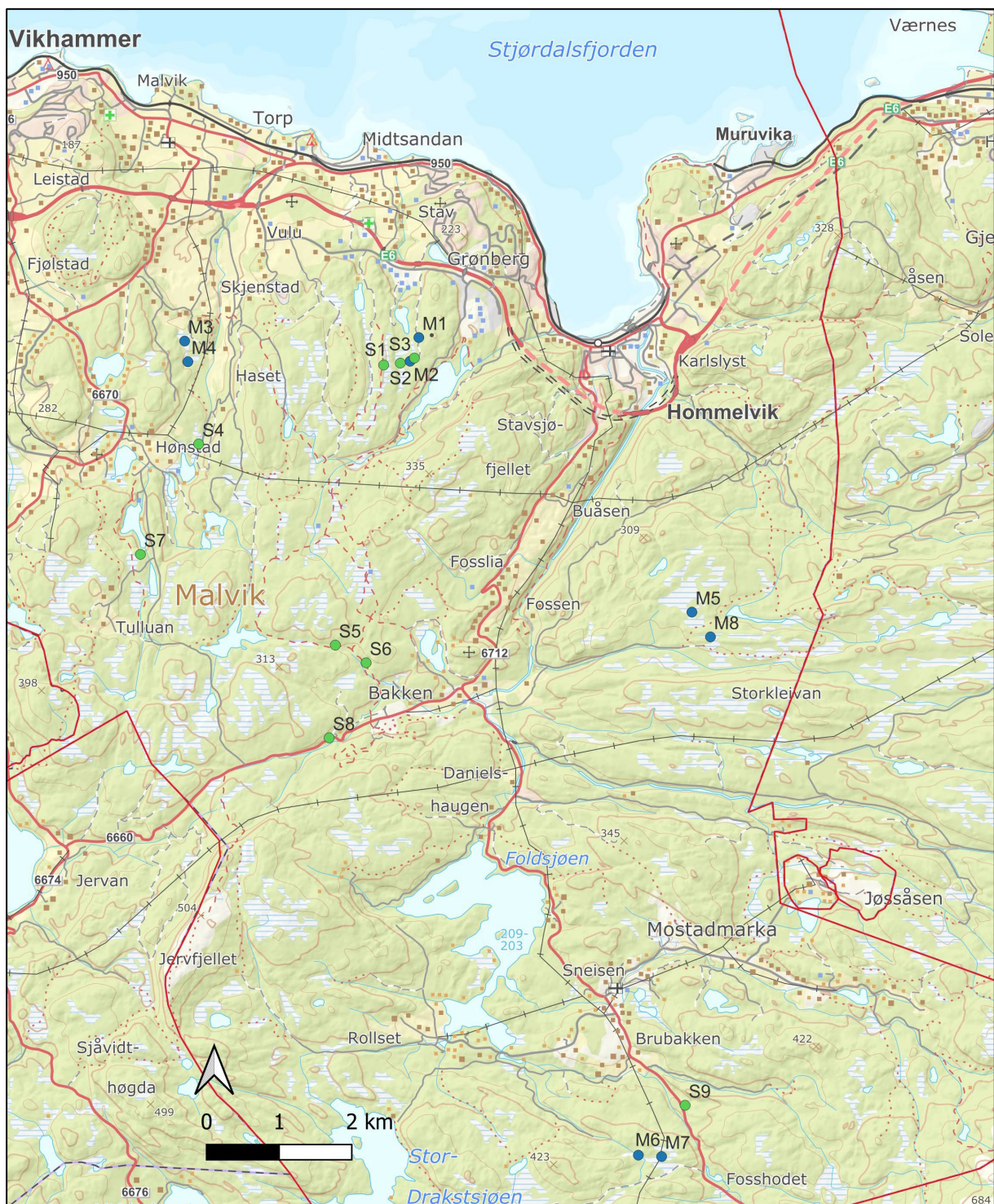
Karbon i jordsmonnet utgjør generelt om lag 3/4 av karbonlageret i skog i Norge (Søgaard m.fl. 2019). Resten er i all hovedsak biomassen av trær over og under bakken. Død ved utgjør en neglisjerbar del av karbonlageret, da dette karbonet stadig blir frigitt til atmosfæren siden materialet raskt blir brutt ned av mikroorganismer.

3.1.1 Eksisterende data og litteratur

Karbon i biomasse

Verdier for biomassen over bakken i boreale skoger varierer mellom 22 og 187 Mg/ha (= 2,2-18,7 kg/m²) (Bhatti & Apps 2000). Generelt inneholder tørrere skoger mindre biomasse, mens våtere skoger inneholder mer. Om lag halvparten av biomassen er karbon, dvs. at biomassen i boreale skoger inneholder 1,1-9,4 kg C/m². Grønlund m.fl. (2010) estimerer den totale karbonmengden i norske skoger til 440 millioner tonn fordelt på 125 000 km², altså et gjennomsnitt på 3,52 kg C/m².

Det er i hovedsak trær som blir regnet med i et karbonregneskap for skog, da biomassen i trærne er flere hundre ganger større enn biomassen i busker, gras og urter. I et eksempel fra furuskog med alder på 5-120 år i Finland fant en at biomassen var på 44-277 g per m² i busker, 34-208 g per m² i moser og 0-163 g per m² i gras og urter, mens den gjennomsnittlige biomassen til trærne i finske skoger er 6900 g m² (Kulmala 2011 og Metla 2011, i Framstad m.fl. 2013). I tillegg vil det meste av biomassen i vegetasjonen som ikke er trær, visne og bli nedbrutt hvert år, og slik ikke bli lagret over lengre tid.



Figur 9. Kart over ni skoglokaliteter (S) og ni myrlokaliteter (M) som ble undersøkt i Malvik i 2024.

Karbon i jordsmonn

Med basis i punktmålinger, jordkartleggingsdata og modellering, estimerte Bhatti m.fl. (2002) at karbonlageret i det øvre sjiktet av jorda i høgereliggende skoger i Canada spenner fra 14 til 78 Mg C/ha (= 1,4-7,8 kg C/m²), mens karboninnholdet i hele jordsøyla er mellom 62 og 274 Mg C/ha (= 6,2-27,4 kg C/m²). Strand m.fl. (2016) estimerte karbonmengden i skogsjord i Norge til å ligge mellom 10,2 og 19,3 kg/m², basert på data fra Landskogstakseringa. Lågest er karbonmengden i regosol (jord uten jordsmonnsutvikling, kun tynt humusdekke over mineraljord). Høgest er karbonmengden i gleysol (grunnvasspåvirket jord), mens karbonmengden i podsol, som er en svært vanlig jordsmonnstype i Trøndelag, ligger på 15,5-18,4 kg/m² (drenert-fuktig). Til sammenligning er

karbonmengden i torv (myrskog) estimert til 31,3 kg/m². De Wit og Kvindesland (1999) målte karbonmengden i blåbærgranskog i lokaliteter i Trøndelag til mellom 11,9 og 17,4 kg/m² med et gjennomsnitt for Midt-Norge på 15,9 kg/m².

3.1.2 Egne feltundersøkelser i skog

Metodikk

I skog ble det tatt jordprøver og estimert biomasse i ni lokaliteter (figur 9 og tabell 1). Tre lokaliteter i bærlyngskog (lokalitet S1-S3), tre lokaliteter i moden blåbærskog (hogstklasse 5; lokalitet S4-S6) og tre lokaliteter i yngre blåbærskog (hogstklasse, 3-4; lokalitet S7-S9). Lokalitetene i bærlyngskog var dominert av furu og i liten grad hogstpåvirket, mens lokalitetene i blåbærskog var i produksjonskog dominert av gran.

I hver lokalitet ble det gravd en jordprofil på ca. 30 x 50 cm ned mot underliggende løsmasser eller berg (figur 10). Vi målte tykkelsen av hvert sjikt og tok volumbestemte prøver, med unntak av de øverste 3-5 cm med strø/humus. Jordprøver fra alle lokaliteter og sjikt ble sendt til analyse for innhold av totalt organisk karbon hos Eurofins Agro Testing Norway AS i Moss.



Figur 10. Jordprofil fra en lokalitet med yngre blåbærskog. Foto: Anette G. Davidsen.

Innen en sirkel på 250 m² omkring jordprofilen (radius 8,92 m) målte vi omkretsen i brysthøgde og høyde av hvert tre som var over 10 cm i diameter ved brysthøgde. Dette er en standardisert metode for utregning av volumet av trær som blir brukt av Landskogstakseringa. Høyde ble målt med appen Arboreal, som bruker AR-teknikk for å måle høyde av trær ute i felt. Disse verdiene ble så brukt inn i allometriske modeller som regner ut biomasse over og under bakken. De allometriske funksjonene som ble brukt i disse utregningene er hentet fra Marklund (1988) for gran og furu og Smith m.fl. (2014) for bjørk, og analysert i statistikkprogrammet R versjon 4.0.4 (R Core Team, 2021) og pakken sitreeE (Fernandez 2021).

Resultater

Resultater fra målingene av biomasse og analysene av jordprøvene er vist i tabell 1.

Tabell 1. Gjennomsnittsverdier og min-max (i parentes) av total biomasse (over og under bakken), karbonmengde i jord og total karbonmengde basert på undersøkelser i tre skogtyper i Malvik i 2024.

Skogtype	Antall trær	Høyde trær (m)	Biomasse (kg/m ²)	kg C/m ² i biomasse	kg C/m ² i jord	kg C/m ² totalt
Bærlyngskog	18 (10-22)	8,2 (3,6-13,5)	10,1 (5,6-15,1)	5,1 (2,8-7,5)	10,0 (9,9-10,7)	15,0 (12,7-18,2)
Moden blåbærskog	22 (14-38)	19,3 (6,8-28,2)	36,2 (27,0-53,5)	18,1 (13,5-26,7)	8,2 (8,0-8,6)	26,3 (21,6-34,7)
Yngre blåbærskog	24 (20-27)	17,4 (11,0-26,1)	23,0 (17,5-28,4)	11,5 (8,7-14,2)	7,9 (4,6-10,9)	19,4 (16,9-22,5)

3.1.3 Potensiell karbonmengde i skog i Malvik

Kartdatasettet Skogressurskart (SR16) fra NIBIO (Astrup m.fl. 2019; <https://www.nibio.no/tema/skog/kart-over-skogressurser/skogressurskart-sr16>) er et heldekkende datasett som kan brukes direkte til å estimere karbonmengden i biomassen i skog. Dette er et modellert datasett som bl.a. gir verdier for biomasse og trehøyde for hvert skogpolygon basert på en digital terrengmodell, klimadata, satellittdata og arealdekkedata i AR5 og AR50, som så blir kalibrert mot bakkessannheter fra Landsskogtakseringa. For hvert skogpolygon (skogteig) blir det gitt verdier for gjennomsnittlig biomasse, samt usikkerhetsestimat gitt som standardfeil i % og et 95 % konfidensintervall. Verdiene for Malvik er oppsummert i vedlegg 1.

Dette datasettet gir ei biomasse i ulike skogteiger i Malvik som varierer fra 0 til om lag 47 kg/m² med et snitt på 10 kg/m². Snittet av gjennomsnittsverdiene varierer fra 6,3 kg/m² i furuskog til 11,3 kg/m² for granskog som utgjør om lag 75 % av skogarealet (vedlegg 1). Lauvskog har en snittverdi på 10,8 kg/m². Gjennomsnittet av det høyeste estimatet innenfor 95 % av konfidensintervallet varierer fra 9,2 kg/m² i furuskog til 16,2 kg/m² i granskog. Her ligger lauvskog på 15,7 kg/m².

Våre undersøkelser i Malvik (tabell 1) gir gjennomsnittlige biomasseverdier på mellom 5,1 og 18,1 kg/m², lågest i bærlyngskog (furu) og høgest i moden blåbærskog (gran). Verdiene for bærlyngskog stemmer godt med verdiene i SR16, og ligger noe under gjennomsnittet for furuskog, men ligger nær opp til medianverdiene. Også våre verdier fra yngre blåbærskog stemmer godt med gjennomsnittverdien og medianverdien for granskog i SR16, noe som kan tyde på at denne skogsfasen er svært vanlig i Malvik. Verdiene fra den modne blåbærskogen ligger høyere enn både gjennomsnittsverdien og medianverdien for det høyeste estimatet innenfor 95 % av konfidensintervallet for granskog i SR16. Ved estimering av potensiell karbonmengde i skogbiomassen, som vi har brukt til kartfesting av areal med høg karboninnhold, har vi brukt gjennomsnittet av biomasseverdien fra SR16 ganget med 0,5 som er antatt karbonandel.

Når det gjelder karbon i skogsjord viser våre undersøkelser liten forskjell mellom skogtypene (tabell 1), med gjennomsnittverdier fra ca. 8 til 10 kg C/m². Høgest verdier fant vi i bærlyngskog. Våre undersøkelser viser lågere verdier enn det som er referert til i litteraturen (se ovenfor). Det kan

være flere grunner til dette, men en viktig årsak kan være at våre undersøkelser er gjennomført i lokaliteter med grunt jordsmonn, der største dybde var 38 cm. I litteraturen (bl.a. i de Wit og Kvindesland 1999) er jordprofilene som brukes, generelt >50 cm dype. Det er derfor grunn til å tro at karbonmengden i skogsjord generelt er noe høyere i Malvik enn det våre undersøkelser viser. Vi har derfor brukt 12 kg C/m² som estimat på potensiell karbonmengde i skogsjord til kartfesting av areal med høy karboninnhold. Samlet vil da den potensielle karbonmengden i skog være: *snitt biomasse SR16 x 0,5 + 12*.

Det er også noen arealer med skog (i AR5) som ikke er dekket av datasettet SR16. Her har vi beregnet karbonmengden ut fra medianverdiene for biomasse for treslag (barskog, lauvskog, blandingsskog) fra SR16, pluss en verdi for karbonmengden i jord som varierer med skogbonitet, fra 6 kg/m² for låg bonitet til 16 kg/m² for høy bonitet. Utrekningene av karbonmengden for ulike arealer med skogsmark er vist i vedlegg 2.

Ut fra disse beregningene varierer den potensielle karbonmengden i skog i Malvik fra 10 til 31 kg/m², men hoveddelen av skogarealet har ei potensiell karbonmengde på rundt 16 kg/m² (gjennomsnitt 16,3, median 16,1).

3.2 Karbon i myr

3.2.1 Eksisterende data og litteratur

Den årlige akkumuleringa av karbon i myr er låg sammenligna med skog. Tilveksten i vegetasjonen er kanskje 1-4 cm per år, mens torvlaget vanligvis øker med kun 0,5-1 mm per år (Borren m.fl. 2004, Flatberg 2013, Rydin & Jeglum 2013). Resten blir brutt ned. Myr er likevel den naturtypen som klart lagrer mest karbon per areal (høgest karbontetthet) (Bartlett m.fl. 2020). Den vesle økningen av torvlaget betyr mye i det lange løp, da dette delvis nedbrutte organiske materialet vil holde seg så å si uendret i flere tusen år. Slik bygger det seg opp et dypere og dypere torvlag med høy karbontetthet. Karboninnholdet i torv (% av tørrvekt) ligger på over 30 %, og oftest rundt 50 % (Heathwaite & Göttlich 1993).

Det er myr med dype torvlag og som ikke er påvirket av drenering som inneholder mest karbon. I tillegg vil tettheten på torva (volumvekta) etter hvor omdanna torva er, påvirke karbonmengden. Det er vanlig å beregne karbonmengden i myr etter følgende formel:

Karbonmengde i kg/m² = torvdybde (cm) x volumvekt (kg/l) x fraksjon organisk materiale i tørrmaterialet x fraksjon karbon i organisk materiale x 10

Cannell m.fl. (1993) setter standardtall for disse verdiene til 0,1 kg/l for volumvekt, 0,94 for fraksjon av organisk materiale i tørrmaterialet og 0,5 for fraksjon av karbon i organisk materiale.

Basert på undersøkelser i Finland og Norge, regner Grønlund m.fl. (2010) at lite omdanna torv (H1-3 etter von Posts skala (von Post 1921)) har ei volumvekt på 0,068 kg/l, mens middels omdanna torv (H4-6) og sterkt omdanna torv (H7-10) har ei volumvekt på respektive 0,085 og 0,15 kg/l. Eksempel på karbonmengde i myr ved ulik torvdybde og volumvekt, der en regner et karboninnhold i torva på 50 % av tørrvekta, er vist i tabell 2.

Grønlund m.fl. (2010) har estimert karbonmengden i ulike typer myr og torvmark i Norge basert på inndelinga i økonomisk kartverk/digitalt markslagskart (DMK) og inventeringer som ble gjennomført av Det norske myrselskap i en periode på flere tiår fram til 1970-tallet (se bl.a. Hovde 1983). De kom fram til at grunn myr (0,3-1 m torv) har en gjennomsnittlig karbonmengde på 32 kg/m², mens dyp myr (0,3-2 m torv) har en gjennomsnittlig karbonmengde på 88 kg/m². Dette gjelder myr som har blitt vurdert som egnet for dyrking. For myr som er vurdert til ikke å være egnet til dyrking ble karbonmengden estimert til 41 kg/m² i snitt. Dette er i hovedsak myr med grunn torv som gjerne ligger direkte over fjell eller på steinrik mineraljord. Øien & Fandrem (2021) undersøkte karbonmengden i myr i Kinn kommune i Vestland, og fant at karbonmengden varierte mellom 35 og 250

kg/m² med et snitt på 60 kg/m² for myrer med 1 m dyp torv og 90-140 kg/m² for myrer med 2 m dyp torv.

Tabell 2. Eksempel på karbonmengden (kg/m²) i myr ved ulik torvdybde og omdanningsgrad. Et karboninnhold i torva på 50 % av tørrvekta er lagt til grunn.

		karbonmengde (kg/m²)			
		omdanningsgrad volumvekt	liten 0,068	middels 0,085	sterk 0,15
Torv- dybde	0,3 m		10	13	23
	1 m		34	43	75
	2 m		68	85	150
	4 m		136	170	300

3.2.2 Egne feltundersøkelser i myr

Metodikk

Det ble gjennomført prøvetaking av torv og måling av torvdybde i seks myrlokaliteter i Malvik. (M1-M3, M5, M6 og M8 i figur 9 og tabell 3). I tillegg ble det målt kun torvdybder i to lokaliteter (M4 og M7). Hensikten med å både ta torvprøver og gjøre dybdemålinger var at vi da kunne beregne karbonlager ut fra egenskapene i torva (se over), i tillegg til bruk av appen CarbonViewer (carbonviewer.nina.no, Kyrkjeeide m.fl. 2023).

Måling av torvdybde ble gjort ved å stikke ei målesonde (Hisco) ned til underliggende sediment eller berggrunn. Det ble gjort målinger jevnt fordelt, og stort sett i ett nettverk av punkter med omtrent 20 m imellom, men med større eller mindre avstand avhengig av størrelsen på myra og variasjon i torvdybden. På store myrer målte vi færre punkter, men kortet ned avstanden mellom punktene dersom det var stor variasjon i dybden. Vi målte alltid punkter i myrkanten, med maksimalt noen få meter fra fastmark. Alle punkter som ble målt, ble koordinatfestet med en håndholdt GPS.

Tabell 3. Oversikten over de åtte myrene som ble undersøkt i Malvik kommune.

Lokalitet	Vegetasjon	Torvmassivtype	Dybde- målinger (antall)	Torv- prøver
M1 Myr ved Stamtjønna	nedbørsmyr, intermediær og rik jordvannsmyr	planmyr flatmyr	64	2 + 2
M2 Flomyra	nedbørsmyr	platahøgmyr	34	4
M3 Raudmyra	nedbørsmyr	platahøgmyr	61	5
M4 Stuggurommet	rik jordvannsmyr	bakkemyr	19	-
M5 Håsetkjølen	nedbørsmyr, fattig jordvannsmyr	strengmyr	98	4
M6 Langmyra	ekstremrik jordvannsmyr	slakmyr, bakkemyr	57	3
M7 Steinkleivkjølen	fatig, intermediær og middelsrik jordvannsmyr	bakkemyr	19	-
M8 Myr sør for Håsetkjølen	fattig jordvannsmyr	flatmyr	91	3

Dybdemålingene ble brukt til å beregne torvvolum og karbonmengden i myrene i CarbonViewer. Appen bruker arealet av myra og dybdemålingene til å beregne det totale volumet av torva i myra. For å beregne karbonmengden, er det nødvendig å vite massetetthet, andel av organisk materiale og andel av karbon i organisk materiale. For de undersøkte myrene ble verdier fra en database med torvegenskaper fra et utvalg myrer i Norge, som ligger i appen, brukt til å beregne karbonmengden.

Torvprøvene ble tatt ved hjelp av et torvbor som ga ei torvkjerne på 50 cm lengde med en diameter på om lag 5 cm (figur 11). Fra denne torvkjernen ble det så tatt ut en prøve på 10 cm lengde. I hver lokalitet ble det tatt en prøve innenfor de første 50 cm dybde og minst en prøve dypere enn 1 m.

På myrene med størst torvdybde ble de tatt opptil fem prøver. Se tabell 3 for oversikt. Prøvene ble så tatt med på lab og tørket i minst 48 timer ved 55-60° C for å beregne volumvekt på torva. Disse verdiene ble så brukt sammen med tordybde målingene til å beregne karbonmengden i de undersøkte myrene. På grunn av en feil ved utstyret for å finne innholdet av organisk materiale, fikk vi dessverre ikke målinger på hvor stor andel av torva som er organisk materiale, men vi tar utgangspunkt i 94 %, noe som samsvarer med Cannell m.fl. (1993) sine standardverdier, og som også stemmer bra med målinger gjort av Øien og Fandrem (2021). For å beregne karbonmengden trenger vi også en verdi for andelen karbon i det organiske materialet (se over). Her tar vi utgangspunkt i et karboninnhold på 50 %, da litteraturen viser at karboninnholdet ikke varierer særlig mye, men ligger på 48-54 % (Heathwaite & Göttlich 1993).



Figur 11. Torvkjerne fra Raudmyra. Torva er laus og lite omdanna. Foto Anders Lyngstad 15.10.2024.

Resultater

Det totale arealet på de undersøkte myrene er 105879 m² (106 daa), og det er Håsetkjølen, Raudmyra og myra sør for Håsetkjølen som er størst. Raudmyra har større torvvolum enn Håsetkjølen og to til tre ganger så stort torvvolum som myra sør for Håsetkjølen. Det er dermed Raudmyra som har det største karbonlageret totalt blant myrene som er undersøkt. Også myra sør for Flomyra, som sammen med Raudmyra er de to eneste myrene hvor gjennomsnittlig torvdybde er over 2 m, har et stort karbonlager. På disse to myrene er karbonmengden estimert til 111-141 kg/m², og for Raudmyra er verdiene som er beregnet ved hjelp av CarbonViewer litt lågere enn verdiene beregnet ut fra innsamlede torvprøver (tabell 4 og 5).

Generelt viser estimering av karbonmengden på de seks myrene der vi tok torvprøver, lågere verdier ved bruk av CarbonViewer enn ut fra torvprøvene. Spesielt er det tilfelle på Håsetkjølen der beregningene gjort ut fra torvprøvene er over 30 % høyere enn ved bruk av CarbonViewer. Dette

kan skyldes at volumvekta her er relativt h  g, høgere enn det som ligger i databasen til CarbonViewer, samtidig som volumvekta varierer mye nedover i torvlaget. For to av myrene, Flomyra og myra sør for Håsetkjølen, var verdiene som er beregnet ut fra torvprøvene l  gest, men her var forskjellen s  v  rt liten.

Noen av dybdem  lene på de dypeste myrene er usikre, antakelig var torvdybden mindre enn det som ble målt. Vi brukte mye tid på    vurdere når vi antakelig hadde truffet bunnen av torva, og stakk ofte torvsonden på minst to steder ved de mest usikre målepunktene. Raudmyra var generelt krevende    måle torvdybder på, fordi det var tungt    presse torvsonden så langt ned i bakken. Her ble s  rste dybde først målt til 846 cm, men fordi det var leire i bunnen, ble dette dybdem  let ansett som s  v  rt usikkert. Derfor ble det tatt ut en torvkjerne helt ned til bunnen på dette punktet. Denne viste at det var leire fra 640 cm. I analysene i CarbonViewer ble derfor to dybder som ble målt til >600 cm, justert til 600 cm for    ikke overestimere volumet. Kart over myrlokalitetene med interpolerte torvdybder er vist i vedlegg 3.

Tabell 4. Resultatet av beregning av torvvolum, totalt karbonlager og gjennomsnittlig karbonmengde per m² ved hjelp av appen CarbonViewer i de åtte undersøkte myrene.

Lokalitet	Areal (m2)	Gjennomsnitt dybde (cm)	Volum (m3)	C (tonn)	Gjennomsnitt kg C/m ²
M1 Myr ved Stamtjønna	8753	145	13394	611��54	70
M2 Flomyra	9411	215	23310	1060��92	113
M3 Raudmyra	22048	217	59778	2724��240	124
M4 Stuggurommet	5714	145	9340	425��38	75
M5 Håsetkjølen	24384	190	52301	2370��210	97
M6 Langmyra	11537	103	13410	609��53	53
M7 Steinkleivkjølen	4048	152	6187	281��25	69
M8 Myr sør for Håsetkjølen	19984	103	23492	1067��91	53
Samlet	105879	156	201212	9147	86

Tabell 5. Gjennomsnittsverdier og minimums- og maksimumsverdier for torvdybde, og estimert karbonmengde per m² i seks av de åtte undersøkte myrene basert på innsamlede torvprøver.

Lokalitet	Torvdybde (cm)	Volumvekt (kg/l)	Fraksjon organisk materiale	Andel karbon i organisk materiale	Karbonmengde kg C/m ²
M1 Jordvannsmyr Myr ved Stamtjønna	148 (46-376)	0,159 (0,135-0,184)	0,94	0,50	111
M1 Nedbørsmyr Myr ved Stamtjønna	136 (35-422)	0,103 (0,097-0,109)	0,94	0,50	66
M2 Flomyra	215 (55-652)	0,110 (0,102-0,129)	0,94	0,50	111
M3 Raudmyra	217 (26-640)	0,138 (0,081-0,205)	0,94	0,50	141
M5 Håsetkjølen	190 (14-480)	0,146 (0,101-0,197)	0,94	0,50	130
M6 Langmyra	103 (14-406)	0,118 (0,091-0,155)	0,94	0,50	57
M8 Myr sør for Håsetkjølen	103 (24-321)	0,092 (0,075-0,121)	0,94	0,50	44
Samlet gjennomsnitt	159	0,125	-	-	94

3.2.3 Potensiell karbonmengde i myr i Malvik

Ved estimering av potensiell karbonmengde i myr i Malvik kommune legger vi til grunn et karboninnhold på 50 % av torva si tørrvekt (se over). Når det gjelder volumvekt finnes det noen beregninger for myrer i Trøndelag fra tidligere, bl.a. oppgir Christiansen & Braadlie (1934,1935) verdier mellom 0,083-0,155 kg/l fra myrer i låglandet i indre Nord-Trøndelag. Våre undersøkelser viser tilsvarende verdier, med gjennomsnittsverdier fra 0,092-0,159 kg/l. Dette tilsvarer ifølge Grønlund (2010) middels til sterkt omdanna torv. Samtidig viser en gjennomgang av kartdatasettet DMK (<https://www.nibio.no/tema/jord/arealressurser/andre-kart/nyttbar-myr-og-torvmark-fra-dmk>; som i stor grad er basert på myrselskapet sine målinger) at om lag halvparten (49 %) av myrarealet som inngår i datasettet over Malvik kommune inneholder torv som er lite eller lite til middels omdanna, resten er stort sett middels omdanna. Bare få prosent av myrarealet har torv som er middels til sterkt eller sterkt omdanna.

Om lag 90 % av myrarealet som inngår i DMK myr-datasettet i Malvik er såkalt djup myr med en torvdybde på over 1 m, og ofte kan torvdybden være flere meter. Basert på Det norske myrselskapet sine inventeringer oppgir Hovde (1983) at om lag 25 % av myrarealet som er undersøkt i kystområdene i tidligere Sør-Trøndelag fylke, har en torvdybde på under 1 m, om lag 35 % har en torvdybde på 1-2 m, om lag 35 % har en torvdybde på 2-4 m og om lag 4 % har en torvdybde på over 4 m. Tilsvarende oppgir Hovde (1983) at om lag 17 % av myrarealet som er undersøkt i ytre deler av tidligere Nord-Trøndelag fylke har en torvdybde på under 1 m, om lag 37 % har en torvdybde på 1-2 m, om lag 42 % har en torvdybde på 2-4 m og om lag 3 % har en torvdybde på over 4 m. Vi er ikke kjent med at det finnes tilsvarende oversikter over myrarealet i områdene rundt Trondheimsfjorden, men Lie (1970) oppgir torvdybder på over 5 m på flere myrer i Rissa, og i Trondheim og Orkland kommuner har rapportforfatterne målt torvdybder på over 6 meter på flere myrer. Samtlige av myrene som ble undersøkt i Malvik i 2024 hadde en største torvdybde på over 3 m, gjennomsnittlig torvdybde lå fra ca. 1 m til litt over 2 m (tabell x).

Basert på disse opplysningene har vi lagt til grunn en gjennomsnittlig torvdybde på 0,5 m for grunn myr og 2 m djup myr, og en volumvekt som varierer mellom 0,075 og 0,175 kg/l ved kartfesting av karbonmengde på myrarealer basert på DMK. For myrområder i Malvik som ikke omfattes av DMK-datasettet eller SR16 har vi lagt til grunn en gjennomsnittlig torvdybde på 1 m og en volumvekt på 0,085 kg/l. For tresatt myr har vi i begge tilfeller i tillegg lagt til grunn en biomasse som tilsvarer biomasse for barskog med lav bonitet. Utrekningene av karbonmengden for ulike arealer med myr er vist i vedlegg 2.

Ut fra disse beregningene varierer den potensielle karbonmengden i myr (inkludert tresatt myr) i Malvik fra 18 til 171 kg/m², men hoveddelen av myrarealet har en potensiell karbonmengde på 60-70 kg/m² (gjennomsnitt 59,8, median 71). Til sammenligning ble våre undersøkelser av myr i Malvik i 2024 gjort i relativt dype myrer og her ble karbonmengden beregnet til 44-141 kg C/m² (tabell 4 og 5).

3.3 Karbon i semi-naturlig mark

I åpen semi-naturlig mark vil det meste av karbonlageret ligge i jorda, og det er grasarter med sitt store rotsystem som bidrar med mye av karboninnholdet.

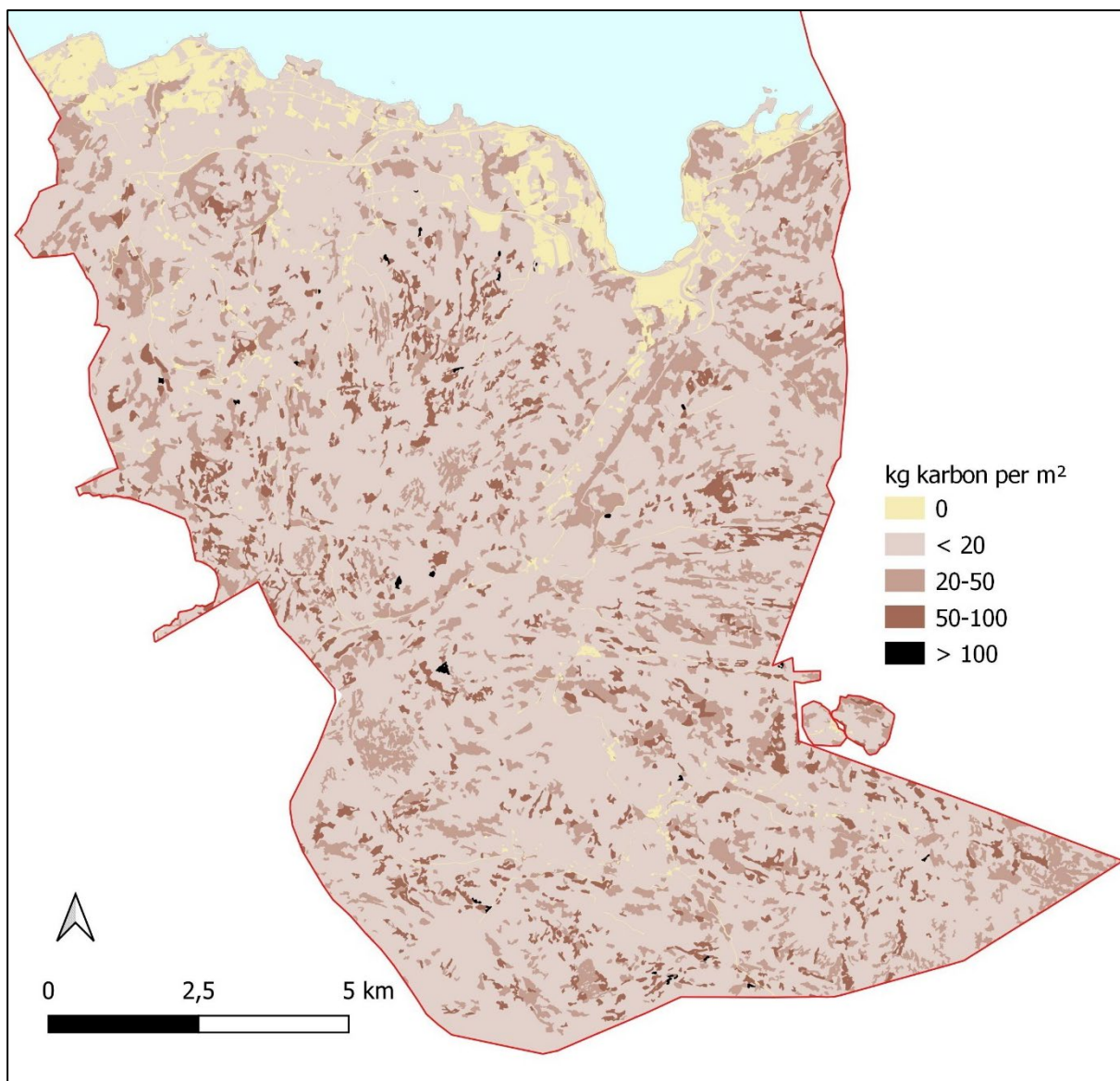
Det finnes lite data på mengden karbon i ulike typer av semi-naturlig eng i Norge. Det er gjort noen undersøkelser av naturbeitemark (sauarbeite) i fjellnære område de senere årene, bl.a. i Hol i Hallingdal (Speed m.fl. 2014) som viser karbonmengder på 13-14 kg C/m². Data fra undersøkelser av semi-naturlige enger i Europa tyder på at enkelte typer kan ha like store karbonlager som skog. Dette gjelder spesielt naturbeitemark (Hillestad 2019). I Frankrike inneholder høgereliggende beitemarker om lag 9 kg C/m² (Soussana m.fl. 2004). Grasmarker i Storbritannia (Carey m.fl. 2008) har en karbonmengde som varierer mellom 6 og 23 kg/m² i de øverste 15 cm av jorda, avhengig av type og tilstand. Ward m.fl. (2016) fant at ugjødsel eller lite gjødsel grasmarker i Storbritannia som blir slått og beita, inneholder rundt 19 kg C/m² ned til 50 cm jorddybde.

Vi har ikke gjort egne undersøkelser av karboninnhold i semi-naturlig mark i Malvik, og basert på litteraturen nevnt ovenfor har vi satt karbonmengden til 18 kg/m^2 for alt areal av semi-naturlig mark. Dette er noe høyere enn det som er målt i høgereliggende strøk i Sør-Norge og noe lågere enn det som er målt i grasmarker i Storbritannia, men vi understreker at det vil være store variasjoner alt etter intensiteten på bruken, fuktighetsforhold eller næringsinnhold i jorda.

4 Arealer med høgt karbonlager i Malvik

Basert på estimatene over potensiell karbonmengde for ulike areal-/naturtyper har vi utarbeidet et kartdatasett som vil gi en pekepinn på hvor det finnes arealer med høgt karbonlager i Malvik kommune, og mengden karbon (kg/m^2) som lagret på disse arealene. Datasettet inneholder områder med en potensiell karbonmengde på over 20 kg/m^2 , og er basert på eksisterende dokumentasjon og kartdata og de vurderingene som er gjort ovenfor. Karbonmengden for et gitt areal er således en generalisering av sannsynlig karbonmengde, der den faktiske karbonmengden per areal kan være både høyere og lågere enn det som er oppgitt. En oversikt over hvordan vi har kommet fram til estimatene er vist i vedlegg 2. For å finne den faktiske karbonmengden for et gitt areal må det gjøres detaljerte undersøkelser på stedet slik vi har gjort i noen lokaliteter med skog og myr (jf. kap 3.1 og 3.2). Det er heller ikke sikkert at arealtypen (og karbonmengden) for et gitt areal stemmer med dagens arealsituasjon, men datasettet viser arealsituasjonen på det tidspunktet kartdatasettene som ligger bak ble oppdatert. Avgrensinger av polygonene er basert på geometrien i kartdatasettene AR5 (fkb), DMK og SR16 lasta ned fra kartkatalogen til Geonorge.no våren 2024. Datasettet inneholder opplysninger om arealtype og markslag kodet etter fkb- og DMK-standard i tillegg til areal og karbonmengde. Bruken av datasettet passer nok best til bruk på kart i målestokk 1: 10 000 - 1: 50 000.

Kartet i figur 12 er konstruert fra det samme datasettet, men i tillegg har vi for illustrasjonens skyld tatt med de arealene som sannsynligvis inneholder $<20 \text{ kg C/m}^2$. Dette omfatter alle arealer med arealtyper som ikke er skog og myr, samt noen mindre arealer med skog og myr med lite karboninnhold (f.eks. skog på impediment). Arealer med bygninger og infrastruktur er i denne sammenhengen gitt verdien 0, og for de resterende arealene har vi anslått karbonmengden til mellom 0 og 20 kg/m^2 . Samtidig er det ikke usannsynlig at mindre arealer med semi-naturlig mark, overflatedyrka mark og fulldyrka mark på torv, og bunnsedimenter i ferskvann kan ha en karbonmengde på $>20 \text{ kg/m}^2$. Det har ikke vært rom for å gjøre undersøkelser i andre naturtyper enn skog og myr i dette prosjektet, og vi har heller ikke hatt tilgang på dokumentasjon som kunne gitt differensierte verdier for disse arealtypene.



Figur 12. Kart over potensiell karbonmengde per areal i Malvik kommune.

5 Restaurering av areal med hensyn på karbonlagring

Målretta restaurering for å beholde mest mulig karbon i jordsmonnet vil måtte involvere myr siden det er på myr det er klarest sammenheng mellom tap av karbon og inngrep. For skog vil karbonlageret være intakt og øke dersom skogen ikke hogges. Videre er det etablert metodikk for å restaurere grøfta myr, og det er en reell mulighet for å lykkes med slik restaurering og få rask bedring av økologisk tilstand og rask begrensning av karbontapet. Vi foreslår derfor å starte med restaurering av myr for å minimere karbontap.

Malvik virker å ha en myrnatur som er mer intakt enn det som er gjengs i Trøndelag. De fleste myrene i markaområdene er helt uten grøfter eller andre inngrep, men vi finner også en del grøfta myr (se neste avsnitt). Spor etter torvtekt har vi avdekket på et par myrer, men det later ikke til å ha vært stor aktivitet med uttak av torv.

Traséer for skiløyper påvirker mange myrer i kommunen. Vi har lagt merke til at løypa ofte legges over myr i botn av dalsøkk e.l., og sommers tid blir dette gjerne brukt som turstier. Dette gir tråkkskader. Mange steder er det grøfta langs disse traséene, og det påvirker en god del myr i kommunen totalt sett. Et eksempel her er skiløypa fra Jervskogen mot Vulusjøen (se Jervskogen – Vulusjødalen i tabell 6).

Myrene i låglandet skiller seg klart ut med tanke på inngrep, og her går tapet av myrnatur raskt. Et eksempel er Bjørnstadmyra (trolig høgmyr) som gradvis har fått mer inngrep siden 1947 (jf. flybilder), men som ble helt ødelagt først i 2020-2021 som følge av utfylling med steinmasser. Vasselmyran (trolig eksentrisk høgmyr) har ei lignende historie, men var i det store og hele i god tilstand fram til 2017. Fra 2017-2023 har de blitt gradvis fjerna, sannsynligvis gravd ut. Stormyra (trolig platåhøgmyr) ved Vestre Vulu var delvis intakt i 1963, men ble deretter dyrka opp. I dag er det bare en liten snipp av myrkanten i sør som fortsatt står igjen.

Det ble i 2024 gjennomført tre prosjekter med myrrestaurering i Malvik kommune. Alle disse prosjektene er gjennomført på statsgrunn (Malvik statsallmenning), og omfatter myrkompleksene Lomtjønnyrin, Tøftmyrin, samt ei myr med torvtekt like ved Jervskogvegen. Prosjektene er kalt Jervskogen A, B og C i oversikten som Statsforvalterne publiserer over restaurerte myrer ([Myrrestaurering Innsyn Offentlig](#)).

5.1 Prioritering for restaurering

For at ei myr skal være egna for restaurering må den ha inngrep som klart forringer tilstanden. I tillegg må inngrepene være av en slik karakter at restaurering kan forbedre tilstanden. Hvis ei grunnbakkemyr har blitt grøfta så kan det være vanskelig å reversere effekten av inngrepet, f.eks. fordi torva har blitt for nedbrutt eller at det er for lite torv igjen til å plugge grøftene. Der hvor torva fjernes ned til mineraljorda under (jf. Vasselmyran) er det også langt på veg meningsløst å prøve å restaurere. Oftest er det imidlertid mulig å forbedre tilstanden på ei myr med inngrep, sjøl der inngrepa er store.

Det er grunneier som avgjør om restaurering er ønskelig eller ikke, og det vil si at det bare er myrer der grunneieren godkjenner restaurering som er aktuelle. I Malvik kommune er Statskog en stor grunneier, og det vil være naturlig å kontakte dem for å se på mulighetene som måtte finnes. Statens naturoppsyn (SNO) og Statskog har et samarbeid om myrrestaurering, og det vil være formålstjenlig å koble seg på denne prosessen.

Prioritering for restaurering er også et kostnadsspørsmål, og de minst kostnadskrevende prosjektene bør vanligvis gis høy prioritet. Adkomst er viktig i så måte, og myrer nær veg er enklere å handtere. Myrer med helning er mer komplisert å restaurere enn flate myrer, så helning påvirker kostnaden. Omfattende inngrep som torvtekt eller tett grøfting krever mer arbeid på myra enn myrer med noen få, spredte grøfter. Dette påvirker også kostnaden.

Ved å se på flybilder over kommunen har vi identifisert noe over 50 myrområder som kan egne seg for restaurering. I tabell 6 lister vi opp disse, og med opplysninger om anslag på areal påvirket av inngrep, høyde over havet, beliggenhet, type inngrep, om det er enkel tilgang til myra, om den ligger på statsgrunn, og hvor mye karbon som ligger i torva. Ut fra dette har vi gitt en prioritering for restaurering (tabell 6), og vi har lagt størst vekt på om myra ligger på statsgrunn og mengde karbon i torva.

Lista omfatter ikke alle myrer med inngrep. Vi har oftest utelatt små myrrester som står igjen etter f.eks. oppdyrking eller vegbygging, og begrunner det med at hydrologien på slike restareal er svært påvirket. Det blir da vanskelig og dyrt å restaurere. Det er også stor variasjon i omfang av inngrep på myrene vi har inkludert, men vi har ikke gjort noen grundig analyse av dette. Det bør gjøres som et ledd i prosjektering av konkrete restaureringsprosjekter.

25 av lokalitetene ligger på statlig eid grunn, og disse vil trolig være enklere å få restaurert (enn myrer på privat grunn) siden juridiske og praktiske forhold allerede er handtert gjennom avtalen mellom SNO og Statskog. Imidlertid ligger flere av disse myrene et stykke fra veg, og noen av dem er små. Det taler mot å prioritere dem høgt, men denne ulempen kan være liten hvis de inngår i større restaureringspakker. Et eksempel her er myrområdene i Bjørndalsberga, mellom Hein fjorden i Stor-Drakstsjøen og Litlfoldsjøen. Hein fjordmyra og Storfinnmyra er større myrer med inngrep som i seg sjøl forsvarer høg prioritet. I samme området er det imidlertid minst seks mindre myrer som hver for seg ikke ville kvalifisert for høg prioritet, men de kan med fordel inkluderes som en del av et bredt anlagt myrrestaureringsprosjekt i området.

Vi har lagt stor vekt på potensiell karbonmengde i torva på ei myr ved prioritering for restaurering, de vil si at vi prioriterer myrer med mye karbon per daa høgt. Det er mange usikkerheter knytta til dette, bl.a. om det er gode estimat på karbonmengde for myrene, og effekt av inngrepene. Vi mener likevel det er fornuftig å legge den informasjonen som finnes til grunn, og hvis det blir et visst omfang av lokaliteter som restaureres så vil det i et kost-nytte-perspektiv bety mindre om det viser seg at ei myr har mindre torv enn antatt.

Vi har prioritert to myrer som ikke er på statsgrunn: Raudmyra ved Bølden og Sneisslættet. I begge tilfeller er det tale om myrkompleks med forekomst av myrtyper som er på rødlista for naturtyper. Raudmyra er en av myrene vi undersøkte i dette prosjektet, og vi fant da at det er tatt torv i nordenden av myra. Dette er ei platåhøgmyr, og det er en av de få kjente, gjenværende, mer eller mindre intakte høgmyrene i kommunen. Platåhøgmyr er vurdert som sterkt truet (EN) i rødlista for naturtyper (Lyngstad m.fl. 2018). Sneisslættet omfatter trolig både tidligere slåttemyr og ett eller to myrmasiv med platåhøgmyr. Denne myra ligger i mellomboreal vegetasjonssone, og slåttemyra skal da føres til kategorien Semi-naturlig myr (sterkt truet – EN). Sneisslættet som slåttemyr er å anse som tapt, men det er stor mulighet for at myra kan restaureres til rikmyr (og platåhøgmyr).

Tabell 6. Myrer i Malvik kommune som kan egne seg for restaurering. Vårt forslag til høgt prioriterte lokaliteter er markert med grønt. Areal er oppgitt som om lag det området der inngrep vises, og ikke hele myrmassiv eller myrkompleks. Koordinat er oppgitt for et punkt nær midten av arealet med inngrep. Potensiell karbonmengde er angitt som tonn karbon per daa, og er basert på informasjon samlet og vist i kartet i figur 12.

Lokalitet	Areal (daa)	Hoh. (m)	Koordinat N,Ø (EU89 UTM 33)	Kommentar	Enkel tilgang	Statskog	Potensiell karbonmengde (t/daa)
Myr V for Svarttjønnna	35	330	703183,28671	Grøfting		X	115
Kløftmyra	40	340	702666,29043	Grøfting		X	110
Myrer ved Bonaunvegen	10	275	702809,28764	Grøfting, tre småmyrer	X	X	100
Ø for Abomyrin	8	240	702834,28772	Grøfting	X	X	100
Husmanns-myra	15	230	702951,28771	Grøfting?	X	X	100
Storfinnmyra	50	275	702827,28706	Grøfting		X	95
Solemsmyra	20	275	703237,28554	Grøfting	X	X	90
Ved Ertstjønnna	45	275	703348,28468	Grøfting	X	X	90
Stormyra m.fl.	40	305	702693,29104	Grøfting, skiløype. Inkl. tilgrensende småmyrer	X	X	85
Heinfjordmyra	27	280	702797,28716	Grøfting		X	85
Stavangermyra	20	300	703224,28515	Grøfting, inkl. lita myr i Ø	X	X	85
Myr 1 V for Kvitklampen	30	285	703230,28628	Grøfting		X	85
Vollakjølen SØ	20	325	702637,28964	Grøfting		X	82
Kleivmyra	15	350	703165,28504	Tråkk		X	82
Sundstadsetta	16	270	703014,29235	Traktorveg, grøfting?	X	X	80
N for Abomyrin	12	225	702852,28770	Grøfting	X	X	77
Raudmyra ved Hyllvatnet	37	205	703556,28397	Grøfting	X	X	77
Myr Ø for Høgstret	10	240	703140,28883	Grøfting	X	X	75
Raudmyra ved Bølden	8	150	703849,28439	Torvtekt, barmarkskjøring	X		77
Sneisslættet	44	230	702939,28975	Grøfting, slåttemyr	X		70
Gaddmyra	15	260	702779,29060	Grøfting		X	100
Myr SØ for Karlstad	5	240	703172,28955	Trolig grøfting		X	82
Myr N for Setra	45	350	703128,28639	Grøfting		X	44
Ved Jervskogvegen	17	275	703254,28486	Grøfting	X	X	35
Myr 2 V for Kvitklampen	12	260	703233,28608	Grøfting		X	34
N for Littfinnmyra	5	250	702847,28722	Grøfting		X	32
Jervskogen - Vulusjødalen	50	250	703414,28668	Grøfta langs skiløype, flere småmyrer	X	X	24
Gruvmyra	10	250	702800,29077	Grøfting			100
Bjørnlimyra	21	170	703605,29072	Veg, grøfting?			100
Myr S for Vennaelva	35	300	702890,29389	Skytebane	X		90
Myr ved Raudmyrdalsbekken	60	390	702936,29505	Kjørespor, grøfting?			90

Lokalitet	Areal (daa)	Hoh. (m)	Koordinat N,Ø (EU89 UTM 33)	Kommentar	Enkel tilgang	Statskog	Potensiell karbon-mengde (t/daa)
Myr ved Skvalbekken	75	225	703669,28509	Grøfting	X		90
Myr ved Vestre Forbord	50	175	703911,28364	Grøfting, oppdyrking	X		85
Løssimyra	25	200	703744,29223	Grøfting, veg			80
Herjukjølen - Fuggelleikmyra	200	275-300	703519,28271	Grøfting			80
Torvmyra	20	285	703019,29158	Grøfting, torvtekt?	X		77
Myr NV for Sagrahaugen	40	260	702971,29107	Grøfting	X		77
Myr N for Øvre Vollen	13	250	702874,28952	Grøfting	X		77
Kvegjardsmyran	60	105	703935,28129	Veg, oppdyrking	X		77
Myr SV for Vennatjønnna	15	300	702934,29332	Grøfting	X		75
Jøssåsen	15	300	703088,29337	Grøfting og oppdyrking, dels i Stjørdal	X		75
Myr N for Vennatjønnna	20	340	702971,29381	Grøfting			71
Hestsjømyra	45	190	703846,28357	Grøfting	X		71
Myr ved Raudmyrdalen	25	325	702920,29436	Grøfting og oppdyrking	X		70
Raudkjølen og Ner Høgåsmyra	50	200	703313,28733	Grøfting, skianlegg	X		70
Storkjølen	65	265	703776,28571	Grøfting	X		44
Myr Ø for Vasselberga	25	215	703606,28152	Grøfting	X		80
Myr V for Ner Herjuan	25	135	703644,28197	Grøfting	X		120
Myr NV for Littlemyra	15	275	703603,28297	Grøfting			100
Stuggurommet	25	140	703811,28446	Kjørespor, hogstspor	X		77
Fossmyra	30	230	703864,28576	Grøfting			120
Myr i Forbordsåsen	25	215	703975,28346	Grøfting	X		85
N for Elvetun	10	105	703899,28137	Veg	X		77
S for Elvetun	25	105	703875,28153	Veg, fylling?	X		77

6 Referanser

- Ahlstrøm, A.P., Bjørkelo, K. & Fadnes, K. (red.) 2019. AR5 Klassifikasjonssystem. Klassifisering av arealressurser. – NIBIO Bok 5-5: 1-71.
- Astrup, R., Rahlf, J., Bjørkelo, K., Debella-Gilo, M., Gjertsen, A.-K. & Breidenbach, J. 2019. Forest information at multiple scales: development, evaluation and application of the Norwegian forest resources map SR16. – *Scandinavian Journal of Forest Research* 34: 484–496. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0170>.
- Bakkestuen, V., Venter, Z., Ganerød, A.J. & Framstad, E. 2023. Delineation of wetland areas in South Norway from Sentinel-2 imagery and LiDAR using TensorFlow, U-Net, and Google Earth Engine. – *Remote Sens.* 15, 1203. <https://doi.org/10.3390/rs15051203>
- Bartlett, J., Rusch, G.M., Kyrkjeeide, M.O., Sandvik, H. & Nordén, J. 2020. Carbon storage in Norwegian ecosystems (revised edition). – NINA Report 1774b: 1-66.
- Bhatti, J.S. & Apps, M.J. 2000. Carbon and nitrogen storage in upland boreal forests. – S. 79-89 i: Lal, R., Kimble, J.M. & Stewart, B.A. (red.) *Global climate change and cold regions ecosystems*. Lewis Publishers, Boca Raton, USA.
- Bhatti, J.S., Apps, M.J., & Tarnocai, C. 2002. Estimates of soil organic carbon stocks in central Canada using three different approaches. – *Can. J. For. Res.* 32: 805-812.
- Borren, W., Bleuten, W. & Lapshina, E.D. 2004. Holocene peat and carbon accumulation rates in the southern taiga of western Siberia. – *Quaternary Research* 61: 42-51.
- Bratli, H., Halvorsen, R., Bryn, A., Arnesen, G., Bendiksen, E., Jordal, J.B., Svalheim, E.J., Vandvik, V., Velle, L.G., Øien, D.-I & Aarrestad, P.A. 2019. Beskrivelse av kartleggingsenheter i målestokk 1:5000 etter NiN (2.2.0). Utgave 1, kartleggingsveileder nr 4. – Artsdatabanken, Trondheim (www.artsdatabanken.no)
- Bryn, A., Strand, G.H., Angeloff, M. & Rekdal, Y. 2018. Land cover in Norway based on area frame survey of vegetation types. – *Norsk Geogr. Tidsskr.* 72: 131-145.
- Cannell, M.G.R., Dewar, R.C. & Pyatt, D.G. 1993. Conifer plantations on drained peatlands in Britain: a net gain or loss of carbon? – *Forestry* 66: 353-369.
- Carey, P.D., Wallis, S., Chamberlain, P.M., Cooper, A., Emmett, B.A., Maskell, L.C., McCann, T., Murphy, J., Norton, L.R., Reynolds, B., Scott, W.A., Simpson, I.C., Smart, S M. & Ulliyett, J.M. 2008. Countryside Survey: UK Results from 2007. – NERC/Centre for Ecology & Hydrology, 105s.
- Christiansen, H. & Braadlie, O. 1934. Myrundersøkelser i Trøndelag i 1934. – *Meddelelser fra Det norske myrselskap* 33(4): 125-144.
- Christiansen, H. & Braadlie, O. 1935. Myrundersøkelser i Trøndelag i 1935. – *Meddelelser fra Det norske myrselskap* 34(4): 158-166.
- De Wit, H.A. & Kvindesland, S. 1999. Carbon stocks in Norwegian forest soils and effects of forest management on carbon storage. – *Rapport fra skogforskningen*, Supplement 14: 1-52.
- Drösler, M., Verchot, L.V., Freibauer, A., Pan, G., Evans, C.D., Bourbonniere, R.A., Alm, J.P., Page, S., Agus, F., Hergoualc'h, K., Couwenberg, J., Jauhainen, J., Sabiham, S. & Wang, C. 2014. Drained inland organic soils. 2013. – S. 2.1-2.79 i Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. & Troxler, T.G. (red). *Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands*. IPCC, Geneve, Sveits.
- Fernandez, C.A. 2021. sitreeE: Sitree Extensions. R package version 0.0-7. – <https://CRAN.R-project.org/package=sitreeE>.
- Flatberg, K.I. 2013. Norges torvmoser. – Akademika forlag, Trondheim. 307 s.
- Framstad, E., de Wit, H., Mäkipää, R., Larjavaara, M., Vesterdal, L. & Karlton, E. 2013. Biodiversity, carbon storage and dynamics of old northern forests. – *TemaNord* 2013-507: 1-130
- Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M.W., Andrew, R.M., Bakker, D.C.E., Hauck, J., Landschützer, P., Le Quéré, C., Luijkx, I.T., Peters, G.P., Peters, W., Pongratz, J., Schwingshackl, C., Sitch, S., Canadell, J.G., Ciais, P., Jackson, R.B., Alin, S.R., Anthoni, P., Barbero, L., Bates, N.R., Becker, M., Bellouin, N., Decharme, B., Bopp, L., Brasika, I.B.M., Cadule, P., Chamberlain, M.A., Chandra, N., Chau, T.-T.-T., Chevallier, F., Chini, L.P., Cronin, M., Dou, X., Enyo, K., Evans, W., Falk, S., Feely, R.A., Feng, L., Ford, D.J., Gasser, T., Ghattas, J., Gkritzalis, T., Grassi, G., Gregor, L., Gruber, N., Gürses, Ö., Harris, I., Hefner, M., Heinke, J., Houghton, R.A., Hurtt, G.C., Iida, Y., Ilyina, T., Jacobson, A.R., Jain, A., Jarníková, T., Jersild, A., Jiang, F., Jin, Z., Joos, F., Kato, E., Keeling, R.F., Kennedy, D., Goldewijk,

- K.K., Knauer, J., Korsbakken, J.I., Körtzinger, A., Lan, X., Lefèvre, N., Li, H., Liu, J., Liu, Z., Ma, L., Marland, G., Mayot, N., McGuire, P.C., McKinley, G.A., Meyer, G., Morgan, E.J., Munro, D.R., Nakaoka, S.-I., Niwa, Y., O'Brien, K.M., Olsen, A., Omar, A.M., Ono, T., Paulsen, M., Pierrot, D., Pocock, K., Poulter, B., Powis, C.M., Rehder, G., Resplandy, L., Robertson, E., Rödenbeck, C., Rosan, T.M., Schwinger, J., Séférian, R., Smallman, T.L., Smith, S.M., Sospedra-Alfonso, R., Sun, Q., Sutton, A.J., Sweeney, C., Takao, S., Tans, P.P., Tian, H., Tilbrook, B., Tsujino, H., Tubiello, F., van der Werf, G.R., van Ooijen, E., Wanninkhof, R., Watanabe, M., Wimart-Rousseau, C., Yang, D., Yang, X., Yuan, W., Yue, X., Zaehle, S., Zeng, J. & Zheng, B. 2023. Global carbon budget 2023. – *Earth Syst. Sci. Data* 15: 5301-5369.
- Gonzalez-Domingues, B., Niklaus, P.A., Studer, M.S., Hagedorn, F., Wacker, L., Haghipour, N., Zimmermann, S., Walthert, C., McIntyre, C. & Abiven, S. 2019. Temperature and moisture are minor drivers of regional-scale soil organic carbon dynamics. – *Scientific Reports* 9: 6422.
- GRIDA. 2015. Worlds biomes and carbon storage. – <https://www.grida.no/resources/6940>. Lasta ned 27.09.2020.
- Grønlund, A., Bjørkelo, K., Hylen, G. & Tomter, S. 2010. CO₂-opptak i jord og vegetasjon i Norge. Lagring, opptak og utslipp av CO₂ og andre klimagasser. – *Bioforsk Rapport* 162: 1-38.
- Gaarder, G. 1997. Inventering av barskog i Midt-Norge i 1996. Miljøfaglig Utredning rapport 1997-4: 1-101.
- Gaarder, G., Flynn, K. M. & Hanssen, U. 2012. Naturtypekartlegging i Malvik kommune. – Miljøfaglig Utredning rapport 2012-7: 1-44 + vedlegg.
- Heathwaite, A.L. & Göttlich, K.-H. (red.) 1993. Mires - Process, exploitation and conservation. – Wiley, Chichester. 516 s.
- Hillestad, M.E. 2019. Beitemarka - et ukjent karbonlager. – *Agri Analyse Rapport* 2019-5: 1-32
- Hofton, T.H. & Framstad, E. (red.), Gaarder, G., Brandrud, T.E., Klepsland, J., Reiso, S., Abel, K., Bendiksen, E., Heggland, A., Sverdrup-Thygeson, A., Svalastog, D., Fjeldstad, H., Hassel, K. & Blindheim, T. 2006. Naturfaglige registreringer i forbindelse med vern av skog på Statskog SFs eiendommer. Del 2. Årsrapport for registreringer i Midt-Norge i 2005. – *NINA Rapport* 151: 1-257.
- Hovde, O. 1983. Myrenes dybde, undergrunn og høydenivå. En analyse av undersøkte myrrealeer ved Det norske myrselskaps inventeringer 1934-1970. – *Jord og myr* 7: 155-173.
- Joosten, H., Barthelmes, A., Couwenberg, J., Hassel, K., Moen, A., Tegetmeyer, C. & Lyngstad, A. 2015. Metoder for å beregne endring i klimagassutslipp ved restaurering av myr. – *NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport* 2015-10: 1-83.
- Kyrkjeeide, M.O., Fandrem, M., Kolstad, A.L., Bartlett, J., Cretios, B. & Silvennoinen, H.M. 2023 A calculator for local peatland volume and carbon stock to support area planners and decision makers. – *Carbon Management* 14, 2267018. <https://doi.org/10.1080/17583004.2023.2267018>
- Lie, O. 1970. Myrene i Rissa herred, Sør-Trøndelag. – *Meddelelser fra Det norske myrselskap* 68(5): 157-193.
- Lyngstad, A., Moen, A. og Øien, D.-I. 2018. Platåhøymyr, Våtmark. Norsk rødliste for naturtyper 2018. – Artsdatabanken, Trondheim. Hentet 24.02.2025 fra: <https://artsdatabanken.no/RLN2018/149>
- Lyngstad, A., Moen, A., Jalvorsen, R. & Øien, D.-I. 2024. Beskrivelser av torvmassivenheter. Kunnskapsgrunnlag for NiN versjon 3. – *NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport* 2023-4: 1-102.
- Marklund, L. G. 1988. Biomassafunktioner för tall, gran och björk i Sverige. Rapport 45. – Sveriges lantbruksuniversitet.
- Ontl, T.A. & Schulte, L.A. 2012. Soil Carbon Storage. – *Nature Education Knowledge* 3: 35.
- R Core Team 2021. R: A language and environment for statistical computing. – R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Rasse, D., Økland, I., Bárcena, T.G., Riley, H., Martinsen, V., Sturite, I., Joner, E., O'Toole, A., Øpstad, S., Cottis, T. & Budai, A. 2019. Muligheter og utfordringer for økt karbonbinding i jordbruksjord. – *NIBIO Rapport* 5-36: 1-93.
- Rydin, H. & Jeglum, J.K. 2013. The biology of peatlands. Second edition. – Oxford University Press, Oxford. 382 s.
- Smith, A., Granhus, A., Astrup, R., Bollandsås, O.M. & Petersson, H. 2014. Functions for Estimating Aboveground Biomass of Birch in Norway. – *Scandinavian Journal of Forest Research* 29: 565–78.

- Soussana, J.-F., Loiseau, P., Vuichard, N., Ceschia, E., Balesdent, J., Chevallier, T. & Arrouays, D. 2004. Carbon cycling and sequestration opportunities in temperate grasslands. – *Soil Use and Management* 20: 219-230.
- Speed, J.D.M., Martinsen, V., Mysterud, A., Mulder, J., Holand, Ø. & Austrheim, G. 2014. Long-term increase in aboveground carbon stocks following exclusion of grazers and forest establishment in an alpine ecosystem. – *Ecosystems* 17: 1138-1150.
- Strand, L.T., Callesen, I., Dalsgaard, L. & de Wit, H.A. 2016. Carbon and nitrogen stocks in Norwegian forest soils - the importance of soil formation, climate, and vegetation type for organic matter accumulation. – *Can. J. For. Res.* 46: 1459-1473.
- Søgaard, G., Allen, M., Astrup, R., Belbo, H., Bergseng, E., Blom, H.H., Bright, R., Dalsgaard, L., Fernandez, C.A., Gjerde, I., Granhus, A., Hanssen, K.H., Kjønås, O.J., Nygaard, P.H., Stokland, J., & Sætersdal, M. 2019. Effekter av planting av skog på nye arealer. Betydning for klima, miljø og næring. – NIBIO Rapport 5-3: 1-91.
- von Post, L. 1921. Upplysninger rörande Sveriges Geologiska Undersøknings torvmarksrekognosering. – Sveriges Geologiska Undersøkning, serie D 52.
- Ward, S., Smart, S.M., Quirk, H., Tallowin, J.R.B., Mortimer, S.R., Shiel, R.S., Wilby, A. & Bardgett, R.D. 2016. Legacy effects of grassland management on soil carbon to depth. – *Global Change Biology* 22: 2929–2938.
- Øien, D.-I., Fandrem, A. & Lyngstad, A. 2021. Potensiell karbonmengd i ulike areal- og naturtyper i Kinn kommune, Vestland – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2021-9: 1-41.

Vedlegg

Vedlegg 1 Oppsummering av data fra Skogressurskartet SR16

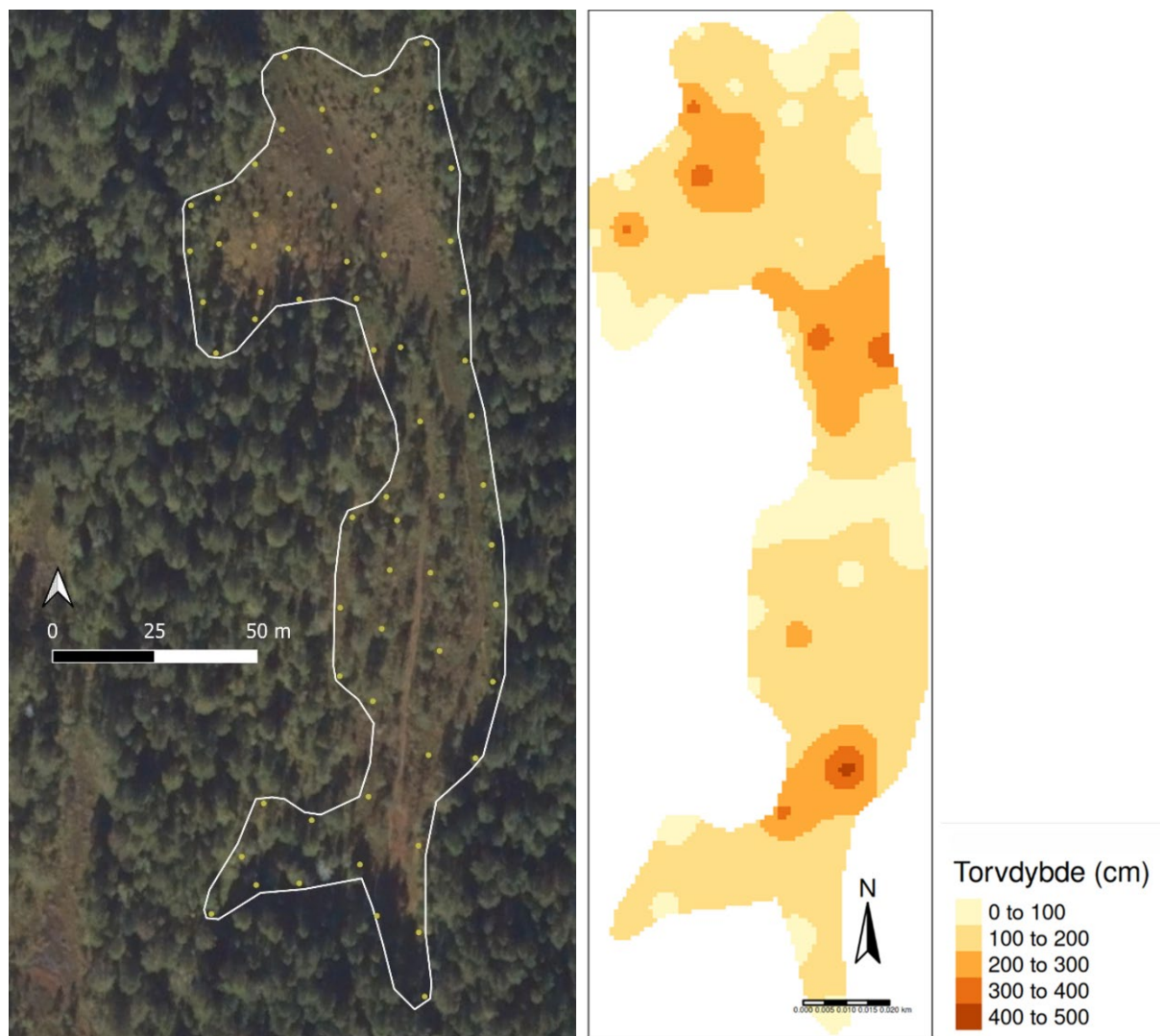
Gjennomsnittverdier av biomasse og trehøgde for polygoner som dekker Malvik kommune

Gjennomsnittsverdier furu (17 % av skogarealet)					Gjennomsnittsverdier lauv (5 % av skogarealet)					Gjennomsnittsverdier gran (75 % av skogarealet)				
		Biomasse over (kg/m ²)	Biomasse under (kg/m ²)	Trehøgde (m)		Biomasse over (kg/m ²)	Biomasse under (kg/m ²)	Trehøgde (m)		Biomasse over (kg/m ²)	Biomasse under (kg/m ²)	Trehøgde (m)		
SNITT	Min	0,0	0,0	0,0	Min	0,0	0,0	0,0	Min	0,0	0,0	0,0		
	Max	19,4	4,5	22,6	Max	25,7	6,2	20,7	Max	29,3	6,4	32,4		
	Snitt	5,0	1,3	9,9	Snitt	8,4	2,4	10,8	Snitt	8,9	2,4	12,6		
	Median	4,6	1,2	10,2	Median	7,7	2,3	10,8	Median	8,5	2,4	12,8		
	SD	2,9	0,7	3,0	SD	5,0	1,3	3,0	SD	4,7	1,1	3,5		
NEDRE 95%	Min	0,0	0,0	0,0	Min	0,0	0,0	0,0	Min	0,0	0,0	0,6		
	Max	13,5	3,0	20,1	Max	16,7	3,9	18,5	Max	20,5	4,1	28,7		
	Snitt	2,9	0,8	8,0	Snitt	4,7	1,3	9,1	Snitt	5,0	1,4	10,7		
	Median	2,5	0,7	8,3	Median	4,1	1,3	9,1	Median	4,7	1,4	10,9		
	SD	2,1	0,5	2,9	SD	3,5	0,9	2,9	SD	3,3	0,8	3,3		
ØVRE 95%	Min	0,0	0,0	0,0	Min	0,0	0,0	0,0	Min	0,0	0,0	0,0		
	Max	25,2	5,9	25,2	Max	34,7	8,7	22,9	Max	38,1	8,6	36,0		
	Snitt	7,3	1,9	11,8	Snitt	12,2	3,5	12,5	Snitt	12,8	3,4	14,6		
	Median	6,7	1,7	12,1	Median	11,3	3,3	12,5	Median	12,3	3,4	14,7		
	SD	3,8	0,9	3,1	SD	6,6	1,7	3,2	SD	6,1	1,5	3,6		
Gjennomsnittsverdier blanding (1 % av skogarealet)					Gjennomsnittsverdier barblanding (2 % av skogarealet)					Gjennomsnittsverdier all skog				
		Biomasse over (kg/m ²)	Biomasse under (kg/m ²)	Trehøgde (m)		Biomasse over (kg/m ²)	Biomasse under (kg/m ²)	Trehøgde (m)		Biomasse over (kg/m ²)	Biomasse under (kg/m ²)	Trehøgde (m)		
SNITT	Min	0,2	0,1	0,3	Min	0,7	0,2	1,8	Min	0,0	0,0	0,0		
	Max	22,6	5,4	18,2	Max	23,1	5,1	20,6	Max	29,3	6,4	32,4		
	Snitt	7,3	2,0	10,8	Snitt	6,9	1,8	11,4	Snitt	7,9	2,1	11,8		
	Median	6,2	1,8	10,6	Median	6,1	1,7	11,4	Median	7,2	2,0	11,9		
	SD	4,5	1,1	3,0	SD	3,8	0,9	2,9	SD	4,7	1,2	3,5		
NEDRE 95%	Min	0,0	0,0	0,0	Min	0,0	0,0	0,0	Min	0,0	0,0	0,0		
	Max	14,9	3,3	16,0	Max	16,0	3,3	18,0	Max	20,5	4,1	28,7		
	Snitt	4,0	1,1	9,0	Snitt	3,8	1,0	9,4	Snitt	4,5	1,2	9,9		
	Median	3,2	1,0	8,8	Median	3,2	0,9	9,6	Median	3,9	1,2	10,0		
	SD	3,1	0,8	2,9	SD	2,7	0,6	2,8	SD	3,2	0,8	3,4		
ØVRE 95%	Min	1,2	0,3	2,2	Min	1,3	0,3	3,9	Min	0,0	0,0	0,0		
	Max	30,3	7,5	20,6	Max	30,1	6,9	23,1	Max	38,1	8,7	36,0		
	Snitt	10,6	2,9	12,6	Snitt	10,1	2,7	13,3	Snitt	11,4	3,1	13,7		
	Median	9,3	2,6	12,4	Median	9,1	2,5	13,3	Median	10,6	2,9	13,7		
	SD	5,8	1,5	3,1	SD	5,0	1,2	3,0	SD	6,1	1,5	3,7		

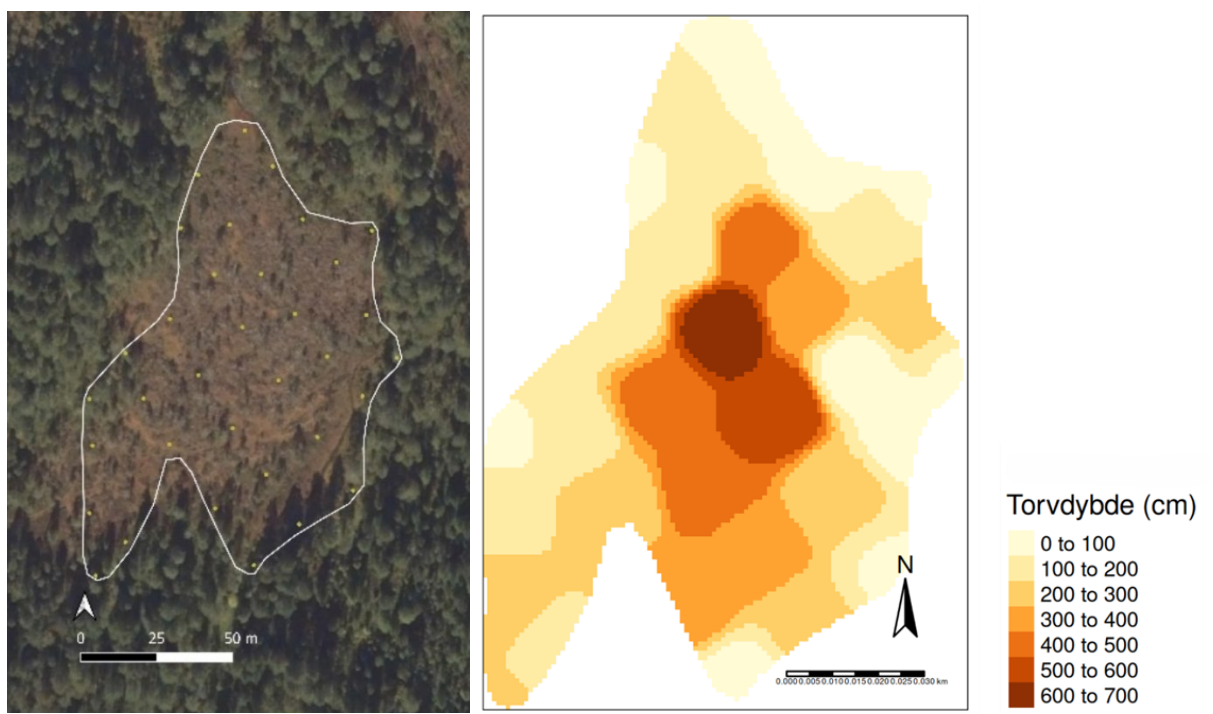
Vedlegg 2 Estimering av potensiell karbonmengde for skog og myr

	Kartdata	Arealtype	Utregning	kg C/m ²
Skog	SR16	Skogsmark, ikke på torv	(gjennomsnittverdi for underjordisk biomasse/10 + gjennomsnittverdi for overjordisk biomasse/10) x 0,5 + 12	12-29,85
	AR5	Skogsmark som ikke dekkes av SR16	Barskog og blandingsskog på impediment eller med lav bonitet. Medianverdi for biomasse i SR16: 4 + karbon i jord med utgangspunkt i egne målinger: 6	10
			Barskog og blandingsskog med middels bonitet. Medianverdi for biomasse i SR16: 8 + karbon i jord med utgangspunkt i egne målinger: 12	20
			Barskog og blandingsskog med høy bonitet. Medianverdi for biomasse i SR16: 12 + karbon i jord med utgangspunkt i egne målinger: 16	28
			Lauvskog og blandingsskog på impediment eller med lav bonitet. Medianverdi for biomasse i SR16: 5 + karbon i jord med utgangspunkt i egne målinger: 6	11
			Lauvskog og blandingsskog med middels bonitet. Medianverdi for biomasse i SR16: 10 + karbon i jord med utgangspunkt i egne målinger: 12	22
			Lauvskog og blandingsskog med høy bonitet. Medianverdi for biomasse i SR16: 15 + karbon i jord med utgangspunkt i egne målinger: 16	31
Myr	SR16	Tresatt grunn myr (skogsmark på torv)	(gjennomsnittverdi for underjordisk biomasse/10 + gjennomsnittverdi for overjordisk biomasse/10) x 0,5 + 25	25-42,45
	DMK	Tresatt grunn myr (skogsmark på torv)	Estimert verdi for lite omdanna torv og 0,5 m torvdybde: 18 + median for biomasse i barskog med lav bonitet: 6	24
			Estimert verdi for middels omdanna torv og 0,5 m torvdybde: 24 + median for biomasse i barskog med lav bonitet: 6	30
			Estimert verdi for sterkt omdanna torv og 0,5 m torvdybde: 41 + median for biomasse i barskog med lav bonitet: 6	47
	DMK	Grunn åpen myr	Estimert verdi for lite omdanna torv og 0,5 m torvdybde	18
			Estimert verdi for middels omdanna torv og 0,5 m torvdybde	24
			Estimert verdi for sterkt omdanna torv og 0,5 m torvdybde	41
	DMK	Djup åpen myr	Estimert verdi for lite omdanna torv og 2 m torvdybde	71
			Estimert verdi for delvis lite og delvis middels omdanna torv og 2 m torvdybde	82
			Estimert verdi for delvis lite og delvis sterkt omdanna torv og 2 m torvdybde	118
			Estimert verdi for middels omdanna torv og 2 m torvdybde	94
			Estimert verdi for delvis middels og delvis sterkt omdanna torv og 2 m torvdybde	129
			Estimert verdi for sterkt omdanna torv og 2 m torvdybde	165
	DMK	Tresatt djup myr (skogsmark på torv)	Estimert verdi for lite omdanna torv og 2 m torvdybde + biomasse i barskog med lav bonitet: 6	77
			Estimert verdi for delvis lite og delvis middels omdanna torv og 2 m torvdybde + biomasse i barskog med lav bonitet: 6	88
			Estimert verdi for delvis lite og delvis sterkt omdanna torv og 2 m torvdybde + biomasse i barskog med lav bonitet: 6	124
			Estimert verdi for middels omdanna torv og 2 m torvdybde + biomasse i barskog med lav bonitet: 6	100
			Estimert verdi for delvis middels og delvis sterkt omdanna torv og 2 m torvdybde + biomasse i barskog med lav bonitet: 6	133
			Estimert verdi for sterkt omdanna torv og 2 m torvdybde + biomasse i barskog med lav bonitet: 6	171
	AR5	Åpen myr	Estimert verdi for delvis lite og delvis middels omdanna torv og 1 m torvdybde	40
	AR5	Tresatt myr (skogsmark på torv)	Estimert verdi for delvis lite og delvis middels omdanna torv og 1 m torvdybde + biomasse i barskog med lav bonitet: 6	46

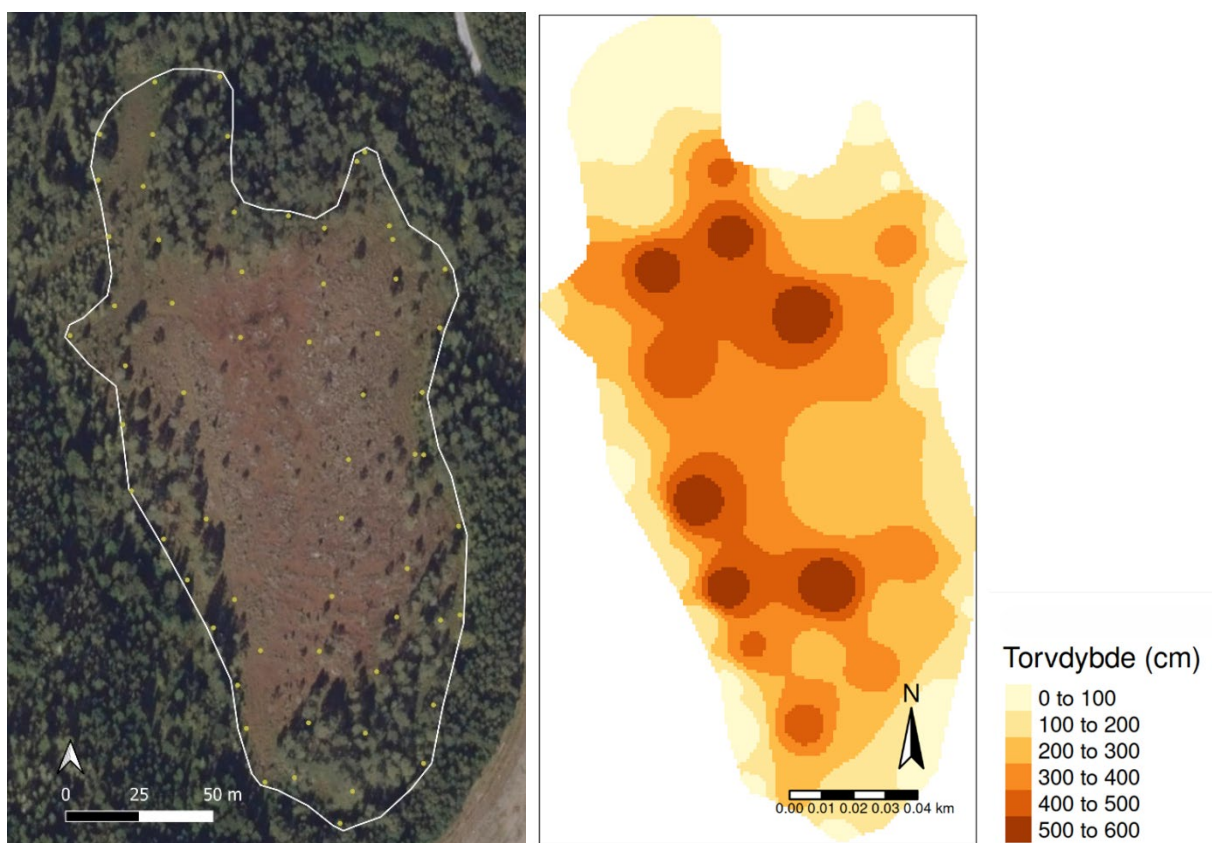
Vedlegg 3 Kart over de undersøkte myrlokalitetene med interpolerte myrddybder



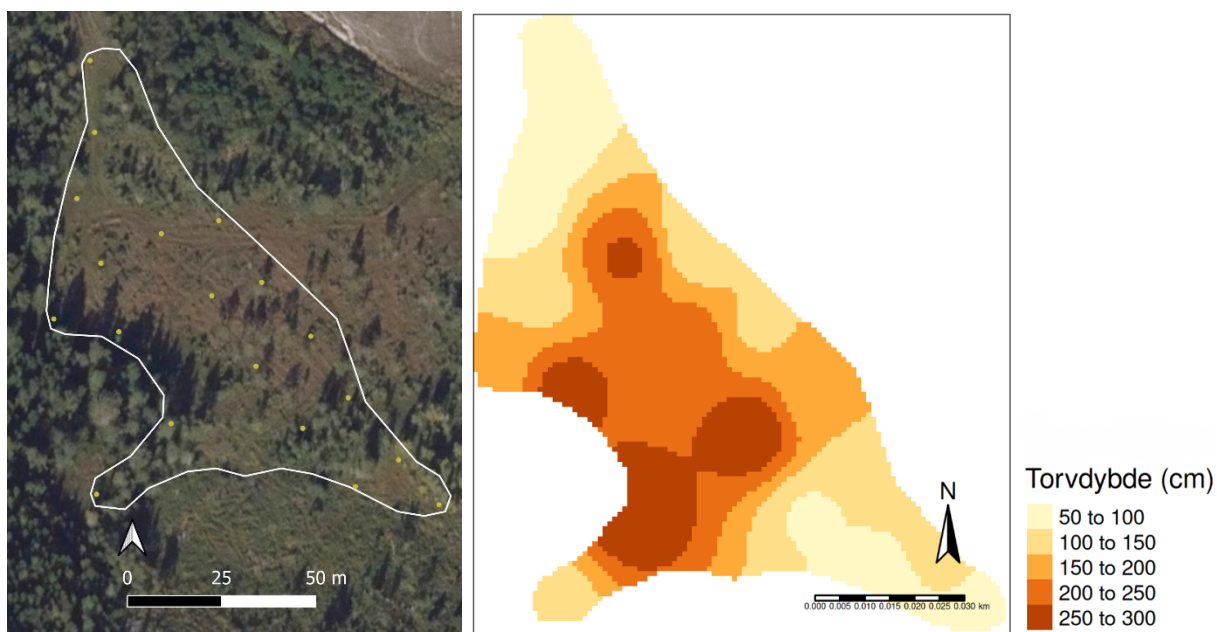
Myr ved Stamtjønna (M1).



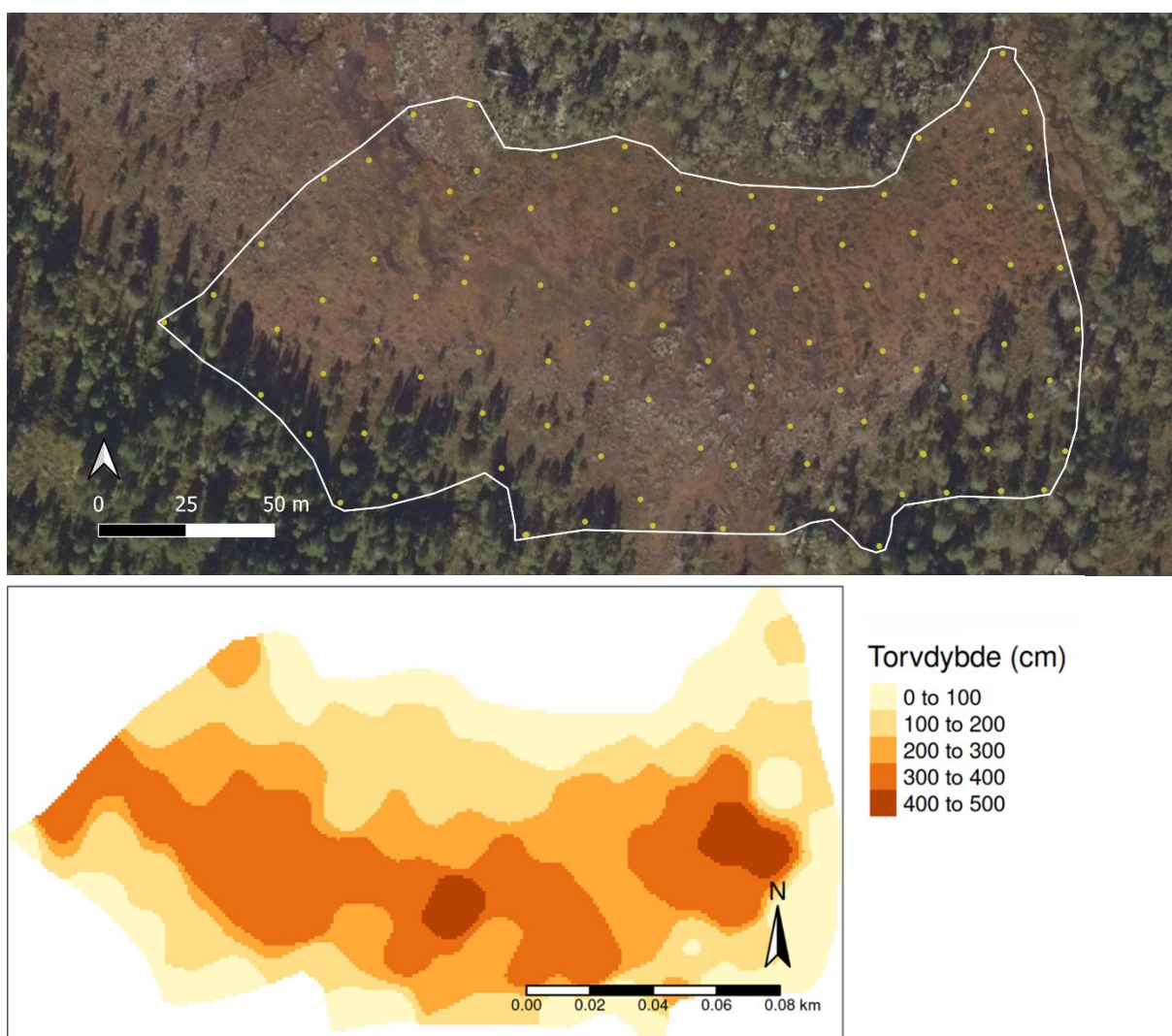
M2 Flomyra



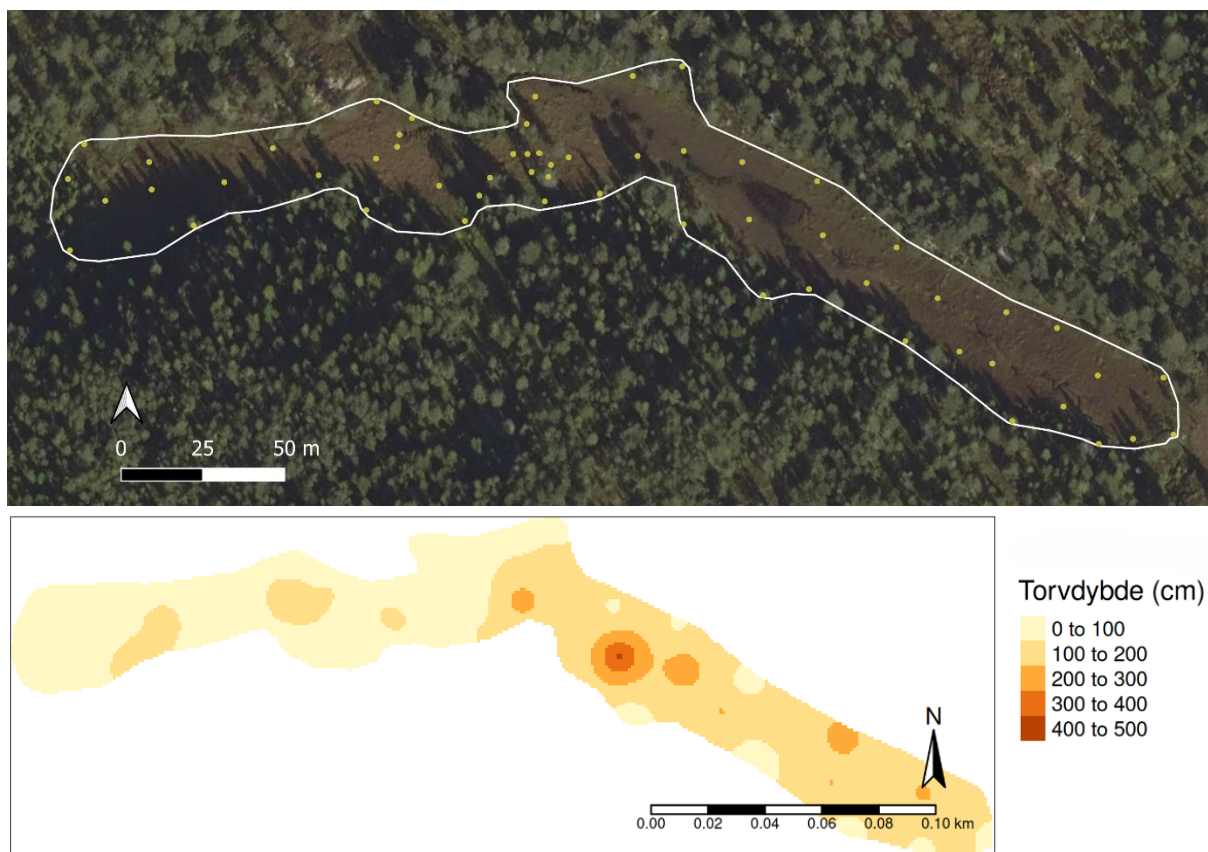
M3 Raudmyra.



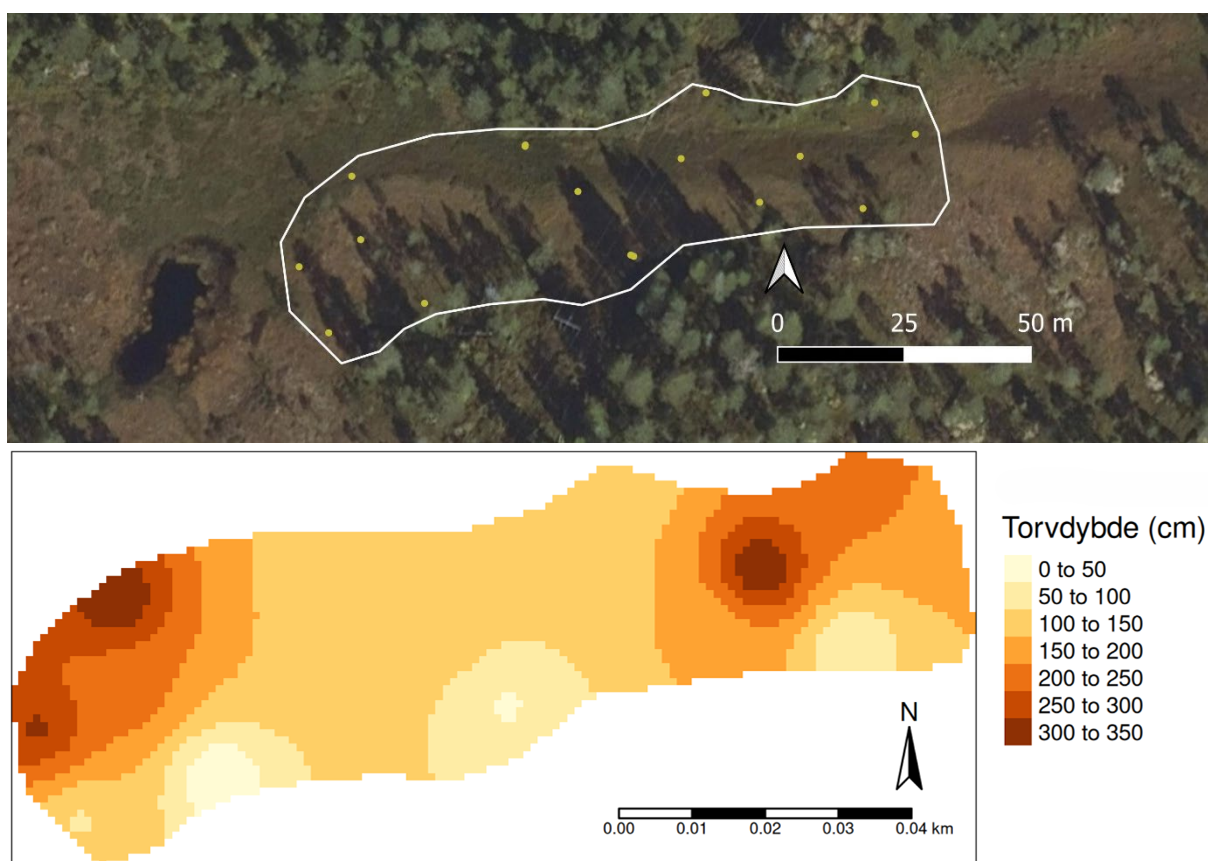
M4 Stuggurommet.



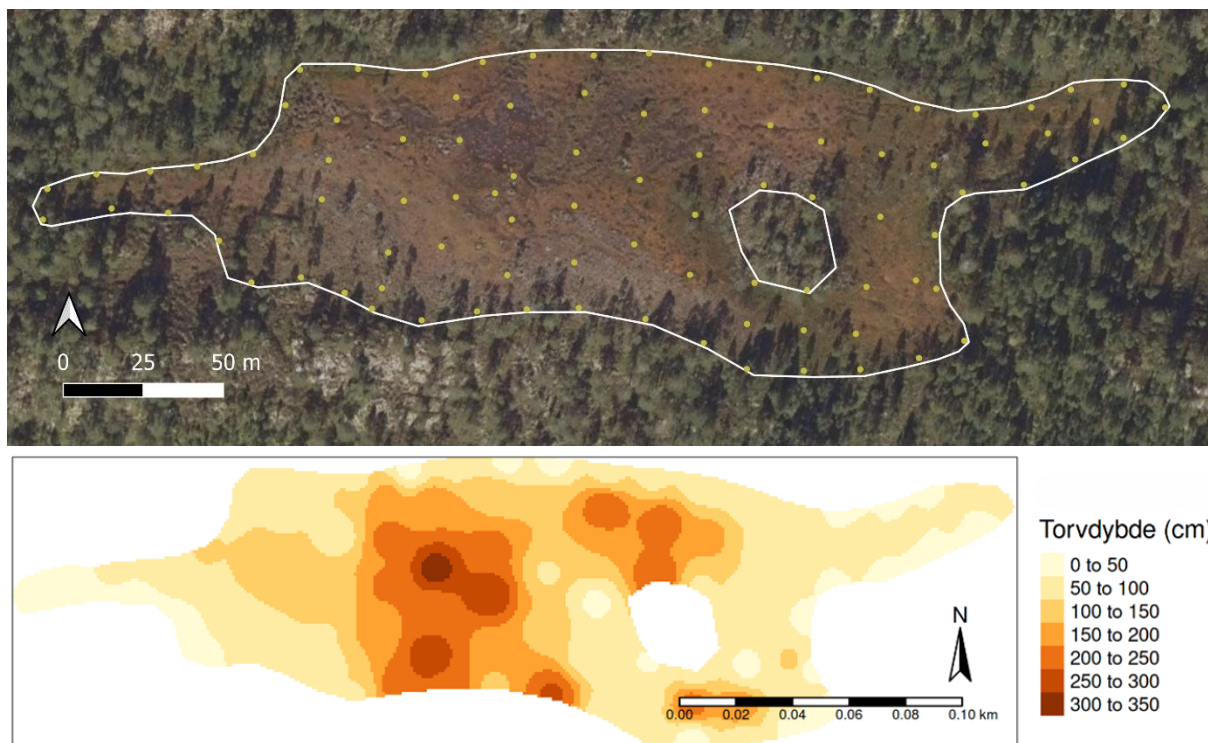
M5 Håsetkjølen.



M6 Langmyra.



M7 Steinkleivkjølen.



M8 Myr sør for Håsetkjølen.

NTNU Vitenskapsmuseet er en enhet ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU.

NTNU Vitenskapsmuseet skal utvikle og formidle kunnskap om natur og kultur, samt sikre, bevare og gjøre de vitenskapelige samlingene tilgjengelige for forskning, forvaltning og formidling.

Institutt for naturhistorie driver forskning innenfor biogeografi, biosystematikk og økologi med vekt på bevaringsbiologi. Instituttet påtar seg forsknings- og utredningsoppgaver innen miljøproblematikk for ulike offentlige myndigheter innen stat, fylker, fylkeskommuner, kommuner og fra private bedrifter. Dette kan være forskningsoppgaver innen våre fagfelt, konsekvensutredninger ved planlagte naturinngrep, for- og etterundersøkelser ved naturinngrep, fauna- og florakartlegging, biologisk overvåking og oppgaver innen biologisk mangfold.

ISBN 978-82-8322-410-8
ISSN 1894-0056

© NTNU Vitenskapsmuseet
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/museum