



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

Boligutvikling på myrareal:

et forskningsstudie basert på tap av naturlig karbonlager i myr

Housing development on mire

a study based on the loss of natural carbon storage in mire

Kristine Andersen & Ingvild A. Moland

Landskapsplanlegging med landskapsarkitektur

Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap

Veiledere: Knut Rydgren & Lisbeth Dahle

Innleveringsdato: 03. juni 2022

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.



Bacheloroppgave

Boligutvikling på myrareal:

Et forskningstudie basert på tap av naturlig karbonlager i myr

Landskapsplanlegging med
landskapsarkitektur

2019 - 2022

Forord

Etter tre år på bachelorutdannelsen Landskapsplanlegging med landskapsarkitektur ved Høgskulen på Vestlandet, Campus Sogndal, har vi nå skrevet denne avsluttende bacheloroppgaven.

Bacheloroppgaven utgjør totalt 20 studiepoeng.

Da vi fikk utdelt oversikten over mulige oppgaver, var det liten tvil om hva som trigget vår nysgjerrighet. Vi har forstått hvilken trussel klimaet og verdifulle arealer står overfor som følge av arealendringer, og gjennom våre tre år i Sogndal har særlig vår veileder Knut Rydgren skilt seg ut i måten han har formidlet sin kunnskap om myr, og dens evne til å lagre karbon. For oss var det derfor motiverende å kunne utarbeide en oppgave med mål om å øke bevisstgjøring rundt bevaring av myr. Arbeidet med oppgaven har medført en bratt læringskurve med feltarbeid, laboratoriumsundersøkelser, kartframstillinger, dokumentanalyser og lange skrivestunder.

Vi vil takke våre hjelpsomme veiledere, professor Knut Rydgren, førsteamanuensis Marte Lange Vik og høgskulelektor Lisbeth Dahle for nyttige innspill og positive engasjement gjennom arbeidet. Lisbeth Dahle steppet inn for Marte den siste måneden før innleveringsfristen, og vi setter stor pris på at hun har tatt seg tid til å rådgi oss på så kort tid. I tillegg vil vi takke førsteamanuensis Mette Kusk Gillespie som var med på feltarbeidet sammen med Knut, og som har bidratt med god veiledning angående prosessering av geofysiske undersøkelser. Vi vil også utnevne en hilsen til masterstudent Margit Sandem Fjellengen som har vært med på feltarbeid og lab-undersøkelser, og som har skrevet sin egen masteroppgave basert på dataene. Til slutt ønsker vi å rette en takk til våre medstudenter for tre fine år og gode vennskap som vi tar med oss videre inn i fremtiden.

«Enhver har rett til et miljø som sikrer helsen, og til en natur der produksjonsevne og mangfold bevares. Naturens ressurser skal disponeres ut fra en langsiktig og allsidig betraktning som ivaretar denne rett også for etterslekten» (Grunnloven, 1814, § 112)

Figurer, tabeller og fotografier er utformet av undertegnede dersom ikke annet er oppgitt.

Sammendrag

Menneskeskapte påvirkninger på naturen bidrar på mange måter til klimaendringer og den globale oppvarmingen. Hvor stor effekt den globale oppvarmingen får, avhenger av hvor store mengder klimagasser som blant annet CO₂, vi slipper ut i atmosfæren. Naturtypen myr fungerer som et karbonlager som naturlig tar opp CO₂, og er dermed med på å bremse den globale oppvarmingen. Dersom en myr blir bygget ned, vil enorme mengder CO₂ frigis, og et viktig karbonlager går tapt. Minst en tredel av det opprinnelige myrarealet i Norge er i dag omdisponert til andre arealformål, og det er foreløpig lite kunnskap om konsekvensene dette medfører. Deler av den store myra Bjørkemåsan i Nannestad, skal dreneres og fjernes til fordel for boligutbygging. Vi ønsket å finne ut hvor mye karbon dette arealet inneholder, for å undersøke hvor store konsekvenser inngrepet vil føre med seg. Ved å utføre dybdemålinger med georadar og torvstikk på myra, og samle et uttak torvprøver som vi gjorde en glødetapsanalyse av, kunne vi estimere hvor mye CO₂ som vil frigjøres som følge av inngrepet. For å belyse viktigheten av å verdsette karbonrike arealer når man planlegger for klimatilpasning og økt befolkningsvekst, ønsket vi å undersøke i hvilken grad karbonlagring vurderes blant kommunens tiltak for å redusere klimagassutslipp. Derfor har vi gjennomført en kvalitativ innholdsanalyse av utvalgte dokumenter som omhandler Nannestad kommunes klimasatsing. I plandokumentene blir myr nevnt som karbonlager, men naturtypen står ikke frem som et prioritert tiltak å bevare, i motsetning til andre satsingsområder for reduksjon av klimagasser, som å fremme elektriske fremkomstmidler, avfallssortering og gjenbruk. Skogen presenteres derimot som en viktig naturtype for karbonlagring, og tillegges høy prioritet i klimasatsingen. Våre estimater viser at myrarealet på 230 daa som skal fjernes til fordel for boligbebyggelse på Bjørkemåsan, vil føre til et utslipp på 84 919 tonn CO₂. Dette er mer enn tre ganger så mye som kommunens estimerte klimagassutslipp for ett år i 2017. Kommunene bør tillegges en tydeligere rolle i arbeidet for klimatilpasning, og det bør stilles tydeligere føringer fra myndighetene når det kommer til arealdisponering som fører til nedbygging av karbonrike areal. På denne måten kan kommunene lettere bidra til å oppnå de nasjonale målene for redusert klimagassutslipp.

Abstract

Man-made impact on the environment contributes to climate change and global warming in many ways. The effect of global warming depends on how much greenhouse gases, such as CO₂, we emit into the atmosphere. Mires work as a carbon storage that naturally absorbs CO₂, and in this way helps to slow down global warming. If a mire is built down, enormous amounts of CO₂ will be released, and an important carbon storage will be lost. About one third of mires in Norway have been converted to other land purposes, and there is currently little knowledge about the consequences this entails. Parts of the large mire Bjørkemåsan in Nannestad will be drained and removed in favor of housing development. We wanted to find out how much carbon this area contains, to examine how big the consequences of the intervention will be. By measuring peat depth both manually and with georadar, as well as collecting peat samples used for conducting an emission loss analysis, we could estimate how much CO₂ that will be released as a result of the intervention. To enlighten the importance of recognizing carbon-rich areas when planning for climate adaptation and increased population growth, we wanted to study to what extent carbon storage in mires is considered among the municipality's initiatives to reduce greenhouse gas emissions. Because of this we have carried out a qualitative content analysis of selected documents that concerns Nannestad municipality's climate actions. In the planning documents, mires are mentioned as carbon storage, but the ecosystem does not appear as a priority to preserve, in contrast to other priority areas for reducing greenhouse gases, such as promoting electrical transport, waste sorting and recycling. The forest, on the other hand, is presented as an important ecosystem for carbon storage, and is given high priority in climate initiatives. Our estimates show that the mire area of 230 daa that will be removed in favor of residential buildings on Bjørkemåsan, will lead to an emission of 84 919 tons of CO₂. This is over three times more than the municipality's own estimated greenhouse gas emissions in 2017. The municipalities should be given a clearer role in the work for climate adaptation, and clearer requirements should be set by the authorities when it comes to land use that leads to the reduction of carbon-rich areas. In this way, the municipalities can more easily contribute to achieving the national goals for reduced greenhouse gas emissions.

Innhold

Forord.....	I
Sammendrag	II
Abstract	III
Innhold	IV
1. Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling.....	4
2. Materiale og metode.....	5
2.1 Studieområdet.....	5
2.2 Datainnsamling.....	8
2.2.1 Dybdemål og georadar	8
2.2.2 Torvprøver	12
2.3 Estimering av Karboninnhold	12
2.4 Klimasatsing i Nannestad kommune	14
3. Resultat	15
3.1 Volum av torv	15
3.2 Estimert CO ₂ - utslipp.....	16
3.3 Nannestad kommunes klimasatsing.....	17
3.3.1 Planprogram – Kommunedelplan for energi og klima:	17
3.3.2 Klimastrategi for Nannestad kommune 2020 – 2030.....	18
4. Diskusjon	20
4.1 Estimering av CO ₂ – utslipp.....	20
4.2 Konsekvenser av nedbyggingen av Bjørkemåsan.....	21
4.3 Kommunes tiltak for reduksjon av klimagassutslipp	22
5. Konklusjon.....	27
Referanseliste.....	28
Vedleggsliste	37
Vedlegg 1.....	1

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

«Varmere, våtere og villere» er tre betegnende ord for fremtidens klima. Den globale gjennomsnittstemperaturen har økt med 1,1 °C siden førindustriell tid, noe som har ført til en økning i nedbør, samtidig som ekstremvær har vist seg hyppigere og mer intenst (IPCC, 2021). Siden 1985 har temperaturen steget jevnt over normalen også i Norge, og det er estimert at årsmiddeltemperaturen vil kunne stige med mellom 3,3 og 6,4 grader celsius frem mot år 2100 (MET, 2021; Hanssen-Bauer et al., 2015). Menneskeskapte påvirkninger på naturen bidrar på mange måter til klimaendringer, og hvor mye temperaturen vil øke fremover avhenger i stor grad av klimagassene vi slipper ut i atmosfæren (Hanssen-Bauer et al., 2015; IPCC, 2021). Blant gassene som påvirker drivhuseffekten er karbondioksid (CO₂), metan (CH₄) og lystgass (N₂O) (Günther et al., 2020). I Norge ble det frigjort klimagasser tilsvarende 49,3 millioner tonn CO₂- ekvivalenter i 2020, og CO₂ utgjorde 84 % av klimagassene det samme året (SSB, 2021a; Miljødirektoratet, 2021).

Den naturlige forekomsten av CO₂ i atmosfæren er en del av en syklus, hvor naturen selv frigir CO₂, for så å fange det opp igjen som karbon (C) igjennom fotosyntesen (Chambers et al., 2010). Når vi forringer eller fjerner viktige karbonlagre, bidrar vi til å slippe ut mer CO₂ til atmosfæren enn det naturen selv klarer å fange opp (Frolking et al., 2011). Et av naturens virkelig store karbonlagre er myr (Frolking et al., 2011; Parish et al., 2008; Barthelmes et al., 2015). En myr blir dannet av jevn tilførsel av vann fra grunn og nedbør. Den stagnerende fuktigheten fører til oksygenmangel som gjør at organisk materiale (torv) akkumulerer raskere enn nedbrytning inntreffer, og den vokser derfor opp mot en millimeter i året (Parish et al., 2008; Barthelmes et al., 2015). Myrene dekker omtrent 3 % av det globale landarealet, og holder opp mot 30 % av verdens karbonlager i jord, noe som er omtrent dobbelt så mye som alle verdens skoger (Parish et al., 2008; Minasny et al., 2019).

Naturtypen har også egenskaper som bidrar til filtrering, temperaturregulering og overvannshåndtering, i tillegg til en unik biodiversitet (Frolking et al., 2011; Parish et al., 2008). Myr har lenge vært en del av den globale kulturhistorien, og har siden 6000 år f.Kr. blitt bearbeidet for å utnyttes til ulike typer av jordbruk og skogbruk (Parish et al., 2008). I 2017 var det 37 000 km² myrareal i Norge, og minst en tredel av opprinnelig myrareal under skoggrensen har blitt omdisponert til arealformål som jord- og skogbruk, kraftutbygging, vei, næring og boligbebyggelse (Tanneberger et al., 2017; NOU, 2013). Inngrep som fører til endring av hydrologien til en myr vil være kritisk for torvjordas lagring av CO₂, og naturtypen vil gå fra å være et karbonsluk til å bli en

karbonkilde (Grønlund et al., 2010; Joosten et al., 2015; Parish et al., 2008). Det er derfor viktig å dokumentere karboninnhold og CO₂-utslipp slik at man har mer kunnskap om dette i fremtiden (Frolking et al., 2011; Yu et al., 2011; Minasny et al., 2019). Ny forskning viser at mengden karbon i myr er omtrent dobbelt så høyt som tidligere antatt (Nichols & Peetet, 2019).

I løpet av perioden 1960 til 2021 har det vært en kraftig befolkningsvekst i Norge, med en økning på omtrent 50 %, noe som tilsvarer i overkant av 1,8 millioner mennesker. Dagens befolkning på 5,42 millioner (2021 tall) er forventet å bli 6 millioner innen 2060 (SSB, 2020). Som følge av den høye befolkningsveksten vil behovet for nye utbyggingsarealer bli større. Tradisjonelt har behovet for nye utbyggingsareal blitt løst ved å utvide bebyggelsen til nærliggende natur, noe som kan medføre nedbygging av viktige naturtyper. Mange av naturtypene som står i fare for å bli bygget ned er blant annet viktige for opptak og lagring av klimagasser (Næss, 2001). Hvordan vi forvalter arealene er essensielt på veien mot å nå de nasjonale målene om redusert utslipp, og industriland som Norge har ytterligere ansvar for å bidra til reduksjon av utslipp globalt grunnet økonomiske forutsetninger (Næss, 2001; Meld. St.34 (2006-2007)). I Parisavtalen fra 2015 ble det satt ambisiøse mål om å halvere ikke-kvotepiktige klimagassutslipp i Norge innen år 2030 (UN, 2015). I tillegg er det satt et mål om at landet skal være klimanøytralt innen 2050, noe som betyr at vi ikke skal frigjøre mer klimagass til atmosfæren enn det vi klarer å fange opp eller fjerne (FN-Sambandet, 2021).

Kommuner skal tilrettelegge for reduksjon av klimagassutslipp i arealplanleggingen i henhold til plan- og bygningsloven (2008) § 6-1. Hvert fjerde år legger den norske regjeringen frem nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging, som skal fremme en bærekraftig utvikling for hele landet (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2021a). I forventningene påpekes det at klimagasser skal reduseres og at natur skal ivaretas i tråd med nasjonale og internasjonale mål, noe som skal realiseres ved hjelp av den fylkeskommunale og kommunale planleggingen. Her kommer kunnskap om utfordringer som klimatilpasning, klimaendringer og konsekvenser frem som essensielt for å nå målene (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2019). De statlige planretningslinjene (SPR) skal brukes for å konkretisere de nasjonale forventningene (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2021a). Blant annet presenterer statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning (2018) viktigheten av å planlegge for redusert klimagassutslipp og legge til rette for klimatilpasning i kommunene. Det har tatt lang tid for mange kommuner å legge til rette for klimatilpasning, og det har vist seg å være liten kunnskap om feltet (Amundsen et al., 2010; Dannevig et al., 2012). Økosystemer som blant annet lagrer karbon eller kan holde store mengder vann, fungerer som naturbaserte løsninger som kan være med på å løse utfordringer rundt

klimatilpasning (Kabisch et al., 2016; Harris et al., 2022). Myr spiller derfor en stor rolle i kommunenes arbeid for klimatilpasning og reduksjon av klimagassutslipp (Barthelmes et al., 2015).

Nannestad kommune er en kommune i Norge med økende befolkningsvekst og et næringsliv i stor utvikling. Folketallet har hatt en økning fra omtrent 11 000 innbyggere i 2010 til i overkant av 15 000 innbyggere i 2022, og det er spådd at tallene vil stige ytterligere frem mot 2030 (SSB, 2020; SSB, 2022). Denne utviklingen legger press på kommunens naturarealer (Nannestad kommune, 2019a). Siden 1979 har deler av den sentrumsnære myra Bjørkemåsan vært avsatt til fremtidig boligareal. I 2007 ble reguleringsplan for Bjørkeåsen vedtatt. Reguleringsplanen består av åtte delområder, der syv av dem ble avsatt til boligbebyggelse, og en til offentlig bebyggelse (Plan- og utviklingsutvalget, 2021). I 2011 ble det gjennomført en mindre endring hvor blant annet delområdet for offentlig bebyggelse ble omgjort til fremtidig boligareal. I 2020 startet utbyggingen av det første delområdet (Nannestad Kommune Forvaltning, 2011; Plan- og utviklingsutvalget, 2021). Det er foreløpig beregnet et boligantall på 800 boenheter på arealet (Plan- og utviklingsutvalget, 2021). Denne utbyggingen vil medføre at store deler av Bjørkemåsan blir bygget ned, noe som vil føre til at et viktig karbonlager i kommunen går tapt.

1.2 Problemstilling

I denne bacheloroppgaven vil vi estimere hvor stor mengde karbon som er lagret i den delen av Bjørkemåsan som inngår i reguleringsplanen. Nå som myra er i ferd med å omdisponeres til boligareal, ønsker vi i tillegg å se hva Nannestad kommune gjør for å redusere sine klimagassutslipp og i hvilken grad de legger vekt på karbonlagring i sin klimasatsing. Problemstillingene er valgt for å belyse viktigheten av myr som karbonlager og økosystem.

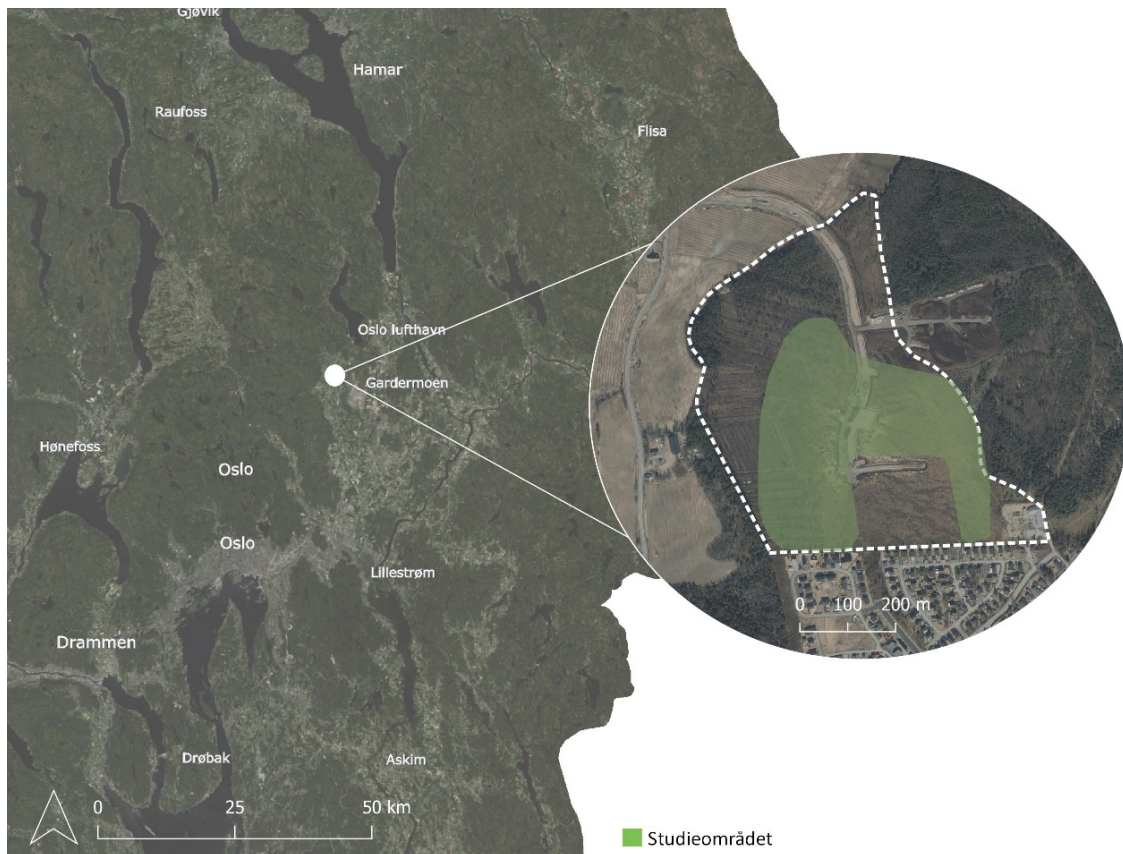
På bakgrunn av dette har vi formulert følgende problemstillinger:

- 1. Hvor mye karbon er lagret i- og hvor mye CO₂ vil frigis fra myra Bjørkemåsan som følge av utbygging av det nye boligområdet Bjørkeåsen?*
- 2. I hvilken grad legger Nannestad kommune vekt på karbonlagring i sin klimasatsing?*

2. Materiale og metode

2.1 Studieområdet

Nannestad kommune ligger nord for Oslo, i Viken fylke. Kommunen er preget av ravinelandskap under marin grense med dominans av jordbruk- og naturareal (Riksantikvaren, 2020). De tettbebygde delene av kommunen ligger i overgangsseksjon og sørboreal sone, med en gjennomsnittlig årsnedbør på 860 mm, noe som er tørrere enn gjennomsnittet i landet (Moen, 1998; Norsk Klimaservicesenter, u.å.; Seither et al., 2020). Nedbøren i kommunen vil kunne øke med omtrent 15 % mot slutten av dette århundret (Norsk klimaservicesenter, 2022; Støstad & Skjæraasen, 2020). Totalt er det registrert 23 ulike naturtyper som er biologisk viktige i kommunen. Disse deles inn i kategoriene myr, ferskvann/våtmark, kulturlandskap og skog (Blindheim, 2003). Det går et landskapsskille mellom østlig og vestlig del av kommunen. I vest og nord ligger Romerriksåsen og Nordåsen, som er dominert av store skogsareal, myr og tjern. Østre del av kommunen ligger under marin grense og er dominert av leire og siltjord, som danner ypperlige jordbrukslandskap så vel som boligareal (Nannestad Kommune, 2019a; Riksantikvaren, 2020). Romerriksletta utgjør den nordvestlige delen av Nannestad Kommune, og er et svært gammelt kulturlandskap (Riksantikvaren, 2020; Thorsnæs, 2022).



Figur 1. Bjørkemåsan sin plassering i Viken fylke. Myrarealet er avgrenset med stiplet linje. Studieområdet som vi utførte målingene på er markert i grønt.

Bjørkemåsan er ei eksentrisk høymyr som ligger på Maura i Nannestad (Lyngstad & Vold, 2015). Opprinnelig ble Bjørkemåsan omtalt som «Præstmosen», og utgjorde 625 daa (Stangeland, 1892). I dag utgjør myra omtrent 328 daa (Bichsel, 2017). Myra er ombotrof, som vil si at den får tilførsel av vann og næring gjennom nedbør (Bichsel, 2017; Lyngstad & Vold, 2015). I Norge er det sjeldent at høymyr ligger på marine avsetninger (Bichsel, 2017). Myra er omkranset av skog i øst, skog og dyrket mark i nord og vest, og tett bebyggelse i sør (Fig. 1). Den vestlige delen er preget av torvtekt som foregikk frem til 1960-tallet, og er derfor noe drenert (Nannestad kommune, 2019a) (Fig. 2). Vanlige arter som forekommer er tranebær, kvitlyng, røsslyng, samt ulike gress- og starrarter i feltsjiktet (Fig. 3). Bunnsjiktet er preget av ulike arter av torvmose, og feltsjiktet har furutrær på de tørreste delene av myra. Myra er i dag et lokalt viktig område for den sterkt truede fuglearten storsporve, i tillegg til at det er observert vipe og hettemåke, som begge er kategorisert som kritisk truede fuglearter (Nannestad Kommune, 2019a; Artsdatabanken, 2022).



Figur 2. Spor fra torvtekt som foregikk på myra frem til 1960-tallet. Tresjiktet er preget av furutrær.



Figur 3. Myras feltsjikt med innslag av lyng-, gress-, og starrarter, med skogen i øst.

Vi estimerte karbonlageret for de delene av myra vi hadde tilgang til under perioden for feltarbeidet. Avgrensningen utgjorde 145 daa (Fig. 4). En bilvei krysser over hele myra fra nord til sør, og er koblet opp mot det nylig oppførte boligfeltet i sør. På deler av myra i sør var delområde B1 allerede utbygd, samtidig som at det var inngjerdingen i vest, og pågående anleggsarbeid i nord. Vi utførte derfor ikke datainnsamling i disse områdene.



Figur 4. Studieområdets avgrensning på Bjørkemåsan i stiplet linje, med utbygd delområde B1 markert i grønn skravur.

Reguleringsplanen for Bjørkeåsen utgjør omtrent 335 daa, der 230 daa er myr. Arealet dekker store deler av myra, samt noe skogareal (Fig. 5).



Figur 5. Reguleringsplan for Bjørkeåsen, med delområdene B1 - B8. (Kommunekart.com, u.å.).

2.2 Datainnsamling

2.2.1 Dybdemål og georadar

Vi besøkte Bjørkemåsan i perioden 9-12 august 2021 i forbindelse med innsamling av data til vår bacheloroppgave. Her utførte vi geofysiske dybdemål ved hjelp av georadar, også kjent som Ground Penetrating Radar (GPR), langs transekter over store deler av studieområdet. Modellen vi brukte var en Malå ProEx monitor med 100 MHz rough Terrain antenna. For å få så nøyaktige estimat som mulig, undersøkte vi både områder der det har vært torvtekt tidligere, og mer urørte deler av myra. For å validere målingene fra georadaren gjennomførte vi manuelle stikk med torvspyd, på 40 ulike punkter av studieområdet. Totalt gjennomførte vi torvstikk langs 5 transekt. Torvstikkene ble utført med omtrent 40 meters mellomrom for å få dekket både lengde- og tverrprofilen av myrarealet (Parry et al., 2014). For hvert punkt tok vi to til tre ekstra stikk innenfor en meters radius grunnet

lokal dybdevariasjon (Parry et al., 2014). Vi registrerte i tillegg en elektronisk markør på monitoren til georadaren når den krysset punktene, slik at vi kunne kalibrere målingene senere (Fyfe et al., 2014; Parry et al., 2014). Torvspydet er et tynt stålrør med en spiss tupp og en diameter på omtrent 1 cm. Stålrøret kan forlenges slik at man når den rette dybden. For å få mest mulig korrekt dybde merket vi oss hvor dypt vi klarte å trykke spydet før vi møtte motstand som minnet om annet materiale enn torv, og kontrollerte torvspydet for rester av leirmasser fra grunnen.

Georadar er et geofysisk verktøy som er godt egnet til å kartlegge tykkelse og volum på løsmasser, som torv (Parry et al., 2014; Sjöberg et al., 2015). Radaren består av to antenner koblet til en ledning som blir festet til en person og blir ført over myra i gangfart (Fig. 7). Den første antennen (Tx) slepes et par meter bak personen som gjennomfører datainnsamlingen. Når de sendte elektromagnetiske bølgene registrerer endringer i relativ permittivitet (ϵ_r), vil bølgene reflekteres tilbake til mottakerantennen (Rx) (Parry et al., 2014). Denne antennen sender høy-frekvente elektromagnetiske bølger (EM-bølger) ned i bakken, og i omgivelsene like over bakken (Mauring et al., 1995; Gillespie, pers. med., 2022). Mottakerantennen henger omtrent en meter bak Tx-antennen. Signalene som fanges opp i Rx-antennen vil illustreres på en dataskjerm som er festet med belte rundt midjen til personen som gjennomfører datainnsamlingen, slik at man kan lese av terrenget kontinuerlig.

EM-bølger beveger seg med ulik hastighet basert på egenskapene til materialet de penetrerer (Tabell 1). Oppløsningen, og hvor dypt radarsignalet penetrerer grunnen er avhengig av frekvensvalget på antennene. Høy frekvens vil tillate høy oppløsning, men til gjengjeld ikke nå dypt ned i bakken. Lave frekvenser vil gi dårligere oppløsning, men når dypere ned i grunnen (Mauring et al., 1995; Sjöberg et al., 2015). Eksempelvis vil materiale med høy ledningsevne, slik som leire, dempe EM signalet raskt, og minske dybden av penetrering. Penetreringsdybden vil i tillegg avhenge av dielektriske og ledende egenskaper i materialet i grunnen (Sjöberg et al., 2015). Dielektriske egenskaper i materiale avhenger hovedsakelig av vannmengden materialet inneholder. Det kreves vesentlige variasjoner i dielektrisiteten for å gi grunnlag til refleksjoner (Mauring et al., 1995).

Tabell 1. Oversikt over den relative permittiviteten og EM- bølgehastigheten i typiske materialer.

Materiale	Relativ permittivitet (ϵ_r)	Gjennomsnittshastighet (v)	Referanse
Luft	1	0.3	Neal (2004)
Ferskvann	80	0.03	Neal (2004)
Tørr leire	2.5 – 5	0.09 – 0.12	Neal (2004)
Vannmettet leire	15 – 40	0.05 – 0.07	Neal (2004)
Fjell	4 – 6	0.12 – 0.13	Neal (2004)
Tørr torv	43	0.046 – 0.052	Parry et al. (2014), Sjöberg et al. (2015)
Vannmettet torv	69	0.033 – 0.049	Parry et al. (2014), Sjöberg et al. (2015)

Tiden det tar fra de elektromagnetiske bølgene blir sendt fra senderantennen og reflekteres tilbake til mottakerantennen, er kjent som toveis gangtid (TWT) (Parry et al., 2014). Kjenner man til hastigheten (v) til materialet som penetreres, kan man bruke TWT til å beregne dybden til reflektorene for all måling langs et profil (Parry et al., 2014).

Dybden til reflektor uttrykkes ved hjelp av følgende formel:

Formel 1:
$$h = \frac{TWT \cdot v}{2}$$

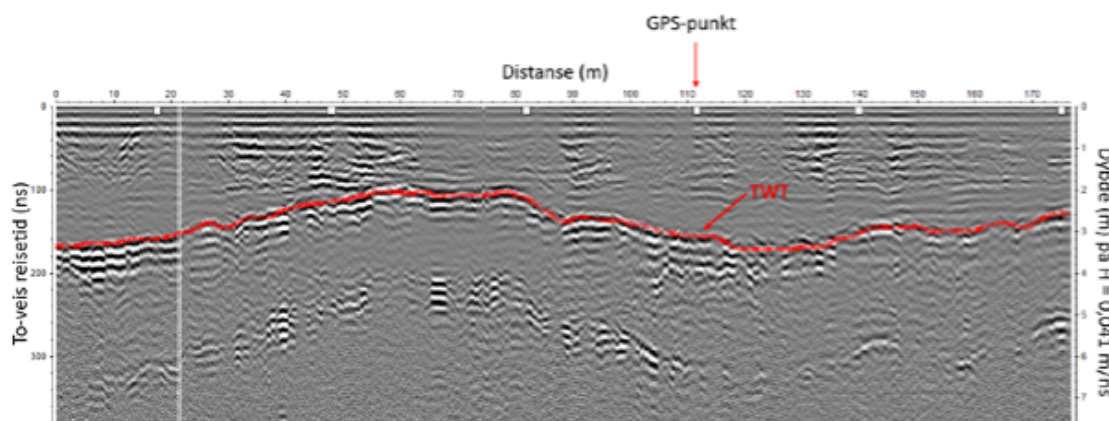
Der h representerer dybden til reflektor og v er den elektromagnetiske bølgehastigheten (Parry et al., 2014). Denne formelen kan også brukes til å finne EM-hastigheten (v) dersom man allerede kjenner til dybden. Hvis vi bruker dybde-dataene (h) fra torvstikkene kan vi regne ut hva den elektromagnetiske bølgehastigheten vil være.

Den elektromagnetiske bølgehastigheten regnes ut ved hjelp av følgende formel:

Formel 2:
$$v = \frac{2 \cdot h}{TWT}$$

Det er vanlig å bruke antennefrekvens mellom 10 og 1000 MHz når man undersøker myr (Sjöberg et al., 2015; Parry et al., 2014). I vårt feltarbeid brukte vi først en 500 MHz shielded antenna, men dette

resulterte i at det var vanskelig å tolke målingene fordi bunnreflektoren til myra var svak. Vi byttet derfor til en 100 MHz rough Terrain antenna, som fanget opp grenseovergangen mellom bunnen av myra og materialet under torva langt tydeligere. De tykke, horisontale stripene i figur 6 er direkte bølger som overføres fra Tx til Rx via overflaten (Gillespie, pers. med., 2022). Dette er med andre ord signaler som er fanget opp over bakkeoverflaten, og har derfor en annen elektromagnetisk bølgehastighet enn torv. De horisontale linjene forsvinner så inn i en svakt bølget overgang som danner overflategrunnen. Sonen mellom øvre og midtre grenseovergang illustrerer dermed tykkelsen på torva i underlaget. Vi har markert med rød linje for å vise denne overgangen tydeligere (Fig. 6). Alt under dette laget er et annet materiale enn torv. De hvite GPS-punktene langs distanselinjen er markører fra hvor vi har gjennomført manuelle stikk med torvspyd, slik at vi kan kalibrere stikkene med registreringene fra georadaren.



Figur 6. Kontrasten i grenseovergangen mellom torv og annet materiale (rød linje), betyr at georadaren registrerer en sterk og kontinuerlig refleksjon, hvor torvdybden kan utregnes (Parry et al., 2014).

Vi målte 36 profiler på studieområdet. Rådataene ble prosessert og tolket av masterstudent Margit Sandem Fjellengen i programmet Refelx2DQuick. Fjellengen har i prosesseringen fjernet støy fra profilene, og forsterket bunnreflektoren av myra. I tillegg har hun bestemt toveis gangtid (TWT) til reflektoren fra bunnen av myra langs alle profiler og omregnet denne til myrtykkelse. De 36 profilene ble interpolert ved å bruke funksjonen «Completely Regularized Spline» i ArcGis Pro. Fremgangsmåtene er beskrevet detaljert i Fjellengens masteroppgave (Fjellengen, unpubl.). Ved hjelp av interpoleringen utført av Fjellengen har vi illustrert estimatene for torvdybdene i det kartlagte området hvor vi gjennomførte georadarregistreringer.

2.2.2 Torvprøver

Vi samlet inn torvprøver fra 12 punkter med intervaller på omtrent 80 meter, som også inngikk i kalibreringen av georadaren. Prøvene ble samlet inn ved hjelp av et russerbor (Fyfe et al., 2014; Chimner et al., 2014). Boret vi brukte hadde en spydspiss på 10 cm, og et halvsylinderformet kammer med 5 cm i diameter og en lengde på 50 cm (Fig. 8). Boret var festet til en stålstang på 110 cm, som man videre kunne forlenge med stålstenger på en meter. Totalt samlet vi inn 31 torvprøver fra en meters dybde, i tillegg til torvgrunnen ved alle de tolv punktene (Vedlegg 1). Prøver som er tatt dypere enn 25 cm fra overflaten skal gi et relativt nøyaktig estimat av karboninnholdet i myr (Chimner et al., 2014). Prøvene ble hentet ved å trykke russerboret ned i myra til en meters dyp, eller til torvgrunnen. Vi tok vare på 10 cm med torv fra hvert uttak, noe som utgjør 98 cm³ per torvprøve.



Figur 7. Dybderegistreringer med Georadar. Georadarverktøyet festes på en person som går i gangfart.



Figur 8. Russerbor med torvprøve. Vi tok ut prøver på 10 cm.

2.3 Estimering av Karboninnhold

Vi estimerte karboninnholdet i studieområdet ved å finne volum av torva, for så å bruke volumtetthet og karbonkonsentrasjon for å konvertere volum om til masse og karbon (Yu, 2012).

Vi benyttet følgende formel for beregning av karbonlager (CP) på studieområdet:

Formel 3:

$$CP = V \times BD \times Loi \times C$$

For å finne volumet (V), har vi multiplisert arealet av myra med gjennomsnittlig dybde som fremkom fra georadarmålingene våre. Volumtetthet (BD – bulk density), som er tørrvekt per volumenhet, fant vi ved å dividere vekten av tørr torvprøve med volum av våt torvprøve, og regnet deretter ut gjennomsnittet av dette for alle de 31 torvprøvene. Volumtetthet varierer vanligvis mellom 0,05 og 0,20 g/cm³ (Chambers et al., 2010; Chimner et al., 2014). C er andel karbon i organisk materiale i torv, og er satt ut fra en gjennomsnittsverdi. Her er det blitt brukt ulike verdi i tidligere studier, henholdsvis 0,50 av Lyngstad et al. (2015), 0,51 av Grønlund et al. (2010) og 0,52 av Chimner et al. (2014). Vi har valgt å bruke verdien 0,50 for vår analyse. For beregning av glødetapet (Loi – loss on ignition) valgte vi å gjøre en glødetapsanalyse, som gav oss et estimat på mengden organisk materiale i torva (Krogstad, 1992).

Vi beregnet glødetapet med følgende formel:

Formel 4:

$$\% \text{ glødetap} = \frac{m_3 - m_4}{m_3 - m_1}$$

Der m_1 = vekt av digel

m_3 = vekt av digel og torvprøve

m_4 = vekt av digel og torvprøve etter gløding

Torvprøvene ble tørket i tørkeskap i minst 6 timer ved 105 °C dagen vi var tilbake i Sogndal fra feltarbeidet. Deretter siktet vi torva ned til finjord, som vil si jord med kornstørrelse mindre enn 2mm (Fig. 9). Etter dette ble finjorda tørket i tørkeskap ved 105 °C i minst 6 timer, og deretter veid slik at vi fant tørrstoffinnholdet. Deretter brant vi prøvene i digeler i glødeovn ved 550 °C i minst 3 timer, før vi veide dem nok en gang (Fig. 10). Mellom tørking/brenning og veiing oppbevarte vi prøvene i eksikator, som kjøler ned torva uten å ta til seg fukt fra omgivelsene. Glødetapet regnet vi ut som andel organisk materiale som var brent. For estimering av CO₂ utslippet brukte vi omregningsfaktoren 44/12, som sier at CO₂ veier 3,667 ganger så mye som C (Joosten et al., 2015).



Figur 9. Torvprøver i digeler. Prøvene er siktet ned til finjord med kornstørrelse mindre enn 2 mm.



Figur 10. Torvprøver på vei inn i glødeovn som holder 550°C.

2.4 Klimasatsing i Nannestad kommune

Vi har gjennomført en kvalitativ innholdsanalyse med et perspektiv som er rettet mot klimagassutslipp, karbonlagring og myr. I analysen har vi sett på to nye og sentrale dokumenter for Nannestad sin klimasatsing. Dokumentene er valgt ut fra publikasjonsdato og hvor relevante de er for å kunne analysere kommunens fokusområder, konkrete tiltak og dokumenterte klimagassutslipp. De utvalgte dokumentene er henholdsvis «Planprogram – Kommunedelplan for energi og klima», vedtatt 12. februar 2019 (Nannestad Kommune 2019b) og «Klimastrategi for Nannestad kommune 2020-2030», vedtatt 05. mai 2020 (Nannestad Kommune, 2020).

3. Resultat

3.1 Volum av torv

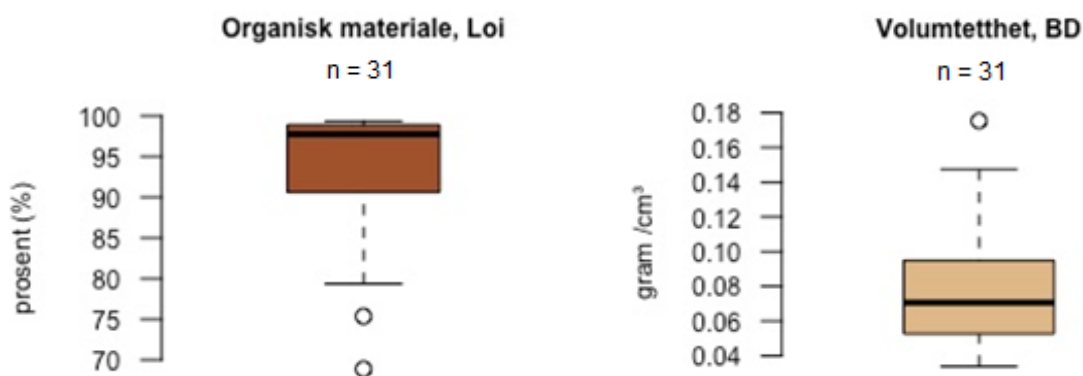
Den gjennomsnittlige torvdybden for det 145 daa store studieområdet på Bjørkemåsan var 2,8 meter. Det totale torvvolumet for studieområdet var 406 022 m³. EM-hastigheten på vestsiden av myra ble beregnet til 0,036 m/ns, mens de resterende delene av myra ble beregnet til 0,041 m/ns. Målingene vi utførte med georadar viste at den maksimale torvdybden er 4,1 meter i den vestlige delen av myra, mens det grunneste området var på 1,1 meter i øst. Kartet skildrer en tydelig kontrast i myrddybden i de indre og ytre delene av studieområdet. Fargene på kartet visualiserer dybdespekteret som går fra lyst til mørkt, der mørkt er dypest (Fig. 11).



Figur 11. Dybdekart for studieområdet med dybder estimert ut fra georadarmålinger. Fargespekteret visualiserer dybden.

3.2 Estimert CO₂ - utslipp

Torvprøvene hadde et høyt innhold av organisk materiale. Gjennomsnittlig andel organisk materiale (Loi) var 93,4 %, og hadde en medianverdi på 97,5 %. 50 % av verdiene lå mellom 0,90 % og 0,98 %, med to avvik under 80 %. Gjennomsnittlig volumtetthet lå på 0,077 g/cm³, med en medianverdi på 0,07. En av torvprøvene skilte seg ut med volumtetthet på 0,18 g/cm³ (Fig. 12).



Figur 12. Box plot med verdier for andel organisk materiale (Loi) og volumtetthet (BD).

Beregning av karbonlager er regnet ut igjennom Formel 3. For volumtetthet (BD) og glødetap (Loi) brukte vi en gjennomsnittsverdi fra resultatene, henholdsvis 0,077 g/cm³ for volumtetthet og 0,943 for glødetap (Vedlegg 1). For andel karbon i torv (C) brukte vi verdien 0,50. For estimering av CO₂ - utslippet brukte vi omregningsfaktor 44/12 = 3,667. På bakgrunn av dette har vi estimert karboninnholdet i studieområdet til 14 600 tonn. Dersom alt karbonet lekker ut som CO₂ i nedbrytningen av torva vil CO₂ utslippet være 53 539 tonn (Tabell 2).

Tabell 2. Resultat fra feltarbeid og estimerte verdier. Karbonlager er regnet ut igjennom Formel 3. Beregninger er gjort med verdiene; volumtetthet (BD): 0,077 g/cm³, gjennomsnittlig glødetap (Loi): 0,934, andel karbon i torv (C): 0,50.

	Areal (m ²)	Volum (m ³)	Karbon (Tonn)	CO ₂ (Tonn)
Studieområdet	145 008	406 022	14 600	53 539

3.3 Nannestad kommunes klimasatsing

3.3.1 Planprogram – Kommunedelplan for energi og klima:

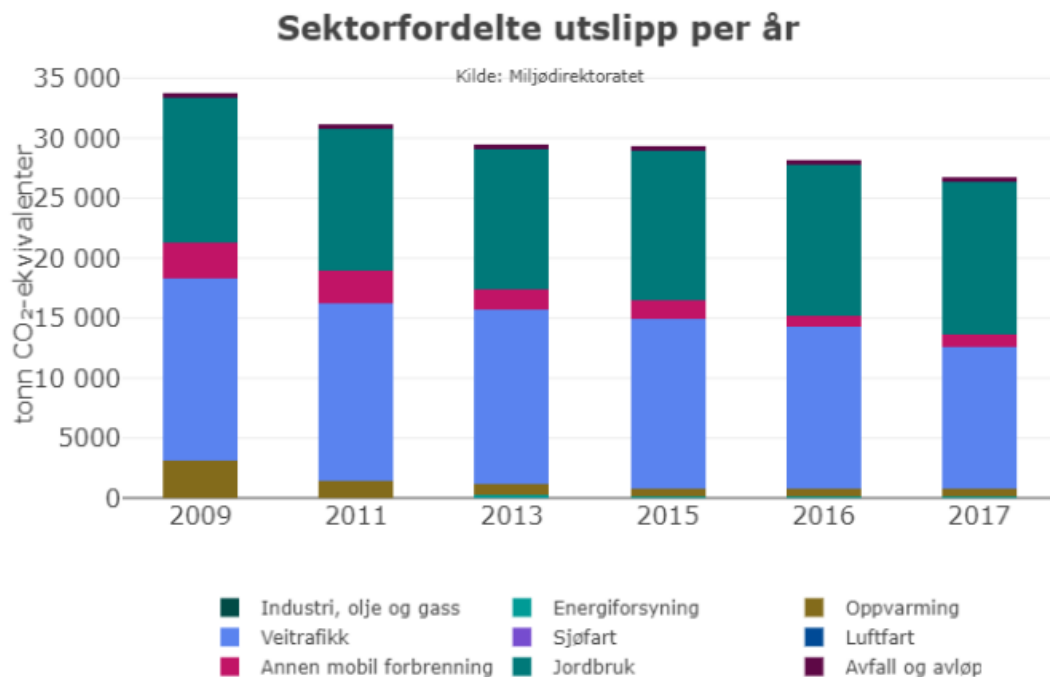
Nannestad kommune (2019b) sitt planprogram – kommunedelplan for energi og klima er utarbeidet på bakgrunn av kommunestyrets vedtak i 2016, der det skulle utarbeides et eget klimaregnskap som en del av oppstart av en energi – og klimaplan for kommunen. Dette var en del av planstrategien for Nannestad 2016 – 2019. I henhold til klimaregnskapet, skal dette være et komplett regnskap. Dette innebærer at regnskapsdata for kommunens virksomheter, tjenestefunksjoner og innkjøpskategorier skal inngå, i tillegg til at årlige klimagassutslipp skal rapporteres. Klimaregnskapet skal brukes som grunnlag for kommunens handlingsplan med økonomiplan 2018-2021. I punkt 3 i dokumentet, som omhandler energi- og klimaplanen, presenteres global oppvarming som følge av menneskeskapt klimagassutslipp som en av de største utfordringene i dagens samfunn. På bakgrunn av dette ønsker kommunen seg et handlingsprogram som skal bidra til å redusere klimagassene i henhold til nasjonale mål og for å tilpasse seg fremtidens klima. Her fremgår det at planen skal omfatte kommunens roller som blant annet innkjøper, myndighet, kunnskapsformidler, tjenesteyter og eiendomsforvalter. Planen skal inneholde føringer for kommunen, blant annet innenfor den detaljerte planleggingen, samt veiledning for tema som omhandler energibruk og klimaspørsmål.

I punkt 5 som omhandler kommunens egne utredninger, presenteres kommunens arbeid for klimatilpasning og reduksjon av klimagassutslipp. Arbeidet innebærer blant annet kommunens arbeid for informasjon, utslippsreduksjon, energiomlegging, avfall og avløp, tiltak for landbruk og tilrettelegging for klimatilpasning. I punkt 5.3 som omhandler areal- og transportplanlegging, legges utslipp fra privat transport, boliger og bygg som ikke har tilknytning til kommunen, frem som en stor del av de lokale utslippene. I tillegg presenteres veitrafikk i form av tungtrafikk og persontransport som en av de største utslippsfaktorene i kommunen. Det fremgår også at lokalisering av boliger, næring og infrastruktur, vil påvirke utslippene, som følge av utslipp og energibruk fra bygningene og kjøretøyene. Kommunen ønsker å utvikle klimavennlige teknologier og løsninger, og samtidig utvikle kommunen som tjenesteyter og innkjøper, noe som kommer frem i punkt 5.4. Punkt 5.9, som omhandler klimatiltak rettet mot landbruk, involverer binding av CO₂, drenering og gjødsling av dyrket mark, klimavennlig skogvirke og bruk av biobrensel. I tillegg skal betydningen av jordsmonnet i LNF-områder belyses i forhold til karbonlagring og vannregulering, samt skogens evne til CO₂ opptak. I punkt 5.10, som omhandler klimatilpasning, blir det lagt frem at kommunen skal tillegge seg kunnskap om, og tilpasse seg til fremtidens klimaendringer. Her er overvannshåndtering nevnt som

et sentralt tema. Under punkt 6 legges det frem utfordringer og tiltak, der kommunen innrømmer at dagens metodebruk og kvalitet for oversikter over klimagassutslipp i kommunen er usikker. Det er derfor ønskelig at de skal innhente mer informasjon om klimagassutslipp innenfor ulike sektorer. Andre tiltak er blant annet at kommunen skal tilrettelegge i forhold til kildesortering og gjenbruk, etablere lademuligheter for elbil og gi råd om energiomlegging og valg av fornybare energikilder til private husholdninger. Det nevnes også at de skal tilrettelegge for landbruket ved hjelp av klimarådgivning, og oppfordrer samtidig til restaurering av myr.

3.3.2 Klimastrategi for Nannestad kommune 2020 – 2030

Nannestad Kommune (2020) sin klimastrategi gir en oversikt over klimagassutslippene i kommunen, og skal legge rammer for kommunens arbeid for redusert utslipp fra direkte og indirekte kilder, klimatilpasning og andre satsingsområder i overgangen mot å bli et lavutslippssamfunn. Veitrafikk, jordbruk og anleggsdiesel legges frem som de største direkte utslippsfaktorene i kommunen, imens energi, produksjon og avfall trekkes frem som noen av de største indirekte utslippene. Det legges også vekt på mindre utslippsfaktorer som kommunens praksis i form av blant annet innkjøp, matsvinn og reiser, samt innbyggernes forbruk. Det er vist til tall fra miljødirektoratet, der direkte utslipp fra kommunen er beregnet til 26 741 tonn CO₂ ekvivalenter i 2017. Her inngår blant annet transport, oppvarming, avfall og avløp, energi og jordbruk (Fig. 13). Skog, myr og jordbruk presenteres som viktige karbonlagre, og det vises til at skogene i Nannestad tok opp 101 347 tonn karbon i 2015. Det påpekes at nedbygging av karbonlagre vil føre til store utslipp, og at klimagassutslipp som følge av arealendringer vil påvirke det nasjonale klimagassutslippet, men at det i Nannestad har vært lite utslipp som følge av nedbygging av skog og myrareal hittil. I henhold til klimaendringer uttrykker kommunen at det er sannsynlig at det vil kunne forekomme kostnader som følge av skader som skred og ras i leirgrunnen, grunnet økte nedbørsmengder som kan forekomme i fremtiden. Her nevnes skogområder og blågrønne strukturer som viktige beskyttere for blant annet flom og erosjon.



Figur 13. Histogram med kommunens utslipp per år fra 2009-2017 fordelt etter ulike sektorer (Nannestad kommune, 2020).

Kommunen har angitt seks satsningsområder for å oppnå de nasjonale målene om redusert klimagassutslipp. Satsningsområdene omhandler blant annet å redusere utslipp fra kommunens drift, vektlegge klima under arealplanlegging, være forberedt i møte med klimaendringer, tilrettelegge for redusert transport, bærekraftig jordbruk, ivaretaking av skog som karbonlager og tilrettelegging for klimainnsats i samfunnet. Innenfor punkt 1 som omhandler kommunens drift, er transport, innkjøp, bygg og anlegg, energi og avfall fokusområder. Punkt 2 omhandler arealplanleggingen, og her trekkes det frem at saker skal vurderes med fokus på klima og miljø, der punktet viser til plan- og bygningsloven som sier at kommuner skal ta hensyn til klima i arealplanleggingen. Her nevnes også skog og myr som viktige å ivareta. I punkt 3 er klimatilpasning fokusområde, der særlig overvannshåndtering nevnes som et tiltak. Her trekkes skog frem som viktig for opptak av vann, og at kommunen har et ønske om å styrke sin kompetanse i henhold til overvannshåndtering. Innenfor punkt 4 som omhandler transport er redusert transport og klimavennlige kjøretøy trukket frem. I punkt 5 er jordbruk og skog hovedtema, der klimagasser som følge av jord- og skogbruk blir påpekt. Her nevnes det at det ikke har blitt bygget ned myr for jordbruk de seneste årene, og at dette bør unngås. Det poengteres at det kan settes inn tiltak som øker produksjon av skog for å øke karbonbindingen, og at viktige skogarealer bør vurderes vernet. Samtidig påpekes det at skogsdrift ikke skal gå på bekostning av myrarealer. Punkt 6 omhandler viktigheten av at innbyggere gjør gode miljøvalg i forhold til blant annet matsvinn, plastforbruk og gjenbruk.

4. Diskusjon

4.1 Estimering av CO₂ – utslipp

Resultatene våre viser at nedbygging av studieområdet på 145 daa vil føre til et utslipp på 53 539 tonn CO₂. Dette tilsvarer nesten dobbelt så mye CO₂-utslipp som Nannestad kommunes sektorfordelte utslipp fra 2017 (Fig. 13). Karbonlageret i studieområdet har vi estimert til 14 600 tonn. Beregningene vi har gjort for å finne karbonlageret, gir oss en indikasjon på lagringskapasiteten myra har. Det finnes ulike metoder for beregning av karboninnhold i myr, og noen metoder vil gi mer presise resultater enn andre (Grønlund et al., 2010; Smith, P. et al., 2014; Chimner et al., 2014; Hammervold, 2015; Sjøgaard et al., 2017). En metode er å bruke estimater for volumtetthet som er satt ut fra et nasjonalt gjennomsnitt og multiplisere med myrddybden. Dette er en metode som det knyttes en viss usikkerhet til, ettersom dybde og vanninnhold i ulike myrer kan variere betydelig. Et annet alternativ er å utføre feltarbeid selv, som innebærer at man tar opp hele myrprofiler eller mindre torvprøver i ulik dybde av myra (Chimner et al., 2014). Sistnevnte krever mindre omfattende utstyr, noe som gjorde at dette ble vår benyttede metode. Ved å bruke georadar for å finne volumet av torva kunne vi undersøke store områder på kort tid. Denne metoden gir høy vertikal oppløsning, og det kreves lite arbeidskraft og få personer for å gjennomføre målingene. I tillegg illustreres resultatene direkte på dataskjermen underveis, noe som gjør det mulig å kvalitetssikre data i felt (Mauring et al., 1995). Dybden innenfor avgrensningen av studieområdet er som tidligere nevnt interpolert, noe som kan medføre små unøyaktigheter i torvdybdene. Interpoleringsverktøyene gjør det mulig å digitalisere et estimat for hvordan topografien til myra ser ut der hvor georadaren ikke passerte direkte. Det ville vært tidkrevende å finne karbonlagringen uten målerverktøy som kan estimere forventede torvdybder på areal som ikke er kartlagt. Den elektromagnetiske hastigheten fra georadarundersøkelsen hadde varierende utslag på ulike deler av myra. På vestsiden ble den beregnet til 0,036, mens resterende deler av myra hadde en estimert EM-hastighet på 0,041. Trolig skyldes variasjonen i EM-hastighet at det har vært torvtekt i vest (Gillespie, pers. med., 2021). Likevel samsvarer de varierende hastighetene godt med studier av Sjöberg et al. (2015), og Parry et al. (2014), der typiske EM-hastigheter i torv varierer mellom 0,033 og 0,052.

Tidligere studier viser at volumtetthet i våtmark ligger mellom 0,05 – 0,20 g/cm³ (Chambers et al., 2010; Chimner et al., 2014). Disse tallene strekker seg over et stort spekter av myrtyper, mens ombotrofe myrer alene som regel har en volumtetthet mellom 0,05 – 0,09 g/cm³, noe som samsvarer med vårt estimat på 0,077 g/cm³ (Chambers et al., 2010; Chimner et al., 2014). Våre beregninger av organisk materiale i torvjorda var på 93 %. Dette stemmer godt overens med tidligere studier, som

viser at andel organisk materiale i torv ligger mellom 85 – 98 % (Parry et al., 2014; Chambers et al., 2010). Vår anvendte verdi for andel karbon i torv (C) er på 0,50 (Lyngstad et al., 2015). Andel karbon i torv er i andre studier satt til henholdsvis 0,51 av Grønlund et al. (2010), og 0,52 av Chimner et al. (2014). Dersom vi skulle utført den samme estimeringen av karbonlager, men valgt å endre verdien for andel karbon i torv (C) til eksempelvis 0,52, ville det totale karbonlageret være 15 184 tonn. Denne økningen tilsvarer en differanse på 4 % fra vårt estimat. Sammenligner vi også CO₂-utslippet, vil dette øke fra 53 539 tonn CO₂ til 55 680 tonn CO₂, som er en økning i overkant av 2 000 tonn.

Andelen av reguleringsplan for Bjørkeåsen som er myr er 230 daa. Dersom vi tar utgangspunkt i at forholdene på dette arealet samsvarer med vårt studieområde, og gjennomsnittlig torvdybde er 2,8 meter, vil det utgjøre et volum på 644 000 m³. Med utgangspunkt i disse beregningene, vil karbonlageret i området som skal bygges ned være 23 157 tonn, og CO₂-utslippet være 84 919 tonn. Det er også interessant å gjennomføre et estimat for karbonlager og CO₂-utslipp for hele den opprinnelige myra «Præstmosen» som var på 625 daa totalt (Stangeland, 1892). Hvis vi fortsetter å bruke forholdstallene fra studieområdet vårt på 145 daa vil Præstmosen ha et volumestimat på 17 500 00 m³. Karbonlagret vil da være 62 928 tonn, og CO₂-utslippet vil være 230 758 tonn. Dette utslippet utgjør omtrent 8,5 ganger så mye CO₂-utslipp som Nannestad kommunes sektorfordelte utslipp fra 2017 (Fig. 13).

4.2 Konsekvenser av nedbyggingen av Bjørkemåsan

Myra kan være med å bidra til å bremse klimaendringene, særlig som følge av sin viktige rolle i karbonsyklusen, og sin unike evne til å lagre vann (Parish et al., 2008; Minasny et al., 2011). Derimot vil ikke en forringet myr lenger kunne levere de samme økosystemtjenestene. Den viktigste faktoren på myra er vannstands nivået (Joosten et al., 2015). En urørt myr oppfører seg vanligvis som netto sluk som tar opp CO₂, men når myra blir forringet og vannstands nivået senkes, blir den til en karbonkilde, og CO₂ frigjøres til atmosfæren (Joosten et al., 2015; Weldon et al., 2016). Det enorme CO₂-utslippet inngrepet på Bjørkemåsan vil føre til, er med på å øke den globale gjennomsnittstemperaturen (Parish et al., 2008; Harris et al., 2022). Karbon i myr har gjerne vært lagret i tusenvis av år. En myr vokser mellom 0,5 og 1 mm i året, og vokser derfor mellom 0,5-1 meter i løpet av tusen år. Etersom gjennomsnittsdybden på studieområdet var 2,8 meter, vil det si at det tar opp mot 2800 år før en myr klarer å lagre tilsvarende mengde karbon (Parish et al., 2008; Grønlund et al., 2010; Nichols & Peteet, 2019). I planprogrammet for Bjørkeåsen er det skrevet at torva som tas ut under utbyggingen skal vurderes å benyttes til produksjon av matjord, energikilde for fjernvarme eller produksjon av biokull (Plan- og utviklingsutvalget, 2021). Selv om torva muligens

kan komme til nytte etter at den er fjernet fra myra, vil ikke gjenbruk av torv forhindre CO₂-utslippet. Når torva kommer i kontakt med luft, vil det organiske karbonet uansett nedbrytes og omdannes til CO₂ (Grønlund et al., 2010; Joosten et al., 2015; Parish et al., 2008).

Myr er et unikt økosystem som også er viktig for biomangfoldet på jorda (Parish et al., 2008; Minasny et al., 2011). Naturtypen har en spesiell biodiversitet, med unike og spesialiserte arter som man ikke finner i andre naturtyper. Disse er derfor sårbare for endringer på myra. For mange arter er myr det eneste habitatet de kan leve på, og nedbygging av myr kan derfor føre til at mange arter risikerer å dø ut (Parish et al., 2008). På Bjørkemåsan oppholder det seg blant annet storsporve, vipe og hettemåke, som alle er kategorisert innenfor truede eller kritisk truede arter (Nannestad Kommune, 2019a; Artsdatabanken, 2022). Utbyggingen kan være alvorlig for disse fugleartene. Samtidig vil høyere vannstander som følge av nedbyggingen kunne påvirke også natur og biodiversitet i området rundt myrarealet (Parish et al., 2008). En myr kan sammenlignes med en svamp, som holder på vann i nedbørsrike perioder, og frigir vann i tørrere perioder. I tillegg fungerer myr som et filter som renses forurenset vann (Parish et al., 2008). Fremtidens forventede klima med hyppigere vinterflommer, stormer og kraftig nedbør kan føre til konsekvenser som blant annet belastning på avløpssystemer, slik at vann og vassdrag kan bli forurenset (Næss, 2018). Fjerning av myra vil kunne føre til overvann i både det nye og det eksisterende boligområdet, grunnet nye tette flater som forhindrer drenering, og videre kan føre til flom og forurenset vann og vassdrag.

4.3 Kommunes tiltak for reduksjon av klimagassutslipp

Direkte utslippskilder er forventet å dokumenteres i planer, i henhold til statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning (2018) punkt 3.1 andre ledd. Utslippstall fra direkte utslippskilder i Nannestad var beregnet til 26 741 tonn CO₂ ekvivalenter i 2017 (Nannestad kommune, 2020) (Fig. 13). Nedbyggingen av myrarealet som er dekket av reguleringsplanen for Bjørkeåsen vil føre til et utslipp som er over tre ganger så høyt som det estimerte utslippstallet fra Nannestads direkte utslippskilder for ett år. Dette er tendenser man ser igjen i Nannestad kommunes klimaregnskap fra 2015 (Arnøy, 2017). I klimaregnskapet presenteres utslippskilder basert på kommunale enheter, blant annet elektrisitet, drivstofforbruk, oljeforbruk, avfallshåndtering og importvarer. Det totale klimagassutslippet for 2015 ble kalkulert til omtrent 1960 tonn CO₂-ekvivalenter i klimaregnskapet for dette året, noe som tilsvarer kun 2,3 % av det estimerte utslippet fra myrområdet dekket av reguleringsplanen for Bjørkeåsen (Arnøy, 2017). Disse resultatene sett i

sammenheng gir et perspektiv på hvor store mengder CO₂ som slippes ut når man bygger ned karbonlagre, og en kan stille spørsmål ved hvorfor ikke disse tallene er inkludert i klimaregnskapet.

I planprogrammet for Nannestad kommunes energi- og klimaplan ytrer kommunen et ønske om reduksjon av klimagasser, økt ressurs av fornybare energikilder, samt et komplett klimaregnskap (Nannestad kommune, 2019b). Av regnskapsdata som inngår i det planlagte klimaregnskapet er det kun tema som omhandler kommunens drift, samtidig som Nannestads store utslippsfaktorer som arealendringer, transport eller jordbruk ikke inngår (Nannestad kommune 2019b; Nannestad kommune, 2020). Energi- og klimaplanen skal omhandle kommunens funksjoner. Her presenteres blant annet kommunens rolle som forvalter av eiendom, samtidig som kommunens rolle som forvalter av areal ser ut til å være oversett. Derimot fremgår det at planen skal inneholde føringer for blant annet den detaljerte arealplanleggingen, men da uten at det kommer frem hva slags føringer og hvilke deler av arealplanleggingen de angår. I punkt 5.3 som omhandler areal og transportplanlegging påpekes det at lokalisering av vei og boliger vil påvirke utslippene som følge av selve funksjonen, men det nevnes ingenting om utslippet fra arealene som blir påvirket som følge av nedbygging (Nannestad kommune, 2019b). Kommunen har en stor rolle i arealforvaltningen, og bør selv ha oversikt over utslipp som kommer som følge av sine vedtak. Planprogrammet nevner både klimavennlig skogvirke og binding av CO₂ som aktuelle klimatiltak. Her belyser kommunen betydningen av jordsmonn i LNF-områder i forhold til karbonlagring og vannregulering, samt skogens evne til CO₂-opptak (Nannestad Kommune, 2019b). Det mangler derimot konkrete tiltak som involverer bevaring av naturtyper som fungerer som karbonlager, og myr er heller ikke nevnt i denne sammenhengen. Derimot oppfordres det til restaurering av myr. En oppfordring er kompleks og kan være utfordrende å forholde seg til, fremfor konkrete retningslinjer som kan stille krav til kommunen under forvaltning av arealer (Nannestad Kommune, 2019b).

I klimastrategien for Nannestad kommune 2020 – 2030 legges det vekt på satsningsområder som omhandler klima, som reduksjon av klimagassutslipp og klimatilpasning. Kommunen påpeker at de ønsker å redusere både indirekte og direkte kilder til utslipp. Det er primært klimagasser fra trafikk, jordbruk og anleggsgas som fremstår som de største direkte utslippsfaktorene i kommunen (Nannestad kommune, 2020). Arealendringer kommer ikke frem som en utslippsfaktor i dokumentet, men de skriver derimot at utslipp som følge av arealendringer påvirker det nasjonale klimaregnskapet, og at det har vært lite utslipp som følge av arealendringer i kommunen (Nannestad kommune, 2020). Påstanden om at det har vært lite utslipp som følge av arealendringer utdypes ikke, og kommunen har derfor et smalt grunnlag for å fastslå dette. Det er særlig bemerkelsesverdig med tanke på at den opprinnelige myra «Præstmosen» var 625 daa, og det sannsynligvis har blitt

frigjort enorme mengder CO₂ i løpet av den gradvise nedbyggingen av myra etter våre beregninger. Dette ville derfor slått ut på utslippstallene i kommunen, dersom klimagassutslipp som følge av arealendringer var vurdert. Satsningsområde 1 og 6 omhandler blant annet at innbyggere skal gjøre bærekraftige valg og at kommunens reiser og matsvinn må reduseres (Nannestad Kommune, 2020). Det er derimot ingen av satsningsområdene til kommunen som omtaler utslipp som følge av arealendringer, og når man ser hvor store utslipp nedbygging av studieområdet vil føre til, kan man stille spørsmål til områdene som prioriteres i dag (Nannestad kommune, 2020).

Kommunen trekker frem at både skog, jordbruk og myrareal er viktige for karbonlagring. I tillegg påpekes det at verken jordbruk eller skogbruk skal gå på bekostning av myr, og at myrarealer ikke er bygget ned til fordel for jordbruk de siste årene (Nannestad kommune, 2020). Selv om kommunen påpeker at myr er viktig, fremstår det som at myr blir overskygget av skogens verdi, og at skog har større prioritet for å bli ivaretatt. Dette kommer særlig frem i klimastrategiens satsningsområde 3 og 5. Satsningsområde 3 presenterer overvannshåndtering som et viktig tiltak for klimatilpasning, og skog er den eneste naturtypen som trekkes frem som viktig for dette tema (Nannestad kommune, 2020). Myr er en stor ressurs når det kommer til klimatilpasning, og ikke minst når det kommer til dens vannlagringskapasitet (Parish et al., 2008; Barthelmes et al., 2015). Når Nannestad da har store myrområder i kommunen, er det bemerkelsesverdig at det kun er skog som vises til i sammenheng med overvannshåndtering. I satsningsområde 5 trekkes skog frem som et viktig karbonlager og ressurs, og at vern skal vurderes (Nannestad kommune, 2020). Det kan stilles spørsmål til hvorfor det ikke samtidig bør vurderes vern av viktige myrareal, ettersom myr holder på omtrent dobbelt så mye karbon som alle verdens skoger (Parish et al., 2008). På en annen side er ikke myr som naturtype like anerkjent som skogen når det er snakk om håndtering av klimaendringer i dag (Harris et al., 2022). Kommunen uttrykker også bevissthet i forhold til klimaendringer ved å trekke frem skred og ras i leirgrunnen som følge av økt nedbør i fremtiden (Nannestad Kommune, 2020). Her er skog og «blågrønne strukturer» trukket frem som viktige for fremtidens økte nedbørmengder. Det at ikke myr er trukket frem i denne sammenheng, understreker hvor viktig det er med økt kunnskap om myrs egenskaper (Nannestad kommune, 2020).

I begge plandokumentene kommer det frem at Nannestad kommune ønsker å fokusere på løsninger som er tilpasset fremtidens klimaendringer, herunder blant annet nye teknologier og løsninger. Det kan stilles spørsmål til hvorfor ikke naturbaserte løsninger og ivaretaking av karbonrike arealer er et større tema, men kommunen skriver også at det er mangel på kunnskap om dette. Det oppleves som at det er et stort fokus på de mindre områdene for direkte utslipp, som at kommunens drift skal bli mer klimavennlig, og at innbyggere skal ta klimavennlige grep i hverdagen (Nannestad kommune

2019b; Nannestad kommune, 2020). Trolig vil det kreve mindre innsats å bygge ned færre karbonlagre, enn å klare å redusere like mye utslipp som myra representerer, fra sektorer som transport, industri og avfall (Harris et al., 2022). Hvordan kommunene forvalter arealene sine er vesentlig for ivaretaking av økosystemer med betydning for klimatilpasning (Amundsen et al., 2010). I både nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging (2019) og statlige planretningslinjer for klima – og energiplanlegging og klimatilpasning (2018) kommer det tydelig frem at karbonrike arealer er viktige å ivareta i arealplanleggingen (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2019).

Det lokale klimaarbeidet i Nannestad har potensiale for forbedring. Den kommunale arealplanleggingen spiller en viktig rolle i henhold til reduksjon av klimagasser (Vevatne et al., 2005). I henhold til statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning (2018) punkt 3 første ledd er det sagt at kommunene skal innarbeide tiltak for å redusere utslipp av klimagasser, noe som bør inkludere tiltak mot avskoging, og økt opptak av CO₂ i skog og andre landarealer. Dette kommer også frem i punkt 4.3 niende ledd som sier at det ved planlegging av nye områder skal vurderes hvordan hensynet til endret klima kan ivaretas, samt ivaretagelse av naturtyper med betydning for klimatilpasning, noe som også understrekes i punkt 4.3 tiende ledd ved at bevaring og restaurering av naturbaserte løsninger slik som blant annet eksisterende våtmarker bør vurderes. Regjeringen vil at kommunene skal ha relevant kunnskap om temaet i bakgrunn for arealplanleggingen, og det er viktig at kommuner er oppdatert med det samme kunnskapsgrunnlaget (Meld. St.33 (2012-2013)). Hvis ikke kommuner planlegger mer proaktivt istedenfor reaktivt, og ikke har god nok kunnskap, kan viktige naturtyper risikere å gå tapt (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2021b). Den opprinnelige myra «Præstmosen» har blitt nedbygd gjennom årene, fra 625 daa (Stangeland, 1892), til dagens areal er på 328 daa (Bichsel, 2017). Tidligere forskning basert på utbyggingspress i kystsonen har avdekket at mange byggetiltak fikk dispensasjon fra kommunene, og det ble dermed gjennomført en «bit-for-bit»-utbygging av kystsonen, uten noen helhetlig plan eller kunnskapsgrunnlag om konsekvensene av tiltakene (Stokke et al., 2009). I dag er det satt restriksjoner for byggegrense og påvirkning av marine areal, både for å bevare natur og kulturmiljø, og for å sikre tilgjengeligheten til strandsonen (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2021c; pbl, 2008, §1-8). Sett i sammenheng med nedbygging av myr bør dette eksempelet gi empirisk grunnlag til å forsterke fokus på ivaretagelse av myr under fremtidig arealplanlegging. Et inngrep har ikke nødvendigvis en vesentlig konsekvens alene, men summert kan mange mindre inngrep utgjøre større trussel for miljøet (Dinesen et al., 2021).

Beslutninger som blir tatt i henhold til omdisponering av areal vil ha betydning for fremtidens klimaendringer i kommunene (Meld. St. 33 (2012-2013)). Nannestad kommunes satsingsområder er derimot konsentrert mot mindre tiltak, som krever et langsiktig perspektiv for å oppnå tydelige resultater i klimaregnskapet. Et bedre samspill mellom nasjonalt hold og den kommunale arealplanleggingen kan gi effekt. Hvis staten tilrettelegger bedre, og gir kommunene en tydeligere rolle i arbeidet for utslippsreduksjon, vil det kunne generere en større innsats fra kommunene (Vevatne et al., 2005). I dag er det begrenset hvor stor grad myndighetene kan blande seg i den kommunale arealplanleggingen, men kommunene må likevel ta stilling til de overordnede og u håndgripelige målsettingene som er satt fra nasjonalt hold. Klimaproblemet blir sett på som et nasjonalt problem, noe som gjør at det utarbeides strategier nasjonalt uten noen klar rolle til kommunene. Samtidig har problemet et langt tidsperspektiv, som kan gjøre det utfordrende å konkretisere tiltak (Vevatne et al., 2005). Sårbarheten til fremtidens arealer er avhengig av at vi planlegger for fremtidens klimaendringer i dag. Beslutninger som blir tatt i dag kan ha store konsekvenser for hvordan samfunnet ser ut i fremtiden, og arealer som bygges ned i dag, kan vise seg å være uegnet senere grunnet klimaendringene (Regjeringen, 2008). Mangel på oppmerksomhet rettet mot klimaendringer nasjonalt, gjør at det blir mangel på det også lokalt. Kommunene mangler konkrete eksempler å følge, som tydelige føringer fra staten (Vevatne et al., 2005; Meld. St.33 (2012-2013)). De kan derimot også opptre selvstendig og ta eget ansvar i henhold til klimapolitikken, og ikke bare utøve nasjonal politikk. Men når noe ikke er obligatorisk, er det lettere for at det skjer lite eller ingenting. I lys av dette kan det stilles spørsmål til hvorfor det ikke er tydeligere retningslinjer nasjonalt (Dannevig et al., 2012).

5. Konklusjon

Nedbyggingen av myrarealet som inngår i reguleringsplanen for Bjørkeåsen vil føre til et stort fotavtrykk i form av klimagassutslipp. I dette studiet har vi estimert hvor stor mengde karbon som er lagret i myrarealet som skal bygges ned. Vi har også sett på konsekvenser som følge av inngrepet, og undersøkt i hvilken grad Nannestad kommune prioriterer karbonlagring i myr i sin klimasatsing.

Karbonlageret i reguleringsplanen vil etter våre estimeringer være 23 157 tonn. Dette tilsvarer et CO₂ – utslipp på 84 919 tonn. I kommunens klimasatsing er skogen tillagt mye oppmerksomhet som karbonlager. Samtidig er det lagt stor vekt på mindre tiltak, slik som å tilrettelegge for elektriske fremkomstmidler, avfallssortering og oppfordre til gjenbruk. Klimagassutslippet som følge av utbyggingen av reguleringsplanen for Bjørkeåsen tilsvarer over tre ganger så mye utslipp som Nannestad kommunes sektorfordelte utslipp i 2017. I utslippsoversikten og i kommunens klimaregnskap mangler det oversikt over utslipp som følge av arealendringer. Det kan være gunstig for kommunen å tilegne seg større innsikt i de totale utslippene, der også arealendringer inngår. Dette vil gi et mer realistisk bilde av de totale utslippene, noe som kan gi en bedre oversikt over hvilke tiltak som kan gi gode resultater i arbeidet mot reduksjon av klimagassutslipp.

Natur- og klimaperspektivet har ikke vunnet over boliggetterspørselen i Nannestad. Utbyggingen av myra vil medføre tap av et viktig karbonlager og økosystem, som har betydning for klimatilpasning. Myr bør vies større oppmerksomhet, slik at vi kan forhindre tap av viktige karbonlager og redusere klimagassutslippene. Bedre kunnskap om hvor stor mengde klimagasser som slippes ut som følge av forringelse av karbonrike areal, bør gi økt motivasjon for å ivareta disse naturtypene. Det bør stilles tydeligere krav fra nasjonalt hold, slik at kommuner i Norge ikke fortsetter å begå store og unødvendige klimagassutslipp. Dagens nasjonale forventninger er trolig ambisiøse, og samtidig er mange av planretningslinjene overordnede og prinsipielle, noe som kan gjøre det vanskelig å følge under arealplanleggingen. Ved å etablere en maksgrense på klimagassutslipp innenfor hver kommune, og kreve et estimat for klimagassutslipp før omdisponering av naturareal, kan man forhindre at de største klimagassutslippene blir realitet, samtidig som at det vil bli enklere for kommunene å bidra til oppnåelsen av de nasjonale målene for redusert klimagassutslipp.

Referanseliste

- Amundsen, H., Berglund, F., & Westskog, H. (2010). Overcoming Barriers to Climate Change Adaptation—A Question of Multilevel Governance? *Environment and Planning C: Government and Policy*, 28(2), 276–289. <https://doi.org/10.1068/c0941>
- Arnøy, S. (2017). *Klimaregnskap for Nannestad kommune 2015* (Dok.ID 33526-00039-1.1). Norsk energi. <https://www.nannestad.kommune.no/siteassets/20-pdf-dokumenter/gjeldende-planernormer/klimaregnskap-nannestad-kommune-2015.pdf>
- Artsdatabanken, 2022. *Artskart*. Artsdatabanken. <https://tinyurl.com/mr79dvnb>
- Barthelmes, A., Couwenberg, J., Risager, M., Tegetmeyer, C. and Joosten, H. 2015. *Peatlands and Climate in a Ramsar context: A Nordic-Baltic Perspective*. Nordic Council of Ministers and Ramsar NorBalWet. 1-244. <https://doi.org/10.6027/TN2015-544>
- Bichsel, M. (2017). *Naturverdier i planområdet Prestmosen Nord, Nannestad kommune*. (BioFokusnotat 2017-14). Stiftelsen BioFokus. Oslo. <http://lager.biofokus.no/biofokus-notat/biofokusnotat2017-14.pdf>
- Blindheim, T. (2003). *Kartlegging og verdisetting av naturtyper i Nannestad kommune*. (Siste Sjanse rapport 2003 – 8). Stiftelse for bevaring av biologisk mangfold. Biofokus. http://lager.biofokus.no/sis-rapport/sistesjanserapport_2003-8.pdf
- Chambers, F. M., Beilman, D. W. & Yu, Z. (2010). *Methods for determining peat humification and for quantifying peat bulk density, organic matter and carbon content for palaeostudies of climate and peatland carbon dynamics*. *Mires and Peat*, 7(07). <http://www.mires-and-peat.net/pages/volumes/map07/map0707.php>
- Chimner, R., Ott, A., Perry, C., & Kolka, C. (2014). *Developing and Evaluating Rapid Field Methods to Estimate Peat Carbon*. *Wetlands*, 34(6), 1241-1246. <https://doi.org/10.1007/s13157-014-0574-6>

- Dannevig, H., Rauken, T. & Hovelsrud, G. (2012). *Implementing adaptation to climate change at the local level*, *Local Environment*, 17(6-7), 597-611.
<https://doi.org/10.1080/13549839.2012.678317>
- Dinesen, L., Højgård, A. P., Rahbek, C. (2021). *Synergy in conservation of biodiversity and climate change mitigation in Nordic peatlands and forests - Eight case studies*.
<https://doi.org/10.6027/temanord2021-510>.
- Fjellengen, M.S. (upubl). *Bjørkemåsan – myr til karbonlagring eller boligområde*. Høgskulen På Vestlandet.
- FN-sambandet (06.12.2021). *FNs bærekraftsmål*. FN-sambandet. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/last-ned-grafikk>
- Frolking, S., Talbot, J., Jones, M. C., Treat, C. C., Kauffman, J. B., Tuittila, E-S., & Roulet, N. (2011). *Peatlands in the Earth's 21st century climate system*. *Environmental Reviews*, 19, 371-396.
<https://doi.org/10.1139/A11-014>
- Fyfe, R.M., Coombe, R., Davies, H. & Parry, L. (2014). *The importance of sub-peat carbon storage as shown by data from Dartmoor, UK*. *Soil Use and Management* 30(1), 23-31.
<https://doi.org/10.1111/sum.12091>
- Geonorge. (u.å.). *Norge i bilder WMTS* (Euref89 UTM32).
http://opencache.statkart.no/gatekeeper/gk/gk.open_nib_utm32_wmts_v2?SERVICE=WMTS&REQUEST=GetCapabilities
- Grunnloven. (1814). *Kongerike Norges Grunnlov* (LOV-1814-05-17).
<https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1814-05-17>
- Grønlund, A., Bjørkelo, K., Hysten, G. & Tomter, S. (2010). *CO₂-opptak i jord og vegetasjon i Norge. Lagring, opptak og utslipp av CO₂ og andre klimagasser*. *Bioforsk*, 5(162).
<https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2601534/Bioforsk-Rapport-2010-05-162.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- Gunther, A., Barthelmes, A., Huth, V., Joosten, H., Jurasinski, G., Koebisch, F., & Couwenberg, J. (2020). *Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions*. *Nature Communications*, 11(1), 1644. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15499-z>
- Hammervold, J. (2015). *Metode for beregning av CO2 – utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging*. *Statens vegvesen*, 1, 1-31. <https://d21dbafykdck9.cloudfront.net/1518099797/sluttrapport-co2-arealbruksendring-2017.pdf>
- Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland I., Hisdal, H., Mayer S., Nesje, A., Nilsen J. E. Ø., Sandven S., Sandø A. B., Sorteberg A. & Ådlandsvik, B. (2015). *Klima i Norge 2100: Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015*. Norsk klimaservicesenter, 2, 1-204. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m406/m406.pdf>
- Harris, L. I., Richardson, K., Bona, K. A., Davidson, S. J., Finkelstein, S. A., Garneau, M., McLaughlin, J., Nwaishi, F., Olefeldt, D., Packalen, M., Roulet, N. T., Southee, F. M., Strack, M., Webster, K. L., Wilkinson, S. L., & Ray, J. C. (2022). *The essential carbon service provided by northern peatlands*. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 20(4), 222-230. <https://doi.org/10.1002/fee.2437>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- 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. 1-83. <https://www.ntnu.no/documents/10476/1262347829/2015-10+Rapport+Klimagassutslipp.pdf/c83fab53-b626-4c6e-988e-efcc675e8ff2>
- Kabisch, Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., Haase, D., Knapp, S., Korn, H., Stadler, J., Zaunberger, K., & Bonn, A. (2016). *Nature-based solutions to climate change*

mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. Ecology and Society, 21(2): 39.

<https://doi.org/10.5751/ES-08373-210239>

Kommunal- og distriktsdepartementet (26.05.2021a). *Nasjonale føringer og planoppgaver.*

Regjeringen. https://www.regjeringen.no/no/tema/plan-bygg-og-eiendom/plan_bygningsloven/planlegging/plansystem_prosess/nasjonale_planoppgaver/id2835787/

Kommunal- og distriktsdepartementet. (2021c). *Statlige planretningslinjer for differensiert forvaltning av strandsonen langs sjøen* (FOR-2021-05-28-166).

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2021-05-28-1666>

Kommunal- og distriktsdepartementet. (24.02.2021b). *Kommunale planoppgaver.* Regjeringen.

https://www.regjeringen.no/no/tema/plan-bygg-og-eiendom/plan_bygningsloven/planlegging/plansystem_prosess/kommunale_planoppgaver/id2836162/?expand=factbox2842023

Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (14.05.2019). *Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019-2023.* Vedtatt ved kongelig resolusjon.

<https://www.regjeringen.no/contentassets/cc2c53c65af24b8ea560c0156d885703/nasjonale-forventninger-2019-bm.pdf>

Kommunekart. (u.å.). *Nannestad kommune.* <https://kommunekart.com/>

Krogstad, T. (1992). *Metoder for jordanalyser.* 6/92, Institutt for jordfag, Ås-NLH. 1-32.

<https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/2787583/Metoder%2Bfor%2Bjordanalyser.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Lyngstad, A. & Vold, E. M. (2015). *Kartlegging av typisk høgmyr ved hjelp av flybilder. Østfold, Akershus og sørlige deler av Hedmark.* – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport. 3. 1-367. <https://www.ntnu.no/documents/10476/1262347829/2015-3+Rapport++h%C3%B8gmyr+flybilder.pdf/2bacf0d0-0a77-4ff7-90e9-6560aefa9ebb>

- Lyngstad, A., Barneveld, R., Grønland, A., Hassel, K. & Weldon, S. (2015). *Kartlegging av vegetasjon og torvmengder i Sætremyrane naturreservat. Forslag til overvåking og restaurering*. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport. 1-37.
<https://www.ntnu.no/documents/10476/1262347829/2015-5+Rapport+S%C3%A6tremyrane.pdf/79b0b51b-90fb-4486-80c3-fb3a1bbff707>
- Mauring, E., Koziel, J., Lauritsen, T., Rønning, J.S., & Tønnesen, J. F. (1995). *Målinger med georadar. Teori, anvendelse, teknikker og eksempler på opptak*. (NGU Rapport 94.024). Norges Geologiske Undersøkelser. <https://hdl.handle.net/11250/2666094>
- Meld. St. 33 (2012-2013). *Klimatilpasning i Norge*. Det kongelige miljøverndepartement.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/e5e7872303544ae38bdbdc82aa0446d8/no/pdfs/stm201220130033000dddpdfs.pdf>
- Meld. St. 34 (2006-2007). *Norsk klimapolitikk*. Det kongelige miljøverndepartement.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/c215be6cd2314c7b9b64755d629ae5ff/no/pdfs/stm200620070034000dddpdfs.pdf>
- Meteorologisk institutt. (2021, 6. april). *Klima fra 1900 til i dag*. <https://www.met.no/vaer-og-klima/klima-siste-150-ar>
- Miljødirektoratet. (2021, 03. november). *Norske utslipp og opptak av klimagasser*.
<https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/>
- Minasny, B., Berglund, O., Connolly, J., Hedley, C., de Vries, F., Gimona, A., Kempen, B., Kidd, D., Lilja, H., Malone, B., McBratney, A., Roudier, P., O'Rourke, S., Rudiyanto, Padarian, J., Poggio, L., ten Caten, A., Thompson, D., Tuve, C., & Widyatmanti, W. (2019). *Digital mapping of peatlands - A critical review*. *Earth-Science Reviews*, 196: 102870.
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.05.014>
- Moen, A. 1998. *Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon*. Statens Kartverk, Hønefoss.
https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb_digibok_2010011503012

- Nannestad Kommune (05.05.2020). *Klimastrategi for Nannestad kommune 2020-2030*. Nannestad Kommune. <https://www.nannestad.kommune.no/siteassets/20-pdf-dokumenter/gjeldende-planernormer/klimastrategi-vedtatt-av-kommunestyret--5.-mai-2020.-2.7.2020.pdf>
- Nannestad Kommune (12.02.2019b). *Planprogram – kommunedelplan for energi og klima*. (PS 4/19). Nannestad Kommune. <https://www.nannestad.kommune.no/siteassets/20-pdf-dokumenter/gjeldende-planernormer/planprogram---kommunedelplan-for-energi-og-klima.pdf>
- Nannestad Kommune (26.03.2019a). *Kommunedelplan for naturmangfold i Nannestad 2019-2026*. Nannestad Kommune. <https://www.nannestad.kommune.no/siteassets/20-pdf-dokumenter/naturmangfold/kommunedelplan-for-naturmangfold-i-nannestad-2019---2026--vedtatt-26.03.2019.pdf>
- Nannestad Kommune Forvaltning (01.11.2011). *Mindre endring av reguleringsplan for Bjørkeåsen*. Nannestad Kommune. https://webhotel3.gisline.no/GisLinePlanarkiv/3036/07-01/mindreendringer/07-01-E1_Saksframlegg%20med%20vedtak%20mindre%20endring%20av%20reguleringsplan.pdf
- Naturmangfoldloven - nml, (2009). *Lov om forvaltning av naturens mangfold* (LOV-2009-06-19-100). <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-100>
- Neal, A. (2004). *Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: Principles, problems and progress*. *Earth Science Reviews*, 66(3), 261-330. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2004.01.004>
- NGU (2022) *min kommune* WMS. Norges geologiske undersøkelse. <https://geo.ngu.no/kart/minkommune/>
- Nichols, J. E., & Peteet, D. M. (2019). *Rapid expansion of northern peatlands and doubled estimate of carbon storage*. *Nature Geoscience*, 12(11), 917-921. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0454-z>
- Norsk Klimaservicesenter (u.å). *Normalkart nedbør 1991-2020*. Norsk klimaservicesenter. <https://klimaservicesenter.no/kss/vrdata/normaler#normalkart-nedbr-19912020>

Norsk klimaservicesenter, (april, 2022). *Klimaprofil Oslo og Akershus*. Norsk klimaservicesenter

<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/oslo-og-akershus>

NOU 2013:10. (29.08. 2013). *Naturens goder -om verdier av økosystemtjenester*. Klima- og

Miljødepartementet. Regjeringen. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2013-10/id734440/?ch=1>

Næss, P. (2001). *Urban Planning and Sustainable Development, European Planning Studies*, 9(4), 503-524. <https://doi.org/10.1080/09654310120049871>

Næss, P. (2018) *Bærekraftig og klimavennlig byutvikling: Tilpasning til klimaendringer*. I N.

Aarsæther, E. Falleth, R. Kristiansen & T. Nyseth (Red.). *Plan og samfunn: System, praksis, teori* (s. 129-149). Cappelen Damm Akademisk.

Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M. & Stringer, L. (Eds.) (2008).

Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen, 1-179.

http://www.imcg.net/media/download_gallery/books/assessment_peatland.pdf

Parry, L. E., West, L. J., Holden, J., & Chapman, P. J. (2014). *Evaluating approaches for estimating peat depth*. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 119(4), 567-576.

<https://doi.org/10.1002/2013JG002411>

Plan og bygningsloven - pbl (2008). *Lov om planlegging og byggesaksbehandling* (LOV-2008-06-27

71). <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>

Plan- og utviklingsutvalget (2021, 04. mai). *Nannestad Kommune Planprogram*. *Planprogram*

Bjørkeåsen (plan-id: 07-01). Nannestad Kommune

<https://innsyn.nannestad.kommune.no/wfdocument.ashx?journalpostid=1000023690&dokid=47446&versjon=1&variant=A&>

Regjeringen. (2008). *Klimatilpasning i Norge: Regjeringens arbeid med tilpasning til klimaendringene*.

1-19.

https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/md/vedlegg/klima/klimatilpasning/klimatilpasning_redegjorelse150508.pdf

Riksantikvaren (2020). Høringsutkast - *Kulturhistoriske landskap av nasjonal interesse i Akershus* [Høring]. <https://ra.brage.unit.no/ra-xmlui/handle/11250/2660809>

Seither, A., Dagestad, A., Jæger, Ø., Gundersen, P., Roseth, R., Kværner, J., Rognan, Y., Reinemo, J. & Mæland, T. (2020). *Overvåking av belastede grunnvannsforkomster i Norge, 2015-2018. Typelokaliteter og resultater fra urbane områder og jordbruksarealer* (NGU-rapport 2019.013). Norges Geologiske Undersøkelse. <https://hdl.handle.net/11250/2676042>

Sjöberg, Y., Marklund, P., Pettersson, R. & Lyon, S. (2015). *Geophysical mapping of palsa peatland permafrost. The Cryosphere*, 9(2), 465-478. <https://doi.org/10.5194/tc-9-465-2015>

Smith, J., Nayak, D. R., & Smith, P. (2014). *Wind farms on undegraded peatlands are unlikely to reduce future carbon emissions. Energy Policy*, 66(C), 585-591. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.066>

Stangeland, G. E. (1892). *Torvmyrer; inden kartbladet "Nannestad"s omraade*. H. Aschehoug. https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2006112300063

Statistisk sentralbyrå. (2020, 3. juni). *Nasjonale befolkningsframskrivinger*. <https://www.ssb.no/befolkning/befolkningsframskrivinger/statistikk/nasjonale-befolkningsframskrivinger>

Statistisk sentralbyrå. (2021a, 3. november). *Utslipp til luft*. <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/forurensning-og-klima/statistikk/utslipp-til-luft>

Statistisk sentralbyrå. (2022). *Befolkning*. <https://www.ssb.no/statbank/table/11342/tableViewLayout1/>

Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning. (2018). *Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning* (FOR-2018-09-28-1469). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-09-28-1469>

- Stokke, K.B., Havnen, E., Dahl, E., & Rinde, E. (2009). «*Bit for bit*»-utbygging i kystsonen - konsekvenser for natur og næring. (Samarbeidsrapport NIBR/NIVA/HI 2009). Oslo: Norsk institutt for by og regionplanlegging. <https://www.yumpu.com/s/xXjk04WYnHdBq45y>
- Støstad, M.N & Skjæraasen M, (2020, 28. november). *Hvordan blir klimaet i Nannestad*. NRK. <https://www.nrk.no/klima/kommune/3036>
- Søgaard, G., Økseter, R. & Borgen, S. K. (2017). *Klimagassutslipp fra torvproduksjon i Norge - Metode, datagrunnlag og utslippfaktorer benyttet i klimagassregnskapet under FNs klimakonvensjon* (UNFCCC). NIBIO rapport, 3(78), 1-52. https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2443914/NIBIO_RAPPORT_2017_3_78.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Tanneberger, F., Tegetmeyer, C., Busse, S., Barthelmes, A., Shumka, S., Mariné, A., Jenderedjian, K., Steiner, G.M., Essl, F., Etzold, J., Mendes, C., Kozulin, A., Frankard, P., Milanović, Đ., Ganeva, A., Apostolova, I., Alegro, A., Delipetrou, P., Navrátilová, J. & Joosten, Hans. (2017). *The peatland map of Europe. Mires and Peat*. 19(22). 1–17. <https://doi.org/10.19189/MaP.2016.OMB.264>
- Thorsnæs, G., Askheim, S., (2022, 18. mars). *Nannestad*. Store norske leksikon. <http://snl.no/Nannestad>
- United Nations (2015). *Paris agreement*. United Nations. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- Vevatne, J., Westskog, H. & Karen, H.J. (2005). Betydningen av kommunal klimapolitikk. Virkemidler, potensial og barrierer. *CICERO Report*. 06, 1-59. https://pub.cicero.oslo.no/cicero-xmlui/bitstream/handle/11250/191994/CICERO_Report_2005-06.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Weldon, S., Parmentier, F.J.W., Grønlund, A. & Silvennoinen, H. (2016). *Restaurering av myr. Potensialet for karbonlagring og reduksjon av klimagassutslipp*. (Rapport 2/113/2016). NIBIO; Norsk institutt for bioøkonomi. <http://hdl.handle.net/11250/2420592>

Yu, Z. C. (2011). *Holocene carbon flux histories of the world's peatlands: Global carbon-cycle implications*. *The Holocene*, 21(5), 761–774. <https://doi.org/10.1177/0959683610386982>

Yu, Z. C. (2012). *Northern peatland carbon stocks and dynamics: a review*. *Biogeosciences*, 9(10), 4071-4085. <https://doi.org/10.5194/bg-9-4071-2012>

Vedleggsliste

Vedlegg 1: Rådata fra feltarbeid, med resultater fra glødetapsanalyse og utregning av karbonlager og CO₂ - utslipp.

Vedlegg 1

Torvprøve nr:	Digel nr:	vekt av tørr torvprøve (g) (obs! med papirpose)	Tørr torvprøve uten pose (g)	Vekt av torv i digel (g)	Tom digel (g)	Digel med torv før brenning (g)	Digel med torv etter brenning (g)	vekt av gløda prøve (g)	Glødetap (%)
1	105	13,2	8,284	2,2977	42,3707	44,6684	42,4666	2,2018	95,8 %
2	101	8,74	3,824	2,477	44,0292	46,5062	44,0646	2,4416	98,6 %
3	107	9,1	4,184	3,4548	45,9645	49,4193	46,0145	3,4048	98,6 %
4	119	14,24	9,324	5,026	46,1031	51,1291	46,5137	4,6154	91,8 %
5	25	11,1	6,184	1,8815	40,3055	42,187	40,3561	1,8309	97,3 %
6	103	10,27	5,354	3,4508	45,786	49,2368	45,84	3,3968	98,4 %
7	110	11,96	7,044	1,9889	43,0946	45,0835	43,3004	1,7831	89,7 %
8	110	8,36	3,444	1,6099	43,0946	44,7045	43,1162	1,5883	98,7 %
9	17	14,04	9,124	2,3015	40,3388	42,6403	40,5751	2,0652	89,7 %
10	119	13,08	8,164	4,5659	46,1031	50,669	46,4262	4,2428	92,9 %
11	28	14,44	9,524	4,3788	40,296	44,6748	41,388	3,2868	75,1 %
12	24	8,82	3,904	2,8082	40,5575	43,3657	40,6286	2,7371	97,5 %
14	116	15,81	10,894	9,2607	46,8962	56,1569	48,4525	7,7044	83,2 %
15	103	13,73	8,814	5,0274	45,786	50,8134	45,9019	4,9115	97,7 %
16	24	14,71	9,794	8,1978	40,5575	48,7553	41,3128	7,4425	90,8 %
17	118	14,9	9,984	1,8977	42,3755	44,2732	42,9723	1,3009	68,6 %
18	109	10,12	5,204	2,2372	45,8543	48,0915	45,8788	2,2127	98,9 %
20	110	10,36	5,444	4,0094	43,0946	47,104	43,1467	3,9573	98,7 %
21	107	14,23	9,314	3,1413	45,9645	49,1058	46,0144	3,0914	98,4 %
23	102	9,98	5,064	2,6414	44,2424	46,8838	44,2665	2,6173	99,1 %
24	17	14,66	9,744	6,0201	40,3388	46,3589	40,5999	5,759	95,7 %
25	109	11,02	6,104	5,5721	45,8543	51,4264	45,9503	5,4761	98,3 %
27	25	18,3	13,384	4,2536	40,3055	44,5591	40,7348	3,8243	89,9 %
27	17	10,3	5,384	1,3409	40,3388	41,6797	40,3932	1,2865	95,9 %
28	28	10,49	5,574	2,419	40,296	42,715	40,3325	2,3825	98,5 %
29	35	9,43	4,514	2,4867	39,3232	41,8099	39,3446	2,4653	99,1 %
30	119	10,98	6,064	3,8649	46,1031	49,9680	46,1476	3,8204	98,8 %
31	101	22,22	17,304	1,6629	44,0292	45,6921	44,3336	1,3585	81,7 %
35	105	8,8	3,884	1,5305	42,3707	43,9012	42,3845	1,5167	99,1 %
36	101	19,49	14,574	2,2685	44,0292	46,2977	44,5024	1,7953	79,1 %
37	118	11,99	7,074	4,7265	42,3755	47,102	42,4339	4,6681	98,8 %
Gjennomsnitt torvprøve uten pos			7,628193548					Gjennomsnitt glødetap:	93,4 %

Studieområde	Volum	Karbonlager	Co2 i tonn
Studieområde	406022,40	14600,15948	53538,785
Reguleringsplan	644000,00	23157,596	84918,905
Præstmosen	1750000	62928,25	230757,89

Med formler:

Torvprøve nr:	Digel nr:	vekt av tørr torvprøve (g) (obs! med papirpose)	Tørr torvprøve uten pose (g)	Vekt av torv i digel (g)	Tom digel (g)	Digel med torv før brenning (g)	Digel med torv etter brenning (g)	vekt av gløda prøve (g)	Glødetap (%)
1	105	13,2	=SUMMER(C2-4,916)	=G2-F2	42,3707	44,6684	42,4666	=G2-H2	=SUMMER((G2-H2)/(G2-F2))
2	101	8,74	=SUMMER(C3-4,916)	=G3-F3	44,0292	46,5062	44,0646	=G3-H3	=SUMMER((G3-H3)/(G3-F3))
3	107	9,1	=SUMMER(C4-4,916)	=G4-F4	45,9645	49,4193	46,0145	=G4-H4	=SUMMER((G4-H4)/(G4-F4))
4	119	14,24	=SUMMER(C5-4,916)	=G5-F5	46,1031	51,1291	46,5137	=G5-H5	=SUMMER((G5-H5)/(G5-F5))
5	25	11,1	=SUMMER(C6-4,916)	=G6-F6	40,3055	42,187	40,3561	=G6-H6	=SUMMER((G6-H6)/(G6-F6))
6	103	10,27	=SUMMER(C7-4,916)	=G7-F7	45,786	49,2368	45,84	=G7-H7	=SUMMER((G7-H7)/(G7-F7))
7	110	11,96	=SUMMER(C8-4,916)	=G8-F8	43,0946	45,0835	43,3004	=G8-H8	=SUMMER((G8-H8)/(G8-F8))
8	110	8,36	=SUMMER(C9-4,916)	=G9-F9	43,0946	44,7045	43,1162	=G9-H9	=SUMMER((G9-H9)/(G9-F9))
9	17	14,04	=SUMMER(C10-4,916)	=G10-F10	40,3388	42,6403	40,5751	=G10-H10	=SUMMER((G10-H10)/(G10-F10))
10	119	13,08	=SUMMER(C11-4,916)	=G11-F11	46,1031	50,669	46,4262	=G11-H11	=SUMMER((G11-H11)/(G11-F11))
11	28	14,44	=SUMMER(C12-4,916)	=G12-F12	40,296	44,6748	41,388	=G12-H12	=SUMMER((G12-H12)/(G12-F12))
12	24	8,82	=SUMMER(C13-4,916)	=G13-F13	40,5575	43,3657	40,6286	=G13-H13	=SUMMER((G13-H13)/(G13-F13))
14	116	15,81	=SUMMER(C14-4,916)	=G14-F14	46,8962	56,1569	48,4525	=G14-H14	=SUMMER((G14-H14)/(G14-F14))
15	103	13,73	=SUMMER(C15-4,916)	=G15-F15	45,786	50,8134	45,9019	=G15-H15	=SUMMER((G15-H15)/(G15-F15))
16	24	14,71	=SUMMER(C16-4,916)	=G16-F16	40,5575	48,7553	41,3128	=G16-H16	=SUMMER((G16-H16)/(G16-F16))
17	118	14,9	=SUMMER(C17-4,916)	=G17-F17	42,3755	44,2732	42,9723	=G17-H17	=SUMMER((G17-H17)/(G17-F17))
18	109	10,12	=SUMMER(C18-4,916)	=G18-F18	45,8543	48,0915	45,8788	=G18-H18	=SUMMER((G18-H18)/(G18-F18))
20	110	10,36	=SUMMER(C19-4,916)	=G19-F19	43,0946	47,104	43,1467	=G19-H19	=SUMMER((G19-H19)/(G19-F19))
21	107	14,23	=SUMMER(C20-4,916)	=G20-F20	45,9645	49,1058	46,0144	=G20-H20	=SUMMER((G20-H20)/(G20-F20))
23	102	9,98	=SUMMER(C21-4,916)	=G21-F21	44,2424	46,8838	44,2665	=G21-H21	=SUMMER((G21-H21)/(G21-F21))
24	17	14,66	=SUMMER(C22-4,916)	=G22-F22	40,3388	46,3589	40,5999	=G22-H22	=SUMMER((G22-H22)/(G22-F22))
25	109	11,02	=SUMMER(C23-4,916)	=G23-F23	45,8543	51,4264	45,9503	=G23-H23	=SUMMER((G23-H23)/(G23-F23))
27	25	18,3	=SUMMER(C24-4,916)	=G24-F24	40,3055	44,5591	40,7348	=G24-H24	=SUMMER((G24-H24)/(G24-F24))
27	17	10,3	=SUMMER(C25-4,916)	=G25-F25	40,3388	41,6797	40,3932	=G25-H25	=SUMMER((G25-H25)/(G25-F25))
28	28	10,49	=SUMMER(C26-4,916)	=G26-F26	40,296	42,715	40,3325	=G26-H26	=SUMMER((G26-H26)/(G26-F26))
29	35	9,43	=SUMMER(C27-4,916)	=G27-F27	39,3232	41,8099	39,3446	=G27-H27	=SUMMER((G27-H27)/(G27-F27))
30	119	10,98	=SUMMER(C28-4,916)	=G28-F28	46,1031	49,968	46,1476	=G28-H28	=SUMMER((G28-H28)/(G28-F28))
31	101	22,22	=SUMMER(C29-4,916)	=G29-F29	44,0292	45,6921	44,3336	=G29-H29	=SUMMER((G29-H29)/(G29-F29))
35	105	8,8	=SUMMER(C30-4,916)	=G30-F30	42,3707	43,9012	42,3845	=G30-H30	=SUMMER((G30-H30)/(G30-F30))
36	101	19,49	=SUMMER(C31-4,916)	=G31-F31	44,0292	46,2977	44,5024	=G31-H31	=SUMMER((G31-H31)/(G31-F31))
37	118	11,99	=SUMMER(C32-4,916)	=G32-F32	42,3755	47,102	42,4339	=G32-H32	=SUMMER((G32-H32)/(G32-F32))
Gjennomsnitt			=SUMMER(D2:D32)/31			Gjennomsnitt glødetap			=SUMMER(I2:I32)/31

Studieområde	Volum	Karbonlager	Co2 i tonn
Studieområde	=SUMMER(145008*2,8)	=SUMMER(M12*0,934*0,077*0,5)	=SUMMER(N12*3,667)
Reguleringsplan	=SUMMER(230000*2,8)	=SUMMER(M13*0,934*0,077*0,5)	=SUMMER(N13*3,667)
Præstmosen	=625000*2,8	=SUMMER(M14*0,934*0,077*0,5)	=SUMMER(N14*3,667)