

Anders Lyngstad, Marte Fandrem, Kristian Hassel og Dag-Inge Øien

Forprosjekt for restaurering av Høstadmyra, Trondheim kommune

**NTNU Vitenskapsmuseet
naturhistorisk rapport 2017-7**



NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2017-7

Anders Lyngstad, Marte Fandrem, Kristian Hassel og
Dag-Inge Øien

Forprosjekt for restaurering av Høstadmyra, Trondheim kommune

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

Lyngstad, A., Fandrem, M., Hassel, K. & Øien, D.-I. 2017. Forprosjekt for restaurering av Høstadmyra, Trondheim kommune. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2017-7: 1-47.

Trondheim, november 2017

Utgiver

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

Ansvarlig signatur

Torkild Bakken (instituttleder)

Kvalitetssikret av

Vibekke Vange

Publiseringstype

Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto

Sentralt område på Høstadmyra med god økologisk tilstand. Foto Marte Fandrem 22.10. 2017.

www.ntnu.no/museum

ISBN 978-82-8322-120-6
ISSN 1894-0056

Sammendrag

Lyngstad, A., Fandrem, M., Hassel, K. & Øien, D.-I. 2017. Forprosjekt for restaurering av Høstadmyra, Trondheim kommune. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2017-7: 1-47.

Høstadmyra er et 1,5 km² stort myrkompleks i Trondheim kommune. Myra ligger 100-125 moh., og er i boreo-nemoral vegetasjonssone og klart oseanisk vegetasjonsseksjon. Eksentrisk høgmyr er den dominerende myrmasstypen, men platåhøgmyr og planmyr forekommer også. Med myrkompleks menes hele myra slik den avgrenses mot fastmark eller vatn, mens myrmasstiv er hydromorfologiske enheter innafor myrkompleks. Torvdybden er om lag 3,5 m i gjennomsnitt på den sentrale delen av Høstadmyra, og største målte dybde er 4,7 m. I Norge regner vi 1 mm torvvekst per år som høgt, noe som tilsier at det tar minst tusen år å bygge opp 1 m torv. Det har derfor tatt flere tusen år å bygge opp torva på Høstadmyra. Vi estimerer at det er lagra ca. 213 500 tonn karbon i torva på myra, og det tilsvarer ca. 783 700 tonn CO₂. Myra er påverka av grøfting og torvtekt, og dette har gitt nedbryting av torv flere steder. Karbontapet estimerer vi til 15 865 tonn (dvs. 58 200 tonn CO₂), men dette omfatter ikke tap fra synking i områder rundt grøfter og torvtak. Det er en tendens til lågere vassnivå i områder med inngrep, men det er ikke målt vassnivå lågere enn 35 cm under overflata. Tross inngrepene har deler av myra fortsatt ganske god tilstand. Så langt vi vet er Høstadmyra det største myrkomplekset dominert av typisk høgmyr i Trøndelag, og det niende største på landsbasis. Den er mest sannsynlig den tredje største i landet blant høgmyrer med god eller middels god økologisk tilstand.

Myr defineres som et landområde med fuktighetskrevede vegetasjon som danner torv. Torv er definert som materiale avsatt og akkumulert på stedet, og som inneholder minst 30 % (tørrvekt) dødt organisk materiale. Når torva blir dyp nok mister vegetasjonen kontakt med det mineralholdige grunnvatnet, og vi får utvikla nedbørmyr. Nedbørmyr får bare tilført vatn og næring fra nedbøren, og har sur (låg pH) og næringsfattig torv. Typisk høgmyr er nedbørmyr som kjennetegnes bl.a. ved at torva danner en kuppel som er mer eller mindre linseforma i tverrsnitt. Eksentrisk høgmyr er en kategori typisk høgmyr som bl.a. karakteriseres av halvsirkelforma strukturer på myrflata. Typisk høgmyr er rødlista som sårbar (VU) ut fra sterk reduksjon i tilstand og sterk reduksjon i forekomstareal.

De viktigste økologiske faktorene på myr er de som er avgjørende for om torv bygges opp. Her er hydrologi (vasshusholdning) og høgt vassnivå helt grunnleggende. Vatnet hindrer nedbryting av organisk materiale gjennom at luft ikke kommer til. Drenering med senking av vassnivået gir tilgang på luft og nedbryting av torv. Påvirkning av hydrologien kan skje gjennom grøfting, torvtekt, nedbygging, oppdyrking og klimaendringer.

Hydrologien på drenert myr kan restaureres hvis inngrepene ikke er for store. Vi foreslår å restaurere Høstadmyra, og målet vil være å heve vassnivået, og å holde mer av vatnet inne på myra. Dette vil være med på å redusere klimagassutslipp og forbedre den økologiske tilstanden. Vi foreslår i denne omgang å konsentrere oss om tetting av to grøfter sørvest på myra; ei nyere grøft i vest, og den store, gamle grøfta sentralt. Den gamle grøfta foreslår vi å tette ned til grøftemøtet med den nyere grøfta.

Vi foreslår å etablere torvplugg forsterket med tredemninger fordi grøftene er nokså breie. Torva som brukes i en plugg må være fersk, og demningene legges slik at det ikke blir mer enn 20 cm høgdeforskjell på vassnivået på hver side av en plugg. For den gamle grøfta vil det kreves 21 plugg, mens det vil kreves drøyt 40 plugg i den nyere grøfta. Den gamle grøfta er brei og erodert, og det kan være nødvendig å bruke en metode der demningene legges så tett som hver fjerde meter, i hvert fall i enkelte områder.

For grunneiere og rettighetshavere er det viktig å vite om restaureringstiltakene vil kunne gi blautere forhold på innmarka som grenser inn til myra, og om lokalklimaet kan påvirkes. Fordi det er området i sørvest som er relevant i denne omgang har vi konsentrert oss om vollen ut mot fellesbeitet. Den er kompakt, og med ganske tørr torv på yttersida. Myra innafor vollen har dyp torv (>3 m) og høgt vassnivå, og vår konklusjon er at vollen holder vatnet effektivt inne på myra. Vi har gått gjennom litteratur om myr og lokalklima, samt kontaktet meteorologisk institutt for en vurdering av dette. Konklusjonen er at det er usannsynlig at heving av vassnivået vil kunne gi endringer i lokalklimaet som er negative for jordbruksproduksjon. På Byneset vil Trondheimsfjorden ha mye større innvirkning på lokalklimaet enn Høstadmyra.

Nøkkelord: Eksentrisk høgmyr – Karbonlager – Klima – Myr – Myrmasstiv – Platåhøgmyr – Rødlistet naturtype – Typisk høgmyr

Anders Lyngstad, Marte Fandrem, Kristian Hassel og Dag-Inge Øien, NTNU Vitenskapsmuseet, Institutt for naturhistorie, NO-7491 Trondheim

Summary

Lyngstad, A., Fandrem, M., Hassel, K. & Øien, D.-I. 2017. Pilot study on restoration of the raised bog Høstadmyra, Trondheim municipality, Norway. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2017-7: 1-47.

Høstadmyra is a 1.5 km² mire complex in Trondheim municipality, Central Norway. It is situated 100-125 m a.s.l. in the boreonemoral vegetation zone and markedly oceanic vegetation section. Eccentric raised bog is the dominant mire massif type, but plateau raised bog and plane bog is also present. A mire complex is the entire extent of a mire area bounded by mineral soil or water bodies, and mire massifs are hydromorphological units within mire complexes. The average peat depth of the central area of Høstadmyra is ca. 3.5 m, and the maximum depth is 4.7 m. In Norway, 1 mm annual peat growth is considered high, and this implies that it takes at least a millennium to accumulate 1 m peat. Hence, it has taken several thousands of years to accumulate the peat at Høstadmyra. We estimate that ca. 213 500 tonnes of C is stored in the peat of the bog, which corresponds to ca. 783 700 tonnes of CO₂. The bog is influenced by ditching and peat cutting, and this has resulted in peat subsidence in several areas. We estimate the loss of C to 15 865 tonn (i.e. 58 200 tonnes of CO₂), but this figure does not incorporate the loss of C from subsidence of areas adjacent to ditches and peat cutting sites. There is a tendency towards a lower water table in disturbed areas, but measured water table was always above 35 cm below the surface. Despite human impact, parts of the bog are in relatively good ecological condition. As far as we know, Høstadmyra is the largest raised bog-dominated mire complex in Central Norway, and the ninth largest in Norway. It is most likely the third largest among typical raised bog localities in Norway with a good or medium ecological condition.

Mire is defined as an area of land with moisture-demanding vegetation which forms peat. Peat is defined as sedentary accumulated material made up of at least 30 % dead organic material. Ombrotrophic bogs develop when the peat grows so thick that the vegetation loses contact with minerogenic water. Ombrotrophic bogs are supplied by water and nutrients from the atmosphere alone, and their peat is acidic and nutrient poor. Typical raised bogs are ombrotrophic bogs where the peat forms a dome. Eccentric raised bog is a category typical raised bog characterised by semicircular structures on the mire expanse. Typical raised bog is red listed as vulnerable (VU) based on a decline in environmental quality and a reduction in distribution.

The key ecological factors in mires are those affecting the build-up of peat. Hydrology and a high water table are fundamental in this respect. Water halts decomposition of organic material through anoxia. Draining with a lowering of the water table aerates the peat, and decomposition ensues. Hydrology can be impacted by ditching, peat cutting, various construction works and urbanisation, cultivation and climate change.

The hydrology of a drained mire can be restored (rewetting) if it is not too degraded. We suggest rewetting of Høstadmyra, and the aim will be to raise the water table, and withhold more water on the bog. This will reduce GHG emissions and improve the ecological condition. For now, we suggest to concentrate on blocking two ditches in the southwestern part of the bog; a relatively new ditch near the western edge, and the large, old ditch in the central area of the bog. We suggest blocking the old ditch down to where the two ditches meet. We think peat dams strengthened with a wooden core is necessary because the ditches are quite wide. The peat used in dams must be fresh, and the spacing between them should be planned to avoid differences in water level higher than 20 cm on either side of a dam. The old ditch will require 21 dams, and the more recent ditch will require ca. 40 dams. The old ditch is wide, and gully-restoration may be necessary in some areas.

To ground owners and stakeholders it is important to know whether rewetting can result in wetter conditions on adjacent agricultural land, and whether local climate could be affected. Because the relevant area is in the southwest, we have focused on the dike separating the bog and the pasture in the west. The dike is compact, and the peat on the outer side is dry. The bog on the inside has deep peat (>3 m) and a high water table, and we conclude that the water is retained efficiently by the dike. We have reviewed literature on mires and local climate, and we contacted The Norwegian Meteorological Institute to get an assessment. It is unlikely that rewetting can cause changes in the local climate that could affect agricultural production. On Byneset, Trondheimsfjorden will have a much larger impact on the local climate than Høstadmyra.

Key words: Eccentric raised bog – Carbon storage – Climate – Mire – Mire massif – Plateau raised bog – Red listed nature type

Anders Lyngstad, Marte Fandrem, Kristian Hassel and Dag-Inge Øien, NTNU University Museum, Department of Natural History, NO-7491 Trondheim

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
Forord	6
1 Innledning	7
1.1 Restaurering av myr i Norge	7
1.2 Målet med forprosjektet.....	7
2 Myrøkologi, inndeling og klassifisering.....	9
2.1 Myras særpreg og økologi	9
2.2 Inndeling og klassifisering av myr	11
2.2.1 Inndeling etter vegetasjonen	11
2.2.2 Inndeling i myrkompleks og myrmassivtyper.....	11
2.2.3 Typisk høgmyr	11
3 Høstadmyra	14
3.1 Naturgrunnlag	14
3.2 Tidligere undersøkelser.....	14
3.3 Tilstand og inngrep.....	14
3.4 Høstadmyra i regional og nasjonal sammenheng	15
4 Metode.....	16
4.1 Befaringer og feltarbeid.....	16
4.2 Kartlegging av myrmassiv, grøfter og helningsretning	16
4.3 Torvdybde	17
4.4 Målinger av vassnivå.....	17
4.5 Torvmosevekst.....	18
5 Resultat.....	20
5.1 Inndeling i myrmassiv.....	20
5.2 Torvdybde	21
5.3 Vassnivå, helningsretning og drenering.....	23
5.3.1 Vassnivå	23
5.3.2 Helningsretning	26
5.3.3 Drenering	26
5.4 Torvmosevekst.....	31
5.5 Vollen mot fellesbeitet.....	31
6 Generell beskrivelse av restaurering av myr.....	33
7 Forslag til restaurering.....	35
7.1 Mål med restaureringa	35
7.2 Restaureringstiltak	35
7.3 Virkning på økologisk tilstand	39
7.4 Klimaeffekt.....	39
7.4.1 Lokalklima	39
7.4.2 Karbonlager og klimaregulering.....	40
8 Referanser	42
Vedlegg. Torvdybdemålinger på Høstadmyra	45

Forord

NTNU Vitenskapsmuseet har i 2017 gjennomført et forprosjekt for å utrede mulighetene for restaurering av Høstadmyra i Trondheim. Innholdet i forprosjektet har vært utarbeidet i samarbeid og gjensidig dialog mellom Trondheim kommune og NTNU Vitenskapsmuseet. Trondheim kommune har hatt formelt ansvar for prosjektet opp mot Miljødirektoratet.

For NTNU Vitenskapsmuseet har dette vært et viktig bidragsprosjekt, og det har bidratt til å gi oss mulighet til å berede grunnen for en strategisk satsing på forskning på restaurering av myr. Et konkret resultat av dette er at NTNU Vitenskapsmuseet nå er i ferd med å lyse ut en ph.d.-stilling med tema klima, torvmoser og restaurering. Høstadmyra er et svært aktuelt studieområde i den sammenheng. Vi deltar også i et samarbeid med NIBIO (Norsk institutt for bioøkonomi) angående måling av klimagassfluks i myr, hvor Høstadmyra er en potensiell lokalitet. Det er i skrivende stund uklart hvilken myr som blir prioritert, og prosjektet vil ta form utover vinteren 2017-18. Dette prosjektet finansieres av Miljødirektoratet.

I feltsesongen 2017 ble Høstadmyra også brukt som studieområde for et annet prosjekt: «Evaluering av metodikk for kartlegging av naturtyper av nasjonal forvaltningsinteresse (NNF)», som innebærer kartlegging etter NiN (Natur i Norge). I dette prosjektet deltok NTNU Vitenskapsmuseet som underleverandør for NINA, og det var vi som gjennomførte kartleggingen av Høstadmyra.

Kontaktperson hos Trondheim kommune har vært naturforvalter III Morten Haugen, og også naturforvalter III Evelyne Marie T. Gildemyn har vært involvert i prosjektet. Forsker Anders Lyngstad har vært prosjektleder og kontaktperson hos NTNU Vitenskapsmuseet. Senioringeniør Dag-Inge Øien og avdelingsingeniør Marte Fandrem har hatt ansvar for drifta av prosjektet i perioden juni-september 2017. Fandrem har hatt et hovedansvar for feltarbeid og GIS-arbeid. Førsteamanuensis Kristian Hassel har vært faglig ansvarlig for målinger av torvmosevekst. Hovedansvarlig for rapportering har vært Lyngstad og Fandrem.

Vi takker for godt samarbeid i prosjektet.

Trondheim, desember 2017

Anders Lyngstad

1 Innledning

1.1 Restaurering av myr i Norge

Restaurering av myr og annen våtmark er en godt etablert forvaltningspraksis i Europa, og også i våre naboland. I Norge har vi vært sene med å gå inn med restaureringstiltak i dette økosystemet, men i fjor kom en overordnet plan for restaurering av våtmark (Miljødirektoratet 2016). I denne skisseres det tre faser for myrrestaurering i perioden 2016-2020:

- Fase 1: Restaurering av allerede kjente/innmeldte arealer. Dette er for det meste innafor verneområder.
- Fase 2: Oppstart av restaurering i én til to regioner (disse velges ut i løpet av 2017), og fortsatt med størst fokus på verneområder. Det åpnes imidlertid også opp for restaurering av myrarealer som ikke er verna.
- Fase 3: Utvidelse til flere regioner/fylker, sannsynligvis i 2018-19. Mer systematisk vurdering av myrareal på privat grunn vil være aktuelt i denne fasen.

Det har blitt satt i gang restaureringstiltak i en god del myrer gjennom arbeid med fase 1 i denne planen. Det gjelder i første rekke myr i verneområder, og i tillegg til Miljødirektoratet er SNO samt Fylkesmannsembetene i de ulike fylkene sentrale. I Trøndelag er det gjennomført restaurering av hydrologi i hvert fall på Kvitmyra og Okstadmyra (Steinkjer), Kaldvassmyra (Verdal), Stråmyra (Levanger), Hildremsvatnet (Bjugn) og ved Rusasetvatnet (Ørland). De fem førstnevnte er verneområder. Et forprosjekt med tanke på mulig restaurering av myr i tre skogreservater på Fosen ble gjennomført i 2016-17 (Lyngstad et al. 2017b), og har så langt blitt fulgt opp med restaurering av myr i Nyvassdalen (i Hildremsvatnet naturreservat, se over) høsten 2017. I andre landsdeler foregår det også myrrestaurering flere steder. Overvåking gjennomføres på tre restaurerte høgmyrer; Midtfjellmåsan, Aurstadmosen og Kaldvassmyra (Hagen et al. 2015).

1.2 Målet med forprosjektet

Målet med forprosjektet er å komme fram til aktuelle, konkrete restaureringstiltak for Høstadmyra (figur 1), samt å ha målinger som dokumenterer vassnivå (punkt 4 under) og tilvekst hos torvmoser (punkt 5 under) før restaureringen starter. Hvilke restaureringstiltak dette er vil avhenge av hva som er målet (punkt 1 under), hva grunneierne ønsker og tillater (punkt 2 under), hvilke tiltak vi har å velge blant (punkt 3 under), og de naturgitte forholdene, særlig hydrologi (punkt 4 og 6 under). Tanken er at konkret restaurering da skal kunne starte opp vinteren 2017-18.

I samarbeid med Trondheim kommune ble det satt opp seks tema for arbeidet:

1. Definere hva som er målet med restaureringen, og forankre dette hos alle involverte (grunneiere, miljøforvaltning, forskningsmiljø etc.). Målet må være klart for at vi skal kunne velge tiltak som er presise og effektive. En åpen og inkluderende prosess er viktig for å finne ut hva ulike interessenter ønsker og forventer, og gjennom det sikre enighet om at det er et fornuftig mål som legges til grunn for arbeidet.
2. Fortsette arbeidet med grunneierkontakt. Prosjektet kan ikke gjennomføres uten at grunneierne er med på laget, og de må involveres hele vegen. Som i punkt 1 er det avgjørende med en åpen prosess der alle blir hørt.
3. Gjennomføre et litteraturstudie for å sikre at vi får med oss relevante erfaringer fra lignende restaureringsprosjekter. I dette inngår å framskaffe en oversikt over aktuell (praktisk) restaureringsmetodikk.

4. Gjennomføre hydrologiske analyser (inkl. måling av torvdybde). Som en del av dette inngår etablering av brønner for måling av vassnivå og valg av metodikk for overvåking av vassnivå. Helning og retning på strømmer av vatn på overflata registreres. Helning kan analyseres ved hjelp av LiDAR-data.
5. Etablere fastruter med måling av tilvekst hos torvmoser. Dette gjøres ved «cranked-wire-metoden», der en ståltråd forankres i torva ved et torvmoseskudd, og så måles veksten mot ståltråden gjennom en vekstsesong.
6. Kartlegge myrmassiv. Et myrmassiv er en hydromorfologisk enhet på myra, og ved å kartfeste disse får vi informasjon om hvilke deler av myra som vil påvirkes mest direkte ved inngrep som grøfting og oppdyrking. Det vil også vise oss hvilke deler av myra som vil påvirkes ved restaurering. Kartfesting kan skje ved bruk av flybilder og ved feltbefaring. LiDAR kan også benyttes.

I løpet av prosjektperioden ble det fra grunneierne reist spørsmål ved hvordan en restaurering vil kunne påvirke lokalklima samt drenering på dyrka mark rundt myra. Det siste var særlig aktuelt for «fellesbeitet» like vest for myra. Vi har derfor inkludert disse temaene i tillegg.



Figur 1. Høstadmyra med omgivelser på Byneset, Trondheim kommune. Fra Norge i bilder juni 2016.

2 Myrøkologi, inndeling og klassifisering

2.1 Myras særpreg og økologi

Myr defineres her som et landområde med fuktighetskrevede vegetasjon som danner torv. Dette er samme definisjon som brukes i rødlista for naturtyper (Moen & Øien 2011), i faggrunnlag for handlingsplaner for typisk høgmyr, oseanisk nedbørmyr, rikmyr og slåtte- myr (Moen et al. 2011 a, b, Øien et al. 2015, Lyngstad et al. 2016), og i fagsystemet for god økologisk tilstand (Lyngstad et al. 2017c).

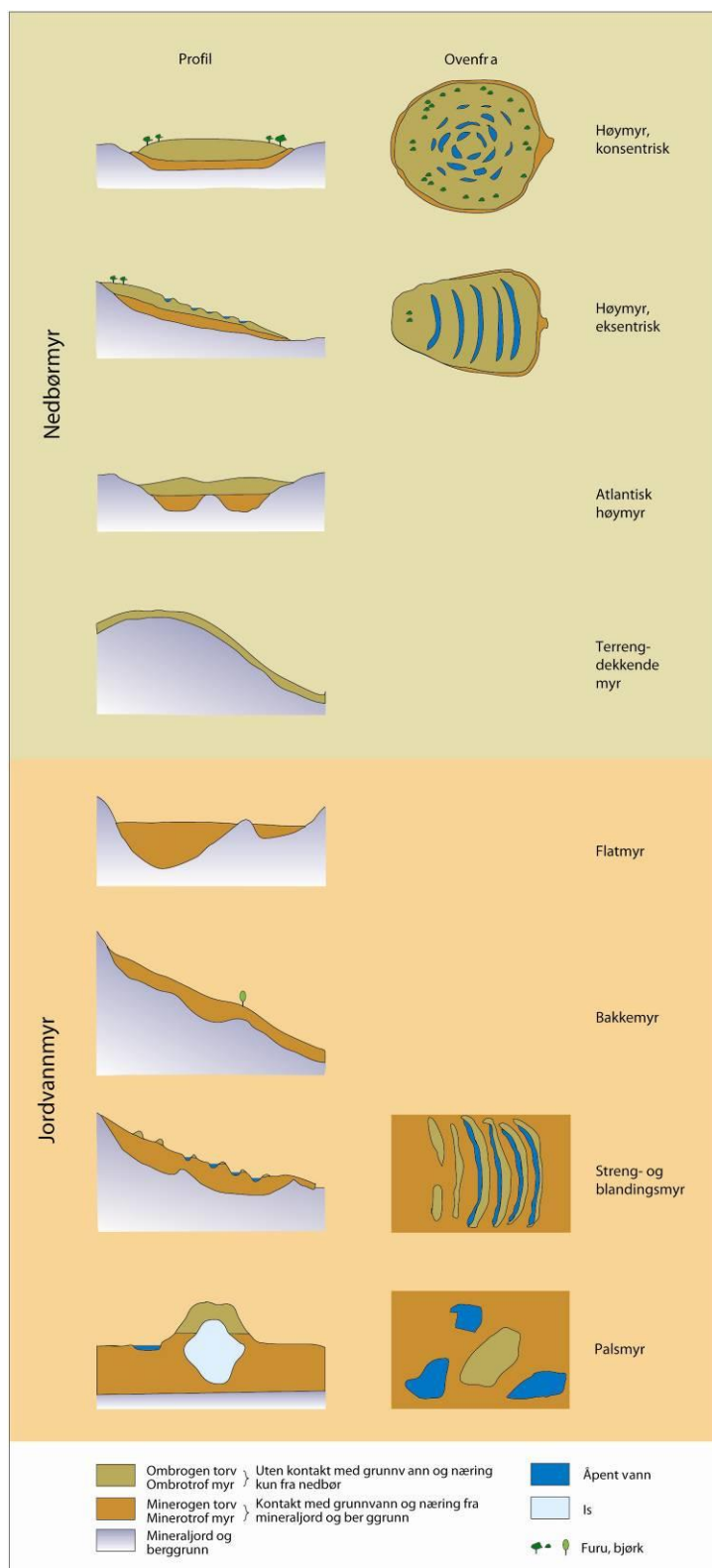
Torv er et definerende trekk ved myr, og et særpreg ved myra som økosystem er at ei fungerende myr bygger sitt eget substrat (Moen 1998: 73). Torv er definert som materiale avsatt og akkumulert på stedet, og som inneholder minst 30 % (tørrvekt) dødt organisk materiale (Joosten & Clarke 2002: 24, Halvorsen et al. 2016), men i økologisk sammenheng har det som oppfattes som typisk torv ofte en andel på 80-90 % organisk materiale (Rydin & Jeglum 2013). Torvmark defineres som et landområde med minst 30 cm torvdybde, men uten krav til vegetasjonen. Det vil si at myr alltid er torvmark, mens torvmark i tillegg omfatter areal som ikke er myr (f.eks. fulldyrka eng på tidligere myr).

På et overordnet nivå er det klima og topografi som avgjør hvor myr og torvmark dannes (Bonn et al. 2016). Moen (1998) inkluderer også mineraljordas beskaffenhet, men understreker at klima er viktigst. Klima, mineraljord og topografi kontrollerer i stor grad hydrologien (vasshusholdningen) i et område gjennom å påvirke mønstre i nedbør, temperatur og avrenning av vatn.

De mest fundamentale økologiske faktorene på myr er den eller de som er avgjørende for om torv akkumuleres (jf. definisjonene over). Her er hydrologi og høgt vassnivå helt grunnleggende (Joosten & Clarke 2002, Rydin & Jeglum 2013). Høgt vassnivå gir akkumulering av organisk materiale (hindrer fullstendig nedbryting) gjennom lite tilgjengelig oksygen, samt lågere temperatur enn i omgivelsene på grunn av høg varmekapasitet hos vatnet (Joosten & Clarke 2002, Rydin & Jeglum 2013, Joosten 2016). Torvmoser (*Sphagnum* spp.) er uten sammenligning den viktigste slekta på myr i boreale områder, og dette gjelder både dekning, bidrag til torvakkumulering, og utvikling av myrene over tid (Flatberg 2013, Rydin & Jeglum 2013).

Drenering med senking av vassnivået gir tilgang på luft (O_2), og nedbryting av torv. Dette gir mer kompakt torv, synking (subsidence) og økt næringstilgang. Påvirkning av hydrologien kan skje gjennom grøfting, torvtekt, nedbygging, oppdyrking og klimaendringer.

Økosystemtjenester er et begrep som beskriver de funksjonene et økosystem har som gir fordeler for oss mennesker (Bonn et al. 2016). Vi kan dele inn økosystemtjenester i fire hovedkategorier: Støttende tjenester, forsynende tjenester, regulerende tjenester, og kulturelle tjenester. De viktigste regulerende økosystemtjenestene fra funksjonell myr anser vi er klimaregulering (opptak og lagring av karbon), vassrensing (filtrering av vatn) og flomdemping (Øien et al. 2017). Myrenes rolle i klimasammenheng vektlegges stadig mer, og typisk høgmyr er en sentral naturtype i så måte fordi dette er myr med tjukke torvlag. Verdens torvmarker inneholder om lag en tredjedel av alt organisk karbon i jordsmonn, og det er til sammenligning mer enn dobbelt så mye karbon som verdens skoger (Joosten & Clarke 2002).



HOVEDTYPER AV MYR

Figuren viser skjematisk noen hovedtyper av myr. I venstre kolonne er det vist en profil tvers gjennom myra (høydeskalaen er sterkt overdrevet), og til høyre er viktige overflatestrukturer vist.

Høymyr er tydelig hvelvet (konveks) nedbørsmyr, med en kuppel bygd opp av torv, og med helling ned mot de jordvannspåvirkete (mineotrofe) delene som vanligvis dekker små områder (lagg) og som fungerer som dreneringssystem. Det finnes mange typer.

Konsentrisk høymyr er symmetrisk oppbygd og finnes hovedsakelig på sørlige del av Østlandet; **eksentrisk høymyr** har det høyeste punktet nær den ene kanten og finnes i lavlandet på Østlandet og i Midt-Norge.

Atlantisk høymyr har gjerne flere kupler i et myrlandskap der det er vanskelig å sette grenser mot andre myrtyper.

Terrengdekkende myr er dominert av nedbørsmyr som dekker landskapet som et teppe. Myrene er dannet ved forsumpning og dekker platåer og skråninger i hellende terreng. Denne typen finnes i de mest nedbør-rike områdene fra Rogaland til Troms.

Flatmyr er jordvannsmyr i flatt terreng, gjerne i tilknytning til et tilvoksende tjern. Typen finnes overalt det kan dannes myr.

Bakkemyr er jordvannsmyr i hellende terreng (over 3°). Finnes fra mellomboreal sone og oppover i fjellet. De bratte bakke-myrene (med helling på mer enn 15°) finnes bare i de mest nedbørrike delene av landet.

Strengmyr har regelmessig vekslning mellom lange, smale forhøyninger (strenger) som virker demmende, og våte, flate partier (flarker); disse strukturene ligger på tvers av myras hellingsretning. Strengmyrtypene er vanligst i de østlige og nordlige deler av Norge, der de kan dekke store arealer.

Palsmyr er en vekslning mellom flat jordvannsmyr som vanligvis er våt, og torvhauger (palser) som har en kjerne av frossen torv og is som holder seg frosset gjennom hele sommeren.

Figur 2. Skjematisk utforming av et utvalg myrmassivtyper (fra Moen 1998).

2.2 Inndeling og klassifisering av myr

2.2.1 Inndeling etter vegetasjonen

Myrene deles i to hovedtyper etter tilgangen på mineralnæring. Minerotrof/minerogen myr (jordvassmyr) er myr som får tilført mineraler fra vatn som har vært i kontakt med mineraljorda, mens ombrotrof/ombrogen myr (nedbørmyr) bare får tilført næring fra nedbøren. Det er ofte en mosaikk mellom ombrotrof og minerotrof vegetasjon på ei myr. Ombrotrof myr har pH 3,5-4 i myrvatnet (Fremstad 1997), dette er surere enn myrvatnet i alle typer minerotrof myr. Minerotrof myr deles inn i fattig, intermediær, middelsrik og ekstremrik, basert på endringer i vegetasjonen langs fattig-rik-gradienten. Fattigmyr har pH 4,5-ca. 5,5 i myrvatnet (noe lågere pH i torv), intermediær myr har pH ca. 5-6, middelsrik myr 5,5-6, mens ekstremrik myr har pH over 6,5.

Det er tre hovedgradienter i vegetasjonen på myr: Fattig-rik (se over), myrkant-myrflete, samt tue-løsbunn, som er en tørr-fuktig-gradient på myrflete. Ut fra disse tre gradientene ble det i arbeidet med den norske myrreservatplanen (f.eks. Moen 1983a) definert vegetasjonssenheter på myr. Disse hovedgradientene er også det som ligger til grunn for vegetasjonstyper på myr hos Fremstad (1997), og i inndelingen i grunntyper i NiN (Natur i Norge) 2.1 (Halvorsen et al. 2016).

2.2.2 Inndeling i myrkompleks og myrmasstyper

To sentrale begrep er myrkompleks og myrmasstyp. Myrkompleks defineres som hele myrlandskapet avgrenset mot fastmark eller vatn, mens myrmasstyp er hydromorfologiske enheter innafor myrkompleks. Figur 2 illustrerer den hydromorfologiske inndelingen av myr som ble brukt i myrplanarbeidet i Sør-Norge (1969–85), og som også er brukt i foreliggende rapport. Figur 2 viser et utvalg myrmasstyper. Forekomst og utbredelse av ulike myrmasstyper har en klar sammenheng med særlig klima, men også topografi. Ulike typer myrmasstyp har bl.a. torv som er bygd opp ulikt (ulik struktur), og de kan også ha strukturer på overflata som skiller dem. Dette skyldes ulik hydrologi, og gir seg utslag i ulik morfologi (utseende). De myrmasstypene som domineres av nedbørmyr er typisk høgmyr (se under), atlantisk høgmyr, terrengdekkende myr, kanthøgmyr og planmyr. Planmyr er en «samlesekk» for nedbørmyr som ikke kan klassifiseres til en av de andre typene, og mangler f.eks. klar torvkuppel slik som høgmyr har. Kategorien planmyr kan betraktes som et tidlig utviklingsstadium for andre myrmasstyper, og ofte vil planmyr med tida kunne utvikles til f.eks. typisk høgmyr eller atlantisk høgmyr. I høgereliggende strøk er imidlertid klimaet en begrensende faktor for torvvekst, og der kan planmyr være stabil i lang tid. Vi går nærmere inn på typisk høgmyr under, men viser ellers til kapittel 3 i Moen et al. (2011a) for mer detaljerte beskrivelser av inndeling av myr etter dannelses, geografiske begreper, myrkompleks og vegetasjon.

2.2.3 Typisk høgmyr

Typisk høgmyr er en samlebetegnelse for konsentrisk høgmyr, eksentrisk høgmyr (figur 2) og platåhøgmyr (Moen et al. 2011a). Konsentrisk høgmyr finnes bare på Østlandet, og har der en sørøstlig utbredelse. Eksentrisk høgmyr og platåhøgmyr finnes i Trøndelag, og er relativt vanlige myrmasstyper i låglandet, særlig sør og øst for Trondheimsfjorden. Typisk høgmyr kjennetegnes ved at torva danner en kuppel som er mer eller mindre linseforma i tverrsnitt (figur 2). De kjennetegnes også ved at de har lag (figur 3) og kantskog (figur 4). Laggen kan sees som et naturlig dreneringssystem for minerogent vatn («jordvatn»), og ligger i kanten av myra eller mellom ulike myrmasstyp (figur 1). Kantskog er (glissen) skog som står på markerte kanter inne på myra. Kantene ligger innafor laggen, og er bygd opp av torv. Det varierer hvor bratte og høge disse kantene er, men det er ikke uvanlig at de er en meter eller to, og innafor kanten med kantskog ligger myrflata, som er heva i forhold til laggen. Furu (*Pinus sylvestris*) er det helt dominerende treslaget i slik kantskog. Eksentrisk høgmyr karakteriseres av halvsirkelforma strukturer (vekselvis strenger og højer) på myrflata (figur 2) på tvers av fallretningen, og har toppunktet nær den ene kanten. Platåhøgmyr har ofte markert lag, kant med kantskog og heva myrflata, men mangler strukturer på myrflata, eller har uregelmessige strukturer (veksler mellom tuer og højer). Typisk høgmyr (= sentrisk høgmyr) er

rødlista som sårbar (VU) ut fra sterk reduksjon i tilstand og sterk reduksjon i forekomstareal (Moen & Øien 2011).

I boreonemoral og sørboreal vegetasjonssone er høgmyr å betrakte som en form for «klimaks-type», der myra gjennom mange tusen år (ofte 9000-10 000 år) har utviklet seg. Utgangspunktet var gjerne mineraljord eller sjøsediment/gytje, og så har minerogen torv og senere ombrogen torv vokst fram. Torvkuppelen på ei høgmyr bruker lang tid på å dannes. I Norge regner vi 1 mm torvvekst per år som høgt (Moen et al. 2011a), noe som tilsier at det vi ta minst 1000 år å bygge opp 1 m torv. Det trengs imidlertid lenger tid for å gjenskape ei degradert høgmyr med flere meter tykke torvlag, og fullstendig gjenskaping av ei høgmyr betinger at arealet båndlegges og får utvikle seg fritt i flere tusen år. Vårt klima er i endring, og våtere, varmere forhold kan gi økt torvvekst slik at vegen fram til ei høgmyr er kortere. Bli det for varmt eller tørt vil imidlertid torvveksten stanse, og høgmyr vil ikke lenger kunne utvikles.



Figur 3. Lagg sørøst på Høstadmyra mellom massiv av eksentrisk høgmyr (venstre) og platåhøgmyr (høyre). M. Fandrem 17.10. 2017.



Figur 4. Typisk, og godt utvikla kantskog på Fuglmyra, Klæbu. Det er helning fra høyre mot venstre i bildet, og kantskogen markerer overgangen fra et myrmassiv med eksentrisk høgmyr ovenom kanten (til høyre) til et myrmassiv med planmyr nedenom kanten (til venstre). A. Lyngstad 25.10. 2014.

3 Høstadmyra

3.1 Naturgrunnlag

Høstadmyra (figur 1) er et stort myrkompleks (ca. 1,5 km²) sørvest for Rye på Byneset i Trondheim kommune. Høgda over havet er om lag 100-125 moh. Området ligger i boreonemoral vegetasjonssone og i klart oseanisk vegetasjonssesjon, men er nær grensa til svakt oseanisk vegetasjonssesjon (Moen 1998). Berggrunnen består av biotittskifer og glimmerskifer, og det er store marine avsetninger i området (http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/; <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>). Kvikkleire forekommer vanlig på Byneset (<http://geo.ngu.no/kart/arealis/?lang=Norsk&Box=-801707:6300000:1621707:9000000&map=Norges.vassdrags.og.energidirektorat.:Kvikkleire...farsonekart>). Det er registrert to naturtypelokaliteter her; BN00087461 Høstadmyra – nord (verdi B) og BN00087502 Høstadmyra nordre (verdi A), begge i kategorien «Intakt lavlandsmyr i innlandet» (jf. Naturbase 13.11. 2017; <http://kart.naturbase.no/>).

3.2 Tidligere undersøkelser

Høstadmyra ble undersøkt gjennom verneplanarbeidet på myr som pågikk fra 1969 til 1985 (Moen 1983b). Den ble der gitt verneverdi (2)-4, men med tvil om verdisetningen. Moen skriver: «Store deler av myra er ødelagt av torvtaking og grøfting. De øverste og SV deler er delvis intakt, og det bør vurderes å verne noe av dette sammen med deler av lokalitet 55». Lokalitet 55 er Hanger-slettmyra. Skalaen for verneverdi det vises til er femgradig: 1 er særlig verneverdig internasjonalt eller nasjonalt, 2 er «verneverdige myrer av landsdelsinteresse», 3 er «verneverdige myrer av lokal interesse». 4 er «liten verneverdi», mens 5 er «uten verneverdi». Dette må tolkes som at myra har grunnleggende kvaliteter på regionalt nivå, men på grunn av inngrep var det tvil om tilstanden var så god at det kunne forsvares å prioritere den for vern. Høstadmyra har ikke blitt verna.

Høstadmyra ble brukt som et studieområde i et større arbeid som omhandler bl.a. taksonomi og økologi hos gulltorvmose og kysttorvmose (*Sphagnum affine*, *S. austinii*) (Flatberg 1986). Disse torvmoseartene var inntil den tid regna som én art (*S. imbricatum*), men i denne publikasjonen ble grunnlaget lagt for at vi nå anser dette som to arter (se f.eks. Flatberg 2013). Det ble i den forbindelse tatt ut et torvprofil for stratigrafisk analyse av torva. Dette profilet var 280 cm dypt, og nådde da ned i underliggende leire. Rester av arter som indikerer minerotrofe forhold kom inn ved 210 cm dybde, det vil si der hvor torva var opptil 70 cm tjukk over mineraljorda i botn. Over dette var det kun arter som vokser ombrotroft som ble registrert. Det ble ikke gjennomført dateringer av dette profilet, men Flatberg viser til Vik Knudsen (1969) som på tilsvarende dybde i et annet profil fra Høstadmyra daterte det til atlantisk periode (8000-5000 år før nåtid). Vi kan dermed slå fast at det er sannsynlig at Høstadmyra har hatt ei klassisk utvikling med minerotrof vegetasjon og minerogen torv nederst, og så har myra vokst seg så djup at dette på et tidspunkt endret seg til ombrotrof vegetasjon og ombrogen torv.

3.3 Tilstand og inngrep

Høstadmyra er påvirket av flere ulike inngrep som har blitt gjort opp gjennom de siste 150 åra. Det tidligste inngrepet av betydning som vi vet om er den store grøfta som krysser gjennom nesten hele myra fra sørvest til nord. Vi vet ikke nøyaktig hvor gammel den er, men den er tegna inn på et kart fra ca. 1880 som vi fikk oversendt fra en av grunneierne. På dette kartet er også et smalt belte med torvuttak i nord tegnet inn. Dette torvtaket er i alle fall doblet i størrelse innen 1947 (tatt fra flybilde), og da har det også kommet til et stort torvtak i øst og et mindre et i vest. Ca. 50 torvbuer kan sees rundt om på Høstadmyra på flybildet fra 1947. Fra om lag midt på den eldste grøfta ble det gravd ut enda ei grøft på begynnelsen av 70-tallet (pers.medd. fra grunneier). Denne går 160 m vestover og deretter ca. 400 m sørover, før den runder det som antakelig er en fastmarksskole, og så strekker seg videre 160 m mot sør. Denne grøfta er synlig på flybilde fra 1986, og på dette flybildet vises også oppdyrking av et større område vest på myra (dels i et tidligere torvtak). Et

større areal i nord var også blitt dyrket opp, og to felt vest for torvtaket var blitt grøfta med tette grøfter. Helt i sør-sørøst var et stykke blitt grøfta rundt, og trærne hogd. Dette området har siden grodd igjen med skog, og det er nå gjerda inn. Også ute på selve myra ble trærne hogd over et større område. Her har det siden grodd til med små furutrær. Laggen i sør var noe påvirket allerede i 1947, med dyrka areal rett nedenfor, men ut fra flybildet fra 1986 kan vi si at de største endringene nok kom i perioden 1947-86, da ble bl.a. en skogsbilveg etablert i laggen. Fra 1986 til 2006 skjer det en sterk gjengroing.

Alle disse inngrepene har virka inn på myra på ulike måter. Spesielt den eldste grøfta har nok forårsaket synking og erodering av myra i og langt ut fra grøfta. Torvtakene er også betydelige inngrep, og de gir synking på tilgrensende myrareal på samme måte som grøftene. Denne prosessen foregår fortsatt, men det er usikkert hvor kraftig synkingen er i dag. Tross store inngrep har deler av myra fortsatt ganske god tilstand, og dette skyldes at den er så stor. Det er interessant og av stor verdi at det flere steder er intakte laggsoner, dette er ofte de delene av ei høgmyr som først får inngrep. Spesielt fin lagg finner vi i nordøst og i et område i sør.

3.4 Høstadmyra i regional og nasjonal sammenheng

Typisk høgmyr er karakteristisk for de midtre og indre, lågereliggende deler av Trøndelag, og forekommer vanligvis ikke mye over ca. 250 moh. i vår landsdel. Dette skyldes at det kreves en relativt lang vekstsesong for å bygge opp så tjukke torvlag som høgmyrene har. Når vi kommer høgere opp vil det enten: 1) være for lite akkumulering av dødt plantemateriale til at vi får utvikla høgmyr; eller 2) ha gått for kort tid siden forrige istid til at vi har fått dannet høgmyr enda. Høgmyrene finner vi derfor i de tettest befolkede områdene med størst press på arealer, og mye høgmyr har blitt bygd ned eller dyrka opp i løpet av de siste hundre åra. Basert på kartlegging av typisk høgmyr på Østlandet anslår Lyngstad (2016) at det er om lag 150 km² typisk høgmyr i Norge, dette inkluderer også lokaliteter med store inngrep.

Høstadmyra (ca. 1,5 km²) er det største myrkomplekset dominert av typisk høgmyr vi vet om i Sør-Trøndelag (Moen 1983b). Det er en del høgmyrer som har bedre tilstand, blant annet Fuglmyra i Klæbu, som er den eneste høgmyra vi vet om i Sør-Trøndelag som er helt intakt (Lyngstad et al. 2017a). Bjørnmyra på Tiller (VV00001447 Bjørnmyra) er så godt som intakt, og den er verna, men vernegrensene er trukket slik at deler av myrkantene (med mye av laggen) ikke er inkludert. Ellers i Trondheimsområdet er det bare Rørmyra (VV00001425 Rørmyra) som er (delvis) verna. Det går en veg over denne som påvirker mye, men den har antakelig brukbar tilstand ellers. De store høgmyrene på Tiller er helt nedbygd og ødelagt. Blant de 18 høgmyrene i Sør-Trøndelag som ble undersøkt gjennom myrplanarbeidet, er det ingen som er intakte på myrkompleksnivå. «Stormyra» (= VV00001448 Vinnstormyra), «Tømmesdalen, Hoppardalsmyran» (= VV00001428 Hoppardalsmyra) og «Ø for Målsjøen» (Moen 1983b) har imidlertid høgmyrmassev som ser om lag intakte ut.

Vi må understreke at vi per i dag ikke har full oversikt over typisk høgmyr i Trøndelag. Ved NTNU Vitenskapsmuseet er vi i gang med en nasjonal kartlegging av typisk høgmyr, og så langt er Østlandet og Sørlandet ferdig kartlagt (Lyngstad et al. 2012, Lyngstad & Vold 2015, Lyngstad 2016, Lyngstad & Fandrem 2017). Dette arbeidet ønsker vi å fortsette i Midt-Norge og Nord-Norge, og da vil vi få et sikrere grunnlag for å si noe om den generelle tilstanden til typisk høgmyr i Trøndelag.

Gjennom kartleggingen av typisk høgmyr har vi registrert 471 lokaliteter på Østlandet og Sørlandet, og det er i et område som tilsvarer om lag 75 % av kjerneområdet for typisk høgmyr. Sammenlignet med disse rangerer Høstadmyra som den niende største. Blant de ti største er det sju som er sterkt påvirket eller helt ødelagt av oppdyrking, grøfting og torvtekt. I Nord-Trøndelag er det en god del store høgmyrer der i hvert fall noen har god tilstand. Ingen av disse er imidlertid så store som Høstadmyra (Moen et al. 1983). Vi kan derfor slå fast at Høstadmyra er blant våre aller største gjenværende høgmyrer på nasjonalt nivå, og den er mest sannsynlig den tredje største blant de som har god eller middels god økologisk tilstand.

4 Metode

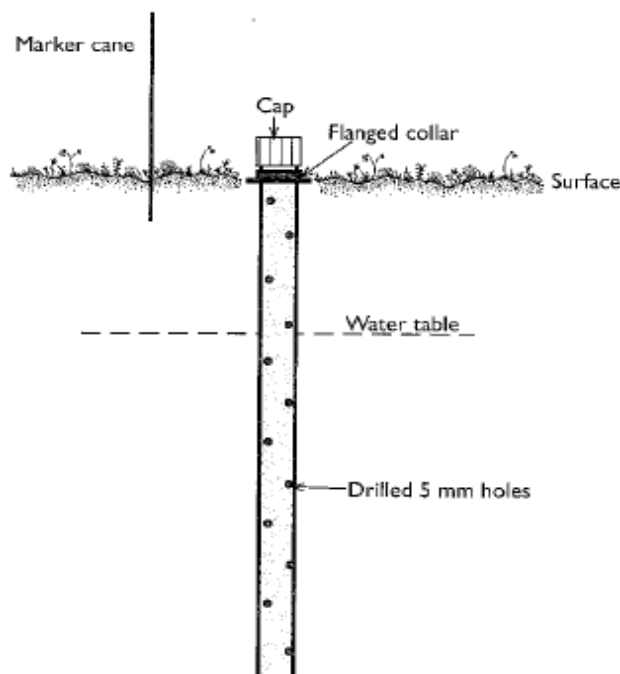
4.1 Befaringer og feltarbeid

M. Fandrem, A. Lyngstad og D.-I. Øien befarte Høstadmyra 14.2. 2017 for å få en første oversikt over myra. Det ble målt torvdybde noen utvalgte steder for å få et inntrykk av hvordan denne var påvirket av grøfting og torvtekt. Neste befaring ble gjennomført av representanter for Trondheim kommune og NTNU Vitenskapsmuseet 17.3. 2017. Det ble også gjennomført en felles befaring på myra med grunneiere, samt representanter fra kommunen og NTNU Vitenskapsmuseet 18.4. 2017.

Feltarbeidet gjennom resten av året har omfattet etablering av prøveflater for måling av torvmosevekst, etablering av brønner for måling av vassnivå, og ytterligere målinger av torvdybde. Dette har blitt gjennomført over sju dager i perioden 27.4.-3.11. 2017. Samtidig har Høstadmyra vært inkludert i et pilotprosjekt for kartlegging av naturtyper av nasjonal forvaltningsinteresse etter NiN-metodikk.

4.2 Kartlegging av myrmassiv, grøfter og helningsretning

Kart over myrmassiv og vatnets bevegelse på overflata er framstilt på bakgrunn av feltarbeid, samt bruk av gamle og nye flybilder/ortofoto og LiDAR-data tilgjengelige for området. Alt GIS-arbeid er gjort i ArcMap 10.3. Fall og høgder er analysert ved hjelp av LiDAR-data fra området, og de nyeste dataene vi hadde tilgang til er fra 2014. Bredde av grøftene er målt fra det vi har vurdert som kanten på grøfta før bratt helning ned til bunnen av grøfta, men dette er ikke alltid enkelt å plassere nøyaktig, fordi synking og erodering av grøftekantene har gjort disse diffuse og avrunda. Synking av sidene av grøfta er vurdert fra grøftas midtpunkt ut til der hvor myroverflata igjen har jamn høgde uten helning ned mot grøfta.



Figur 5. Illustrasjon av utforming av grunnvassbrønnene (fra Bonnett et al. 2009).

4.3 Torvdybde

Torvdybde ble målt i 127 punkter (figur 11, vedlegg 1), og det ble gjort med jevne mellomrom ved kartleggingen, men ikke etter et bestemt mønster. Det ble av tidsmessige årsaker ikke prioritert å gjøre torvdybdemålinger etter for eksempel et systematisk rutenett. Som et resultat av dette er det flere målinger langs kantene av myra, der vi har brukt mye tid på kartlegging, enn i midtpartier. Med tanke på restaurering mener vi det er viktigst å ha mange målinger ut mot kantene, der hvor torvdybdene varierer mest. Utstyret som ble brukt var et manuelt torvbor som kunne måle ned til 6 m. Boret blir presset loddrett ned i torva til man støter på mineraljord (leire, sand o.l.) eller berggrunn. Vi vurderte å benytte et motorisert bor, men etter å ha forhørt oss med NGU valgte vi vekk denne dyrere metoden. Til vårt formål mener vi at et manuelt bor gir gode nok målinger av torvdybde.

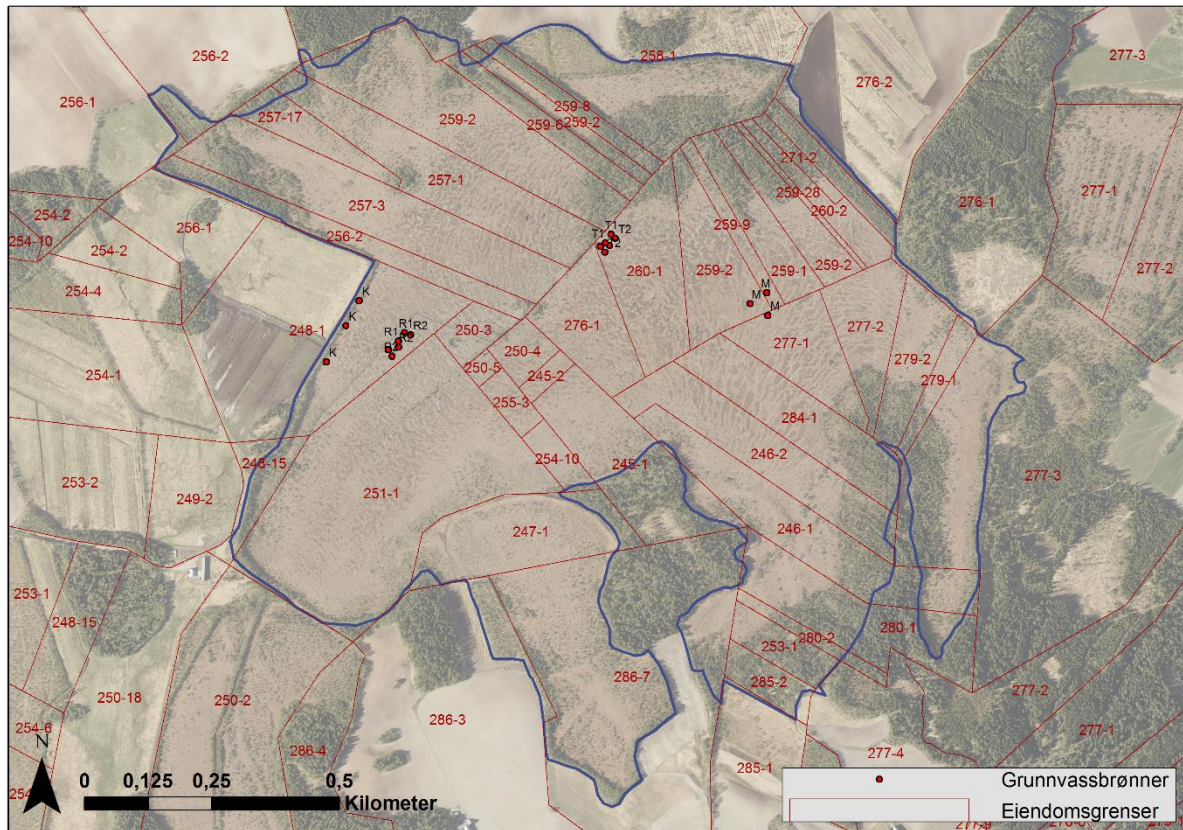


Figur 6. Foto av en av grunnvassbrønnene etter installasjon. M. Fandrem 28.4. 2017.

4.4 Målinger av vassnivå

Det ble anskaffet 18 loggere for måling av vassnivå under overflata, samt en logger for barometrisk trykk. Disse var det ikke midler til å kjøpe inn gjennom forprosjektet, og ble finansiert av NTNU Vitenskapsmuseet. Loggerne ble satt ned i plastrør (PEH, 2,5 m lengde, 5 cm diameter) som var tette i botn for å ikke fylles med torv, men der det var boret hull i hele rørets lengde for å slippe inn vatn (figur 5). Røret stikker ca. 20-30 cm over bakken og er forseglet med et lokk (figur 6, 9). Loggerne ble satt ut 27.-28.4, og ble avlest mellom 23.10 og 3.11. Loggerne ble plassert slik at tre sto ca. 10 m fra den nyere grøfta (R1), og tre andre ble plassert 10 m lengre bak (R2), altså 20 m fra grøfta. Avstanden mellom loggerne er 20-30 m. Tilsvarende ble det satt opp 2 x 3 loggere langs kanten av det nordlige torvuttaket (T1 og T2). I tillegg ble det satt opp tre brønner midt på myra i nordøst (M), der vi anser myra som mest intakt, og tre brønner helt i ytterkant mot fellesbeitet (K) (figur 7).

I tillegg ble det satt opp tre metallstenger; én nær brønnene ved den nyere grøfta, én nær brønnene ved torvtaket, og én nær brønnene midt på (figur 7). Disse ble forankra i leira under torva, slik at det skal være minimal bevegelse i stengene. På overflata av myra ble det så plassert en disk (gammel cd), som vil bevege seg opp og ned i takt med at myroverflata heves eller senkes. Formålet er å måle om det er forskjeller i høgde på myra i perioder med henholdsvis stor eller liten nedbør.



Figur 7. Eiendomsgrenser og plassering av grunnvassbrønner. Vegetasjonsruter og målestenger for overvåking av høgdenivå på myroverflata er plassert nær grunnvassbrønnene.

4.5 Torvmosevekst

Vi har brukt «cranked wire»-metoden beskrevet av Clymo (1970) for å måle vekst hos torvmoser. En «bust» av tråder fra en malingskost blir surret fast i enden av en ståltråd og siden festet rett under overflaten i et torvmosedekke med busta ned. Veksten over en sesong kan så leses av mot den delen av ståltråden som stikker opp. Det ble etablert 18 prøveflater med 16 ståltråder for måling av torvmosevekst i hver av disse. Alt i alt ble det målt vekst hos 288 torvmoseskudd (figur 8, 9). Prøveflatene ble plassert nær grunnvassbrønner, og i sammenlignbar fastmattevegetasjon. Vegetasjonen inne i rutene ble undersøkt, med spesielt fokus på torvmosedekket. De vanligst forekomende torvmoseartene var kysttorvmose, rusttorvmose, kjøtt-torvmose, vortetorvmose, fagertorvmose, rødtorvmose og dvergtorvmose (*Sphagnum austinii*, *S. fuscum*, *S. magellanicum* s.lat., *S. papillosum*, *S. pulchrum*, *S. rubellum*, *S. tenellum*), og blant disse var det kjøtt-torvmose og vortetorvmose som utgjorde hovedvekten av de målte torvmoseskuddene.



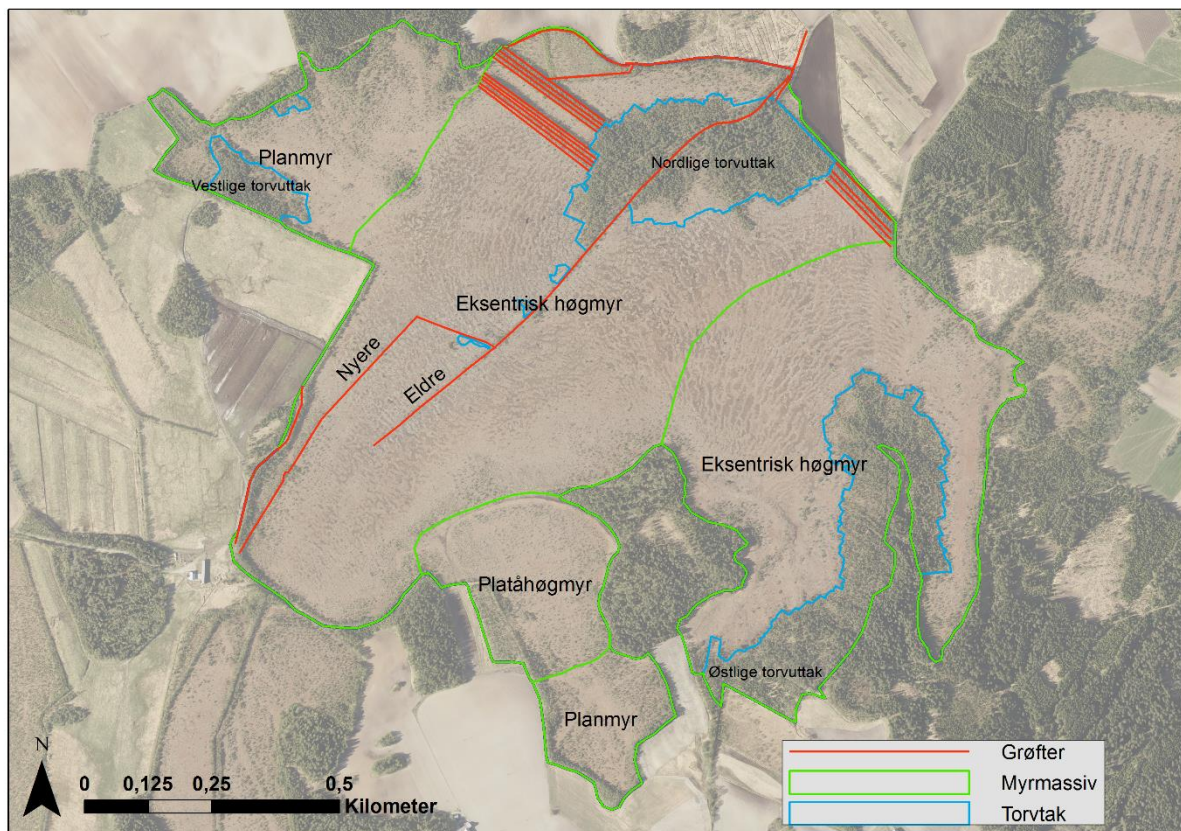
Figur 8. Rute (0,25 m²) med ståltråder for måling av torvmosevekst. I hver av de mindre rutene oppmålt med rød tråd er det ett målepunkt. Ramma fjernes etter måling, så kun de små ståltrådene står igjen. M. Fandrem 3.5. 2017.



Figur 9. Rute med måling av torvmosevekst og grunnvassbrønn. M. Fandrem 3.5. 2017.

5 Resultat

5.1 Inndeling i myrmassiv



Figur 10. Myrmassiv, grøfter og torvtak på Høstadmyra med LiDAR-kart som bakgrunn.

Høstadmyra er et myrkompleks som domineres av eksentrisk høgmyr, men det er vanskelig å avgjøre hvor mange myrmassiv den består av. Det er den sentrale og største delen av myra som er vanskeligst å klassifisere. Dette området avgrenses av lagg i sørøst, en skogsbilveg i sør, en voll mot fellesbeite i vest, et høgdedrag med fastmarkskolle i nordvest, og jorder i nord. Avgrensinga mot nordøst er usikker.

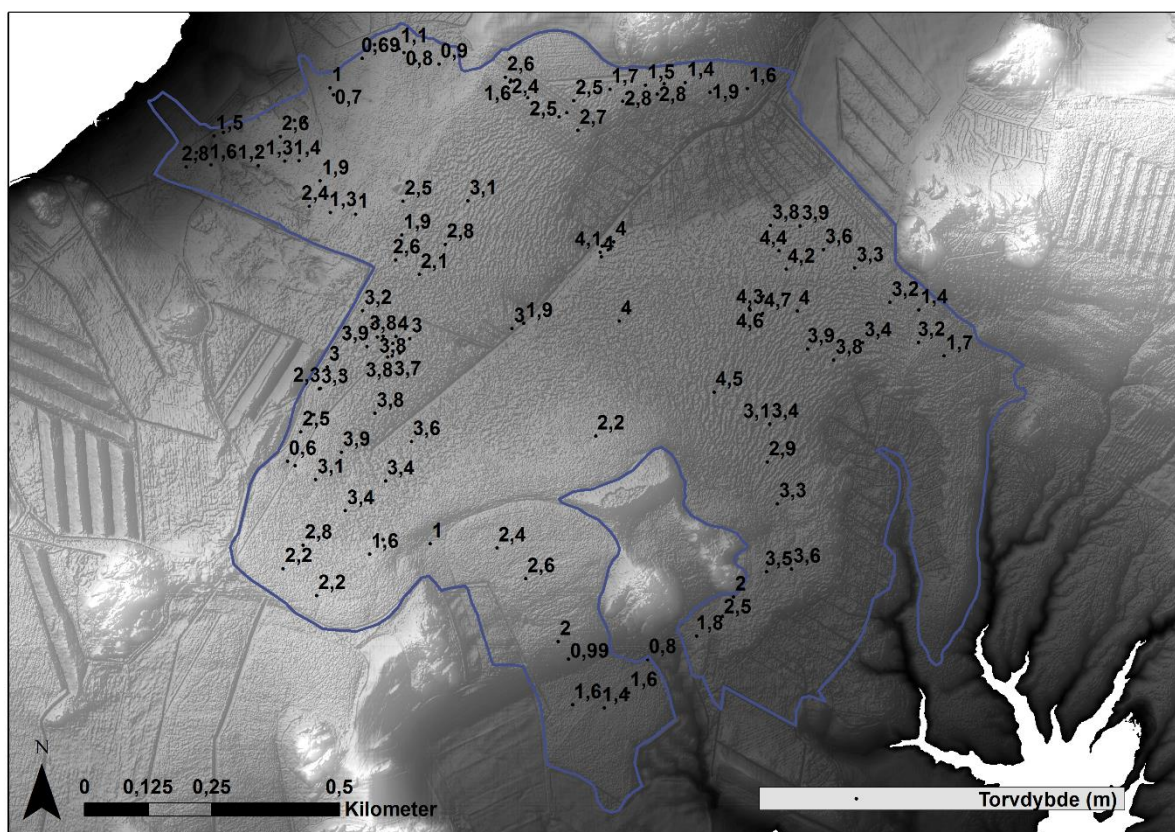
Det er svært vanskelig å avgjøre i dag om myra opprinnelig har hatt ett eller flere myrmassiv, det skyldes at torvtakene og den eldste grøfta har forårsaket omfattende synking der vi antar midten av torvkuppelen opprinnelig har vært. På eksentrisk høgmyr vil vi typisk finne halvbueforma (eksentriske) strukturer fra et toppunkt og nedover helningsretningen. På Høstadmyra kan vi derfor tolke det som at et toppunkt trolig har vært i sørenden av det nordlige torvtaket, mens det er mer usikkert om det også har vært et eget massiv til i øst med toppunkt i nordenden av det østlige torvtaket (se figur 10, hvor begge disse massivene er tegnet inn). En måte å løse dette på er å klassifisere hele den sentrale delen av myra som eksentrisk høgmyr med flere, ikke avgrensbare massiv.

I sørøst er det en brei og fin lagg mellom det store massivet med eksentrisk høgmyr og et massiv som vi under tvil har kategorisert til (svakt utvikla) platåhøgmyr. Myra er klart ombrotrof, men er svakt heva over laggen, og uten eller med svært lite strukturer. Dette massivet heller i sør bratt nedover til ett, muligens to, massiv med planmyr helt i sør. Disse kan alternativt kategoriseres som platåhøgmyr.

I nordvest ender høgmyr-massivet ved toppen av det som virker som en smal rygg som strekker seg i nord-sør-retning. På vestsiden av denne ryggen heller terrenget mer, og vi har klassifisert dette som planmyr. Det er imidlertid klar helning i dette området, og klassifiseringen må regnes som usikker. I sørkant av planmyrmassivet er det et mindre torvuttak (vestlige torvuttak i figur 10).

5.2 Torvdybde

Torvdybde ble målt over store deler av myra (figur 11, vedlegg 1), og et anslag på gjennomsnittlig torvdybde for det store høgmyrmassivet er 3,5 m. Ettersom vi har lite data for det midtre partiet, tror vi at dette er et noe lågt anslag. Gjennomsnittet for det andre (østre) høgmyrmassivet er på 3,3 m. Torvdybden er størst midt ute på det uberørte området i nordøst, med dybder opptil 4,7 m (figur 12). Dybden avtar sørover og vestover, med dybder på mellom 3 og 4 meter rundt den nyere grøfta og ned til litt over 2 m helt i sør mot skogsbilvegen. Torva blir også grunnere mot vest og er kun på 1 m på toppen av ryggen. Nedover bakken i vest er myra 1-2 m dyp, noe som er relativt dypt med tanke på helninga her. Vi har kun ett mål fra grøftene, og det er et mål midt på den eldre grøfta på 1,9 m, hvor vi i kanten av grøfta målte 3,0 m. Vi har ikke prioritert målinger inne i torvtakene i denne omgang, da dette vil kreve kraftigere utstyr enn det vi hadde til rådighet i dette forprosjektet.



Figur 11. Torvdybdemålinger på Høstadmyra. LiDAR-kart som bakgrunn. Se også vedlegg 1.



Figur 12. Måling av torvdybde på Høstadmyra, handtaket på torvboret markerer dybden. A. Lyngstad 14.2. 2017.

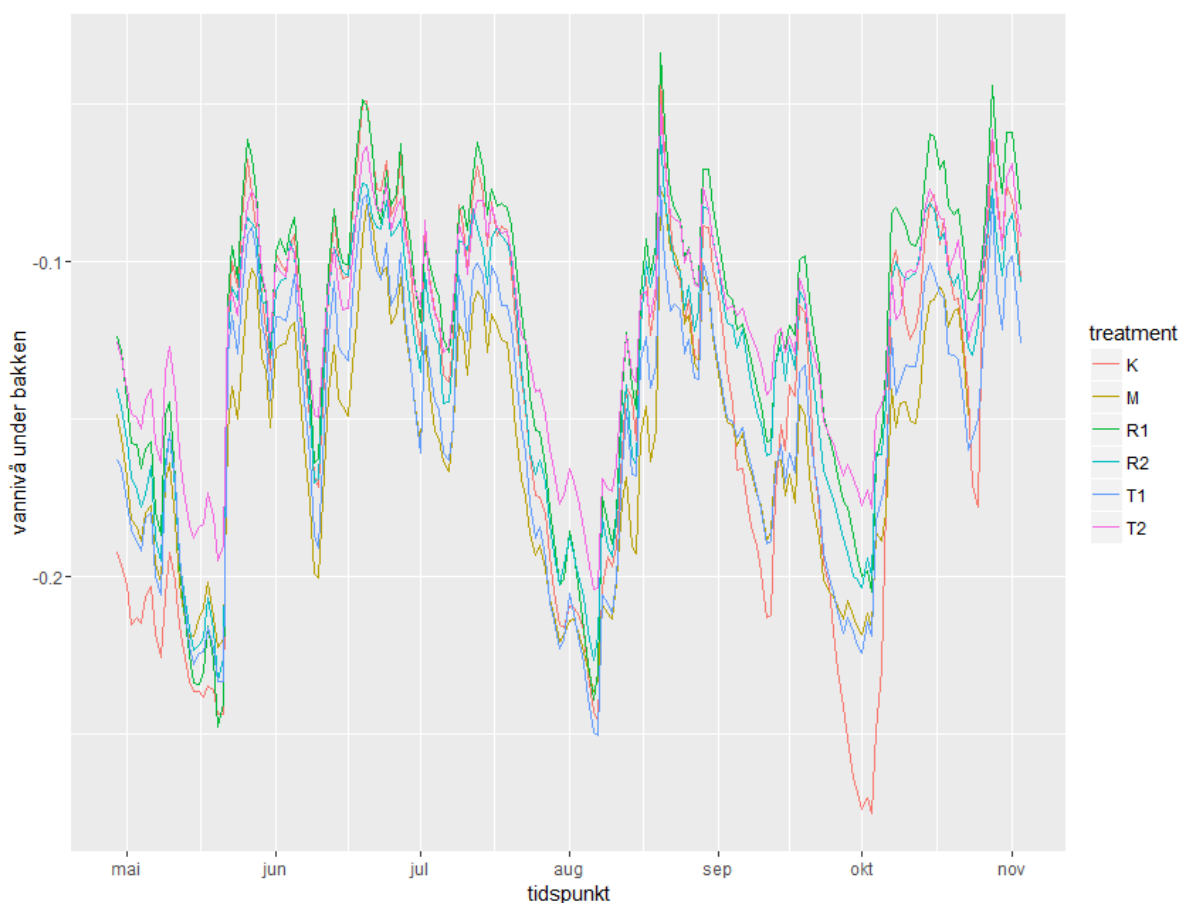
5.3 Vassnivå, helningsretning og drenering

5.3.1 Vassnivå

Resultatene fra grunnvassmålingene viser at vassnivået fluktuerer gjennom sesongen, men det er aldri lågere enn ca. 35 cm under overflata. Stort sett viser målingene et vassnivå på 5-20 cm under overflata. Det vil si at myra er jamnt over vassmetta, og at det er høgt nok vassnivå for torvmosevekst. Gorham & Rochefort (2003) anser 40 cm under overflata som en terskel i så måte. Det er relativt små forskjeller i vassnivå målt ulike steder på myra (figur 13-16), men med antydning til tørrere eller mer varierende forhold nær kanten ut mot fellesbeitet og torvtaket (figur 15 ,16).

Vassnivået ser ut til å svinge i takt med nedbørsmengdene gjennom sesongen (figur 17), men dette har vi ikke gått nærmere inn på. Det vil være naturlig å se på faktorer som påvirker vassnivå når vi har data fra flere år.

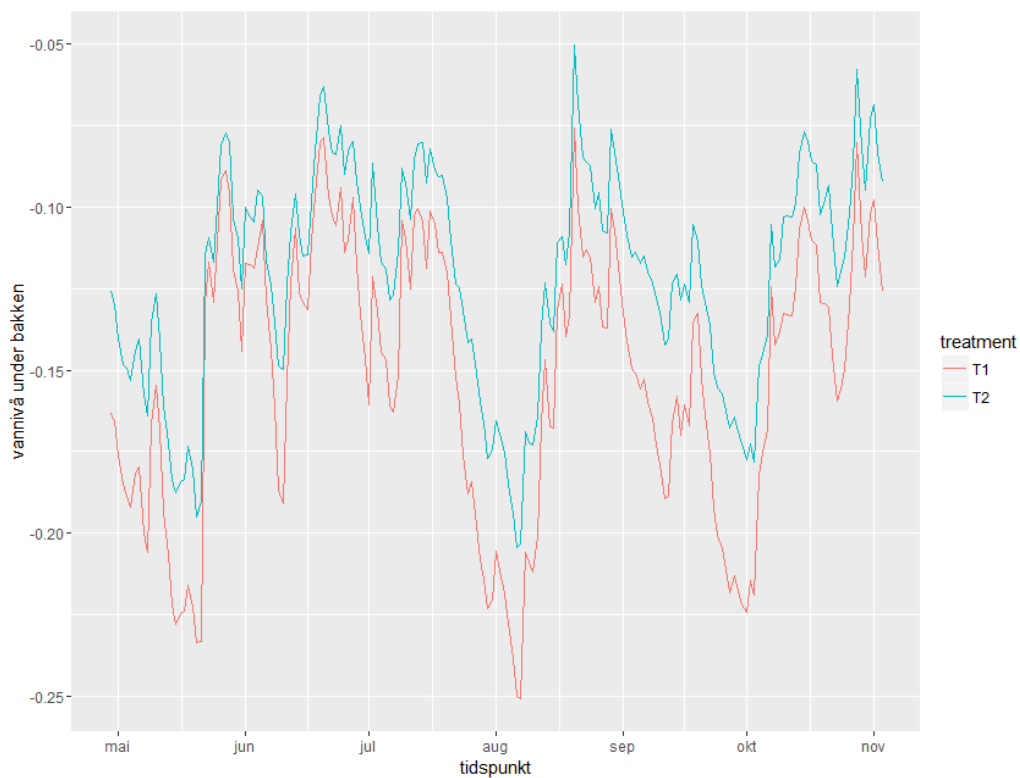
Metallstengene satt ut for måling av heving og senking av myroverflata ble avlest tre ganger i løpet av sesongen. Det var ingen påfallende forskjeller i høgde, og det underbygger at vassnivået virker relativt stabilt.



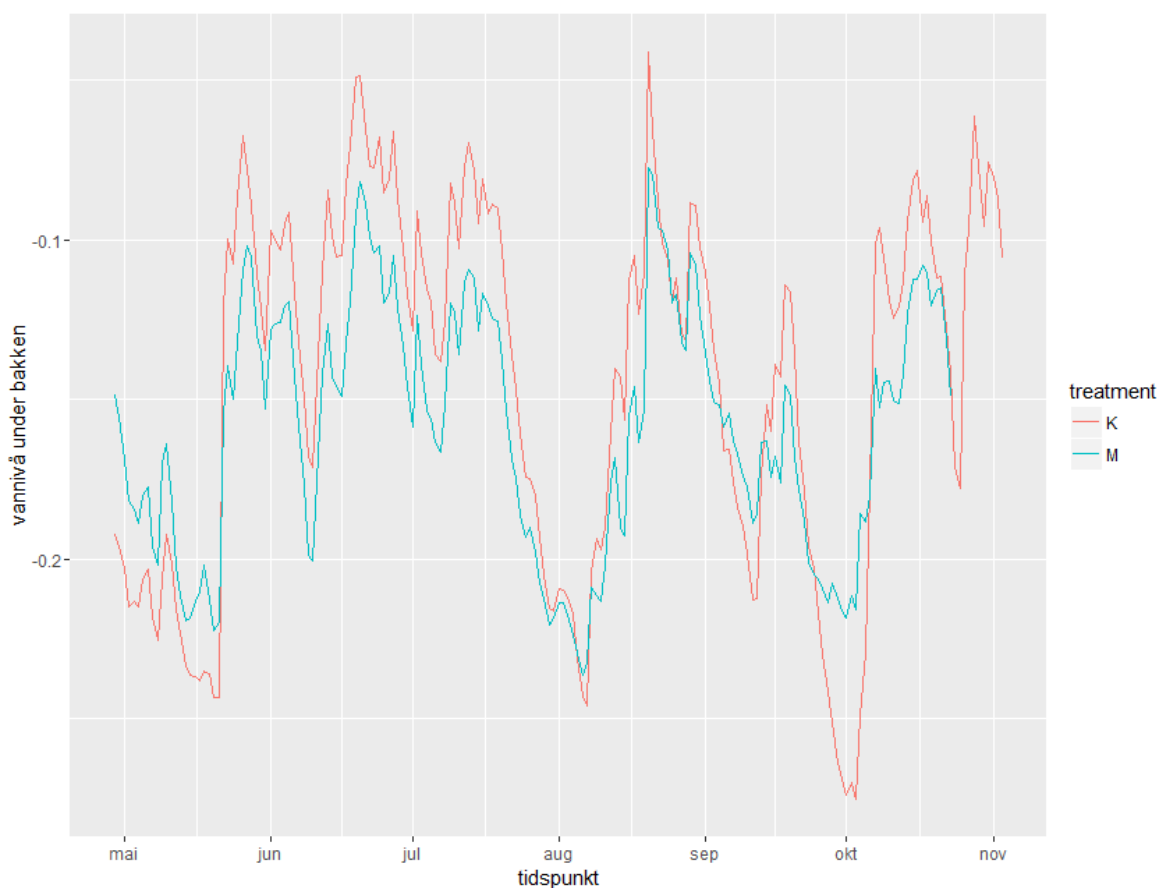
Figur 13. Vassnivå (m) under overflata for alle grupper av grunnvassbrønner. K=kant mot voll, M=midt på myra, R1=10 m fra nyere grøft, R2=20 m fra nyere grøft, T1= 10 m fra torvtak, T2= 20 m fra torvtak.



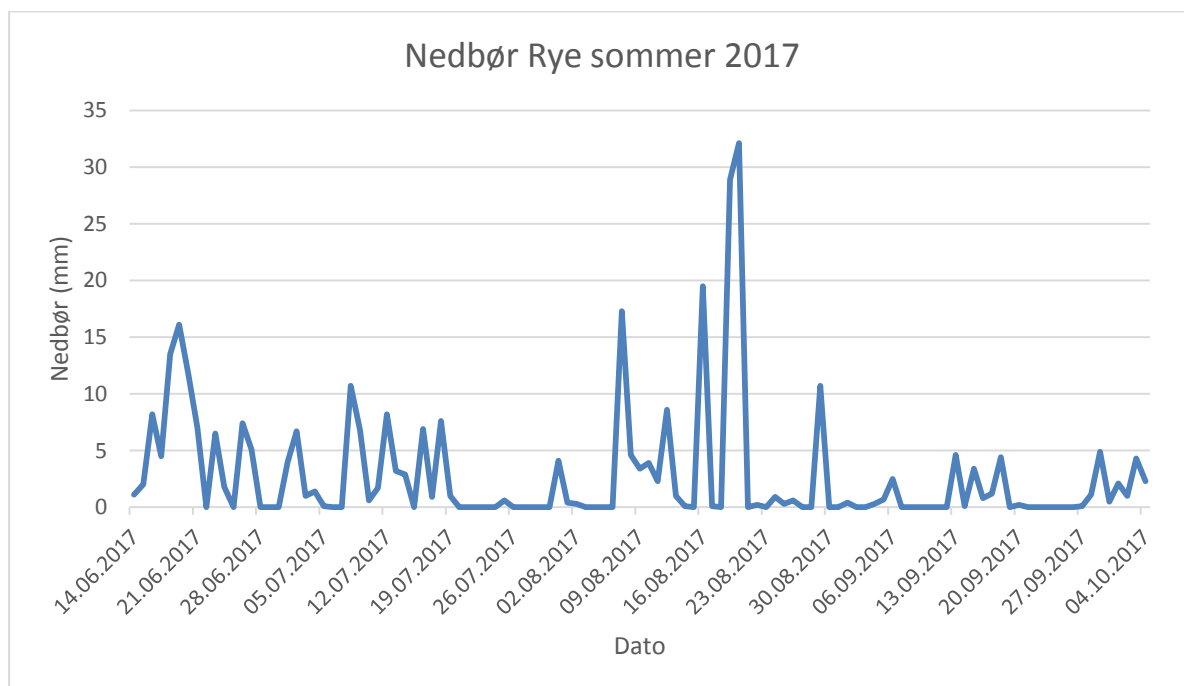
Figur 14. Vassnivå under overflata for grupper av grunnvassbrønner nær nyere grøft. R1=10 m fra grøft, R2=20 m fra grøft.



Figur 15. Vassnivå under overflata for grupper av grunnvassbrønner nær torvtak. T1= 10 m fra torvtak, T2= 20 m fra torvtak.



Figur 16. Vassnivå under overflata for grupper av grunnvassbrønner nær kanten (K) og nær midten av myra (M).

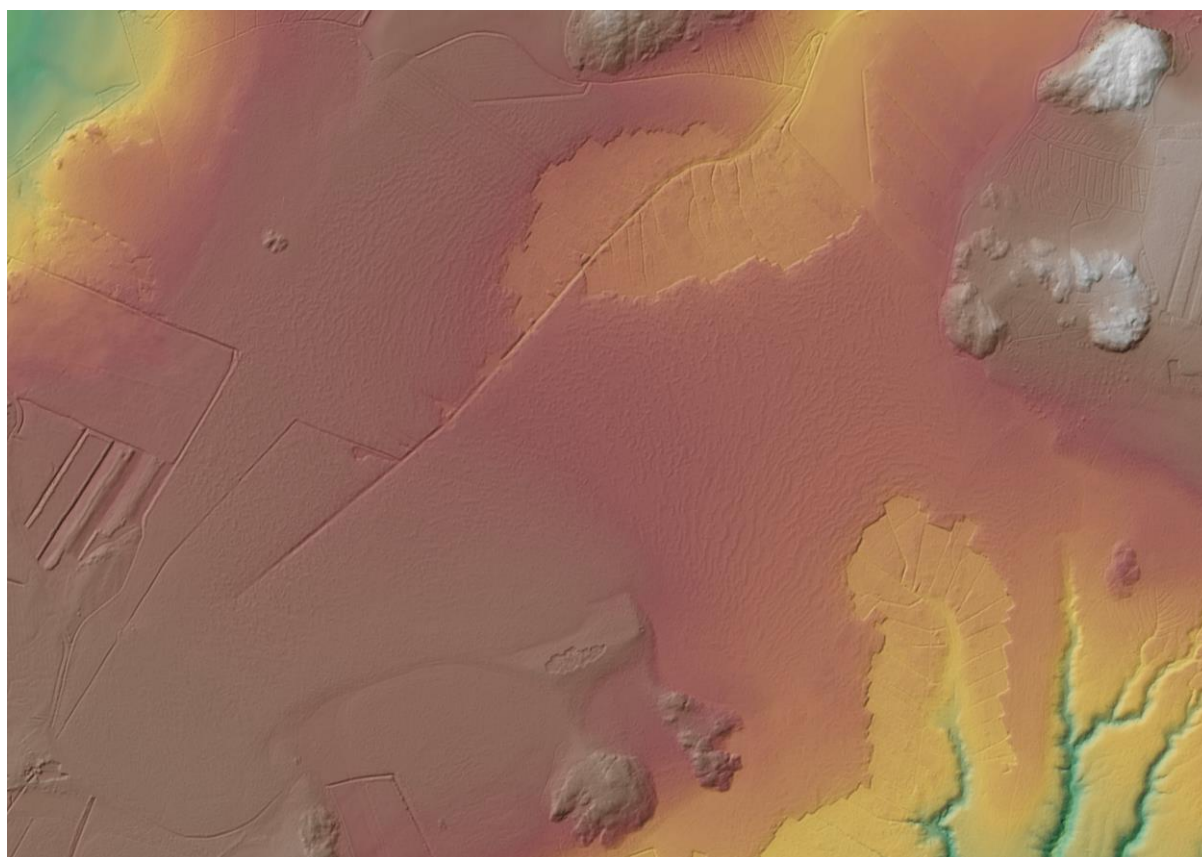


Figur 17. Nedbørmålinger sommer 2017 fra Rye, 2,5 km nordøst for Høstadmyra.

5.3.2 Helningsretning

Det høyeste området på myra er i sørvest, og det er også en forhøyning langs en rygg midt på i nordvest. Det er hele 10 m i høgdeforskjell mellom kanten av myra i sørvest og kanten av torvtaket i nord, altså over en avstand på like over 1 km. Myra heller så østover, og med det lågeste punktet nederst i sørøst, der det er ytterligere 10 m lågere (figur 18). Det kan virke som det er underliggende terreng som forårsaker forhøyningen i sør og i vest, men vi tror også at torvtakene og den eldre grøfta har forårsaket en markert synking av myra rundt disse. Vi regner med at myroverflata i disse områdene opprinnelig lå flere meter høyere. Avstanden mellom vestkanten av det nordlige torvtaket og opp til hvor myra flater ut i høgde med ryggen i vest er 220 m, og høgdeforskjellen er 3 m.

I områdene utenfor høgmyrmassivene er det til dels stor helning i det som tydelig er nedbørmyr. I nordvest faller myra 3-4 % (maksimum 7 %) over en avstand på 200-300 m. I det sørlige massivet med platåhøgmyr heller myra enda mer; i gjennomsnitt 4 % over 210 m, og 8 % over 50 m på det bratteste.

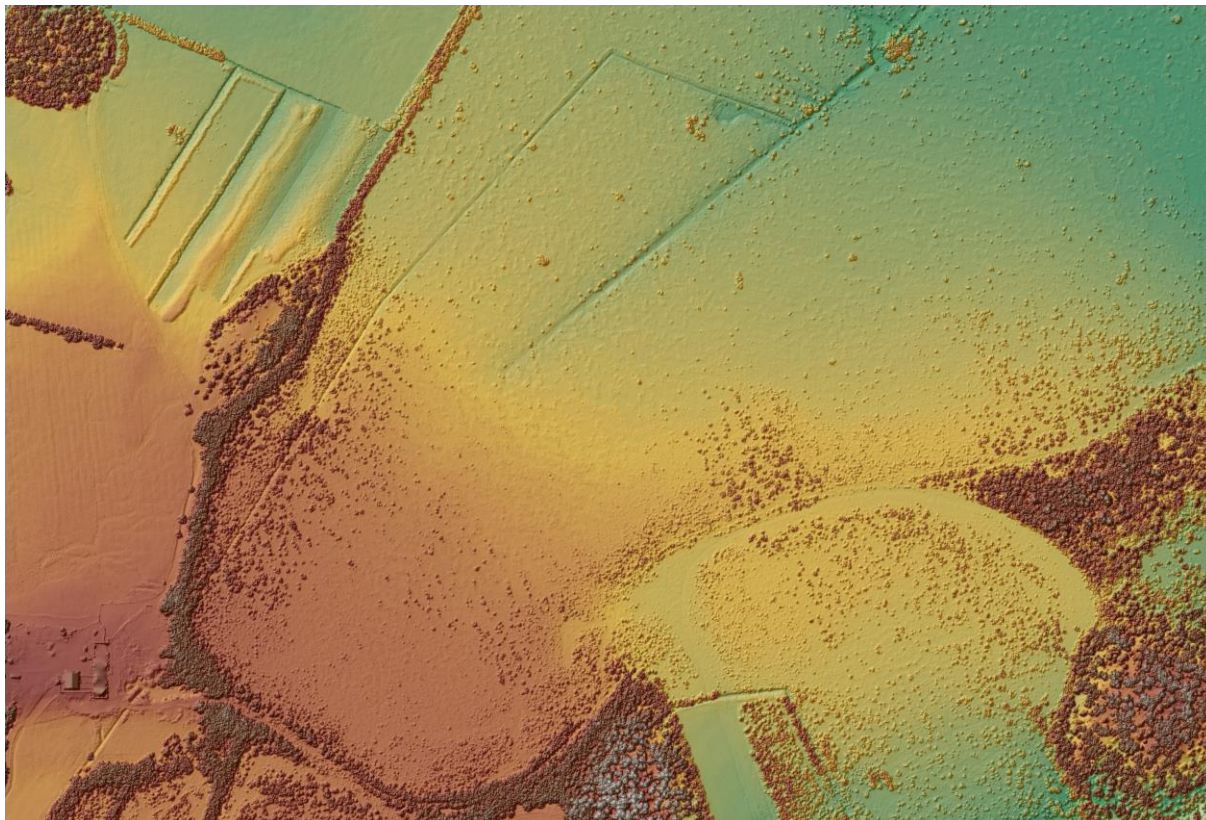


Figur 18. LiDAR-figur (DTM) over Høstadmyra. Fargeskala fra høgt til lågt: Grå – brun – rosa – oransje – gul – grønn. Hentet fra hoydedata.no.

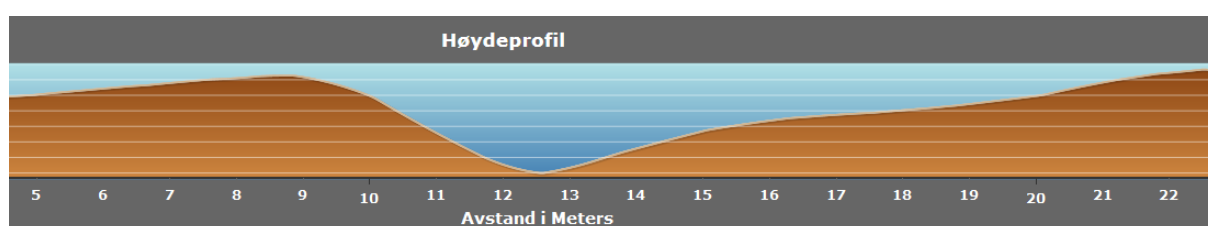
5.3.3 Drenering

Den nyere grøfta starter i sør og går ca. 600 m nordøstover, før den så går 160 m øst-sørøst, og inn i den eldre grøfta (figur 19). Grøfta har kanskje vært rundt 2 m brei i utgangspunktet, men på grunn av synking er bredden i dag 4-8 m. Dybden er stort sett ca. 60 cm; den er grunnere i sørenden enn i nordenden. Synking av torva rundt strekker seg på østsida/sørsida rundt 5 meter ut målt fra grøftas midtpunkt. Oppgravd torv fra grøfta er lagt på vestsida og nordsida av grøfta, og denne sida har i områder ikke hatt tilsvarende tydelig synking (figur 20). Den har ujamn helning; fallet er bare

50 cm over de første 150 m, deretter 3,6 m over de neste 160 m, og nye 2,2 m over de siste 280 m før svingen. Videre er fallet 2,0 m fram til den eldre grøfta 160 m lengre øst-sørøst (figur 21). Vatnet i grøfta har noe hastighet der hvor fallet er størst, ellers er det så lite strøm at noe torvmoser og torvull har klart å etablere seg.



Figur 19. LiDAR-figur (DOM) over grøftene foreslått restaurert i første omgang. Fargeskala fra høgt til lågt: Brun – rosa – oransje – gul – grønn. Trær og busker vises som mørk brun/grå farge. Hentet fra hoydedata.no.



Figur 20. Høgdeprofil for et tilfeldig utvalgt transekt tvers over den nyere grøfta for å illustrere synking på den østre sida (høyre). Høgdelinjer tilsvarer 10 cm. Hentet fra hoydedata.no.

Den eldre grøfta starter i sør og går nordøstover i ca. 600 m inn i det nordlige torvtaket, og derfra fortsetter den gjennom torvtaket og videre ut helt i nord. Grøfta faller med hele 7,2 m, og med jamnt fall. Grøfta har over tid gitt erosjon i kantene og synking i torva rundt, og den fremstår i dag som svært brei (figur 22-24). Den er i dag gjennomsnittlig 8-13 m brei og 1 m dyp. Det er enkelte steder vanskelig å avgjøre hva som er kantene på grøfta, da sidene med tida har blitt slake og avrunda (figur 25). I tillegg er det tydelig synking av myra (med ca. 1 m) i en avstand på om lag 40 m fra grøfta og ut på begge sider. Høgdeforskjellen fra bunnen av grøfta og opp til der myra flater ut blir da til sammen 2 m. Effekten ut til sidene øker jo nærmere man kommer torvtaket, hvor også

bredden på grøfta øker. I grøfta er det stedvis etablert en del torvmoser, starr og torvull, men det renner en bekk med god vassføring i bunnen. Det finnes også mange mindre eroderingsbekker som renner inn i grøfta fra kantene.



Figur 21. Den nyere grøfta, sett mot vest fra nær der den går inn i den eldre grøfta. M. Fandrem 3.11.2017.



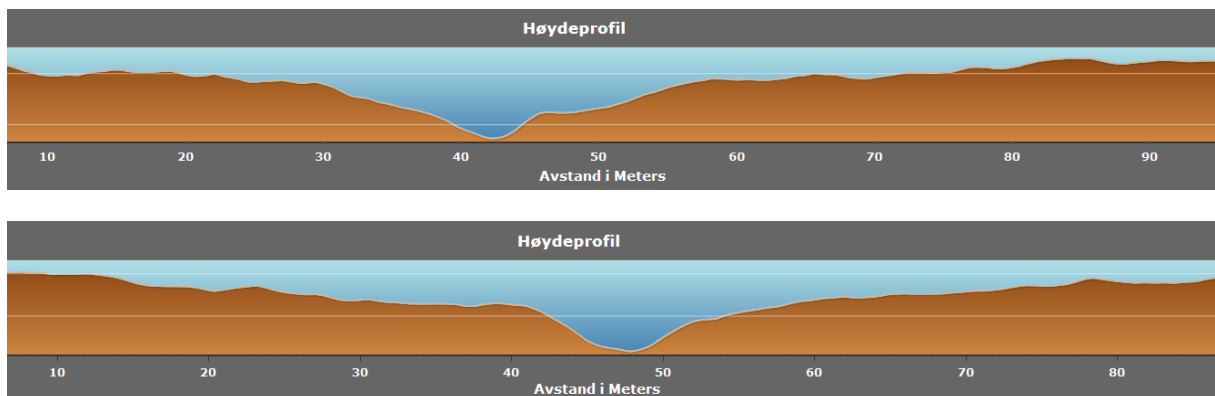
Figur 22. Den eldre grøfta sett fra sør og i retning nord. M. Fandrem 13.6. 2017.



Figur 23. Den nordlige delen av den eldre grøfta sett mot sør. M. Fandrem 3.11. 2017.



Figur 24. Eroderende bekk/sig i kanten av den eldre grøfta. M. Fandrem 13.6. 2017.



Figur 25. Høydeprofil fra to tilfeldig utvalgte transekter over den eldre grøfta. Den øverste er fra den sørlige delen av grøfta, den nederste fra den nordlige delen. Høgdelinjer tilsvarer 1 m. Hentet fra hoydedata.no.

Grøfta som ligger i laggen i sørvest virker som den er lagt i et gammelt bekkeleie, og har oppgravd torv på begge sider. Den har god vassføring, men har antakelig ikke stor drenerende effekt på myra på grunn av plasseringen samt pakking av torv i kantene. Vi er ganske sikre på hovedårsaken til det høye vassnivået i grøfta mellom vollen og fellesbeitet er denne bekken/grøfta samt dreneringa ut av profileringa på fellesbeitet (figur 27).

Vi er blitt fortalt at det ble tatt ut sju torvstikk i torvtakene, hvor hvert stikk var på 0,5 m. Det vil si at det er tatt ut om lag 3,5 m torv der hvor det er tatt mest, noe som antakelig vil si ned til mineraljorda eller til minerogen torv nederst i torvsøylen. Det er fortsatt en del torv i områdene nærmest kanten av torvtakene, og her er det også bløtt og antakelig stedvis noe tilvekst av torv i dag. Torvtakene er grøfta, med aktive grøfter som fører inn til midten av torvtakene. I det nordlige torvtaket ledes vatnet inn i den eldre grøfta, mens det i det østlige torvtaket ledes inn i en naturlig bekkeravine.

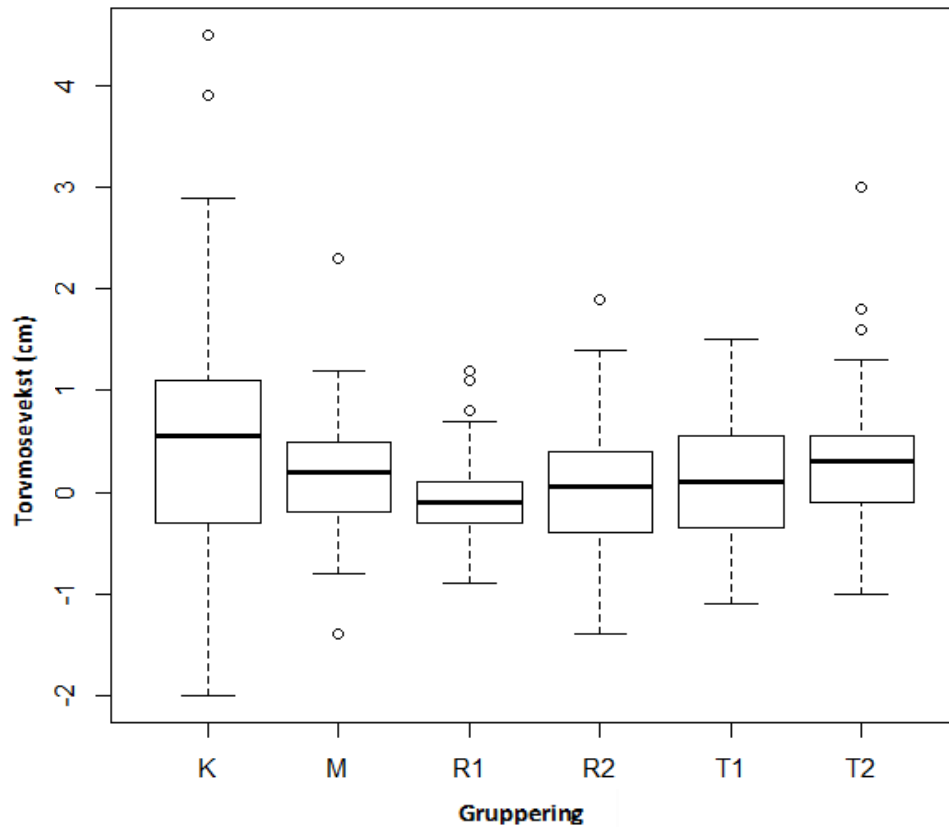
Torvuttakene ligger ca. 2 m lågere enn myra rundt. Antakelig har denne høgdeforskjellen vært større, men vi antar at myra i kantene mot torvtaket har erodert og sunket en del. Dreneringseffekten ser ut til å strekke seg opp mot 75 m ut fra torvuttakene, og vi kan måle et fall på 1,5 m fra kanten av torvuttaket og inn til der hvor myra flater ut.

5.4 Torvmosevekst

Den gjennomsnittlige torvmoseveksten gjennom vekstsesongen i 2017 var på 0,2 cm (figur 26), og dette er svært lite. Vekst av tormoser gjennom en vekstsesong ligger ofte på 1–5 cm per år (Rochefort et al. 1990, Gunnarsson & Rydin 2000), og de artene som dominerte i våre ruter (kjøtt-torvmose og vortetorvmose (*Sphagnum magellanicum*, *S. papillosum*)) ligger i det lågere sjiktet av dette (Bengtsson et al. 2016). Våre resultater er så langt bare basert på én vekstsesong, og årsakene til det låge tallet kan være flere. 1) Veksten kan variere mye fra år til år (Gunnarsson & Rydin 2000), og 2017 kan ha vært et dårlig år for torvmosevekst. 2) Målingene kan ha vært gjennomført litt for sent i sesongen (de siste målingene ble gjort i starten av november i stedet for starten av oktober). Vi har målinger fra tre ruter i begynnelsen av oktober, og disse ble analysert om igjen i november sammen med de øvrige rutene. Disse viste en tendens til lågere høgde på torvmosene en måned senere, og det kan hende skuddene synker sammen noe når det nærmer seg vinter. Hvis vi bruker resultatene fra oktober som en pekepinn på reelt gjennomsnitt, vil det gi et gjennomsnitt på 0,7 cm vekst, noe som fortsatt er svært lågt. 3) Torvmosene på Høstadmyra kan faktisk ha reelt dårlig tilvekst i dag på grunn av inngrep som fortsatt har en stor effekt på myras økologiske tilstand. Målemetoden har en viss usikkerhet, og spesielt ved lite vekst kan målefeil påvirke resultatet.

5.5 Vollen mot fellesbeitet

Et av formålene med forprosjektet har vært å finne ut om restaureringen med heving av vassnivået kan gi blautere forhold på dyrka mark rundt myra, og særlig på fellesbeitet. Vi har derfor målt vassnivå (figur 7, 16) og torvdybde (figur 11) helt inntil vollen ut mot fellesbeitet (figur 27). Vollen er svært kompakt, og vi klarte ikke å komme ned med torvboret for å ta torvprøver, så vi måtte grave oss inn for å prøve å finne ut hva vollen består av. Vi gravde hull innerst inn mot myra, og i ulike høgder nedover på yttersida av vollen. Konklusjonen er at torva her er sterkt omdanna og tettpakka. Mot myra er det noen steder et våtere og mykere torvlag, men på yttersida av vollen er torva relativt tørr og sterkt omdanna selv en armlengde inn i alle høgder. Vollen er tett trebevokst, og vi tror det bidrar til å gjøre den både tettere og mer stabil. Trærne tar dessuten opp mye vatn, og det bidrar til tørrere forhold. Vi tror det er viktig at skogen på vollen får stå om lag slik den er, men det er ikke noe problem å hogge enkelttrær og buskas som vokser seg så stort at det blir i vegen. Når vi ser dette i sammenheng med dyp torv (>3 m) og høgt vassnivå i grunnvassbrønnene nær vollen, konkluderer vi med at vollen som en barriere ut mot fellesbeitet ser ut til å fungere svært godt og at den holder vatnet inne på myra. På mange vis er det en slik type voll vi ville foreslått å anlegge hvis det hadde vært problemer med drenering av vatn ut fra myra.



Figur 26. Torvmosevekst ulike steder på Høstadmyra. Gruppevis fordelt: K=kant mot voll, M=midt på myra, R1=10 m fra nyere grøft, R2=20 m fra nyere grøft, T1= 10 m fra torvtak, T2= 20 m fra torvtak.



Figur 27. Tett voll tilvokst med trær ut mot fellesbeitet. Det er til tider stor vassføring i grøfta mellom vollen og fellesbeitet. M. Fandrem 13.6. 2017.

6 Generell beskrivelse av restaurering av myr

En mye brukt definisjon på økologisk restaurering er gitt av Society for Ecological Restoration (SER): «Ecological restoration is the process of assisting the recovery of an ecosystem that has been degraded, damaged, or destroyed» (SER 2004). Økologisk restaurering betyr altså å reparere skadet eller ødelagt natur slik at funksjonen gjenopprettes eller bedres. I forhold til myr vil det innebære at hydrologien gjenopprettes og at myrvegetasjonen reetableres med tilhørende torvakkumulering. Gjenoppbygging av hydrologi på myr blir oftest referert til som «rewetting». Rewetting («vassheving»; norsk begrep finnes ikke) går ut på å delvis eller fullstendig reversere tidligere drenering ved å heve vassnivået. Det viktigste målet er å oppnå permanent vassmetning i hele torvlaget ved å heve vassnivået nært opp til, eller over torvoverflata. Svingningene i vassnivået må være små. Gorham & Rochefort (2003) oppgir at den naturlige myrvegetasjonen vil tørke ut ved lågere vassnivå enn 40 cm under overflata. Heving av vassnivået oppnås ved å redusere tapet av vatn fra myra, ved å hindre avrenning fra overflata og andre deler av myra/torva, ved å redusere evapotranspirasjonen og ved å tilføre vatn utenfra. Plugging eller blokkering av grøfter er kanskje det viktigste tiltaket for å holde tilbake overflatevatn og redusere avrenninga. Etablering av forsinkinger på overflata eller grunne oppsamlingsbasseng er også brukt for å gi økt fuktighet og vassnivå og øke etablering og vekst av torvmoser. Bygging av voller eller terrasser er benyttet ved restaurering av torvuttak med ujevn topografi for å holde tilbake overflatevatn og smeltevatn om våren.

For å gjenskape det hydrologiske regimet og ei funksjonell myr fra ei drenert og degradert myr, må det i tillegg til rewetting reetableres et vegetasjonsdekke som gir ny torvvekst. Det er så vidt vi vet ikke gjort forsøk med dette i Norge. Internasjonalt finnes det en stor mengde litteratur med erfaringer fra restaurering av degraderte myrer.

Mulighetene for restaurering varierer fra myr til myr på grunn av lokal variasjon i topografi, hydrologi, geologi, omfang av inngrep, og forhold ved torva på overflata. For eksempel kan den aktuelle torvoverflata ha ombrogen eller minerogen torv, og mineraljord kan forekomme i hele eller deler av overflata. I tillegg til den lokale variasjonen kommer regional variasjon som henger sammen med variasjon i klimaet. Under følger en beskrivelse og gjennomgang av viktige tiltak ved restaurering av myr. Fokuset er på regenerering av nedbørmyr med hovedvekt på høgmyr. Beskrivelsene er breie og generelle, og skiller ikke mellom ulike høgmyrtyper, ulike lokale miljøforhold eller regionale forskjeller. Beskrivelsene er i stor grad basert på internasjonale studier og erfaringer (Abel et al. 2011, Graf et al. 2012, Wichtmann et al. 2016, Joosten et al. 2017). Se også Joosten et al. (2015) som oppsummerer metoder for restaurering av drenert myr relatert til klimagassutslipp.

Grøfter kan tettes helt eller delvis igjen. Ved delvis tetting anlegges plugg (demninger) med passende mellomrom, avhengig av dybde og bredde på grøfta og helningen på myra. En maksimum-avstand på 12 m er anbefalt (Armstrong et al. 2009), men ved smalere grøfter i flatt terreng kan det fungere med avstander på 20-50 m mellom pluggene (Similä et al. 2014). Farten på vatnet øker med økende helning, og pluggene bør anlegges tettere jo mer myra heller, slik at forskjellen i vassnivå ovenfor og nedenfor en plugg ikke er mer enn 40 cm. 20 cm anbefales imidlertid som et trygge mål. Den vanligste typen plugg er en torvplugg eller torvdemning. Godt omdanna torv (svart torv) hentet fra nede i grøfta ovenom pluggen eller et tilgrensende område pakkes tett på tvers av grøfta. Topplaget med vegetasjon legges til side der hvor torva hentes ut, og legges tilbake ved fullført arbeid (se beskrivelse i Stenild et al. (2012)). Torvpluggen bør være 1-2 m lang (tjukk) i grøftas retning, 30-50 cm høyere enn overflata rundt, og strekke seg et godt stykke inn på myra på begge sider av grøfta avhengig av grad av synking rundt grøfta. Dette gjøres for å forhindre erosjon rundt pluggen. For grøfter breiere enn 2 m og med $>3^\circ$ helning på myra er ikke torvplugg anbefalt, men heller demninger i plast eller tre (Armstrong et al. 2009). Det er også viktig å planlegge for at vatnet skal kunne renne over pluggen og videre ned til neste plugg (se Landry & Rochefort 2012). Alternative demninger av plast eller tre kan også være aktuelle på flatere myrer med våte partier, der det er vanskelig å komme til med maskiner.

Å fylle grøftene helt er en teknikk som ikke er så mye benyttet, men er vanlig i finske restaureringsprosjekter (Similä et al. 2014). Passende fyllmasse må da være tilgjengelig. Den gamle torva fra

grøftinga som har blitt liggende rett ved siden av grøfta, er gunstig å bruke fordi den vil være svært omdannet/nedbrutt og dermed kompakt. Eventuelt kan det suppleres med torv fra nærliggende områder. Dette kan også kombineres med hogstavfall hvis det er tilgjengelig.

All tetting og igjenfylling av grøfter må gjennomføres fra øverst til nederst på ei myr/grøft, for at ikke grøftene i området som skal restaureres fylles med vatn før jobben er gjort. For å forhindre skade på myroverflata bør alle tiltak gjennomføres på et tidspunkt hvor myra er tørr, og det mest gunstige vil være å gjennomføre tiltakene på vinteren med tele i bakken. Det bør være bart for at det skal være mulig å orientere seg skikkelig. Om nødvendig kan det benyttes mobile underlag for forflytning av tyngre maskiner. Maskinene som benyttes bør være så lette og ha så lågt marktrykk som mulig, og de må være utstyrt med belter eller puter.

Små trær og busker som har kommet opp naturlig på grunn av det låge vassnivået forårsaket av grøftingen, kan som oftest bare bli stående så lenge de ikke er til hinder for arbeidet med plugging av grøftene. De vil dø av seg selv over tid ved heving av vassnivået. Alternativt kan trær og busker nærmest grøfta hogges eller ringbarkes. Den synlige effekten av heva vassnivå på stående trær kommer gjerne etter 3-10 år (Kozulin et al. 2010).

Større trær og tett planta skog bør hogges og fjernes fra området, spesielt gjelder dette for treslag som ikke hører naturlig hjemme på myra. Gamle trær som har stått på myra siden før grøftinga bør settes igjen. Det bør ikke ligge igjen mye hogstavfall på myroverflata, da det vil være til hinder for arbeidet med plugging av grøftene, og kan hindre vekst av vegetasjonen på myra. Dersom grøftene kun plugges igjen ved bruk av demninger, kan hogstavfall legges i grøftene for å bremse vassstrømmen, og det vil kunne fremme etablering av torvmoser.

7 Forslag til restaurering

Ved effektiv drenering (eks. grøfting og torvtekt) slutter myra å fungere som myr, tilveksten av torv stopper, og nedbryting tar til. Ved oppdyrking og nedbygging fjernes naturtypen i sin helhet. Hydrologien på grøfta myrer og i torvtak kan ofte restaureres slik at de igjen blir funksjonelle myrer, det vil si at torvmoser og andre myrplanter igjen kan vokse, og at torv igjen akkumuleres. En vellykket restaurering vil føre til en reduksjon i utslippet av klimagasser, mens det er mer usikkert om det vil ha noen effekt på flomdemping. Oppdyrka myr kan i teorien restaureres, men det er vanskeligere enn for grøfta myr. Nedbygde eller omgravde myrer er i praksis tapt.

7.1 Mål med restaureringa

Målet med restaurering av Høstadmyra er å redusere klimagassutslipp, forbedre økologisk tilstand og gi bedre flomdemping. Klimaregulering og flomdemping er eksempler på viktige økosystemtjenester fra myr. Lyngstad et al. (2017c) definerer god økologisk tilstand på myr slik: «God økologisk tilstand på myr er betinget av intakt hydrologi, og dette måles på myrmassivnivå. Ved god økologisk tilstand er det ingen avvik fra helt upåvirket hydrologi». Å forbedre den økologiske tilstanden på Høstadmyra betyr derfor å sette inn tiltak som gjenskaper eller forbedrer hydrologien på deler av myra der det er inngrep. I dette forprosjektet er det restaurering gjennom plugging av grøftene sentralt over myra samt ytterligere et par grøfter i vest som er vurdert.

Myrmasiv er hydromorfologiske enheter, det vil si at inngrep som drenerer et myrmasiv potensielt vil påvirke hele massivet. Ved restaurering bør vi derfor ta sikte på å restaurere hele myrmasiv. Dette vil være vanskelig på Høstadmyra siden deler av det store, sentrale myrmasivet er dyrka opp eller tatt i torvtekt. Fordi dette myrmasivet er så stort, er det imidlertid trolig at det ikke vil brytes helt ned selv med dagens inngrep. Dette betyr at det også vil ha en klart positiv effekt å gjennomføre tiltak knytta til de aktuelle grøftene, selv om myra fortsatt vil måtte anses som påvirket av inngrep også etter slik restaurering.

7.2 Restaureringstiltak

Vi foreslår i denne omgang å konsentrere oss om plugging av to grøfter sørvest på myra. I prioritert rekkefølge er dette:

- Den nyere grøfta i vinkel ut fra den gamle grøfta
- Den gamle grøfta ned til grøftemøtet med den nyere grøfta

Årsaken til at vi har valgt disse er at:

- Restaurering vil ha god effekt på den økologiske tilstanden til myra
- Dette er i et område av myra der oppslag av trær viser at hydrologien er påvirket
- Det er praktisk gjennomførbart
- Tiltakene vil ha liten eller ingen effekt på dyrka mark rundt myra

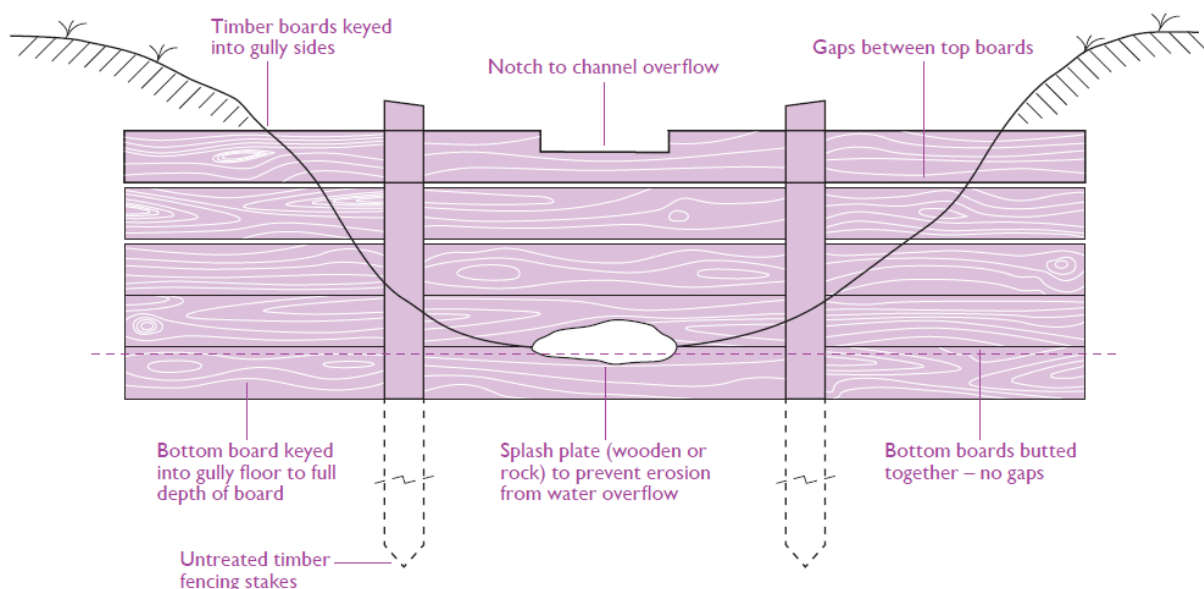
Vi foreslår å etablere torvplugger forsterket med tredemninger (se metodebeskrivelse i Similä et al. 2014). Torvpluggen alene vil antakelig ikke være særlig egnet, fordi bredden på grøftene er større enn det som anbefales for denne metoden. Årsaken til at vi foreslår en kombinasjon av tredemninger og torvpluggen er at torvpluggen i utgangspunktet er den beste metoden for plugging av grøfter. Det brukes da stedegeant, naturlig materiale, og etterlater relativt lite spor, og torvpluggene er mulige å forsere for dyr og mennesker til fots. Tredemninger i bakkant eller midt i torvpluggene (se eksempel på bruk av tredemninger i figur 28 og 29) vil videre sikre at disse ikke brister eller eroderer bort. I breie grøfter graver vatnet sannsynligvis kraftigere, og vi ser at det flere steder foreslås å bruke plast-demninger (som er sterkere) i slike tilfeller. Vi mener imidlertid at man bør

unngå bruk av materialer som ikke er nedbrytbare. Ved bruk av tre og torv vil dette kunne etterlates på myra. For å forhindre erosjon i grøftesidene må plugg og demninger være breiere enn grøfta; minst 30 cm inn på hver side, og helst noe over dette.

Torva som brukes i en plugg må være fersk, og det krever noe graving på stedet. Nedbrutt torv har andre egenskaper med tanke på evne til å ta opp og holde på vatn og er uegnet til bruk i slike plugg. Dette gjelder f.eks. torva som noen steder ligger igjen på kantene av grøftene, men denne massen kan brukes til å fylle inn åpne vass-speil mellom pluggene i grøftene.

Demningene foreslår vi å plassere slik at det ikke er mer enn 20 cm høgdeforskjell på vassnivået på hver side av en plugg. Dette har blitt standard praksis ved tilsvarende restaureringsprosjekter i Norge. For den nyere grøfta vil dette tilsi 2-3 plugg for de første 150 m (ca. 60-80 m avstand mellom pluggene), deretter 18 plugg for de neste 160 m (ca. 9 m avstand mellom pluggene), og ytterligere 11 til over de neste 280 m før svingen (ca. 25 m avstand mellom pluggene). Fra svingen og ned til grøftemøtet kreves det 10 plugg over en distanse på 160 m (ca. 16 m avstand mellom pluggene). For den eldre grøfta vil det kreves 21 plugg med en avstand på ca. 15 m over en distanse på 320 m.

Ettersom den gamle grøfta er svært brei og erodert, vil det kanskje heller lønne seg å bruke samme teknikker som i England er brukt for «gullies» (kan oversettes til små raviner eller kløfter). Da anbefales det å ikke ha større avstand mellom demningene enn 4 m. Det vil her si hele 80 demninger ned til grøftemøtet, men dette kan nok justeres ned noe, da grøfta ikke er like dyp som de fleste «gullies». Ved «gully»-restaurering tar man heller ikke sikte på å heve vassnivået helt opp til myrflata, men det opereres med en tommelfingerregel på ca. 45 cm ned til grunnvatnet (Evans et al. 2005), det vil si at demningene ikke er høyere enn dette. Dette er for å forhindre at det bygges opp vassansamlinger som er så dype at torvmoser og andre myrarter vil ha vanskeligheter med å etablere seg. I tillegg bør det vurderes om partier av sidene til den gamle grøfta bør reprofileres, eller tildekkes med geo-tekstil e.l. (nedbrytbare tekstiler, f.eks. jutestoff, se <http://www.moorsforthefuture.org.uk/sites/default/files/Geo-jute.pdf> for et eksempel) for å forhindre videre erosjon i etablerte erosjonsbekker.



Figur 28. En illustrasjon av tredemning-konstruksjon. Hentet fra Moors for the Future, Factsheet: Timber Dams (<http://www.moorsforthefuture.org.uk/phase-6-gully-blocking>)



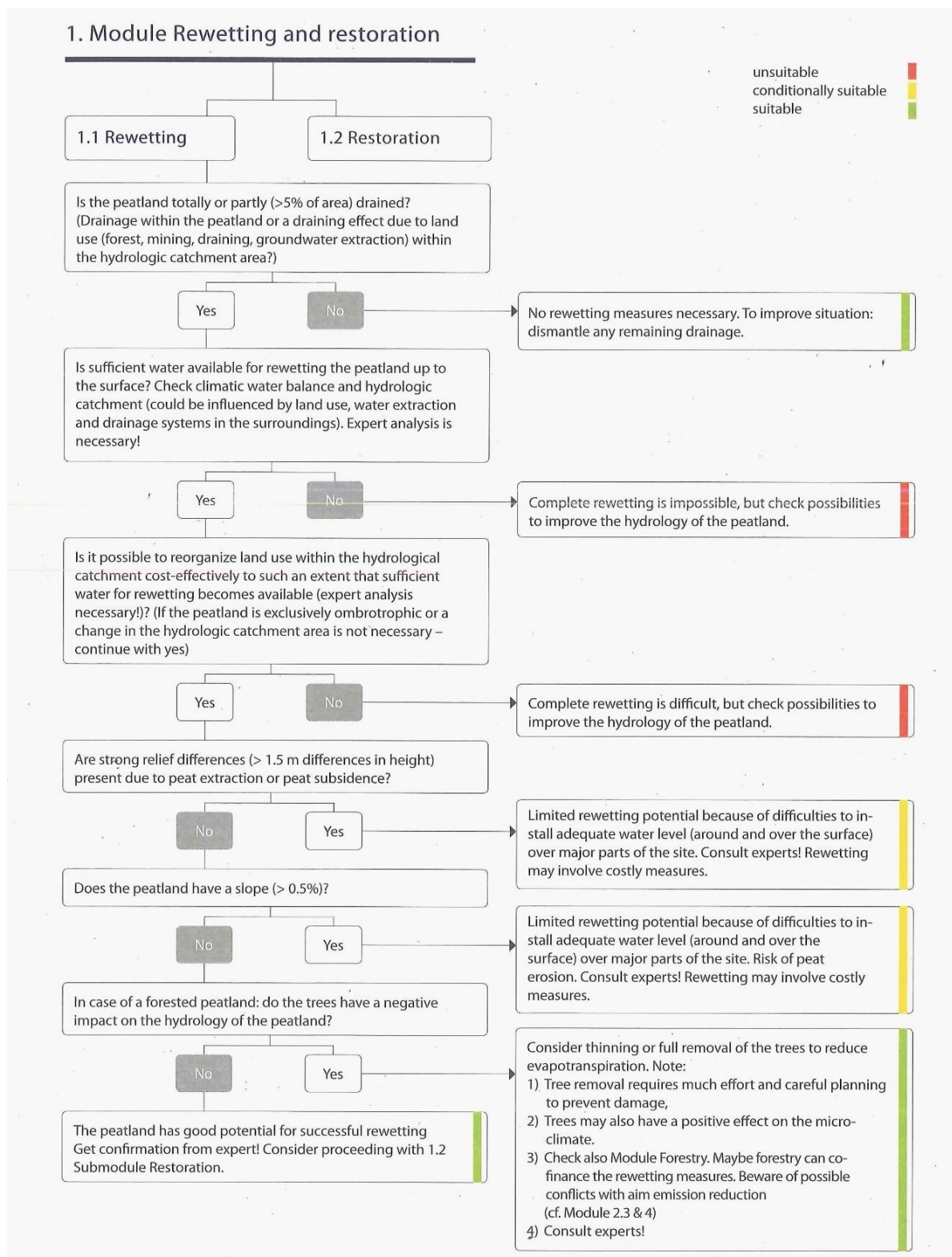
Figur 29. Eksempler på tredemninger. Foto: DTMS Group for Moors for the Future (<http://www.dtmsgroup.co.uk/moors-for-the-future>).

Vi vil også foreslå å hogge trær som er etablert tett inn på den yngre grøfta, samt trær som vil være i veien for gravearbeidet. De fleste trærne i sørvest bør imidlertid få stå fordi de er en del av den naturlige skogen på myra. Derimot vil vi foreslå å hogge de aller fleste trærne nær den seksjonen av den eldre grøfta som skal restaureres. Disse har i stor grad kommet til som et resultat av drenering, og bidrar dessuten til uttørking og endring av substratet. Hogstmateriale kan med fordel legges inn i grøfta mellom pluggene, for å bidra til å fylle inn. Om virket er av passende dimensjoner kan dette også brukes til å konstruere tredemningene. Det vil antakelig ikke være nødvendig med tiltak for reetablering av vegetasjon siden dette ikke er ei myr som mangler stedegen vegetasjon. Ved bruk av maskinelt utstyr er det viktig å unngå kjøreskader, og kjøring på frossen mark er en måte å begrense skader på. Restaurering av myr bør derfor gjøres når det er gunstige vær- og føreforhold på vinteren.

Hovedmålet med disse restaureringstiltakene vil være å heve vassnivået i og nær grøftene, og å holde mer av vatnet på myra. Målet vil ikke være å få vassnivået helt opp til myroverflata overalt, fordi synkinga som har skjedd gjør dette vanskelig.

Årsaken til at vi i denne omgang ikke foreslår restaureringstiltak for hele den gamle grøfta er at det har vært særlig mye synking i nord, og det vil være vanskelig å få heva vassnivået nok uten at det dannes store dammer. En mulighet er å etablere relativt låge tredemninger (se beskrivelse for «gully»-restaurering over), og gradvis øke høgda på disse når torvveksten er i gang. Dette vil ta lang tid. En annen mulighet kan være å reprofilere sidene og bunnen av grøfta for å skape en slakere helning og grunnere grøft. Det vil være komplisert å få til god restaurering her, og vi foreslår derfor å vente med dette til vi får erfaring med restaurering lenger sør på myra.

Vi foreslår heller ikke å begynne med restaurering av torvtakene i denne omgang, selv om dette er inngrep som fortsatt har stor påvirkning på myra. Dette kan eventuelt gjøres senere. En fornuftig restaurering av torvtakene vil kunne være hogging av trær nede i torvtaket, i alle fall nær myrkanten, plugging av grøfter nede i torvtaket, samt reprofilering av myrkanten ned mot torvtaket.



Figur 30. Eksempel på beslutningssystem for restaurering av myr (fra Abel et al. 2011).

7.3 Virkning på økologisk tilstand

For å anskueliggjøre hvordan restaurering av Høstadmyra sannsynligvis vil virke inn på økologisk tilstand har vi tatt utgangspunkt i et dikotomt (ja/nei) beslutningssystem (figur 30) utviklet av Abel et al. (2011). Dette systemet viser hvordan man kan avgjøre hvilken behandling en påvirka myrlokalitet bør få ut fra bestemte kriterier. Hvis vi følger denne prosedyren for Høstadmyra finner vi at vi kan svare ja på de tre første spørsmåla: Den er 1) delvis drenert, 2) har nok vatn, og 3) er ei ombrotrof myr. På det fjerde spørsmålet må vi også svare ja; det er mer enn 1,5 m høgdeforskjell i det området vi vil restaurere. Dette betyr at det er utfordringer ved en restaurering, og det Abel et al. (2011) kaller begrenset potensiale for rewetting.

Vi må godta at hydrologien på Høstadmyra vil være påvirka selv etter restaureringstiltak i grøftene, og det betyr at vi ikke vil nå det som kalles god økologisk tilstand (sensu Lyngstad et al. 2017c), i hvert fall ikke på kort sikt. Vi mener det vil være nødvendig å tenke svært langsiktig på restaureringen av Høstadmyra, f.eks. gjennom å heve vatnet nok til å stanse nedbryting av torv og få god tilvekst hos torvmoser, men ikke så høgt at det oppstår store dammer. Etter hvert som torvmosene vokser og danner ny torv kan det over tid konstrueres høyere demninger.

7.4 Klimaeffekt

7.4.1 Lokalklima

Temperaturregimet på ei myr er ofte noe forskjellig fra fastmarka rundt. Myra blir seinere varm på våren og har lågere sommertemperatur. Trebevokst myr er kjøligere enn åpen myr (Rydin & Jeglum 2013: 195). I litteraturen er det motstridende opplysninger om myra blir raskere eller seinere kald på høsten enn omgivelsene (Joosten & Clarke 2002, Rydin & Jeglum 2013), og her kan vi ikke konkludere. Intakte myrer holder godt på vatnet, og det slippes enten sakte ut i nedbørfeltet myra hører til i, eller det fordampes. Fordamping regnes som viktigst. Siden det kreves energi ved fordamping betyr det at myrer har en kjølede effekt, og effekten er sterkest der klimaet er varmt og tørt, og minst der klimaet er kjølig og fuktig (Joosten & Clarke 2002). I praksis vil myrer kun ha en kjølede effekt i sørlige (tempererte til tropiske) områder. Hos oss i nord, og med et kystklima, vil ikke ei myr påvirke klimaet i omgivelsene i særlig grad (Wahren et al. 2016). Helt lokalt, på myra, vil imidlertid lokalklimaet påvirkes ved drenering eller restaurering også hos oss. Ved drenering kan vi forvente høyere maksimumstemperatur på sommeren, lågere minimumstemperatur på vinteren (antakelig liten effekt hos oss), og dermed større temperatursvingning gjennom året (Wahren et al. 2016) enn på ei intakt myr. Joosten & Clarke (2002) skriver at drenering av myr i nordlige (boreale) områder gir en kortere periode uten frost (tele) i løpet av året.

Et eksempel fra Tyskland på oppdyrka torvmark (med grasproduksjon) viser at heving av vassnivå har en klart kjølede effekt. Når grunnvatnet er 1 m under overflata brukes 50 % av innstrålings-energien fra sola til å fordampe vatn, mens når vatnet heves opp til overflata brukes 80 % av energien til fordamping. Det som ikke går med til å fordampe vatn gir økt temperatur i jordsmonn og luft. Det er viktig å presisere at dette er en helt lokal effekt, og i praksis påvirker det bare akkurat det arealet som restaureres, ikke omgivelsene (Wahren et al. 2016).

Vi kontaktet meteorologisk institutt for å få deres vurdering av om myrer kan påvirke lokalklimaet i områdene rundt. De mener myrene ikke har noen vesentlig innvirkning på dette, særlig ikke når det er i nærheten av store vassansamlinger som fjorder og store sjøer (pers. medd. Hans Olav Hygen).

Vi har ikke funnet litteratur med resultater som tilsier at heving av vassnivået på Høstadmyra vil kunne gi endringer i lokalklimaet som er negative for jordbruksproduksjon. Meteorologisk institutt tror heller ikke dette er sannsynlig. Selv om alle myrer er ulike og lokale forhold (terrengform, vindretning etc.) har betydning, er det svært lite sannsynlig at heving av vassnivået vil gi endringer utover sjølve myra. Det vi vet er at Trondheimsfjorden er viktigere for lokalklimaet på Byneset enn Høstadmyra.

7.4.2 Karbonlager og klimaregulering

Myrene er enorme karbonlagre, og klimaregulering er en sentral økosystemtjeneste knytta til myr. I myra lagres karbon gjennom torvdannelse, og dette tar lang tid. I Norge regner vi en årlig torvvekst på 1 mm som høgt, og de fleste myrer hos oss vokser langt mindre enn det. Ei myr med 4-5 m torv, slik som Høstadmyra, er derfor et resultat av langt over 5000 år med torvakkumulasjon, se også avsnitt 2.2 angående antatt alder på myra. Myrene i boreale (nordlige) strøk, slik som hos oss, lagrer 7 ganger så mye karbon per daa som fastmark (inkludert skog). De boreale myrene er antatt å inneholde 20-30 % av det karbonet som finnes lagra i jordsmonn på global skala (Gorham 1991).

Utnytting av myr for skogbruk, jordbruk eller torvdrift betinger senking av vassnivået. Siden torva i ei funksjonell myr består av ca. 90 % vatn, fører drenering til synking av myroverflata og mer kompakt torv (Holden 2005, Lindsay 2010). De hydrologiske forholdene som styrer bevegelsene av vatn i myra endres, og den kan få mindre kapasitet til å lagre vatn og regulere flom. Drenering fører til oksidasjon av torv som ikke lenger er metta med vatn. Grøfta myr mister rundt 1-2 cm torv i året (synking), om lag halvparten av dette skyldes oksidering og utvasking av organisk materiale, og resten skyldes kompaktering av gjenværende torv. Kompaktering presser så ut mer vatn og åpner for videre oksidering (Lindsay et al. 2014). Grøfting påvirker myra langt utover grøftas areal (Roy et al. 2000, Landry & Rochefort 2012, Paal et al. 2016), og store deler av (eller hele) myras hydrologi vil dermed forstyrres ved omfattende grøfting eller større torvuttak.

Vi har gjort noen enkle estimeringer for å vise hvor mye karbon som er lagra på Høstadmyra, og hvor mye som har blitt sluppet ut på grunn av inngrepene som er gjort. Karboninnholdet i torvjord kan beregnes ut fra en formel gitt av Cannell et al. (1993):

$$\text{Karboninnhold (kg C m}^{-2}\text{)} = d \times p \times f_{om} \times OM_c \times 10,$$

der d er tykkelsen på torva i cm, p er volumvekt (dry bulk density) i $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, f_{om} er andel av tørrvekt som er organisk materiale, OM_c er andelen av organisk materiale som er karbon, og 10 er en konverteringsfaktor for å komme fra $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ til $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$.

Vi har ikke hatt anledning til å måle disse parameterne direkte, men ved hjelp av standardiserte verdier (Cannell et al. 1993, Lindsay 2010) og data på torvdybde (figur 11, vedlegg 1) har vi gjort en estimering av karbonlageret på Høstadmyra. De standardiserte verdiene vi har brukt er $p = 0,1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, $f_{om} = 0,94$, og $OM_c = 0,5$ (Cannell et al. 1993, Lindsay 2010).

Tabell 1. Estimert karbonmengde i torv på Høstadmyra, og hva dette tilsvarer i CO₂-mengde. A) Dagens karbonlager. B) Estimerte utslipp fra fjerna torv. Synking og utslipp fra arealer som grenser inn mot grøfter og torvtak er ikke inkludert i beregningen.

A) Dagens karbonlager

	Totalt areal (m ²)	Gjennomsnittlig torvdybde (m)	kg C·m ⁻² (gjennomsnitt)	Karbonmengde (tonn)	CO ₂ -mengde (tonn)
Eksentrisk høgmyr midt	753 604	3,5	164,5	123 968	454 962
Eksentrisk høgmyr øst	415 615	3,3	155,1	64 462	236 575
Platåhøgmyr sør	96 322	2,0	94,0	9054	33 229
Planmyr vest	145 609	1,8	84,6	12 319	45 209
Planmyr sør	52 920	1,5	70,5	3731	13 692
Hele myra	1 464 070			213 534	783 667

B) Tapt karbonmengde

Nordlige torvuttak	93 674	3,0	141,0	13 208	48 473
Østlige torvuttak	110 337	3,0	141,0	15 558	57 096
Vestlige torvuttak	18 227	2,0	94,0	1547	5678
Små torvuttak midt	1794	3,0	141,0	502	1842
Gammel grøft	11 053	1,0	47,0	312	1144
Nyere grøft	4498	0,6	28,0	211	776
Andre grøfter	17 717	0,5	22,0	392	1438
Total i påvirkte områder	257 300			31 730	116 447

Vi estimerer at det er lagra ca. 213 500 tonn karbon på Høstadmyra (tabell 1). Dette er ikke inkludert de eventuelle restene som finnes av torv i grøfter og torvtak, men dette kan vi anta utgjør lite av totalen. Omregnet til CO₂ (med en omregningsfaktor på 3,67) vil dette tilsvare ca. 783 700 tonn CO₂. Det gjennomsnittlige årlige utslippet per person i Norge ble for 2015 beregnet til 8,4 tonn CO₂ (Global Carbon Project 2016), og potensielt utslipp fra myra tilsvarer da ett års utslipp fra ca. 93 300 personer. Vi understreker at dette er enkle estimat som bygger på en rekke forutsetninger, men vi mener det gir et realistisk bilde på en av økosystemtjenestene vi får fra Høstadmyra. Karbontapet fra grøfter og torvuttak er grovt beregnet til å ha vært på 15 865 tonn C, dvs. 58 200 tonn CO₂, ved å anta at forholdet mellom oksidering og synking er 50/50. Så langt har inngrepene på myra ført til et tap av ca. 8 % av myras totale karbonlager. I dette tallet er ikke utslippene fra synking i tilgrensende arealer til grøfter og torvtak inkludert; dette har vi ikke hatt godt nok grunnlag til å tallfeste. Hvis dette inkluderes vil det tapte karbonlageret utgjøre en høyere andel.

Plugging av grøfter vil i første omgang forhindre videre synking og erosjon, og dermed tap av karbon gjennom oksidering av torv og utvasking av organisk materiale. En heving av vassnivået i grøftene vil sannsynligvis føre til en midlertidig økning i utslipp av metan (CH₄). Dette vil reduseres når vassansamlinger og dammer i plugga grøfter gror igjen. Så fort et vegetasjonsdekke er reetablert og vassnivået holdes stabilt høgt, vil karbonfangst gjenopptas og systemet vil sakte bygges seg opp til å bli funksjonell myr igjen (f.eks. Lucchese et al. 2010, Waddington et al. 2010).

8 Referanser

- Abel, S., Harberl, A. & Joosten, H. 2011. A Decision Support System for degraded abandoned peatlands illustrated by reference to peatlands of the Russian Federation. – Michael Succow Foundation, Greifswald. 48 s.
- Armstrong, A., Holden, J., Kaya, P., Foulger, M., Gledhill, S., McDonald, A.T. & Walker, A. 2009. Drain-blocking techniques on blanket peat: A framework for best practice. *Journal of Environmental Management* 90: 3512-3519.
- Bengtsson, F., Granath, G., & Rydin, H. 2016. Photosynthesis, growth, and decay traits in *Sphagnum* – a multispecies comparison – *Ecology and Evolution* 6 (10): 3325-3341.
- Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. (red.) 2016. Peatland Restoration and Ecosystem Services. Science, Policy and Practice. – Cambridge University Press, Cambridge. 493 s.
- Bonnett, S. A. F., Ross, S., Linstead, C. & Maltby, E. 2009. A review of techniques for monitoring the success of peatland restoration. – University of Liverpool. Natural England Commissioned Reports, Number 086.
- 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* 66-4: 353-369.
- Clymo R.S. 1970. The growth of *Sphagnum*: methods of measurement. – *Journal of Ecology* 58: 13–49.
- Evans, M., Allott, T., Holden, J., Flitcroft, C. & Bonn, A. (red.). 2005. Understanding gully blocking in deep peat. – Moors for the Future Report no. 4.
- Flatberg, K.I. 1986. Taxonomy, morphovariation, distribution and ecology of the *Sphagnum imbricatum* complex with main reference to Norway. – *Gunneria* 54: 1-118.
- Flatberg, K.I. 2013. Norges torvmoser. – Akademika forlag, Trondheim. 307 s.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. – NINA Temahefte 12: 1-279.
- Global Carbon Project 2016. Carbon budget and trends 2016. [www.globalcarbonproject.org/carbonbudget] publisert 14 November 2016.
- Gorham, E. 1991. Northern peatlands: role in the carbon cycle and probable responses to climatic warming. – *Ecological Applications* 1: 182-195.
- Gorham, E., & Rochefort, L. 2003. Peatland restoration: a brief assessment with special reference to *Sphagnum* bogs. – *Wetlands Ecology and Management* 11: 109-119.
- Graf, M.D., Bérubé, V. & Rochefort, L. 2012. Restoration of peatlands after peat extraction. – S. 259-280 i: Vitt, D.H. & Bhatti, J.S. (red.) Restoration and reclamation of boreal ecosystems. Attaining sustainable development. Cambridge University Press.
- Gunnarsson, U., & Rydin, H. 2000. Nitrogen fertilization reduces *Sphagnum* production in bog communities. – *New Phytologist* 147: 527–537.
- Hagen, D., Aarrestad, P.A., Kyrkjeeide, M.O., Foldvik, A., Myklebost, H.E., Hofgaard, A., Kvaløy, P. & Hamre, Ø. 2015. Myrrestaurering 2015. Etablering av overvåkingsmetodikk for vegetasjon og grunnlagsanalyse før restaureringstiltak på Kaldvassmyra, Aurstadmåsan og Midtfjellmosen. – NINA Rapport 1212: 1-43.
- Halvorsen, R., Bryn, A. & Erikstad, L. 2016. NiNs systemkjerne - teori, prinsipper og inndelingskriterier. – Natur i Norge, Artikkel 1 (versjon 2.1.0): 1-358 (Artsdatabanken, Trondheim; <http://www.artsdatabanken.no>).
- Holden, J. 2005. Peatland hydrology and carbon release: Why small-scale process matters. – *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 363: 2891-2913.
- Joosten, H. 2016. Peatlands across the globe. – S. 19-43 i Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. (red.) Peatland Restoration and Ecosystem Services. Science, Policy and Practice. – Cambridge University Press, Cambridge.
- Joosten, H., Barthelmes, A., Couwenberg, J., Hassel, K., Moen, A., Tegetmeyer, C. & Lyngstad, A. 2015. Metoder for å beregne endring i klimautslipp ved restaurering av myr. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2015-10: 1-83.

- Joosten, H. & Clarke, D. 2002. Wise use of mires and peatlands - Background and principles including a framework for decision-making. – International Mire Conservation Group / International Peat Society, Jyväskylä. 304 s.
- Joosten, H., Tanneberger, F. & Moen, A. (red.) 2017. Mires and peatlands in Europe. Status, distribution and conservation. – Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart. 780 s.
- Kozulin, A.V., Tanovitskaya, N.I. & Vershinskaya, I.N. 2010. Methodological recommendations for ecological rehabilitation of damaged mires and prevention of disturbances to the hydrological regime of mire ecosystems in the process of drainage. – Scientific and Practical Centre for Bio Resources, Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus. 39 s.
- Landry, J., & Rochefort, L. 2012. The drainage of peatlands: impacts and rewetting techniques. Peatland Ecology Research Group, Département de phytologie, Université Laval, Québec. 53 s.
- Lindsay, R., Birnie, R. & Clough, J. 2014. Impacts of artificial drainage on peatlands. – IUCN UK Committee Peatland Programme Briefing Note No. 3.
- Lindsay, R., Campus, S., & Lane, W. 2010. Peatbogs and carbon: a critical synthesis to inform policy development in oceanic peat bog conservation and restoration in the context of climate change. – RSPB Scotland. 315 s.
- Lucchese, M., Waddington, J.M., Poulin, M., Pouliot, R., Rochefort, L. & Strack, M. 2010. Organic matter accumulation in a restored peatland: evaluating restoration success. – Ecological Engineering 36: 482-488.
- Lyngstad, A. 2016. Kartlegging av typisk høgmyr ved hjelp av flybilder. Oppland og nordlige deler av Hedmark. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2016-1: 1-93.
- Lyngstad, A., Bjerke, J.W., Brandrud, T.E. & Øien, D.-I. 2017c. Våtmark. – S. 93-114 i Nybø, S. & Evju, M. (red.). Fagsystem for fastsetting av god økologisk tilstand – forslag fra et ekspertråd. – Ekspertrådet for økologisk tilstand. 247 s. Verdensveven 17.11. 2017: https://www.regjeringen.no/contentassets/7c4be071f439b83fa035c03cdfc82/fagsystem-for-fastsetting-av-god-okologisk-tilstand_2017.pdf
- Lyngstad, A. & Fandrem, M. 2017. Kartlegging av typisk høgmyr ved hjelp av flybilder. Buskerud, Vestfold, Telemark og Aust-Agder. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2017.
- Lyngstad, A., Fandrem, M. & Øien, D.-I. 2017a. Kartlegging av naturtyper på Fuglmyra, Postmyra, Gaddmyra og Svemyra, Klæbu kommune. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat 2017-4: 1-30.
- Lyngstad, A., Holm, K.R., Moen, A. & Øien, D.-I. 2012. Flybildetolking av høgmyr i Solørrområdet, Hedmark. – NTNU Vitensk.mus. Rapp. Bot. Ser. 2012-3: 1-51.
- 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 2015-3: 1-194.
- Lyngstad, A., Øien, D.-I., Fandrem, M. & Moen, A. 2016. Slåttemyr i Norge. Kunnskapsstatus og innspill til handlingsplan. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2016-3: 1-102.
- Lyngstad, A., Øien, D.-I. & Fandrem, M. 2017b. Forundersøkelser til myrrestaurering i Hildremvatnet, Høydalmoan og Nordelva naturreservater, Sør-Trøndelag. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat 2017-5: 1-38.
- Miljødirektoratet 2016. Plan for restaurering av våtmark i Norge (2016-2020). Med mål om reduserte klimagassutslipp, tilpasning til klimaendringene og bedret økologisk tilstand. – M-644: 1-67.
- Moen, A. 1983a. Klassifisering av myr for verneformål. – S. 95-106 i Baadsvik, K. & Rønning, O.I. (red.) Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 7.-8.3.1983. K. Norske Vidensk.Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser. 1983-7.
- Moen, A. 1983b. Myrundersøkelser i Sør-Trøndelag og Hedmark i forbindelse med den norske myrreservatplanen. – K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser. 1983-4: 1-138.
- Moen A. 1998. Nasjonalatlas for Norge. Vegetasjon. – Statens kartverk, Hønefoss. 199 s.
- Moen, A., Lyngstad, A. & Øien, D.-I. 2011a. Faglig grunnlag til handlingsplan for høgmyr i innlandet (typisk høgmyr). – NTNU Vitensk.mus. Rapp. Bot. Ser. 2011-3: 1-60.
- Moen, A., Lyngstad, A. & Øien, D.-I. 2011b. Kunnskapsstatus og innspill til faggrunnlag for oseanisk nedbørmyr som utvalgt naturtype. – NTNU Vitensk.mus. Rapp. Bot. Ser. 2011-7: 1-62.

- Moen, A. & medarbeidere 1983. Myrundersøkelser i Nord-Trøndelag i forbindelse med den norske myrreservatplanen. – K. Norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser. 1983-1: 1-160.
- Moen, A. & Øien, D.-I. 2011. Våtmark. – S. 75-79 i Lindgaard, A. & Henriksen, S. (red.) Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim.
- Paal, J., Jürjendal, I., Suija, A. & Kull, A. 2016. Impact of drainage on vegetation of transitional mires in Estonia. – Mires and Peat 18 artikkel 2: 1-19.
- Rocheftort, L., Vitt, D.H. & Bayley, S.E. 1990. Growth, production, and decomposition dynamics of *Sphagnum* under natural and experimentally acidified conditions. – Ecology 71: 1986–2000.
- Roy, V., Plamondon, A.P. & Bernier, P.Y. 2000. Draining forested wetland cutovers to improve seedling root zone conditions. – Scandinavian Journal of Forest Research 15: 58-67.
- Rydin, H. & Jeglum, J.K. 2013. The Biology of Peatlands. Second edition. Oxford University Press, Oxford. 382 s.
- SER – Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Version 2. – Verdensveven 17.11. 2017: www.ser.org.
- Similä, M., Aapala, K. & Penttinen, J. (red.) 2014. Ecological restoration in drained peatlands – best practices from Finland. Metsähallitus, Natural Heritage Services. 84 s.
- Stenild, J., Glerup, K. & Kjær, S. (red.) 2012. Restoration of raised bogs in Denmark using new methods. - LIFE05 NAT/DK/000150. 52 s.
- Vik Knudsen, K. 1969. Postglacial vegetasjons- og klimahistorie i Trondheimsområdet. Utarbeidelse av normaldiagram. – Cand.real.-avhandling, Universitetet i Trondheim.
- Waddington, J.M., Strack, M. & Greenwood, M.J. 2010. Toward restoring the net carbon sink function of degraded peatlands: Short-term response in CO₂ exchange to ecosystem-scale restoration. – Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 115(G1).
- Wahren, A., Brust, K., Dittich, I. & Edom, F. 2016. Local climate and hydrology. – S. 102-105 i Wichtmann, W., Schröder, C. & Joosten, H. (red.) 2016. Paludiculture – productive use of wet peatlands. Climate protection – biodiversity – regional economic benefits. – Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart.
- Wichtmann, W., Schröder, C. & Joosten, H. (red.) 2016. Paludiculture – productive use of wet peatlands. Climate protection – biodiversity – regional economic benefits. – Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart. 272 s.
- Øien, D.-I., Lyngstad, A. & Moen A. 2015. Rikmyr i Norge. Kunnskapsstatus og innspill til faggrunnlag. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2015-1: 1-122.
- Øien, D.-I., Fandrem, M., Lyngstad, A. & Moen, A. 2017. Utfasing av torvuttak i Norge – effekter på naturmangfold og andre viktige økosystemtjenester. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2017-6: 1-39

Vedlegg. Torvdybdemålinger på Høstadmyra

Målingene er gjort med manuelt torvbor ved ulike tidspunkt i feltsesongen 2017. Posisjon er målt med GPS, og koordinater (UTM_{WGS84}) er oppgitt i geografiske grader. Se også figur 11.

ID	Torvdybde (m)	Nord	Øst	Merknad
1	1,55	63,408817	10,117031	
2	1,94	63,408702	10,115582	
3	1,35	63,408838	10,11458	
4	1,06	63,408787	10,113754	
5	2,79	63,408599	10,113515	
6	1,53	63,408743	10,113035	
7	2,76	63,408425	10,112187	
8	1,68	63,40862	10,111647	
9	2,52	63,40837	10,110271	
10	1,73	63,408147	10,110036	
11	1,62	63,408068	10,109747	
12	2,72	63,407857	10,110517	
13	2,46	63,408358	10,108465	
14	1,56	63,408642	10,107749	
15	2,43	63,408613	10,107718	
16	2,61	63,408692	10,107519	
17	0,90	63,408829	10,104881	
18	0,76	63,408859	10,103944	
19	0,80	63,408987	10,103477	
20	1,05	63,409042	10,103267	
21	0,44	63,409087	10,102304	
22	0,69	63,408826	10,101855	
23	0,70	63,408151	10,100838	
24	1,00	63,408268	10,100685	
25	1,90	63,407663	10,099792	
26	1,92	63,407649	10,099396	
27	2,61	63,407349	10,098885	
28	1,77	63,4071	10,09802	
29	1,06	63,407344	10,096648	
30	1,54	63,407271	10,096291	Minerotroft sig med flaskestarr og takrør, smalt belte fra trebevokst torvtak
31	2,58	63,406955	10,09565	
32	2,75	63,406686	10,095288	
33	1,58	63,406754	10,096253	
34	1,16	63,406809	10,098115	
35	1,27	63,406924	10,099131	
36	1,44	63,40695	10,09969	
37	1,92	63,406622	10,100575	
38	2,39	63,406163	10,100238	
39	1,27	63,406082	10,101076	Innslag av duskull og elvesnelle
40	1,00	63,406086	10,102072	Takrørbelte i V

41	1,29	63,4064004	10,1023195	
42	2,53	63,406382	10,103877	
43	1,85	63,405786	10,10394	
44	2,63	63,405339	10,103777	En og en annen elvesnelle i våteste partier, ellers ombrotroft
45	3,15	63,40478	10,103472	
46	3,90	63,404256	10,103276	
47	3,52	63,404185	10,103072	
48	3,22	63,404405	10,102626	
49	3,11	63,40399	10,102094	
50	2,96	63,403372	10,10141	
51	2,86	63,403259	10,101974	
52	3,87	63,403783	10,102904	
53	2,10	63,40512	10,104741	
54	2,77	63,405679	10,105668	
55	3,07	63,406472	10,106421	
56	2,39	63,406054	10,122763	Takrørflekk i NØ
57	3,30	63,405814	10,121769	
58	3,60	63,406096	10,120487	
59	3,87	63,406475	10,119507	
60	3,79	63,406448	10,118346	
61	4,37	63,406013	10,11876	
62	4,24	63,405703	10,119086	
63	4,57	63,405248	10,119037	
64	4,44	63,405195	10,118267	
65	4,56	63,404968	10,117748	
66	4,27	63,404939	10,117796	
67	4,05	63,404984	10,119646	
68	3,92	63,404328	10,120169	
69	3,83	63,404168	10,121216	
70	3,35	63,404511	10,122304	
71	3,19	63,404595	10,124484	
72	1,68	63,40439	10,125531	
73	1,39	63,405166	10,124406	
74	3,16	63,405257	10,123247	
75	4,00	63,405948	10,112249	
76	3,84	63,405991	10,112018	
77	4,19	63,405803	10,112062	
78	3,90	63,405857	10,111815	
79	4,12	63,405748	10,111756	
80	4,03	63,405672	10,111807	
81	2,95	63,403979	10,104559	
82	4,02	63,403994	10,104009	
83	3,62	63,403873	10,103917	
84	3,41	63,403712	10,104214	
85	3,84	63,403625	10,103753	
86	3,69	63,40365	10,103923	

87	3,78	63,403963	10,103291	
88	2,25	63,402983	10,101209	
89	3,25	63,402971	10,101174	
90	3,35	63,402519	10,101035	
91	2,46	63,402199	10,10057	
92	0,60	63,401662	10,100143	Minerotrof flate, søkk i landskapet, trådstarr
93	NA	63,401593	10,10045	Terrengformasjon, berg
94	3,12	63,401378	10,101296	
95	3,92	63,401893	10,102225	
96	3,82	63,402621	10,103426	
97	3,63	63,402175	10,104934	
98	3,42	63,401451	10,104037	
99	3,42	63,400877	10,102553	
100	2,78	63,400213	10,101009	
101	2,21	63,399772	10,100292	
102	2,23	63,399344	10,101689	
103	1,65	63,400144	10,103636	
104	NA	63,400418	10,104122	Gammelt piggråd-gjerde
105	1,00	63,400409	10,105973	Lagg
106	2,39	63,400426	10,1086	
107	2,60	63,399927	10,109823	
108	2,00	63,398866	10,111278	
109	0,99	63,398569	10,111737	I bratteste partiet av platåhøgmyra
110	1,57	63,397779	10,112037	
111	1,40	63,397767	10,113286	
112	1,55	63,398064	10,11418	
113	0,80	63,398668	10,114822	
114	1,82	63,399149	10,116673	Trådstarr
115	2,45	63,399529	10,117628	Trådstarr
116	2,00	63,399879	10,117999	> 2 m. I kanten av myra, ikke mulig å måle med boret
117	3,55	63,40037	10,119224	
118	3,65	63,400452	10,120189	
119	3,33	63,401577	10,119443	
120	2,85	63,402293	10,118922	
121	3,11	63,402956	10,11891	Takrørbelte
122	3,42	63,402965	10,118905	Takrørbelte
123	4,70	63,404895	10,118296	Målt til nærmeste dm
124	4,00	63,404567	10,112708	Målt til nærmeste dm
125	1,90	63,404398	10,108973	Målt til nærmeste dm
126	3,00	63,404291	10,108535	Målt til nærmeste dm
127	3,80	63,403983	10,103519	Målt til nærmeste dm
128	2,20	63,402519	10,112129	Målt til nærmeste dm
129	4,50	63,403449	10,11663	Målt til nærmeste dm

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 978-82-8322-120-6
ISSN 1894-0056

© NTNU Vitenskapsmuseet
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/museum