

Overvåking av palsmyr

Førstegangsundersøkelse i Ferdesmyra,
Øst-Finnmark 2008



Annika Hofgaard



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

Overvåking av palsmyr

**Førstegangsundersøkelse i Ferdesmyra,
Øst-Finnmark 2008**

Annika Hofgaard

Hofgaard, A. 2009. Overvåking av palsmyr. Førstegangsundersøkelse i Ferdesmyra, Øst-Finnmark 2008. - NINA Rapport 476. 34 s.

Trondheim, mai 2009

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2046-0

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Inga E. Bruteig

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Inga E. Bruteig (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)

Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Else Løbersli

FORSIDEBILDE

En av de største palsene i vestre delen av i Ferdesmyra sommeren 2008.

Foto: Annika Hofgaard ©

NØKKEWORD

Palsmyr, overvåking, Norge, Øst-Finnmark, vegetasjon, permafrost, klimaeffekter

KEY WORDS

Palsa peatlands, monitoring, Norway, Eastern Finnmark County, vegetation, permafrost, climate change effects

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsenteret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkelgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Hofgaard, A. 2009. Overvåking av palsmyr. Førstegangsundersøkelse i Ferdesmyra, Øst-Finnmark 2008. – NINA Rapport 476. 34 s.

Overvåking av palsmyr er et nasjonalt overvåkingsprosjekt initiert av Direktoratet for naturforvaltning, med oppstart i 2004. Prosjektet omfatter i alt fem utvalgte overvåkningsområder fra Finnmark i nord til Dovre i sør. I denne rapporten presenteres resultater fra førstegangsundersøkelse i Ferdesmyra, Øst-Finnmark, som er det femte etablerte overvåkingsområdet innen prosjektet. Rapporten presenterer en kortfattet bakgrunn for behovet for overvåking av palsmyr; relevante klimadata for Ferdesmyra; overvåkingsmetoder; analyser av palsformasjoner, markslagsfordeling, teledybde og vegetasjonsfordeling. Ferdesmyra er et ca 15 km² stort myrområde med palsformasjoner innen to begrensede deler av området. Palsformasjonene med dammer og erosjonsområder ble analysert med hensyn til størrelse, teledybde og posisjon (GPS) ved bruk av analyser langs ni permanente analyselinjer. Registreringene er grunnlag for reanalyser og for analyser av forandringer ved hjelp av flybilder. Resultatene fra linjeanalysene er presentert i tabeller og figurer som visualiserer småskalafordelingen av markslag (7 variabler), bunnsjikt (6 variabler), feltsjikt (8 variabler), busksjikt (4 variabler), teledybde samt frekvens av sprekker og palshøyde. Analyselinjene er fotodokumentert og posisjonsregistrert for framtidige reanalyser hvert femte år. En sammenligning med vitenskapelig dokumentasjon av palsområdet i Ferdesmyra fra 1970-årene og en befaring i 2004 viser relativt store endringer både siden 1970-talet og de siste fire år. Palsstørrelsen og høyden har minket betydelig og mange palser er blitt helt borte. Alle registrerte og analyserte palser i 2008 er i en fase med sterk nedbryting med en sterkt varierende teledybde mellom palsene (40-140 cm). Neste analyse av området er planlagt til 2013.

Annika Hofgaard, NINA, 7485 Trondheim; annika.hofgaard@nina.no

Abstract

Hofgaard, A. 2009. Monitoring of palsa peatlands. Initial investigation in Ferdesmyra, Øst-Finnmark 2008. – NINA Report 476. 34 pp.

The monitoring of palsa peatlands is a national monitoring project which was started in 2004 by the Norwegian Directorate for Nature Management. The entire project includes five selected monitoring areas from Finnmark in the north to the Dovre region in the south. This report presents the results from initial investigations in Ferdesmyra, Eastern Finnmark County, which is the fifth established monitoring area within the project. The report presents a short background to the need for palsa peatland monitoring; climate data relevant to the Ferdesmyra area; monitoring methods; analyses of palsa formations and distribution of land cover types, ground frost and vegetation. Ferdesmyra is a ca 15 km² peatland area with palsas within two restricted parts of the mire. Palsa formations, thermokarst ponds and erosion areas was analysed regarding size, thaw depth and location (GPS) by the use of analyses along nine permanent sampling lines. The recordings form the basis for re-analyses and future analyses of changes by the use of air photo. Results from the line analyses are presented in tables and figures visualising small scale distribution of land cover types (7 variables), bottom layer (6 variables), field layer (8 variables), shrub layer (4 variables), ground frost depth, frequency of cracks, and height above the surrounding water. The lines are documented with photos and GPS positions for future re-analyses each fifth year. Comparison with scientific documentation from 1970's of the palsa area at Ferdesmyra and a survey in 2004 showed generally large changes both since the 70's and during last four years. Palsa size and height had decreased considerably and many palsas had disappeared. All palsa analysed in 2008 are in a phase of dominating decay with strongly variable thaw depth between palsas (40-140). The next analysis of the area is scheduled to 2013.

Annika Hofgaard, NINA, NO-7485 Trondheim, Norway; annika.hofgaard@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	3
Innhold	4
Forord	5
1 Innledning.....	6
2 Overvåkingsområder.....	8
3 Bakgrunnsdata for Ferdesmyra, Øst-Finnmark	9
3.1 Områdebeskrivelse Ferdesmyra	9
3.2 Klimadata	10
3.2.1 Temperatur	11
3.2.2 Nedbør	12
3.2.3 Snødybde.....	13
3.3 Fly- og satellittbilder.....	14
4 Metoder	15
4.1 Linjeanalyser.....	15
4.2 Fotodokumentasjon	15
4.3 GPS-registreringer.....	15
5 Resultat og diskusjon	17
5.1 Palsformasjoner.....	17
5.2 Forandringer over tid	17
5.3 Menneskelige påvirkning.....	20
5.4 Linjeanalyser.....	20
5.4.1 Palsstrukturlinjer	20
5.4.2 Torvsprekker langs linjene.....	31
5.4.3 Artslinjer	32
6 Tidsplan:.....	33
7 Referanser.....	33
7.1 Rapporter innen overvåkingsprosjektet.....	33
7.2 Annen sitert litteratur.....	33

Forord

Prosjektet "Overvåking av palsmyr" finansieres av Direktoratet for naturforvaltning (DN). Norsk institutt for naturforskning (NINA) har det faglige og praktiske ansvaret for overvåkingen og for analyser av innsamlet data og rapportering, samt for konklusjoner fra prosjektet. Foreliggende rapport er den femte statusrapporten med resultater fra overvåkingsprosjektet for palsmyr. Prosjektet er et nasjonalt overvåkingsprosjekt som ble initiert av DN i 2002/2003 med oppstart i 2004.

Vitenskapelig begrunnelse for prosjektet og det nasjonale og internasjonale behovet for overvåking av palsmyrutvikling er presentert i rapportene "Effects of climate change on the distribution and development of palsa peatlands: background and suggestions for a national monitoring project" (Hofgaard 2003) og "Etablering av overvåkingsprosjekt på palsmyrer" (Hofgaard 2004). Noe av innholdet i disse rapportene er gjengitt i foreliggende rapport for at den enklere skal kunne leses som et selvstendig dokument, men for mer fullstendig informasjon om begrunnelse og prosjektdesign henvises til nevnte rapporter.

Her rapporteres første års etableringsdata fra Ferdesmyra i Øst-Finnmark. Rapporten presenterer en kortfattet bakgrunn for behovet for overvåking av palsmyr, metoder, valg av områder med palsformasjoner og analyselinjer for palsstruktur, markslagsfordeling, teledybde og vegetasjonsfordeling. Rapportens samtlige fotografier fra Ferdesmyra er tatt av forfatteren 4.-7. august 2008.

En vitenskapelig referansegruppe er knyttet til overvåkingsprogrammet. Gruppen, med deltakelse av forskere fra et bredt spekter av norske universiteter og forskningsinstitutter (se Hofgaard 2003), ble konstituert ved et møte i Trondheim i 2002.

Jeg vil rette en spesiell takk til Liv Brattström for meget god hjelp i felt, og takk til referansegruppen, DN og øvrige kolleger for kommentarer og nyttige diskusjoner under arbeidet med prosjektets ulike faser; til Kari Sivertsen ved NINA for tegning av figur 4 og 5 og til Ingrid E. Mathisen for språkvask.

Trondheim, mai 2009

Annika Hofgaard

1 Innledning

Metodisk konsistente og langsiktige overvåkingsprosjekt for skandinaviske palsmyrområder har tidligere vært en mangelvare selv om det har pågått forskning innen fagområdet over lang tid (se Hofgaard 2003 og 2004). Etableringen av det norske overvåkingsprogrammet vil følgelig gi verdifull informasjon med relevans for forvaltningen og det vitenskaplige miljøet, både nasjonalt og internasjonalt. Dynamikken i palsmyrer utgjør en verdifull og egnet indikator innen temaområdet effekter av klimaforandringer. Det norske overvåkingsprogrammet er av særlig stor verdi fordi det representerer overvåkingsområder innen hele det skandinaviske utbredelsesområdet for palsmyr, fra sørligste forekomst (Dovre) til de nordligste (Øst-Finnmark).

En pals er en permafrostforårsaket og torvdekt haug som reiser seg over den omliggende myroverflaten (figur 1). Haugenes høyde varierer fra under en meter til flere meter og kan ha en overflatedekning på mange hundre kvadratmeter, hvor de større utgjør palsplatåer (Laberge & Payette 1995, Sollid & Sørbel 1998). I tillegg til palser og palsplatåer karakteriseres palsmyrer av en mosaikk av torvmark uten permafrost, våte starr- og ullområder, dammer forårsaket av tidligere palser som er falt sammen (figur 2), torvringer rundt disse dammene, erosjonsområder (figur 3) og midlertidige eller embryonale permafrostformasjoner som kun hever seg noen få desimeter over myroverflatens nivå. Sammen utgjør disse terrengformasjonene og myrkomponentene palsmyrsystemer som er meget dynamiske over tid som følge av nydannelse, vekst og nedbrytning av palsene. I tillegg til torvpalser finnes mineralpalser. Mineralpalsene er mer sjeldne men ligner i sin form og dynamikk på torvpalsene. De karakteriseres av tynt mose- eller lavdekte permafrostforårsakede sandhauger som reiser seg over omgivelsene. Mellomformer mellom torvdominerte og mineraldominerte palser forekommer.

Palsformasjoner forekommer i grenseområdene mellom de arktiske og boreale regionene, og mellom de alpine og boreale regionene. Foruten myrkomponentene består palsmyr av sensitive biologiske systemer som er avhengige av at myras struktur og dynamikk er opprettholdt. Den romlige og tidsmessige fordelingen av palser er avhengig av lokale og regionale klimafaktorer og hvordan disse forandrer seg over tiår og århundrer. Det antas at ytterligere klimaoppvarming og/eller nedbørsøkning vil resultere i degenerering av de fleste palsområdene i de mest marginale områdene i løpet av noen få tiår (se Sollid & Sørbel 1998, Christensen *et al.* 2004, Luoto *et al.* 2004, Payette *et al.* 2004). Disse områdene er følgelig også meget sårbare for menneskelige aktiviteter som påvirker de hydrologiske forholdene, torvoverflaten eller vegetasjonsstrukturen i myrområdene. Økt klimatisk marginalisering gjør at også beskjedne menneskelige påvirkning kan virke destabiliserende. Dette kan sette langsiktig overlevelse av arter med preferanse for det spesielle palsmyrmiljøet på spill, både lokalt og regionalt. Den klimatiske bakgrunnen og hvordan frekvensen av de ulike myrkomponentene med og uten permafrost endres i både tid og rom er beskrevet utførlig i de tidligere rapportene (Hofgaard 2003 og 2004). Myrkomponentenes fordeling påvirker myrenes vegetasjonsstruktur, for eksempel gjennom innflytelse på hydrologiske faktorer og vindeksposering. Samtidig virker vegetasjonsstrukturen inn på fordelingen av permafrost gjennom innflytelse på snøfordeling, fuktighet og jordtemperatur. Dette gjør at frekvensen av tre-, busk-, urte-, gress-, mose- og lavdominert vegetasjon varierer på en påfallende mosaikkartet måte på myrene. Denne variasjonsbredden i det abiotiske og biotiske miljøet har en avgjørende betydning for palsmyrøkosystemenes struktur og funksjon i tid og rom.

I Norge forekommer palsformasjoner i myr hovedsakelig innen to regioner, en i sør og en i nord. Regionen i sør er mer eller mindre helt begrenset til Dovre-området, mens den i nord er mer generell og dekker store deler av Troms og Finnmark, unntatt kystnære områder. Den kontinentale eller lokalkontinentale klimatyten som er rådende innen disse områdene både i nord og sør, er en forutsetning for utvikling og overlevelse av palser i den relativt varme og fuktige klimaregionen som Skandinavia tilhører med sin sterke påvirkning fra atlantiske luftmasser. Klimaforandringer som påvirker den regionale eller lokale innflytelsen av disse luftmassene, det vil si graden av oseanitet, vil ha innflytelse på palsmyrenes utbredelse og struktur i Skandi-

navia. Følgelig vil palsmyrenes økologiske betydning på landskaps- og økosystemnivå også bli påvirket. Under siste del av 1900-tallet har utviklingen i palsmyrområdene vært dominert av tilbakegang selv om noe nyutvikling har forekommet (se Hofgaard 2005 og 2008). Dette har økt behovet for hensiktsmessig og metodisk overvåking. I tillegg har behovet for overvåkingsprogram som er designet for å følge responsen til sensitive økosystemer økt sterkt de senere år, som følge av den forventede globale oppvarmingen – en oppvarming som sannsynligvis blir mest merkbar i polnære områder (IPCC 2001, 2007, ACIA 2005).



Figur 1: Pals i den vestre delen av Ferdesmyra. Palsen hever seg ca 2,1 meter over myroverflaten. (pals FM05, se kapittel 5).



Figur 2: Dam forårsaket av tidligere del av pals som er falt sammen (pals FM05, se kapittel 5).

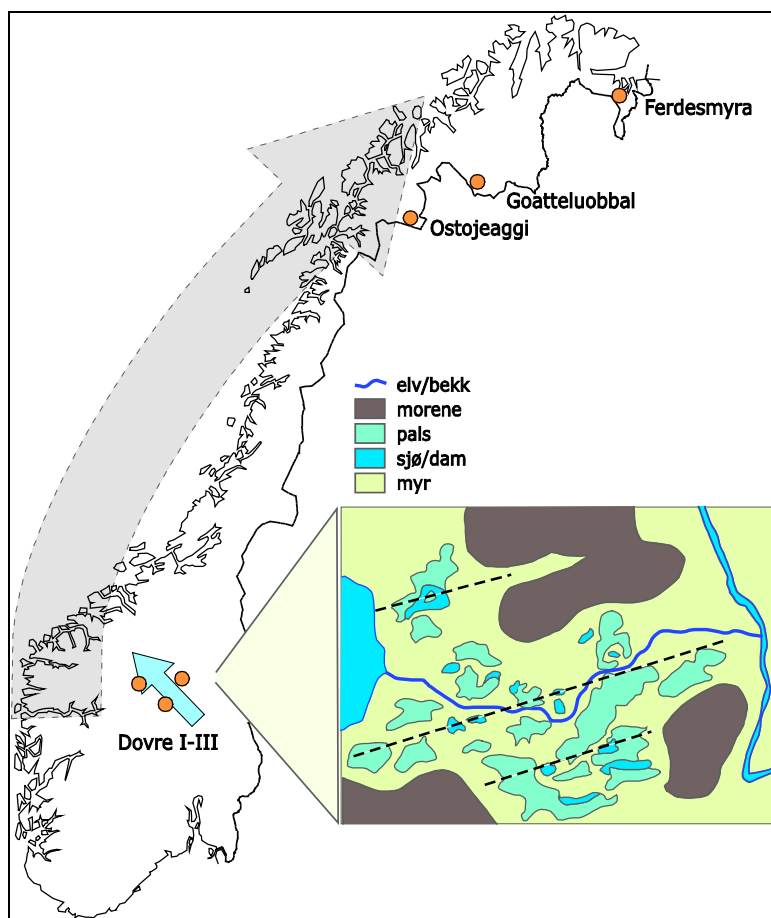


Figur 3: Pals med erosjonsområde og omkransende lagg (pals FM05, se kapittel 5).

2 Overvåkingsområder

Fem hovedområder fordelt på Finnmark og Troms i nord og Dovre-området i Sør-Norge inngår i overvåkingsprosjektet: Ferdesmyra, Gohteluoppal, Ostojeaggi, og Haukskardmyrin/Haugtjørnin og Leirpullan på Dovre (figur 4). Områdene er valgt for å representere dominerende geografiske og klimatiske miljøgradienter i Norge. Hovedgradienten følger den minkende innflytelsen av atlantiske luftmasser og den økende innflytelsen av arktiske luftmasser, fra sør til nord. Denne gradienten dekker den sørlige utbredelsesgrensen for sporadisk og fragmentert forekomst av permafrost i Skandinavia, og samtidig den vestre utbredelsesgrensen av den Nord-Eurasiske permafrostregionen. Områdene i sør representerer i tillegg en høydegradient, der Leirpullan er valgt for å tydeliggjøre gradienten. Områdene i nord representerer en vest-østgradient. I regionen mellom det sørlige og nordlige utbredelsesområdet for palsmyrer forekommer palsdannelse sporadisk, men ingen av disse lokalitetene er inkludert i overvåkingsprogrammet.

Innen hvert overvåkingsområde blir det valgt ut delområder for detaljerte overvåkingsstudier. Grunnet forskjellene i størrelse mellom områdene (fra ca 0,1 til 15 km²) vil ulikt store andeler av myrområdene omfattes av overvåkingen. De mindre områdene inngår mer eller mindre i sin helhet, mens tilgjengelighet og representativitet er avgjørende for valg av delområder innen de større områdene. En serie permanente analyselinjer plasseres gjennom de utvalgte delområdene, og deres lengde og antall tilpasses delområdenes størrelse og palsformasjonenes karakter og omfang.



Figur 4: Studiedesign med utvalgte overvåkingsområder langs de dominerende miljøgradientene. Den skyggelagte pilen indikerer forandringen i dominerende luftmasser, fra Atlantiske (fuktige) til Arktiske (tørre). Den turkise pilen i sør illustrerer en høydegradient. Linjene gjennom palsmyrområdet på det innfelte kartet viser analyselinje for innsamling av abiotisk og biotisk datamateriale.

3 Bakgrunnsdata for Ferdesmyra, Øst-Finnmark

Nedenfor gis informasjon om status, beliggenhet, berggrunn og vegetasjon samt tilgjengelige klimadata og ulike typer områdedokumentasjon. Berggrunnsinformasjonen er hentet fra www.ngu.no og informasjon om vegetasjonsøkologisk region og vegetasjonsperiodens lengde (antall dager med temperatur på $>5^{\circ}\text{C}$) stammer fra Moen (1999). Alle klimadata er hentet fra Meteorologisk institutt i Oslo (www.met.no). Ferdesmyra i Øst-Finnmark (figur 5) tilhører den lett kontinentale seksjonen av den nordboreale (Nb-C1) vegetasjonsøkologiske regionen (Moen 1999), i likhet med de fleste områdene i overvåkingsprosjektet.

3.1 Områdebeskrivelse Ferdesmyra

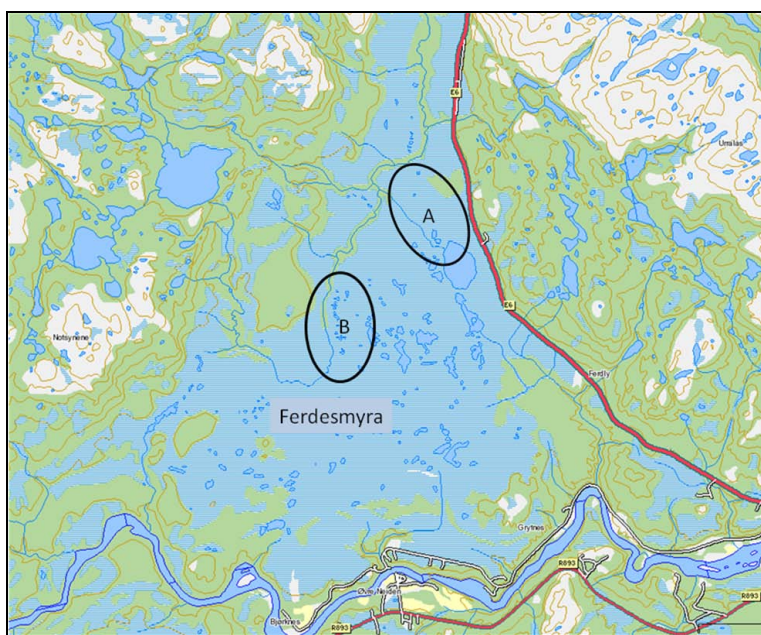
<u>Status:</u>	Naturresevat
<u>Kart:</u>	Neiden 2334 II, Bugøyfjord 2334 I
<u>Geografisk beliggenhet:</u>	Finnmark, Sør-Varanger kommune, $69^{\circ}44'\text{N}$, $29^{\circ}17'\text{E}$
<u>Høyde:</u>	ca 70 m o. h.
<u>Areal:</u>	ca 5x3 km
<u>Berggrunn:</u>	Båndgneis (amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis), stedvis migmatittisk
<u>Meteorologisk stasjon:</u>	Kirkenes lufthavn, Veines i Neiden
<u>Vegetasjonsøkologisk region:</u>	Nb-C1
<u>Dominerende myrtyper:</u>	Strengmyr og buskbevokst tuemyr med palsmyr innen begrensede deler
<u>Litteratur:</u>	Vorren 1972, 1979
<u>Satellittbilder:</u>	Landsat TM/ETM fra 1990, 1993, 2001, 2002
<u>Flybilder:</u>	1957 serie 890 (1:20000) bilde P29, Q29 1972 serie 4033 (1:15000) bilde L7
<u>Fotodokumentasjon:</u>	Hofgaard 2004, 2008
<u>Adkomst:</u>	Ved vei (E6)

Ferdesmyra er et relativt stort myrområde ca 30 km vest for Kirkenes i Øst-Finnmark (figur 6). Området inkluderer et stort antall små vann og dammer, og er preget av et kontinentalt klima med en årsmiddeltemperatur på ca -1°C , en årsnedbør på ca 470 mm og vegetasjonsperiodens lengde er ca 120 dager. Detaljerte data om torvdyp, torv kvalitet, forekomst av permafrost og frekvens av palsformasjoner, dammer og vegetasjonstyper finnes i publikasjoner av Vorren (1972, 1979). Ferdesmyra domineres av myrområder uten palsformasjoner og mangler helt nye eller unge palsformasjoner. Myras relativt få og små palser er rester av eldre og større kuppelformede palser og mindre palsplatåer som nå er i ulike stadier av nedbryting. Palsene som har en maksimal høyde på 2-2,5 meter forekommer hovedsakelig i myras nordre og vestre deler. De fleste av palsene har et torvdekke på ca 1 meter eller mer, men palser med tynnere torvdekke, og palser med en synlig mineralkjerne over myrens vannoverflate forekommer. Alderen på de ulike myrkomponentene i Ferdesmyra har blitt beregnet til ca 4000 år for torvens vekststart, ca 2300 år for torvrygger, men de fleste palsformasjonene har sannsynlig sin opprinnelse i begynnelsen av 1600-tallet (Vorren 1972, 1979). Vorren konkluderer i sine arbeider med at palsene først og fremst har sin opprinnelse fra noen få år med ekstremklima under kulminasjonen av den lille istid og at den pågående erosjonen av palsene startet som følge av klimaforbedringer ved starten av 1900-tallet (mellom første og tredje tiår) da årsmiddeltemperaturen økte med ca $1,5^{\circ}\text{C}$.

Grunnet områdets størrelse (ca 15 km^2) så kan kun begrensede deler dekkes av overvåkings linjeanalyser. Tilgjengelighet sammen med representativitet utgjør grunnlaget for valg av delområder med linjeanalyser innen overvåkingsprogrammet generelt. Innen Ferdesmyra har først og fremst palsforekomst men også tilgjengelighet vært avgjørende for valg av to områder (figur 6) for linjeanalyser.



Figur 5: Lokaliseringen av Ferdesmyra vest for Kirkenes, samt elver, større veier og nasjons- og kommunegrenser.



Figur 6: Valgte delområder, A og B, i Ferdesmyra vest for Neiden i Sør-Varanger kommune.

3.2 Klimadata

Fire klimastasjoner med registrering av ulike typer av klimadata og med ulike driftperioder finnes innen en avstand på ca 6-44 km fra Ferdesmyra (tabell 1). Stasjonene ligger på 40-89 meter over havet. Dette er omtrent samme som Ferdesmyra, men avstanden til sjøen varierer,

hvilket gjør representativiteten litt usikker for noen av stasjonene. Veines i Neiden som har nedbørdata fra 1957 ligger nærmest Ferdesmyra og brukes som sammenligning av nedbørens sesongvariasjon og snødybde i denne rapporten. For temperaturdata brukes Kirkenes lufthavn som har en registrert årsmiddeltemperatur på $-0,3^{\circ}\text{C}$ for perioden 1971-2000, og en årsnedbør på omtrent samme som Neiden (tabell 1).

Tabell 1: Detaljer for klimastasjoner nær Ferdesmyra

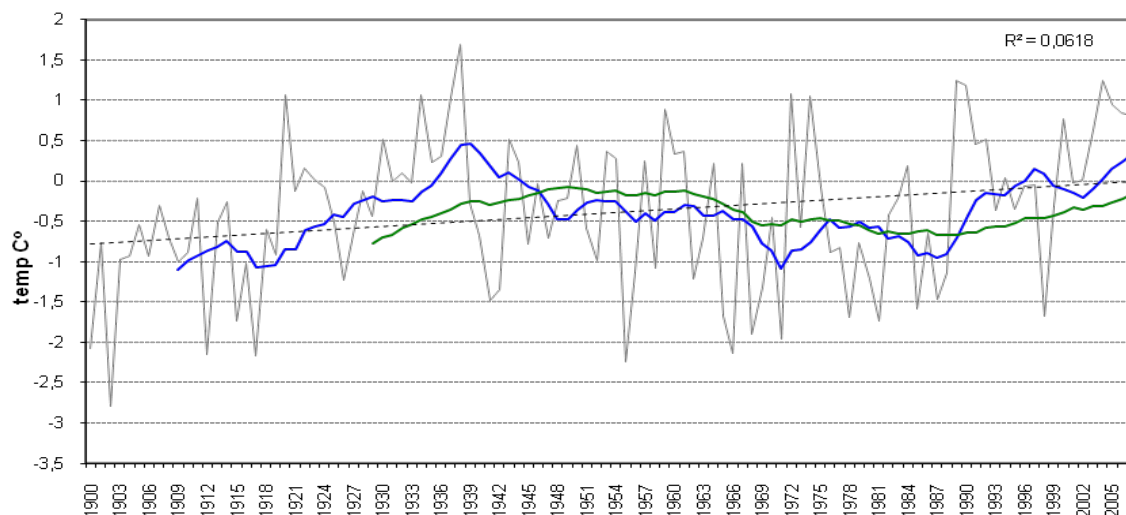
Navn	Høyde, m o.h.	Type klimadata	Drift fra	Avstand fra Ferdesmyra	Årsmiddel for 1971-2000	
					temp. $^{\circ}\text{C}$	nedb. mm
Veines i Neiden	44	Nedbør	1957	6 km SØ	-	454
Kirkenes lufthavn	89	temperatur, nedbør, snø	1964	24 km Ø	-0,3	446
Skogfoss	55	Nedbør	1968	44 km SSØ	-	467
Bugøynes	40	Nedbør	2003	30 km SSV	-	-

I tillegg til data fra de to lokale klimastasjonene Neiden og Kirkenes, er temperaturutviklingen for Varanger-regionen i perioden 1900-2007 presentert. Regionale og interpolerte klimadata vil, i tillegg til data fra lokale stasjoner, brukes i de framtidige analysene av forandringer over tid. Sentrale parametere vil være forandringer i temperatur- og nedbørsregimer, sammen med forandringer i snødekke, vindstyrke og vindretning.

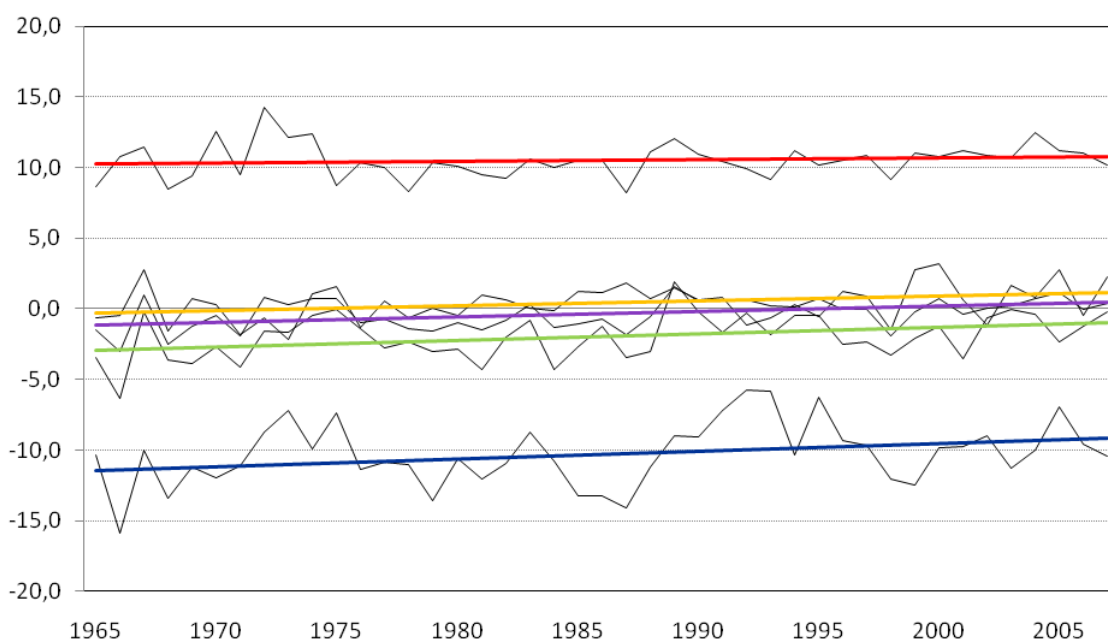
3.2.1 Temperatur

Ifølge klimadata for Varanger-regionen viser temperaturutviklingen i området en svakt økende trend de siste drøyt hundre år, men området karakteriseres av sterke variasjoner mellom år og mellom perioder av år (figur 7). Det varmeste året siden 1900 er 1938 med en middeltemperatur på $1,7^{\circ}\text{C}$ og det kaldeste året 1902 med $-2,8^{\circ}\text{C}$. Åtte år i den registrerte perioden har en middeltemperatur på over 1°C . Tre av disse har inntruffet de siste ti årene. Seks år har en middeltemperatur på under -2°C der alle er før 1970-tallet. Mellom 1910-tallet og 1930-tallet steg middeltemperaturen med ca 1,5 grader. Deretter minket temperaturen med ca 1,5 grader frem til 1970-tallet. Fra slutten av 1980-tallet og frem til i dag har regionens middeltemperatur økt med ca 1,2 grader.

Den lokale temperaturutviklingen (Kirkenes) viser en svakt økende trend for alle sesonger, men den økende trenden for vintertemperaturen er den mest markerte (figur 8). Juli er varmeste måned med $12,1^{\circ}\text{C}$ og januar er den kaldeste med $-11,1^{\circ}\text{C}$. Det er kun sommeren (juni-august) som har middeltemperaturer et godt stykke over null grader over hele perioden 1965-2007 med en middelvei på $10,5^{\circ}\text{C}$. Den varmeste sommeren var 1972 med $14,3^{\circ}\text{C}$. Middels høsttemperatur (september-november) er ca $0,4^{\circ}\text{C}$ men noen få år (fem) er registrert med temperaturer over 2 grader. Av disse er fire registrert de seneste ti årene. Vinteren (desember-februar) med middelvei på $-10,3^{\circ}\text{C}$ har den mest variable av sesongene. Den kaldeste vinteren i løpet av hele perioden er 1966 med $-15,9^{\circ}\text{C}$ og de varmeste 1992 og 1993 med $-5,8^{\circ}\text{C}$. Perioden mars-mai (vår/vårvinter) med en middeltemperatur på $-2,0^{\circ}\text{C}$ viser temperaturer under null over hele perioden unntatt 1989. Kaldeste registrerte vår er 1966 med $-6,4^{\circ}\text{C}$ og varmeste 1989 med $1,9^{\circ}\text{C}$.



Figur 7: Temperaturutvikling i Varanger-regionen (årsmiddelveidier) i perioden 1900 til 2007. Blå linje viser utviklingen i løpende 10-årsmiddelveidi, grønn linje løpende 30-årsmiddelveidi og den stipulete linjen trenden for utvikling over hele perioden. Kilde: www.met.no

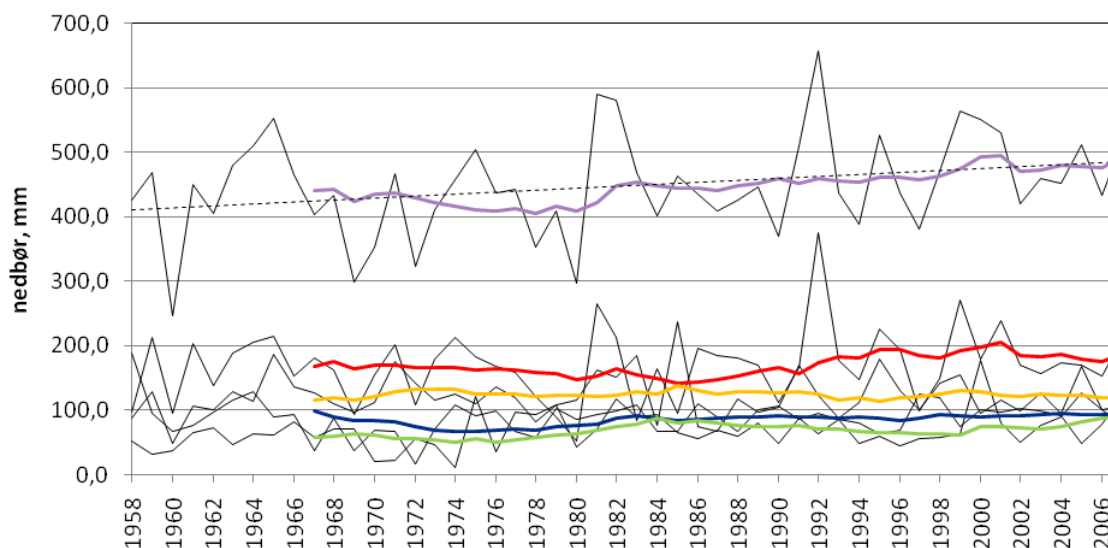


Figur 8: Temperaturutvikling for Kirkenes i perioden 1965 til 2007. De fargede linjene viser utviklingen over måleperioden for **års**-, **vinter**-, **vår**-, **sommer**- og **høst**temperatur. Kilde: www.met.no

3.2.2 Nedbør

Områdets årsnedbør viser en generell økning fra ca 400 mm i begynnelsen av måleperioden til ca 470 mm i slutten av perioden (figur 9). Økningen har vært relativt jevn over tiår men med store variasjoner mellom år. Særlig årene 1981-82 og 1992 viser avvikende store nedbørmengder. Forandringene fordeler seg over alle fire sesongene men først og fremst er det sommernedbøren som har økt i senere tid og som varierer sterkt mellom år. Størst del av nedbøren kommer om sommeren og kun ca 20 % på vinteren. Året med minst registrert nedbør

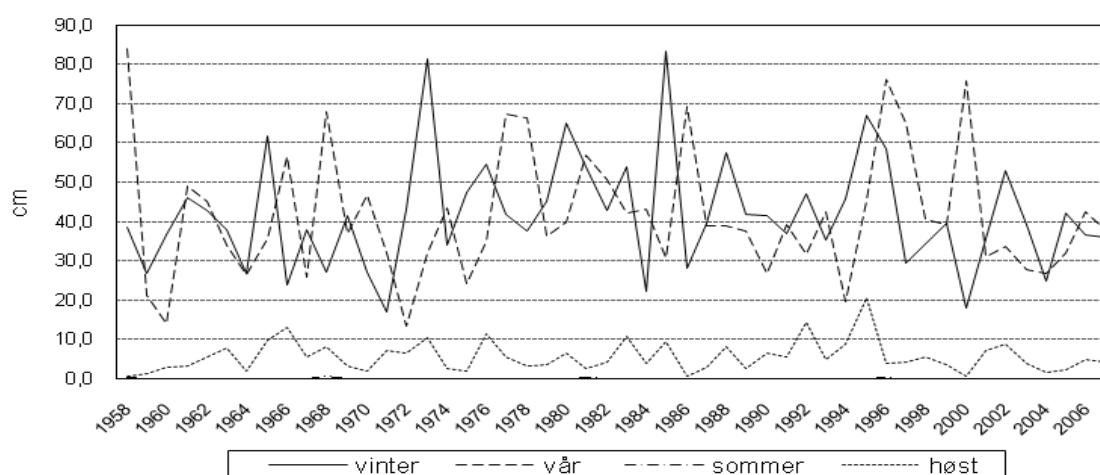
siden målingene startet er 1960 med 247,1 mm og året med mest registrert nedbør er 1992 med 657,1 mm.



Figur 9: Nedbørsutvikling for Neiden i perioden 1958 til 2007. De fargede linjene viser utviklingen i løpende 10-årsmiddelverdier for *års*-, *vinter*-, *vår*-, *sommer*- og *høst*nedbør, samt sort stiplet linje for lineær trend for årsverdiene over hele perioden. Kilde: www.met.no

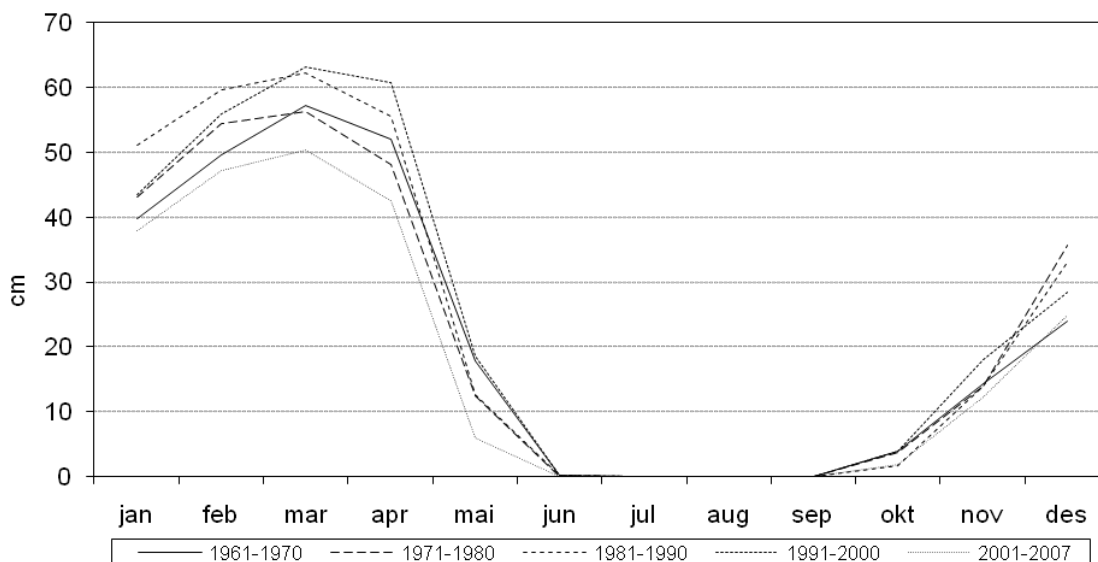
3.2.3 Snødybde

Det finnes snødybde data for Neiden for perioden 1958-2007. Området karakteriseres av store mellomårsvariasjoner i snømengde/snødybde (figur 10). Mengden varierer også sterkt mellom vinter- og vårperioder innen samme år. For eksempel hadde årene 1973 og 1985 store mengder snø tidlig i snøsesongen men dette vistes ikke i den akkumulerte mengden senere i sesongen. Det er ingen tydelige trender for hele perioden men en tendens til minket snødybde de siste årene.



Figur 10: Snødybde for Neiden i perioden 1958 til 2007 presentert som sesongvise middelerverdier av midlere snødybde for enkeltmåneder. Kilde: www.met.no

Snøakkumulasjonen begynner de fleste år i september og pågår fram til og med mars måned (figur 11). Variasjonen i den akkumulerte snødybden har vært relativt liten men det er en svak trend med økende dybde de første fire registrerte tiårene og en redusert akkumulert dybde de siste syv årene. Den raskeste snøsmeltingsperioden er i mai. Sett over hele perioden, er juni til september registrert uten midlere snødybde (figur 11).



Figur 11: Snødybdeutvikling over året for Neiden i perioden 1961-2007 vist som middelverdier for tiårsperioder (linjer med ulike format; siste periode er 7 år). Verdiene er beregnet fra midlere snødybde per måned. Kilde: www.met.no

3.3 Fly- og satellittbilder

Det finnes flybilder for Ferdesmyra fra 1957 i skalaen 1:20000 og fra 1972 i skalaen 1:15000. Det finnes ingen bilder etter 1972. Skalaen 1:20000 er imidlertid ikke finskala nok for å analysere utviklingen i Ferdesmyra i sin helhet eller i detalj grunnet palsstrukturenes begrensede størrelse. Flybilder og informasjon om tilgjengelige bilder stammer fra TerraTec AS ved Statens kartverk, som har ansvaret for, og forvalter det nasjonale sentralarkivet for flybilder (se www.terratec.no).

Satellittbilder finnes fra begynnelsen av 1970-tallet og utgjør dermed et ca 30-årig grunnlag for kontinuerlig overvåking av utviklingen. Disse gir likevel bare en grov indikasjon på tilstedeværelse av palsformasjoner eller tidligere tilstedeværelse av palsformasjoner som har gitt opphav til større dammer i palsområdene. Strukturelle forandringer på en skala mer egnet for overvåkingssystemet kan skaffes via høyoppløselige satellittbilder (for eksempel QuickBird), men disse medfører en meget stor kostnad (se "Appendix I" i Hofgaard 2003 for mer informasjon om muligheter med satellittbilder). I tillegg til satellittbilder finnes det Corona-bilder (svart-hvite ikke digitaliserte bilder med en romlig oppløsning på 2-8 meter) for perioden 1961-1972. Utviklingen innen satellittbildeteknologien er rask og tilgjengeligheten til høyoppløselige bilder endres stadig. Dette gjør at teknologien sannsynligvis vil danne et godt fremtidig verktøy for palsmyrovervåkingen.

4 Metoder

4.1 Linjeanalyser

Linjeanalysene er designet for å fange opp variasjoner og forandringer i palsstruktur, dominerende vegetasjon, frekvens av ulike markslag og tele innen valgte områder. Dette gjøres ved hjelp av detaljregistreringer innen syv variabelkategorier: markslag, bunnsjikt, feltsjikt, busksjikt, teledybde, palshøyde og torvsprekker (tabell 2). Individuelle linjers lengde bestemmes av palsformasjonenes størrelse og frekvens av ulike markslag innen palsområder. Minimum linjelengde er som regel 50 meter, men dette er avhengig av områdets og palsenes størrelse. Registreringsfrekvensen langs linjene er én meter, det vil si for hver meter registreres verdier og/eller den dominerende variabelen innen hver kategori. På grunn av at registreringsarbeidet er relativt tidkrevende er metodene utarbeidet slik at linjeanalysene kan gjøres med to ulike intensiteter: "detaljlinjer" der alle variabler registreres, og "generelle linjer" der kun markslag, dominerende vegetasjon og torvsprekker registreres. Ved bruk av begge intensitetsnivåene bør minst en tredjedel av den totale linjelengden analyseres detaljert. Ettersom vegetasjonen innen hvert markslag og dominerende vegetasjonskategori er relativt homogen, kan det innsamlede materialet fra de to intensitetsnivåene sammenlignes og sammenstilles, og utgjør dermed et samlet grunnlag for analyse av forandringer over tid. For Ferdesmyra er kun "detaljlinjer" brukt.

I tillegg til analyser langs palsstrukturelinjene er vegetasjonens artssammensetning analysert langs tilfeldig plasserte "artslinjer" innen to utvalgte delområder. Linjene representerer vegetasjonen på palsoverflaten og palsens grensesoner innen delområdene men ikke delområdet i sin helhet. Artslinjedataene er et grunnlagssupplement til de relativt grove analysene langs de lange palsstrukturelinjene. Artslinjenes lengde er 5 meter og registrering gjøres ved hjelp av en punktfrekvensmetode tilpasset linjeanalyser. Første vertikale punkttreff (punktbredde er 1 millimeter) av tilstedeværende arter/variabler registreres for hver tiende centimeter langs linjene (dvs. 50 verdier per linje). I tillegg er dominerende vegetasjonstype registrert for hver meter.

4.2 Fotodokumentasjon

Palsstrukturelinjene er fotodokumentert (objektivinnstilling tilsvarende 50mm) for å visualisere både innsamlede data og forandringer over tid. Dokumentasjonen er gjort i linjenes retning, ved start, slutt og ved hver femtiende meter langs linjene. Metodikken er valgt for å gjøre omfotografering ved neste gangs analyse lettere. I tillegg er enkelte fotopunkter valgt ut for å representere ulike utviklingsstadier innen palser og palsplataer, som for eksempel erosjonskanter, dammer og kortvarige palsformasjoner. Artslinjene er ikke fotodokumentert.

4.3 GPS-registreringer

Linjene er GPS-registrert (UTM: WGS 84 sone 34W) for å gjøre det mulig og lettere å gjenopprette linjer og analyseposisjoner ved kommende reanalyser. Artslinjene er ikke GPS-registrerte. Posisjon for de ulike linjene vil også bli brukt ved analyser av fly- og satellittbilder. Dette er foreløpig ikke helt mulig grunnet satellitt- og flybildematerialets kvalitet og mangelen på flybilder etter 1972, men er grunnlag for framtidig bruk.

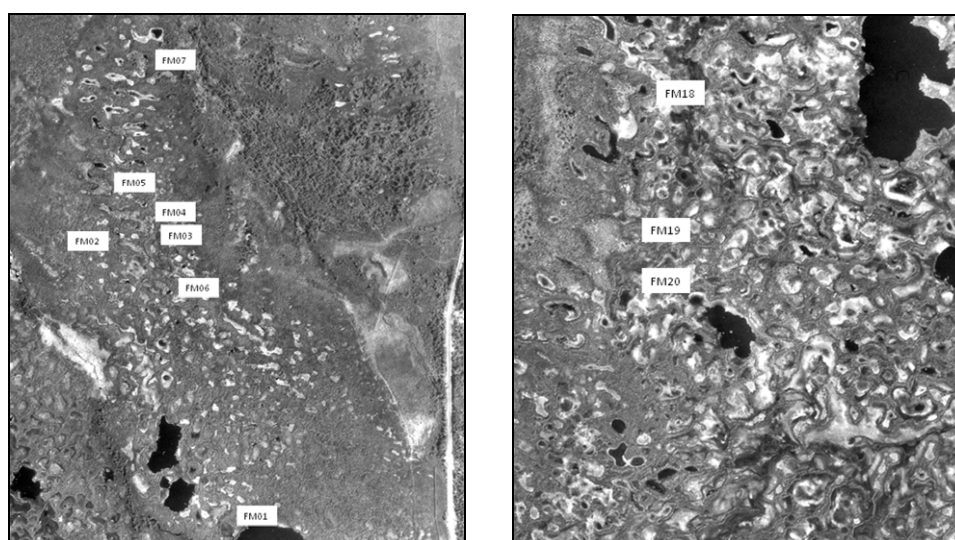
Tabell 2: Variabler som er registrerte ved linjeanalysene samt forkortelser som er brukt i feltprotokollene

markslag	Lagg	vannsamling rundt eller langs palskanter, ev. dekket av torvmose og ull
	Mf	"myrflate" - myras 0 m-nivå, nivå for dammer og bløtmyr
	P	pals
	Pr	palsring
	T	"tue" – torvhaug uten permafrost
	D	dam
	Bk	bruddkant: erosjonskant med torvblokker delvis eller helt uten vegetasjon
bunnsjikt	Dt	død torv - sorte områder uten vegetasjon
	Lav	kollektivt for lav
	Mo	mose - alt utenom torvmose
	Sph	kollektivt for torvmose (<i>Sphagnum</i> spp)
	St	strø
	Va	vann
feltsjikt	Cx	kollektivt for starr (<i>Carex</i> spp)
	Hj	molte (<i>Rubus chamaemorus</i>)
	Ris	kollektivt for lyngarter (<i>Vaccinium</i> spp) og krekling (<i>Empetrum</i>)
	Ros	kvitlyng (<i>Andromeda polifolia</i>)
	Equ	kollektivt for snellearter (<i>Equisetum</i> spp)
	Siv	bjønnskjegg (<i>Scirpus cespitosus</i>)
	Ull	kollektivt for alle ullarter (<i>Eriophorum</i> spp)
	Du	død ull, kollektivt for alle ullarter (<i>Eriophorum</i> spp)
busksjikt	Bna	dvergbjørk (<i>Betula nana</i>)
	Skv	finnmarkspors (<i>Ledum palustre</i>)
	Sa	kollektivt for vier (<i>Salix</i> spp)
	Bp	bjørk (<i>Betula pubescens</i>)
	()	arten forekommer men er ikke dominerende som busksjikt
teledybde	150	målt i cm, en måling per meter
	"150"	usikkert om det er tele eller sediment
	150+	tele ikke nådd på målt dybde
torvsprekker	S	angis i antall og bredde
høyde	60	angis i cm over myras 0-nivå

5 Resultat og diskusjon

5.1 Palsformasjoner

Palsformasjoner forekommer innen begrensede deler av nordre og vestre delene av Ferdesmyra (innen områdene A og B, se figur 6). I alt er ti palser inkludert i overvåkningen; syv i det nordre området og tre i det vestre (figur 12). De fleste palsene innen begge områdene er relativt små og lave kuppelpalser eller fragmenterte palsplatåer. Bløt myr med starr og ull, dammer og små vann dominerer de sentrale delene av Ferdesmyra. Innen disse delene er det ingen palsformasjoner. De ti palsene som inngår i overvåkningen representerer alle sene utviklingsstadier da det ikke finnes palser innen andre utviklingsstadier. Palsenes dekning i areal og høyde varierer strekt fra noen titals kvadratmeter og opp til flere hundre kvadratmeter, og fra mindre enn en meter høye til ca 2,5 meter. Det finnes noen få små og lave fragmenter av palser i tillegg til de ti som inngår i overvåkningsstudien, men i all hovedsak er alle palser innen de to områdene inkludert i studien.



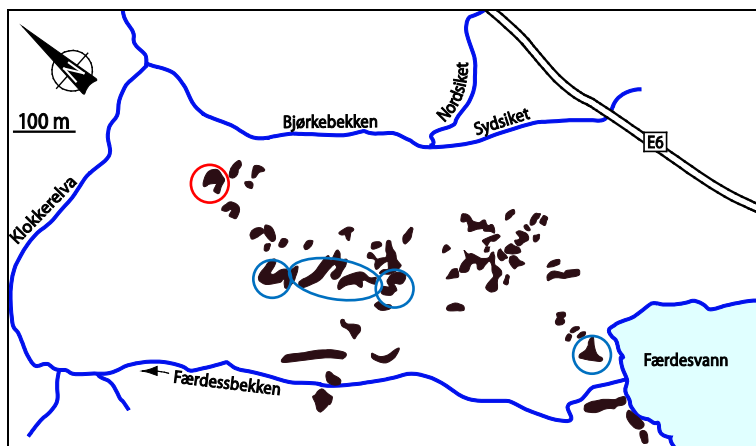
Figur 12: Ferdesmyra område A og B med palser og deres identifikasjonsnummer. Palsnumrene er markert på utsnitt av flyfoto fra 1972.

5.2 Forandringer over tid

Mangel på flybilder for området fra senere år gjør at det foreløpig ikke er mulig å gjøre detaljerte analyser av forandringer over tid og over området i sin helhet, men bildene fra 1972 sammen med studiene av Vorren på 1970-tallet (se kapittel 3.1) gir grunnlagsmateriale for deler av Ferdesmyra. I tillegg til studiene fra 70-tallet ble Ferdesmyra besøkt i forbindelse med etableringen av overvåkningsprogrammet i 2004. I samband med denne befaringen ble det tatt en del bilder av palsformasjoner og gjort en del enklere notater. Sammen danner dette grunnlag for estimering av forandringer i senere tid. Det er relativt store forandringer som har skjedd siden 1970-tallet og i løpet av de siste fire årene i takt med endringer i regionens klima. I tillegg til temperaturstigningen i begynnelsen av 1900-tallet så har både temperatur og nedbør økt betraktelig siden 70-tallet (figur 8 og 9). Dette har medført at nedbrytningen av palsene i Ferdesmyra for tiden er relativt rask.

Den nordre delen av Ferdesmyra (område A) hadde i 1970-årene drøyt 45 palsformasjoner med en størrelse som medførte at de ble registrert på kart ved undersøkelsene på 70-tallet (figur 13). I 2004 og 2008 var antallet mindre enn 10. Alle de gjenværende palsene (vist med

sirkler) har minket i størrelse siden 1970-tallet, og i tillegg er tidligere sammenhengende palsformasjoner gjennom permafrostens minkede utbredelse blitt delt opp i palsfragmenter. For eksempel pals FM03 og FM04 var på 70-tallet en sammenhengende relativt stor palsformasjon (figur 12), men i 2004/2008 to relativt små palser. Pals FM05 var på 70-tallet en stor S-formet pals (figur 12) og i 2004/2008 en betraktelig mindre og kuppelformet pals. Palsens størrelse minket i tillegg betydelig i perioden 2004-2008 og høyden minket med ca 0,5 meter (figur 14). Ett annet eksempel er pals FM07 som var en stor pals i 1970-årene (rød sirkel, figur 13) men var i 2004 en liten kuppelpals og i 2008 helt forsvunnet. Palsens tidligere posisjon vistes i 2008 som en dam (figur 15). Pals FM18 var i 2008 Ferdesmyras høyeste pals med 2,5 meter, men både høyden og størrelsen har minket betydelig fra 2004 til 2008 (figur 16). Høyden minket med ca 0,75 meter på de fire årene. I tillegg til disse endringene i senere år har palsen blitt omtrent halvert i størrelse siden 70-tallet.



Figur 13: Ferdesmyras nordre del. Kartet viser palsforekomst og utbredelse i området på 1970-tallet. Blå sirkler viser palser som fortsatt fantes i 2004/2008, og rød sirkel pals som fantes i 2004 men ikke i 2008. Kartkilde: Vorren 1972 og 1979.



Figur 14: Pals FM05 i Ferdesmyras nordre del. Bildene fra 5. juli 2004 og 5. august 2008 viser at palsen minket i størrelse og noe i høyde i løpet av de fire årene. Torvblokker ved palsens høyre og venstre kant i det øvre bildet har sunket ned i omkransende lag og myr (nedre bilde).



Figur 15: Pals FM07 i Ferdesmyras nordre del. Det øvre bildet fra 5. juli 2004 viser at palsen er i en rask nedbrytningsfase. I det nedre bildet fra 7. august 2008 er palsen helt borte og en dam er dannet der den lå.



Figur 16: Pals FM18 i Ferdesmyras vestre del. Øvre bilde fra 6. juli 2004 viser en betydelig større pals enn bildet fra 6. august 2008. Palsens høyde har minket cirka 0,75 meter mellom fototidspunktene.

5.3 Menneskelige påvirkning

Palsområder er meget sårbare for menneskelige aktiviteter som påvirker de hydrologiske forholdene rundt palsene eller palsoverflatene. Påførte skader kombinert med økt klimatisk marginalisering grunnet endringer i klimaet gjør at også beskjeden menneskelig påvirkning kan virke destabiliserende. De i dag gjenværende palsene viser ingen tegn på forstyrrelse av menneskelig aktivitet og de dokumenterte forandringene mellom 2004 og 2008 skyldes langtidsforandringene i regionens klima.

5.4 Linjeanalyser

5.4.1 Palsstrukturlinjer

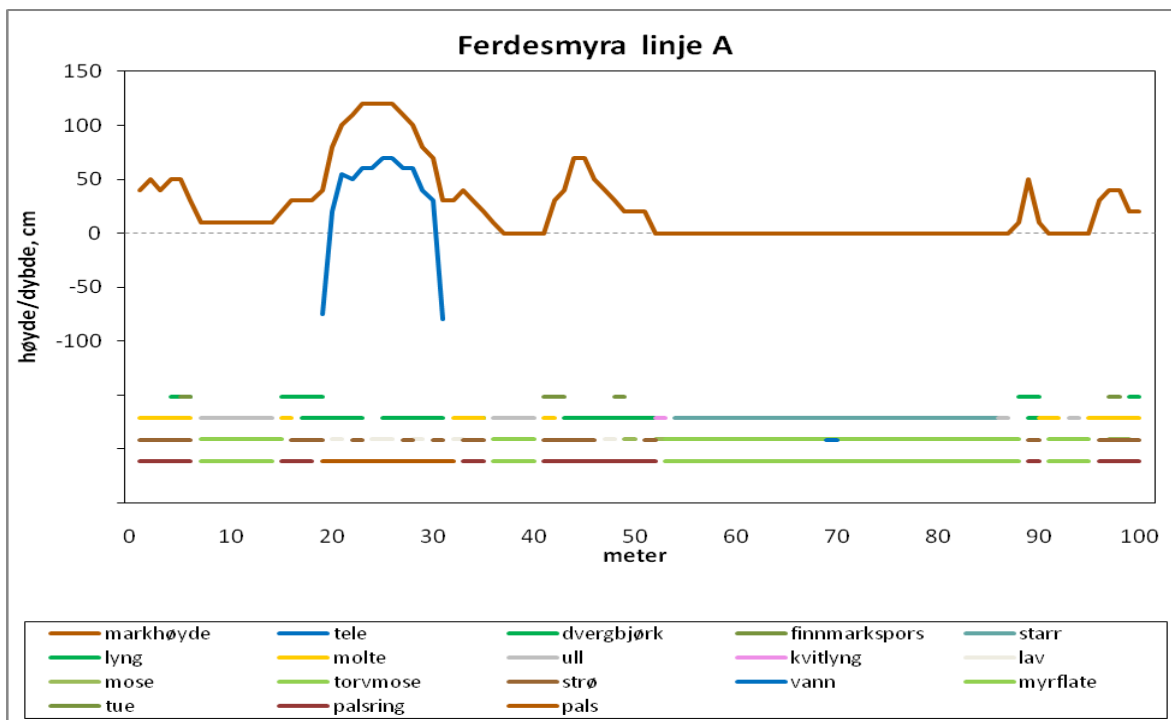
Til sammen ni linjer er plassert ut innen overvåkingsområdene i Ferdesmyra (figur 6): 5 innen palsområde A og 4 innen område B. Den totale linjelengden er på 864 meter. Detaljer for linjenes plassering, lengde og trekk er redegjort for i tabell 3. Fordeling av tele, markslag, bunn-, felt- og busksjiksvegetasjon, samt palsenes høyde over omliggende myr er presentert i de enkelte linjefigurene sammen med fotografier fra utvalgte fotopunkter langs linjene (figur 17 - 34). Linjene er plassert slik at de fanger opp mest mulig av variasjonen i palsområdene i Ferdesmyra.

Tabell 3: Analyselinjenes lengde og trekk

Navn	Lengde m	Linjestart	Linjeslutt	Retning, grader	Kommentarer
A	100	palsring	palsring	342	krysser pals FM01 og linje B
B	60	palsring	palsring	67	krysser pals FM01 og linje A
C	124	palsring	tue	8	krysser pals FM02 og FM03, og linje D
D	175	tue	tue	317	krysser pals FM03, FM04 og FM05, og linje C og E
E	50	tue	tue	212	krysser pals FM05 og linje D
F	90	palsring	palsring	11	krysser pals FM18 og linje G
G	65	palsring	palsring	313	krysser pals FM18 og linje F
H	125	palsring	palsring	26	krysser pals FM19 og FM20, og linje I
I	75	tue	palsring	114	krysser pals FM19 og linje H

Linjene A og B krysser pals FM01 som er en lav pals uten markerte bruddkanter (figur 17-20, se figur 12 for palsposisjoner). Telen langs de to linjene strekker seg over 13 meter og ligger på 40-115 cm under palsoverflaten. Linje C krysser to palsformasjoner: pals FM02 og FM03 (figur 21 og 22) med markerte bruddkanter og laggområder. Telen i palsenes deler med permafrost ligger i gjennomsnitt på ca 65 cm, men på det grunneste på 40 cm under palsoverfla-

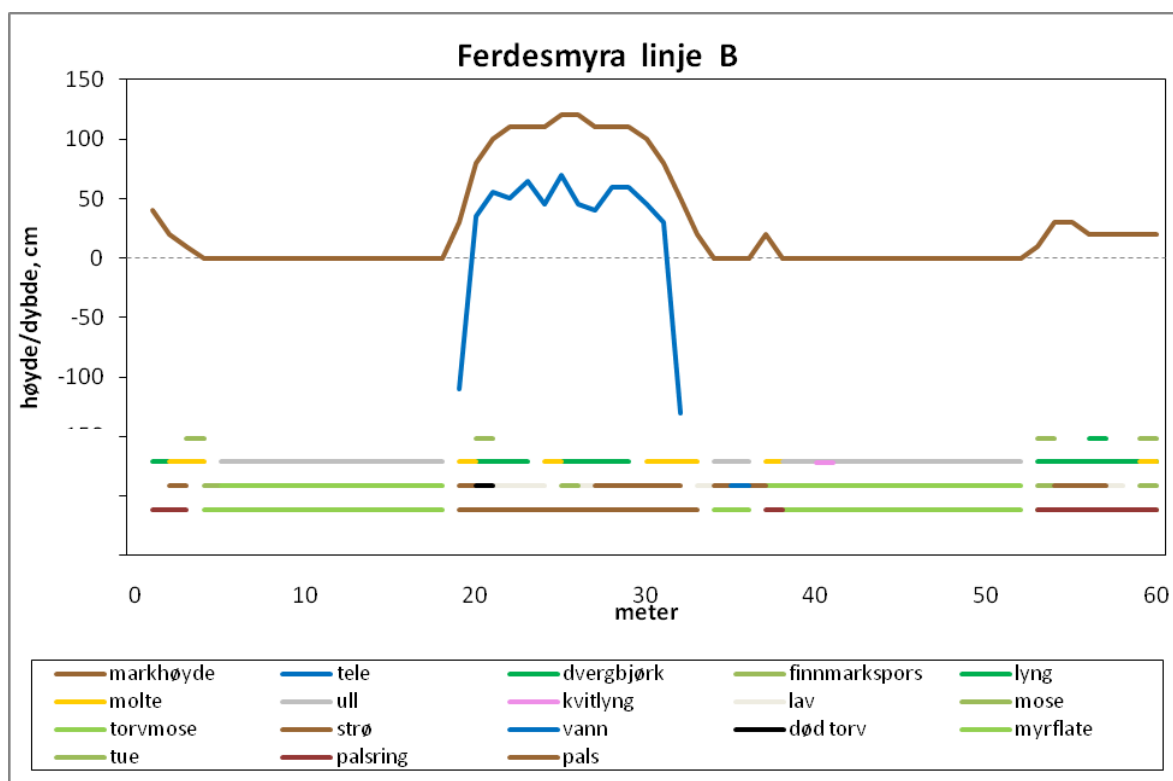
ten. Kun på en plass er palshøyden over 1 meter. Linje D krysser pals FM03, FM04 og FM05 fra sørøst mot nordvest (figur 23-24). Palsene karakteriseres av bruddkanter og omkransende lagg- og damområder. Telen ligger i gjennomsnitt på 95 cm under palsoverflaten. Linje E krysser pals FM05 og linje D (figur 25-26). Telen har en gjennomsnittsdypde på ca 105 og palsens makshøyde er 2,2 meter. Mesteparten av palsen langs linjen er bruddkanter, kun fire meter langs linjen er pals uten større sprekker. Linjene F og G krysser pals FM18 (figur 27-28 og 29-30). Kun en begrenset del av palsen (ti meter langs linje F og seks langs linje G) har permafrost og telens gjennomsnittsdypde er på ca 145 cm. Linjene inkluderer omkransende lagg-, dam- og myrområder. Linjene H krysser pals FM19 og FM20 og damområdet mellom dem (figur 31-32). De to palsene var tidligere en relativt stor sammenhengende pals (figur 12). Kun begrensede deler av palsene langs linjen har permafrost; 13 meter for FM19 og 7 meter for FM20. Høyeste punkt for de to palsene langs linjen er 2,1 meter for FM19 og 1,3 meter for FM20. Linje I krysser pals FM19 fra vest mot øst langs palsens lengderetning og karakteriseres av palsens svakt hellende sider og omliggende laggområder (figur 33 og 34). Middels teledypde langs linjen er 95 cm, og høyest punkt 2,1 meter.



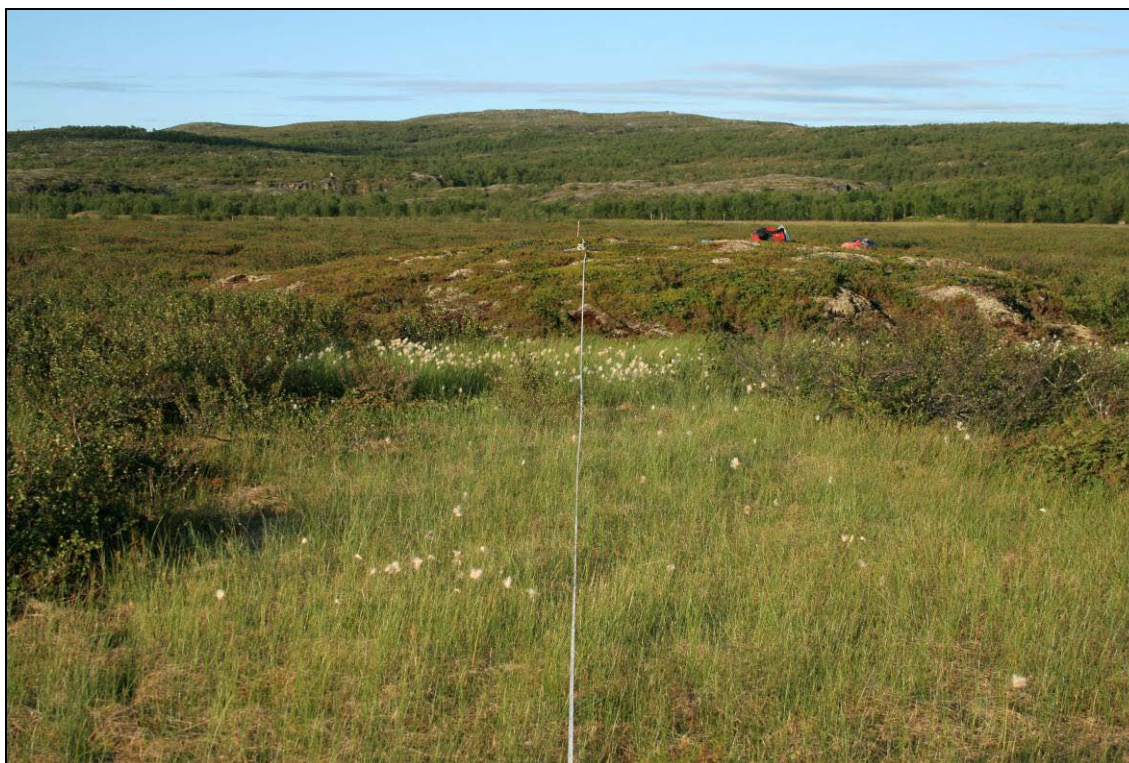
Figur 17: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje A (se tabell 2 for detaljer angående registrerte variabler). De to øverste linjene i figuren viser palsformasjonens høyde (brun linje) over omliggende vann og telens/permafrostens utbredelse under overflaten (blå linje). De tre grupperingene med linjer i nedre del av figuren viser feltsjiktvariabler (øverst), bunnsjiktvariabler (midt) og markslagsvariabler (nedre linjegruppering). Disse linjegruppene har ingen tilknytning til y-aksen.



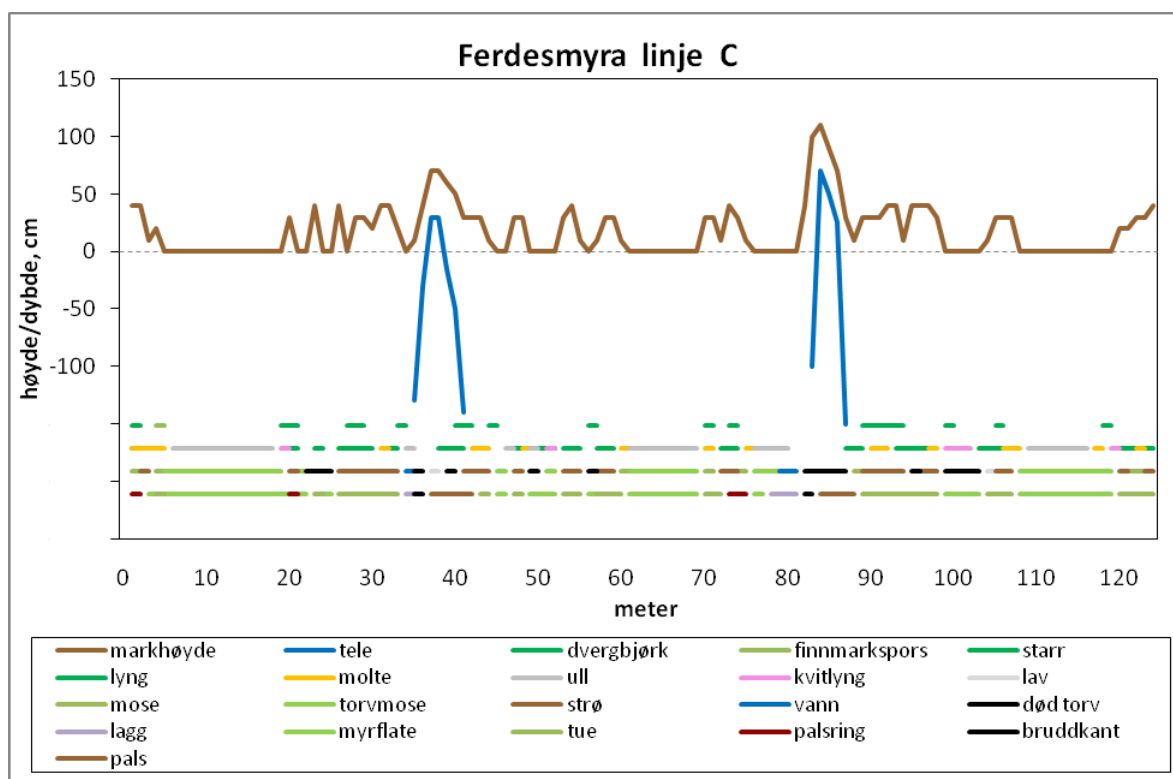
Figur 18: Linje A krysser pals FM01 og omkransende ull- og dvergbjørkdominerte områder i en nordvestlig retning (fra posisjon FMA000, se figur 17).



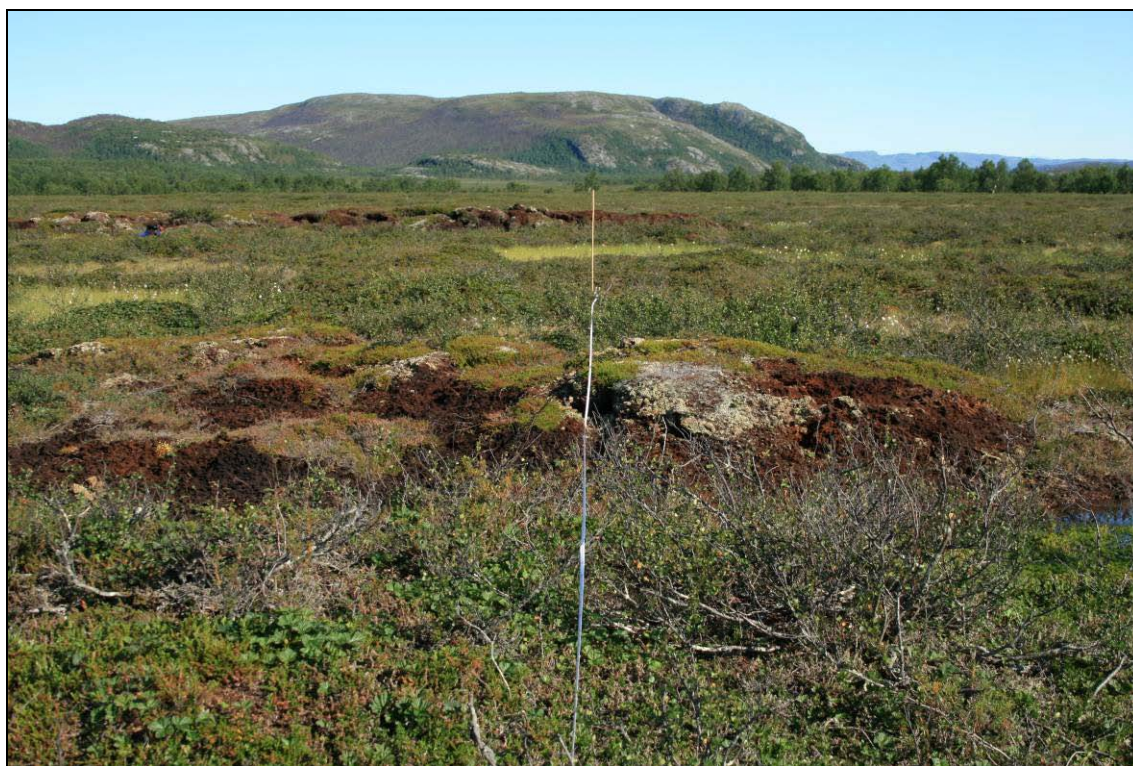
Figur 19: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje B. Se figur 17 for beskrivelse av figurens detaljer.



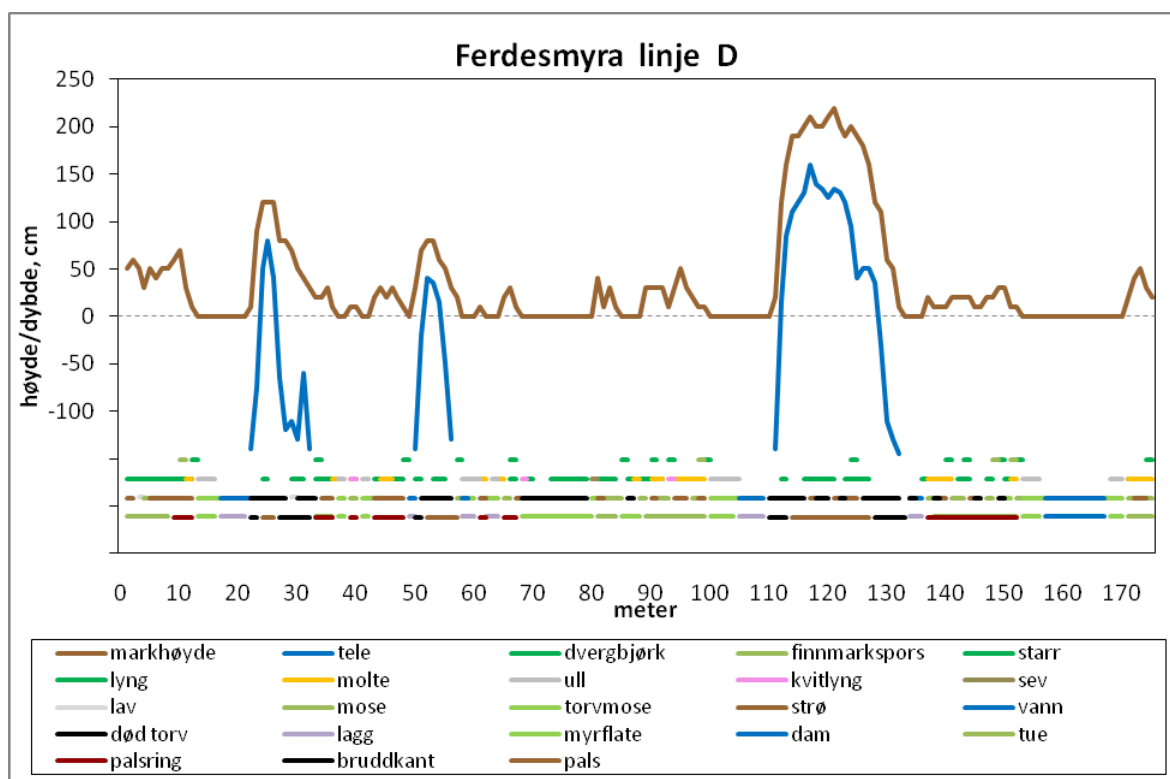
Figur 20: Linje B krysser pals FM01 og omkransende ull- og dvergbjørkdominerte områder i en østlig retning (fra posisjon FMB000, se figur 19).



Figur 21: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje C. Se figur 17 for beskrivelse av figurens detaljer.



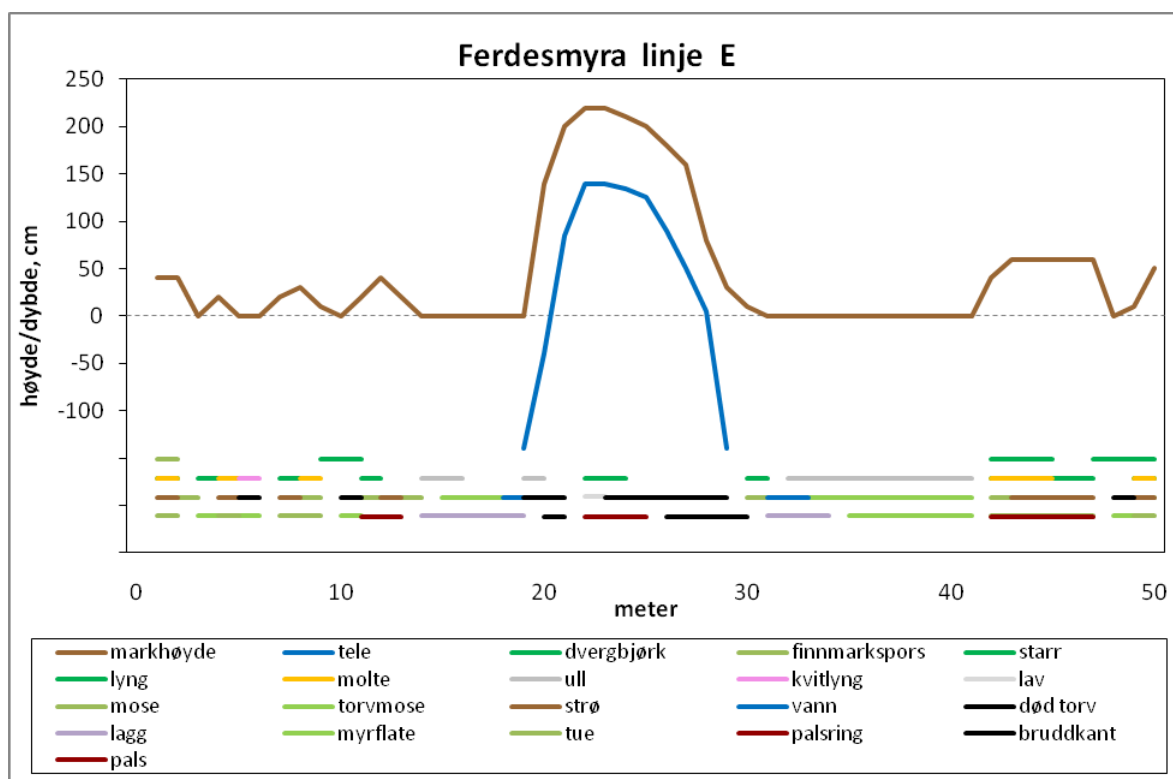
Figur 22: Linje C krysser pals FM02 og FM03 i en nordlig retning (fra posisjon FMC025, se figur 21).



Figur 23: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje D. Se figur 17 for beskrivelse av figurens detaljer.



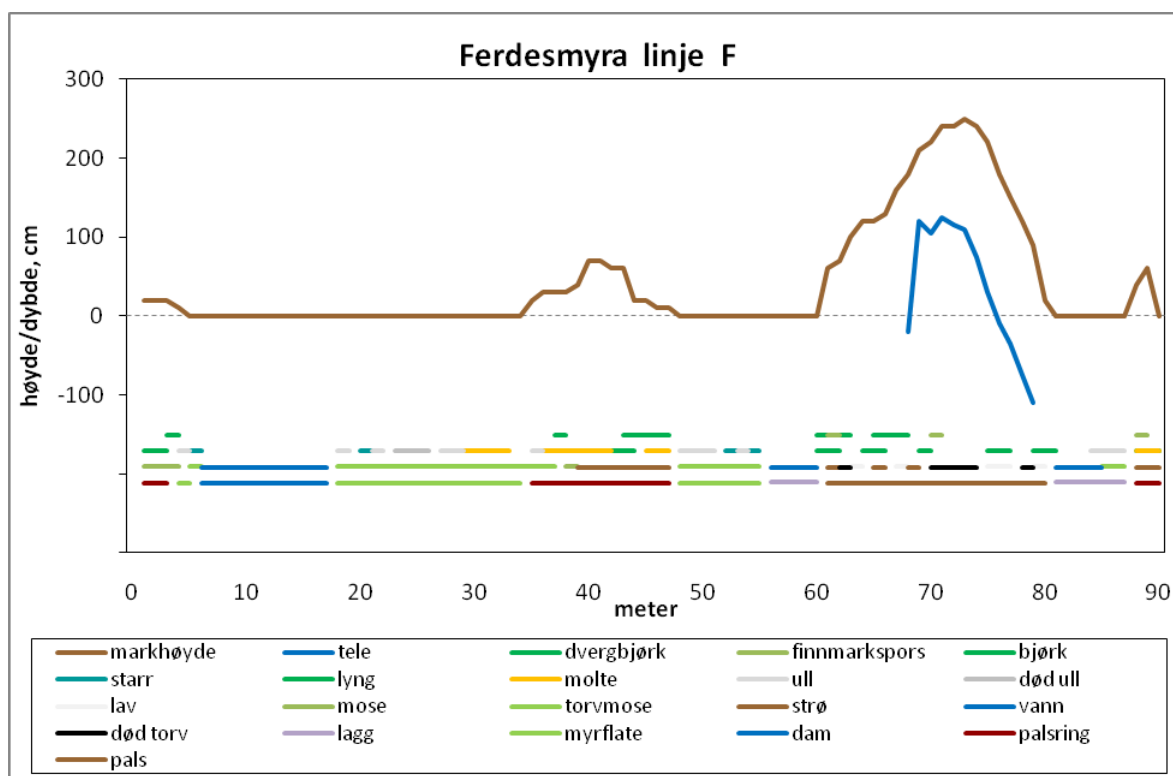
Figur 24: Linje D krysser pals FM03, FM04 og FM05 og mellomliggende dvergbjørk- og ulldominerte områder (fra posisjon FMD025, se figur 23).



Figur 25: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje E. Se figur 17 for beskrivelse av figurens detaljer.



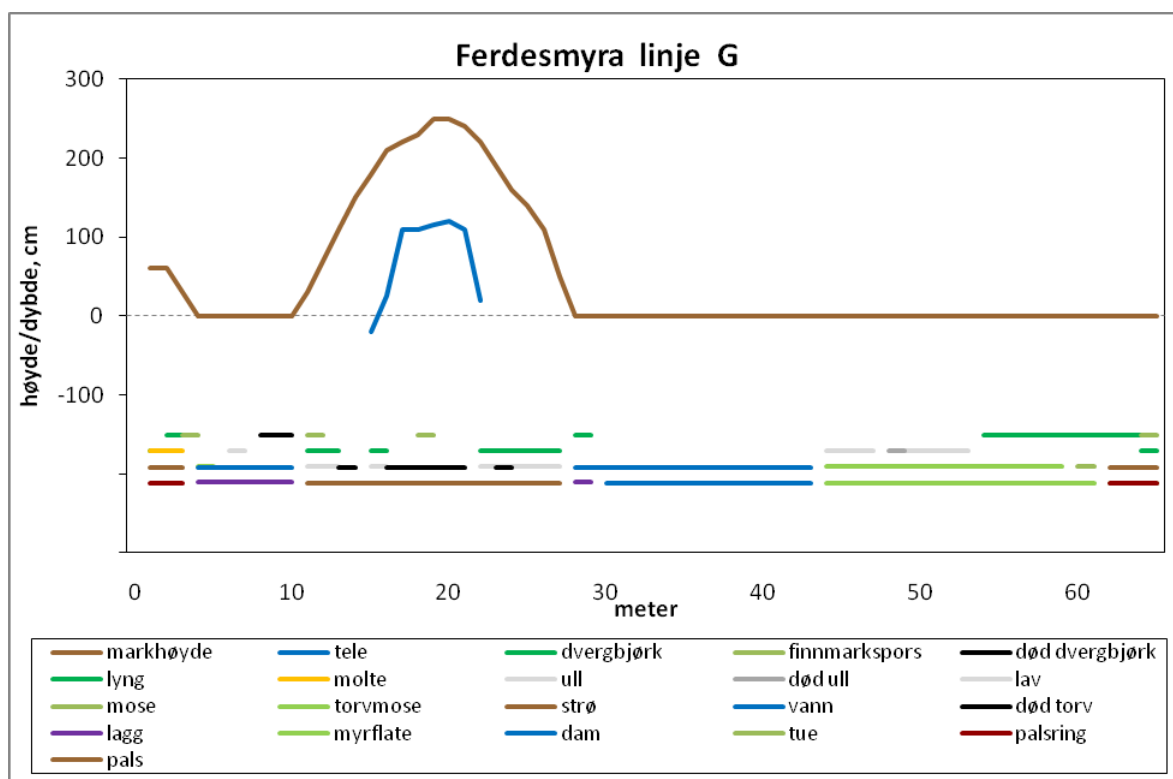
Figur 26: Linje E krysser pals FM05 i en nordøstlig retning (fra posisjon FME050, se figur 25).



Figur 27: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje F. Se figur 17 for beskrivelse av figurens detaljer.



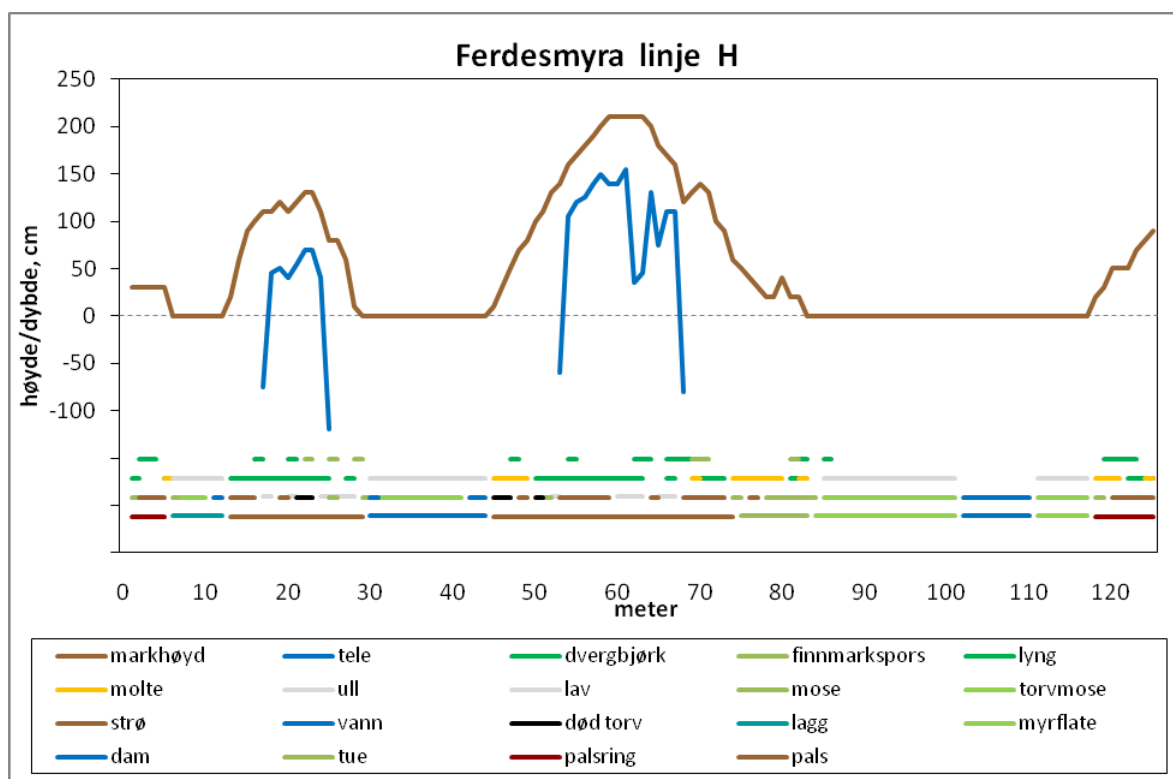
Figur 28: Linje F krysser pals FM18 i en sør-nordretning. Laggområdet til høyre i bildet viser palsens tidligere utbredelse (fra posisjon FMF030, se figur 27).



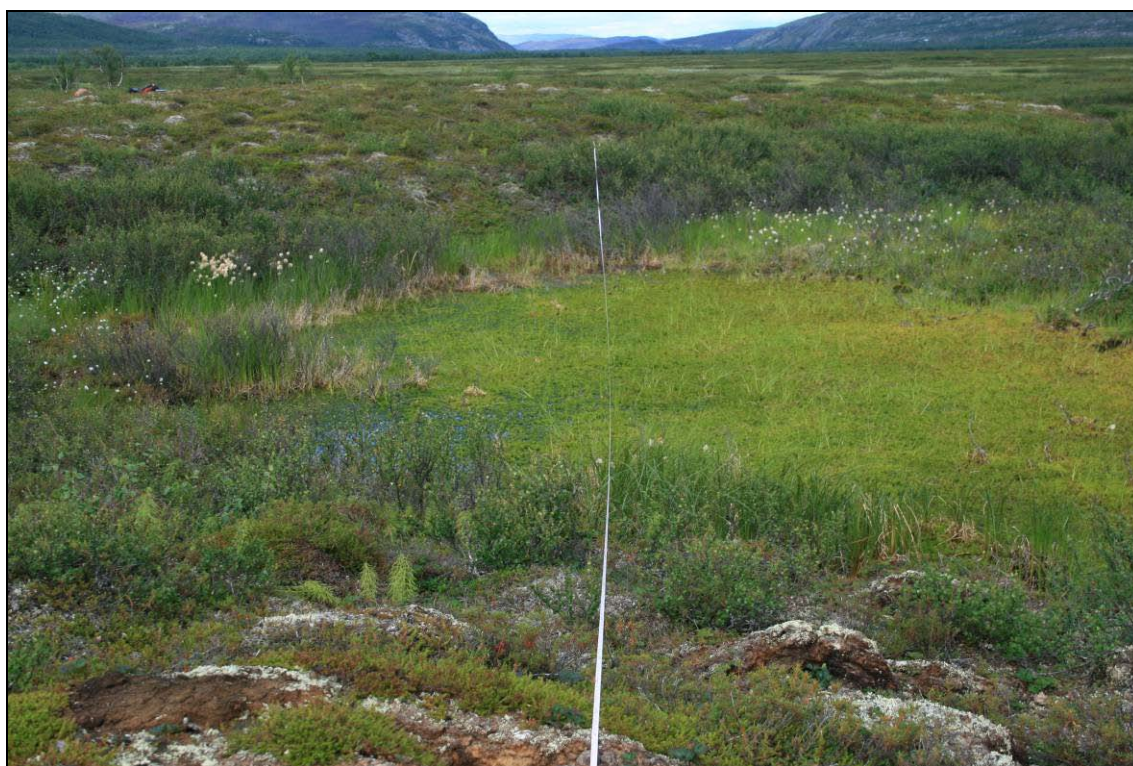
Figur 29: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje G. Se figur 17 for beskrivelse av figurens detaljer.



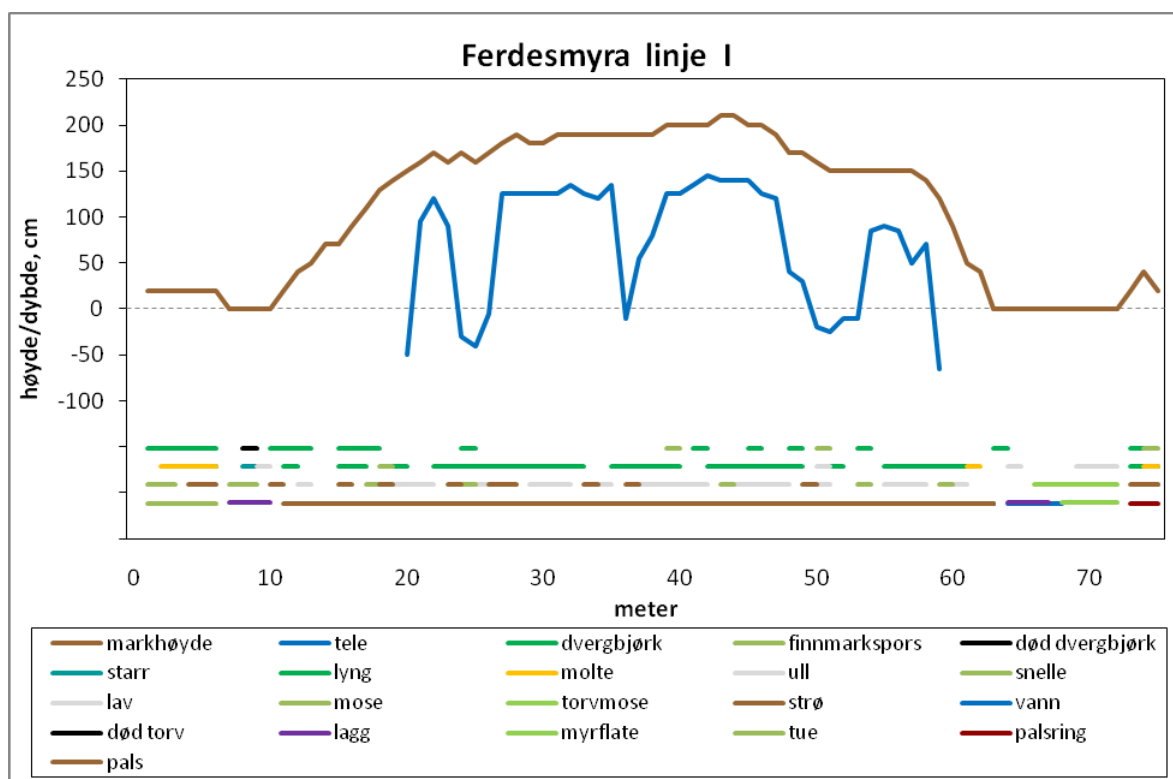
Figur 30: Linje G krysser pals FM18 og laggen som avgrenser palsen mot sør (fra posisjon FMG000, se figur 29).



Figur 31: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje H. Se figur 17 for beskrivelse av figurens detaljer.



Figur 32: Linje H krysser pals FM19 og FM20 og en nesten helt torvmosedekt dam mellom dem (fra posisjon FMH020, se figur 31).



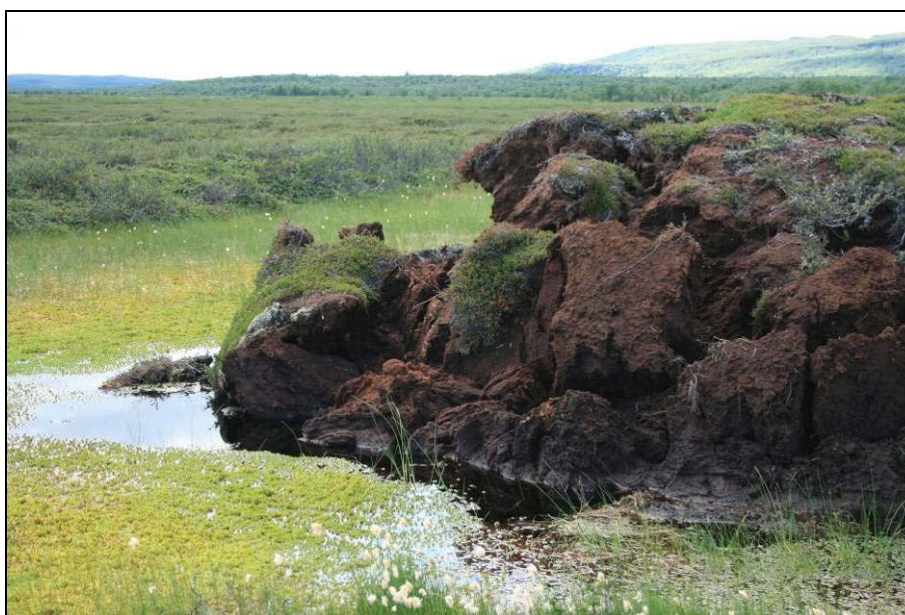
Figur 33: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje I. Se figur 17 for beskrivelse av figurens detaljer.



Figur 34: Linje I krysser pals FM19 i en østlig retning mot Ferdesmyras sentrale og våte områder (fra posisjon FMI050, se figur 33).

5.4.2 Torvsprekker langs linjene

Antallet torvsprekker og sprekkbredde ble undersøkt langs alle linjene. Antallet sprekker varierer langs linjene avhengig av palsenes degenereringsgrad. Det er registrert sprekker langs alle linjene. De høyeste verdiene ble registrert for linjene F og G, som krysser pals FM18. Innen partier med aktiv og sterk degenerering, som for eksempel bruddkanter, kan det være vanskelig eller umulig å definere enkeltsprekker og bredder (se figur 35). Derfor er slike partier angitt med total lengde langs linjene (tabell 4) og inngår ikke i beregningen av antall sprekker per meter. Dette gjør at de to tallene må ses i sammenheng for at frekvensen av partier med sannsynlig forandring ikke undervurderes. Linje D som krysser palsene FM03, FM04 og FM05 har størst antall meter med bruddkanter og disse representerer nesten like stor andel som linjens palsdel. Ved bruk av sprekker som variabel for sammenligning over tid må man være klar over at variabelverdien til dels er avhengig av fuktigheten ved analysetidspunktet. Antallet sprekker vil ikke forandres med fuktigheten, men bredden til enkelte sprekker vil kunne variere noe.



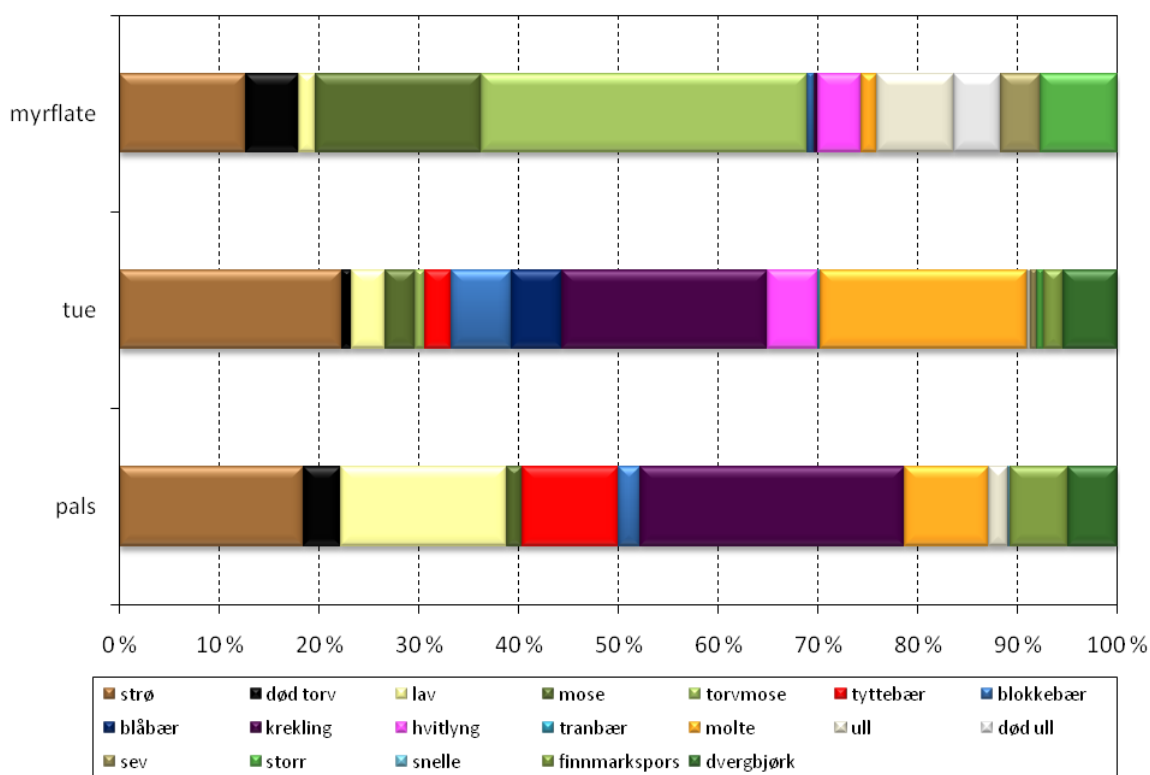
Figur 35: Bruddkant med torvblokker og vegetasjonspartier ved sørøstkanten av pals FM05.

Tabell 4: Frekvens av sprekker langs linjene, fordelt på sprekkbredde og antall per meter pals. Bruddkant er gitt i total lengde (m) og inngår ikke i beregningen av antall sprekker per meter.

Linje	0-5 cm	6-10 cm	11-20 cm	21-50 cm	>50 cm	bruddkant	meter pals	sprekker/m
A	1	0	5	2	0	0	14	0,57
B	1	0	6	3	0	0	15	0,67
C	2	0	1	1	0	4	11	0,36
D	4	4	4	3	1	20	23	0,70
E	0	1	0	0	0	7	4	0,25
F	4	2	6	5	1	0	20	0,90
G	1	1	3	6	3	0	17	0,82
H	6	5	7	1	0	0	47	0,40
I	1	0	2	3	0	0	53	0,11

5.4.3 Artslinjer

Finskala variasjon i bunn-, felt- og busksjiktvariabler ble analysert langs 21 tilfeldig plasserte linjer innen område A og B. De samme variablene som langs de lengre palsstrukturlinjene (se tabell 2) er registrert for artslinjene, men variabelen for lyng er delt opp og registrert til art: kreking, blokkebær, blåbær og tyttebær. De 21 linjene fordeler seg på markslagene pals (9), tue/tørr myr uten permafrost (6) og myrflate (6) (figur 36). De tre markslagene dominerer i palsområdene sammen med dammer med og uten vegetasjon. Palsene er ofte omkranset av laggområder som utgjør artsrike overgangssoner til myrflate og turområder. De våteste kantsonene er relativt artsfattige og domineres av ull (*Eriophorum* spp). De våte markslagstypene er ikke representert med artslinjeanalyser. Artsdominansen for de tre analyserte markslagene avviker fra hverandre ved at palsene karakteriseres av strø, lav, tyttebær og kreking. Arts sammensetningen i tueområdene ligner på palsenes men karakteriseres av flere arter og mer molte. Myrflateområdene karakteriseres av mose og torvmose. Dvergbjørk og finnmarkspors er stedvis relativt høyvokst men danner på mange plasser et glissent busksjikt.



Figur 36: Frekvensfordeling av bunn-, felt- og busksjiktvariabler (se tabell 2 for detaljer) for markslagene myrflate, tue og pals.

6 Tidsplan:

Overvåkingen startet i 2004 med Ostojeaggi i Troms (Hofgaard 2005) etterfulgt av to områder i Dovre i 2005 (Hofgaard 2006), Goahteluoppal i 2006 (Hofgaard 2007) og Leirpullan i 2007 (Hofgaard 2008). I løpet av den første oppstartsperioden er utvalgte overvåkingsområder (se figur 4) analysert i følge planen nedenfor. Deretter vil områdene bli reanalysert hvert femte år. Overvåkingen er rapportert med årlige rapporter til Direktoratet for naturforvaltning.

Førstegangsundersøkelse	2004	Ostojeaggi
	2005	Dovre: Haukskardmyrin og Haugtjørnin
	2006	Goahteluoppal
	2007	Dovre: Leirpullan
	2008	Ferdesmyra
Reanalyse I	2009	Ostojeaggi
	2010	Dovre: Haukskardmyrin og Haugtjørnin
	2011	Goahteluoppal
	2012	Dovre: Leirpullan
	2013	Ferdesmyra

7 Referanser

7.1 Rapporter innen overvåkingsprosjektet

- Hofgaard, A. 2003. Effects of climate change on the distribution and development of palsa peatlands: background and suggestions for a national monitoring project. NINA Project Report 21. 32 s.
- Hofgaard, A. 2004. Etablering av overvåkingsprosjekt på palsmyrer. NINA Oppdragsmelding 841, 32pp.
- Hofgaard, A. 2005. Overvåking av palsmyr. Førstegangsundersøkelse i Ostojeaggi, Troms 2004. NINA Rapport 42. 29 s.
- Hofgaard, A. 2006. Overvåking av palsmyr. Førstegangsundersøkelse i Dovre 2005, Haukskardmyrin og Haugtjørnin. NINA Rapport 154. 35 s.
- Hofgaard, A. 2007. Overvåking av palsmyr. Førstegangsundersøkelse i Goahteluoppal, Vest-Finnmark 2006. NINA Rapport 257. 33 s.
- Hofgaard, A. 2008. Overvåking av palsmyr. Førstegangsundersøkelse i Leirpullan, Sør-Trøndelag 2007. NINA Rapport 364. 35 s.

7.2 Annen sitert litteratur

- ACIA. 2005. Arctic climate impact assessment. Cambridge University press, Cambridge.
- Christensen, T.R., Johansson, T., Akerman, H.J., Mastepanov, M., Malmer, N., Friborg, T., Crill, P. & Svensson B.H. 2004. Thawing sub-arctic permafrost: Effects on vegetation and methane emissions. Geophysical Research Letters 31. L04501.
- IPCC 2001. Working Group I Assessment Report, Climate Change 2001: The Scientific Basis (Summary for policymakers). www.gcio.org/online.html.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis - Summary for Policymakers. 10th session of Working group I of the IPCC. IPCC, Paris.
- Laberge, M.-J. & Payette, S. 1995. Long-term monitoring of permafrost change in a palsa peatland in Northern Québec, Canada: 1983-1993. Arctic Alpine Research 27: 167-171.
- Luoto, M., Heikkinen, R. K. & Carter, T. R. 2004. Loss of palsa mires in Europe and biological consequences. Environmental Conservation 31: 1-8.

- Moen, A. 1999. National Atlas of Norway. Vegetation. Norwegian Mapping Authority, Hønefoss, Norway. 200 s.
- Payette, S., Delwaide, A., Caccianiga, M. & Beauchemin, M. 2004. Accelerated thawing of subarctic peatland permafrost over the last 50 years. *Geophysical Research Letters*, Vol 31, L18208, doi:10.1029/2004GL020358. 4 s.
- Sollid, J.L. & Sørbel, L. 1998. Palsa bogs as a climate indicator – examples from Dovrefjell, Southern Norway. *Ambio* 27: 287-291.
- Vorren, K.-D. 1972. Stratigraphical investigations of a palsa bog in Northern Norway. *Astarte* 5: 39-71.
- Vorren, K.-D. 1979. Recent palsa datings, a brief survey. *Norsk Geografisk Tidsskrift* 33: 217-219.



Takk til Liv!

NINA Rapport 476

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-2046-0



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no