

Overvåking av palsmyr

Førstegangundersøkelse i Leirpullan, Sør-Trøndelag 2007



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 Leirpullan, Sør-Trøndelag 2007

Annika Hofgaard

Hofgaard, A. 2008. Overvåking av palsmyr. Førstegangsundersøkelse i Leirpullan, Sør-Trøndelag 2007. - NINA Rapport 364. 35 s.

Trondheim, april 2008

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1928-0

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Annika Hofgaard

KVALITETSSIKRET AV

Inga E. Bruteig

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Inga E. Bruteig (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Else Løbersli

FORSIDEBILDE

Vestre delen av palsområdet i Leirpullan sommeren 2007.

Foto: Annika Hofgaard ©

NØKKEWORD

Palsmyr, overvåking, Norge, Sør-Trøndelag, vegetasjon, permafrost, klimaeffekter

KEY WORDS

Palsa peatlands, monitoring, Norway, Sør-Trøndelag 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. 2008. Overvåking av palsmyr. Førstegangsundersøkelse i Leirpullan, Sør-Trøndelag 2007. – NINA Rapport 364. 35 s.

Overvåking av palsmyr er et nasjonalt overvåkingsprosjekt initiert av Direktoratet for naturforvaltning, med oppstart i 2004. Prosjektet omfatter i alt fem utvalgte overvåkingsområder fra Finnmark i nord til Dovre i sør. I denne rapporten presenteres resultater fra førstegangsundersøkelse i Leirpullan, Sør-Trøndelag, som er det fjerde etablerte overvåkingsområdet innen prosjektet. Rapporten presenterer en kortfattet bakgrunn for behovet for overvåking av palsmyr; relevante klimadata for Leirpullan; overvåkingsmetoder; analyser av palsformasjoner, markslagsfordeling, teledybde og vegetasjonsfordeling. Leirpullan er et ca 0,1 km² stort deltaområde med et tjuetall mineralpals. Palsformasjonene med dammer og erosjonsområder ble analysert med hensyn til størrelse, teledybde og posisjon (GPS) ved bruk av individuelle registreringer og detaljanalyser 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 (7 variabler), feltsjikt (5 variabler), busksjikt (1 variabel), 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 Leirpullan fra 1995 viser relativt beskjedne endringer over de 12 årene frem til 2007. Palsstørrelsen har økt i noen begrensede områder og minket i andre, og noen mindre pals er blitt helt borte. Telen lå dypere i 2007 sammenlignet med 1995, noe som trolig er forårsaket av forskjeller i sommertemperatur. Neste analyse av området er planlagt til 2012.

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

Abstract

Hofgaard, A. 2008. Monitoring of palsa peatlands. Initial investigation in Leirpullan, Sør-Trøndelag 2007. – NINA Report 364. 35 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 Leirpullan, Sør-Trøndelag, which is the fourth established monitoring area within the project. The report presents a short background to the need for palsa peatland monitoring; climate data relevant to the Leirpullan area; monitoring methods; analyses of palsa formations and distribution of land cover types, ground frost and vegetation. Leirpullan is a ca 0.1 km² delta area with some and twenty mineral palsas. Palsa formations, thermokarst ponds and erosion areas was analysed regarding size, thaw depth and location (GPS) by the use of individual recordings and detailed analyses along nine permanent sampling lines. The recordings form the basis for reanalyses 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 (7 variables), field layer (5 variables), shrub layer (1 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 1995 of the palsa area at Leirpullan showed generally modest changes over the 12 year period up to 2007. Palsa size had increased in some minor areas and decreased in others, but a few small palsas had disappeared. Thaw depth was deeper in 2007 compared to 1995, possibly caused by differences in summer temperature. The next analysis of the area is scheduled to 2012.

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 Leirpullan, Sør-Trøndelag	9
3.1 Områdebeskrivelse	9
3.2 Klimadata	10
3.2.1 Temperatur	10
3.2.2 Nedbør	12
3.2.3 Snødybde	12
3.3 Fly- og satellittbilder	13
4 Metoder	14
4.1 Linjeanalyser	14
4.2 Fotodokumentasjon	14
4.3 GPS-registreringer	14
5 Resultat og diskusjon	16
5.1 Palsformasjoner	16
5.2 Dammer og vannflier	18
5.3 Forandringer over tid	20
5.4 Menneskelige påvirkning	20
5.5 Linjeanalyser	21
5.5.1 Palsstrukturlinjer	21
5.5.2 Artslinjer	33
6 Referanser	35
7 Tidsplan:	35

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 fjerde 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 Leirpullan i Sør-Trøndelag. 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 er tatt av forfatteren 3.-6. august 2007.

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 min sønn Arvid 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 hjelp med områdekartene.

Trondheim, april 2008

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 torvdekket haug som reiser seg over den omliggende myroverflaten. 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, torvringer rundt disse dammene, erosjonsområder 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 om torvpalsene. De karakteriseres av tynt mose- eller lavdekkede permafrostforårsakede sandhauger som reiser seg over omgivelsene (figur 1), erosjonsområder (figur 2), kantringer og dammer fra tidligere mineralpalser (figur 3), og områder uten permafrost.

Palsformasjoner forekommer i grenseområdene mellom de arktiske og boreale regionene, og mellom de alpine og boreale regionene. Mineralpalsene finnes på høyere høyde over havet og lengre mot nord enn torvpalser. 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 beskjeden menneskelig 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 vindeksponering. Samtidig virker vegetasjonsstrukturen inn på fordelingen av permafrost gjennom innflytelse på snøfordeling, fuktighet og jordtemperatur. Dette gjør at frekvensen av tre-, busk-, urt-, gras-, 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 klimatypen 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 Skandinavia. 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). 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: Mineral-palsene danner øyer i Leirpullan.



Figur 2: Pals med erosjonskant mot vest (pals LP06, se seksjon 5).

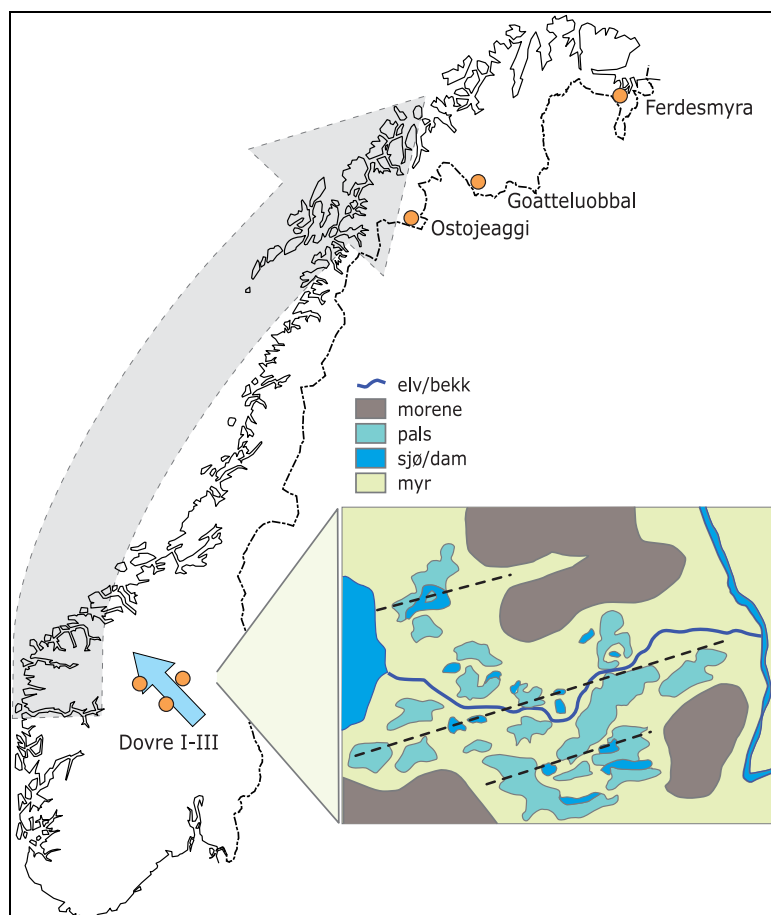


Figur 3: Ringformet pals rundt tidligere dam (pals LP05, se seksjon 5).

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 pila i sør illustrerer en høydegradient. Linjene gjennom palsmyrområdet på det innfelte kartet viser analyselinje for innsamling av abiotisk og biotisk datamateriale.

3 Bakgrunnsdata for Leirpullan, Sør-Trøndelag

Leirpullan tilhører Dovre-regionen i de sentrale delene av Sør-Norge som har de sørligste velutviklede palsmyrområdene i Skandinavia. Palsformasjoner forekommer i intervallet mellom ca 1000 og 1400 meter over havet, men forekomstene er sparsomme. Torvpalser forekommer spredd i myrområder kun i de nedre delene av intervallet sammen med levninger fra tidligere palser og palsplataer, som i dag nesten eller helt har kollapset (Hofgaard 2006). I den øvre intervalldelen forekommer palsformasjoner i finkornet sediment dekket av et tynt vegetasjons-sjikt. Disse "mineralpalsene" er relativt sjeldne, men Leirpullan danner et godt eksempel med velutviklede større og mindre mineralpalser. Dovre-regionen har et svakt kontinentalt til indifferrent klima med en årsmiddeltemperatur på ca -0,5 til -3°C avhengig av høydelag, en årsnedbør på ca 400-700 mm og en vegetasjonsperiode på ca 110-130 dager.

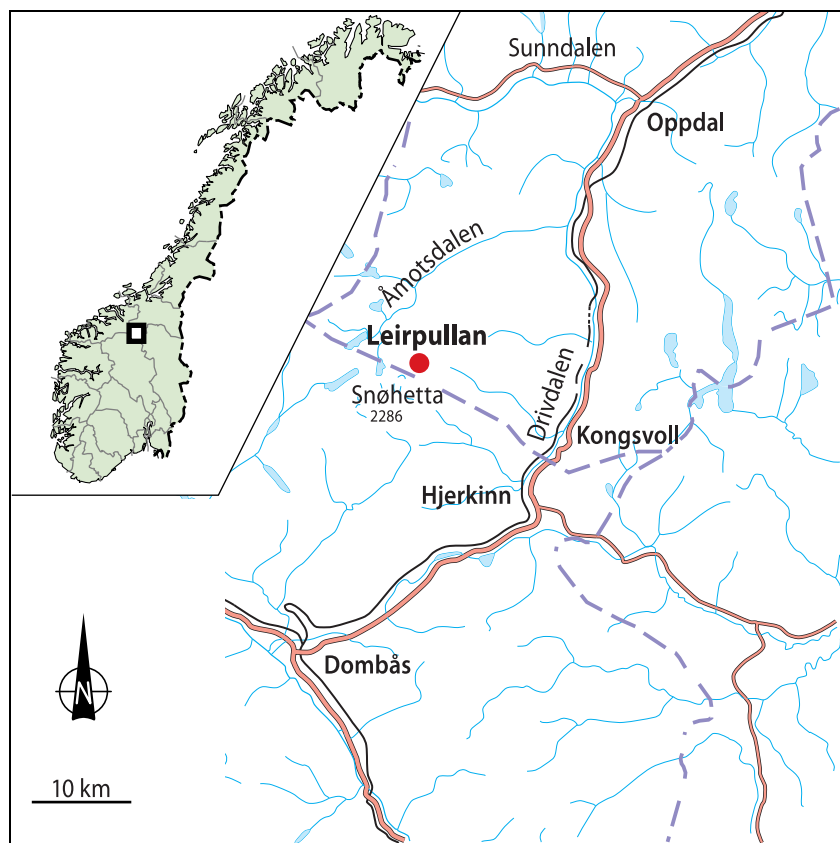
Nedenfor gis informasjon om status, beliggenhet, berggrunn og vegetasjon samt tilgjengelige klimadata og ulike typer områdedokumentasjon. Berggrunnsinformasjonen er hentet fra www.ngu.no og informasjon om vegetasjonsøkologisk region og vegetasjonsperiodens lengde (antall dager med temperatur på >5°C) stammer fra Moen (1999). Alle klimadata er hentet fra Meteorologisk institutt i Oslo (www.met.no). Leirpullan i Sør-Trøndelags sørvestre hjørne (figur 5) tilhører den indifferrent alpine (A-OC) vegetasjonsøkologiske regionen (Moen 1999), noe som atskiller Leirpullan fra de fleste andre områdene i overvåkingsprosjektet.

3.1 Områdebeskrivelse

Status:	Del av Dovrefjell nasjonalpark
Kart:	Snøhetta 1519 IV
Geografisk beliggenhet:	Sør-Trøndelag fylke, Oppdal kommune
Høyde over havet:	1437 m o.h.
Areal:	ca 0,1 km ²
Berggrunn:	Metasandstein, skifer
Meteorologisk stasjon:	Fokstua, Aursjøen, Kongsvold
Vegetasjonsøkologisk region:	A-OC
Dominerende myrtyper:	Bekkedelta (ikke myr) med palslignende permafrost-formasjoner
Litteratur:	Matthews et al. 1997
Satellittbilder:	Landsat TM/ETM/MSS fra 1976, 1987, 1988, 1999, 2002
Flybilder:	1963 serie 1431 (1:35000) bilde D13 1981 serie 7128 (1:15000) bilde D17 1982 serie 7584 (1:15000) bilde D16
Fotodokumentasjon:	Matthews et al. 1997
Adkomst:	Sti fra Snøheim

Leirpullan er et grunt elv- eller innsjødelta nordvest for Snøhettas nordre topp (figur 5), nedenfor nordsidens breområde som gjennom årtusener formet det finkornete sedimentgrunnlaget for mineralpalsene. Området inkluderer et tjuetall mineralpalser omkranset av vann i deltaet. Områdets markerte alpine klima er preget av lave temperaturer og periodevis sterk vind med stor innvirkning på blant annet snøfordelingen på og rundt palsene.

Dokumentasjon av Leirpullans palsstrukturer og palsutvikling finnes i en publikasjon av Matthews et al. (1997) fra studier i området i begynnelsen av august 1995. Publikasjonen inkluderer en del fotodokumentasjon og målinger av størrelse, høyde og forekomst av tele innen fem individuelle palsformasjoner og sedimentstudier av to palser. Den maksimale høyden for individuelle palser i området er som regel ca 1-2 meter, og den vanligste formen er små til opp til noen hundre m² store flate langstrakte palser og sammensatte palsområder (se forside).



Figur 5: Kartet viser lokaliseringen av Leirpullan nordøst for Snøhetta, samt elver, større veier og fylkesgrenser.

3.2 Klimadata

Det finnes tre klimastasjoner (Fokstua, Kongsvold, Aursjøen) med registrering av ulike typer av klimadata og med ulike driftperioder innen en avstand på ca 16-35 km fra Leirpullan. Stasjonene ligger 570-465 høydemeter lavere enn Leirpullan, hvilket gjør representativiteten litt usikker. Fokstua brukes som sammenligning i denne rapporten. Stasjonen som ble opprettet i 1923 har lengst kontinuerlig dataserie av de tre. Den ligger på 972 m o.h. 25 km sør for Leirpullan. Fokstua har en registrert årsmiddeltemperatur på $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ og en årsnedbør på 447 mm for perioden 1961-1990 (data fra *met.no*). Størst del av nedbøren kommer om sommeren og høsten og kun ca 20 % av nedbøren kommer om vinteren. Juli er varmeste måned med $9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ og januar er den kaldeste med $-9,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ved bruk av generell høydeforskjell i temperatur på $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ per 100 meter kan temperaturen for nærliggende og høyereliggende steder beregnes. Etter en slik beregning for perioden 1961-1990 blir årsmiddeltemperaturen på Leirpullan ca $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, middeltemperaturen for juli ca $7,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ og for januar ca $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Disse beregningene blir selvsagt meget usikre men gir en indikasjon på forholdene rundt 1440 m o.h. hvor Leirpullan ligger.

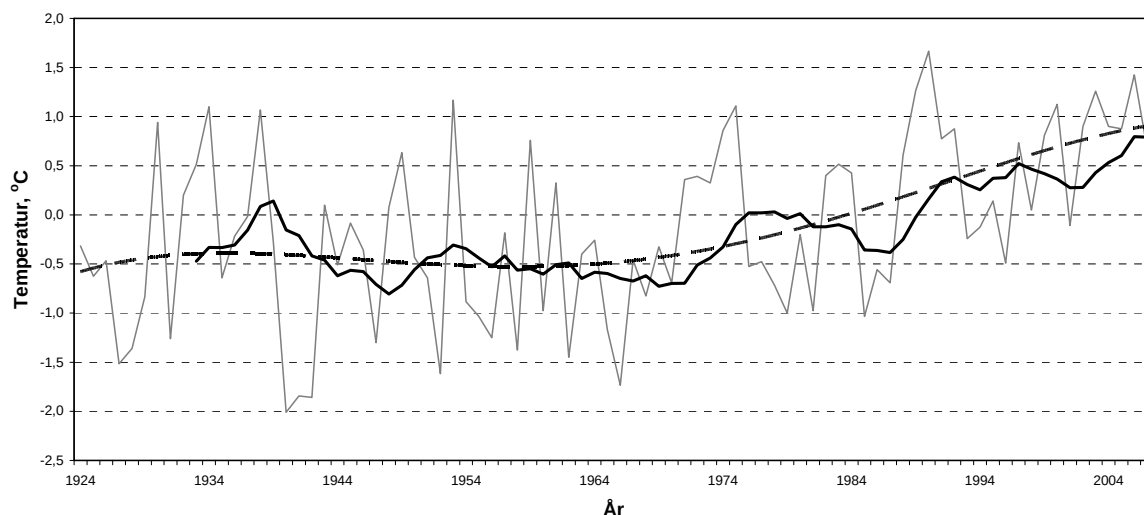
I tillegg til data fra lokale klimastasjoner, vil også regionale og interpolerte klimadata brukes i de framtidige analysene av forandringer over tid. Sentrale parametere vil være forandringer i temperatur- og nedbørsregimer, sammen med forandringer i snødekke, vindstyrke og vindretning.

3.2.1 Temperatur

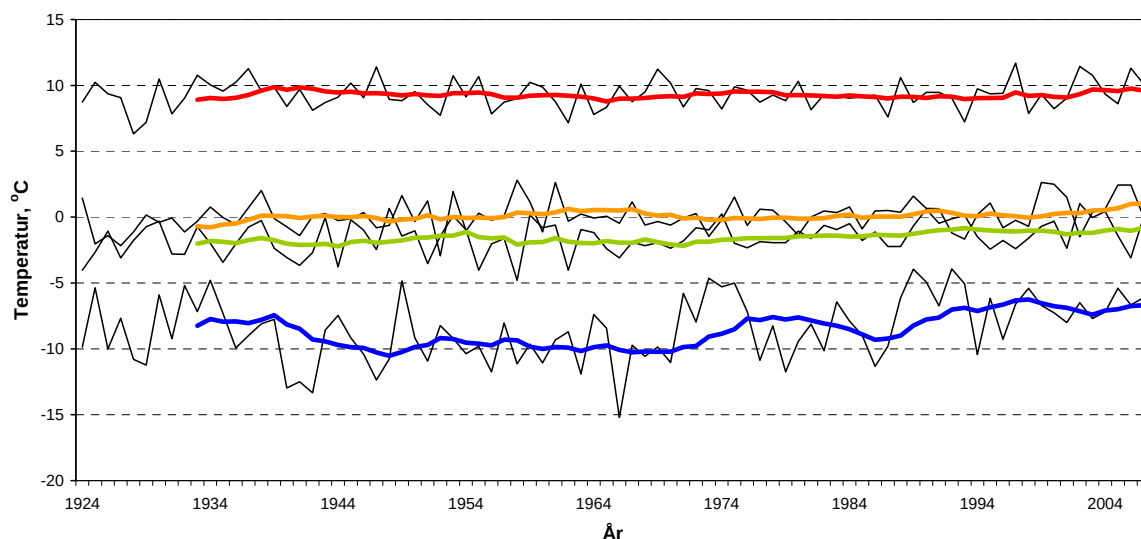
Ifølge data fra Fokstua viser temperaturutviklingen i området en økende trend for årsmiddelverdi siden slutten av 1960-tallet, men området karakteriseres av sterke variasjoner mellom år og mellom perioder av år (figur 6). Det varmeste året er 2002 med $1,7^{\circ}\text{C}$ og det kaldeste 1940

med $-2,0^{\circ}\text{C}$. Begynnelsen av 1970- og 1990-tallet var varme perioder, mens 1960-tallet var preget av relativt kalde år.

Det er kun sommeren (juni-august) som har middeltemperaturer et godt stykke over null grader (figur 7) med en middsverdi for hele perioden på $9,3^{\circ}\text{C}$. Det er ingen tydelig trend i sommertemperaturens utvikling. Kun seks år er registrert med sommertemperaturer over 11 grader siden målingen startet, og den varmeste sommeren var 1997 med $11,7^{\circ}\text{C}$. Middels høsttemperatur (september-november) er ca $0,1^{\circ}\text{C}$ men noen få år er registrert med temperaturer over $2,5$ grader. Det er en svak trend med økende høsttemperatur for de siste ca ti årene. Vinteren (desember-februar) har den mest variable middeltemperaturen av sesongene og viser en tydelig stigende trend siden 1960-tallet. Den kaldeste vinteren i løpet av hele perioden er 1966 med $-15,2^{\circ}\text{C}$ og den varmeste 1992 med $-3,9^{\circ}\text{C}$ (1992). Perioden mars-mai (vår/vårvinter) viser en svakt økende trend over hele perioden men temperaturvariasjonene er relativt beskjedne. Kaldeste registrerte vår er 1958 med $-4,8^{\circ}\text{C}$ og varmeste 2002 med $1,0^{\circ}\text{C}$.



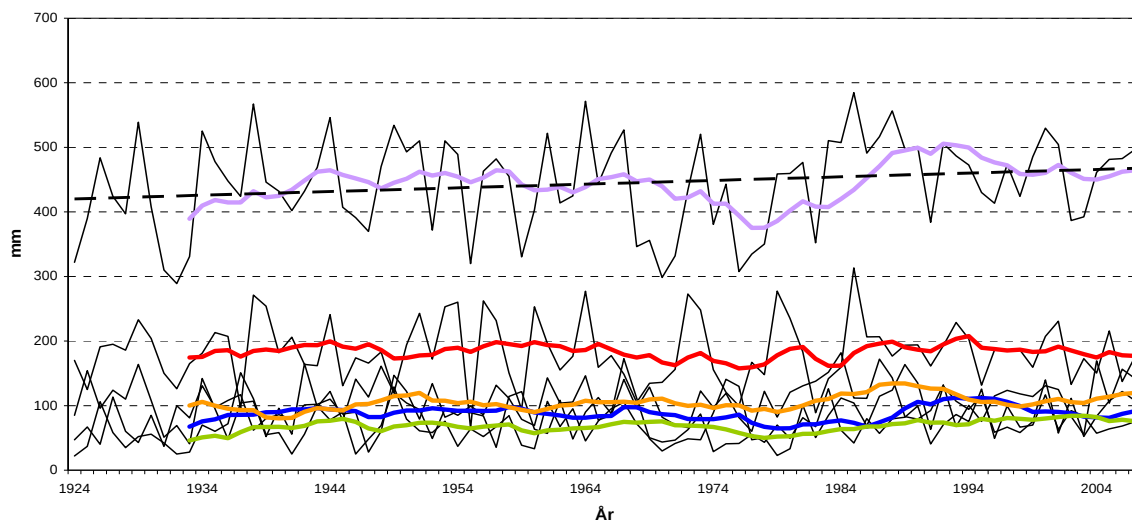
Figur 6: Årsmiddeler for temperatur fra Fokstua i perioden 1924 til 2007. Tykk linje viser utviklingen i løpende 10-årsmiddeler og den stiplede linjen trenden for utvikling over hele perioden. Kilde: www.met.no



Figur 7: Temperaturutvikling per årstid for Fokstua i perioden 1924 til 2007. De fargede linjene viser utviklingen i løpende 10-årsmiddeler for *vinter*-, *vår*-, *sommer*- og *høst*temperatur. Kilde: www.met.no

3.2.2 Nedbør

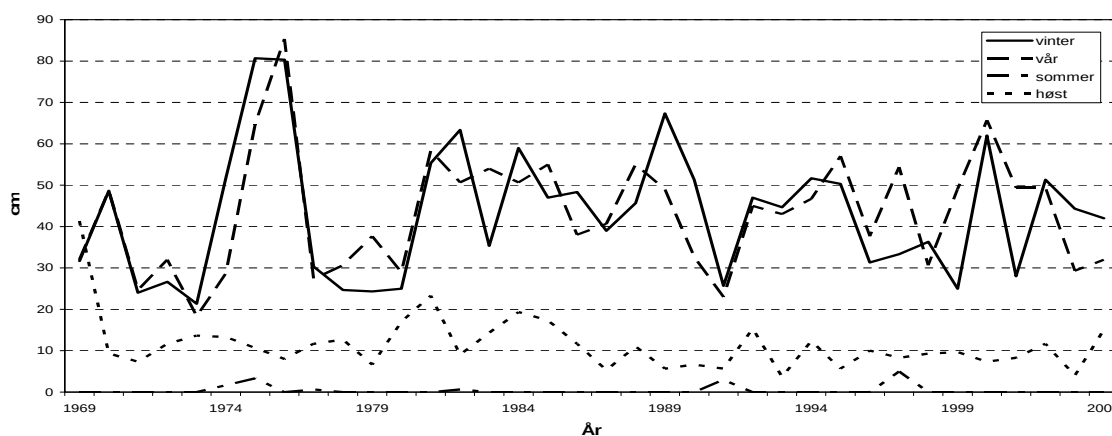
Områdets årsnedbør viser en generell økning fra ca 420 mm i begynnelsen av måleperioden til ca 470 mm i slutten av perioden (figur 8). Økningen har vært relativt jevn men med et par perioder med mindre nedbør rundt 1970 og 1976. Forandringene fordeler seg over alle fire sesongene men nedbøren varierer sterkt mellom sesonger og mellom år. Nesten halvparten av årsnedbøren kommer i perioden juni til august. Året med minst registrert nedbør siden målingene startet er 1932 med 289,0 mm og året med mest registrert nedbør er 1985 med 584,5 mm.



Figur 8: Nedbørutvikling for Fokstua i perioden 1924 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

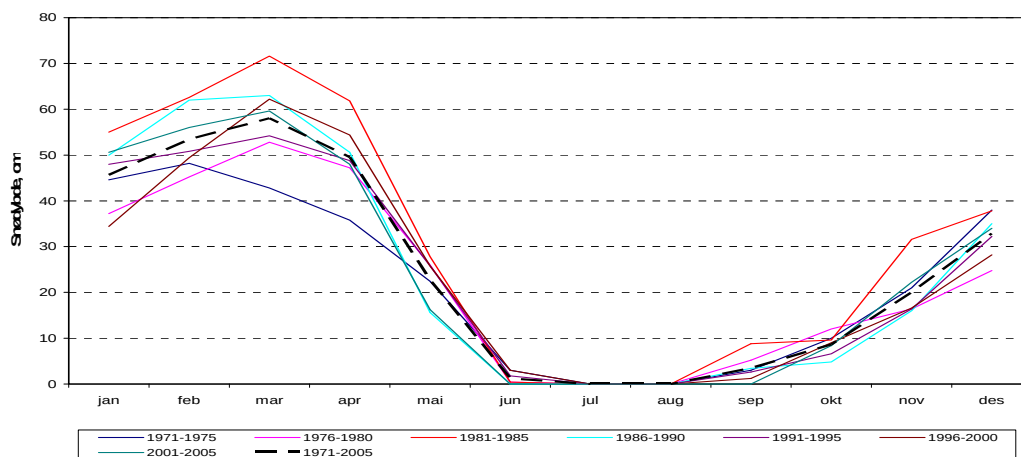
3.2.3 Snødybde

Det finnes snødybde data for Fokstua for perioden 1969-2005. Området karakteriseres av store mellomårsvariasjoner i snømengde/snødybde. Mengden varierer også sterkt mellom tidsperioder (figur 9). Særlig i løpet av 1970-tallet er det store forskjeller mellom årene. Det er ingen tydelige trender for hele perioden men en tendens til minket snødybde om høsten og økt om våren.



Figur 9: Snødybde for Fokstua i perioden 1969 til 2005 presentert som sesongvise middelverdier av største snødybde for enkeltmåned. Kilde: www.met.no

Snøakkumulasjonen begynner de fleste år i september og pågår fram til og med mars måned (figur 10). Enkelte år er den akkumulerte snødybden kun ca 20 cm mens den i snørike år kan gå opp til mer enn 80 cm. Den raskeste snøsmeltingsperioden er i mai. Sett over hele perioden, er kun juli og august registrert uten snødybde, men i den siste femårsperioden (2001-2005) var hele fire måneder uten registrert snødybde (figur 10).



Figur 10: Snødybdeutvikling over året for Fokstua vist som middelerverdier for femårsperioder (farge-linjer) og for hele perioden 1969 til 2005 (sort stiplet linje). Verdiene er beregnet fra største registrerte snødybde per måned. Kilde: www.met.no

3.3 Fly- og satellittbilder

Det finnes flybilder for Leirpullan fra 1963 i skalaen 1:35000 og fra 1981 og 1982 i skalaen 1:15000. Det finnes ingen bilder etter 1982. Skalaen 1:35000 er imidlertid ikke finskala nok for å analysere utviklingen i Leirpullan i sin helhet eller i detalj grunnet områdets og palsstrukturenes begrensede størrelse. Flybilder og informasjon om tilgjengelige bilder stammer fra Terra-Tec 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 overvåkingsprogrammet 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 (svarthvite 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 innen 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 1). 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 *en* 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 Leirpullan 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 1982, men er grunnlag for framtidig bruk.

Tabell 1: Variabler som er registrerte ved linjeanalysene samt forkortelser som er brukt i felt-protokollene

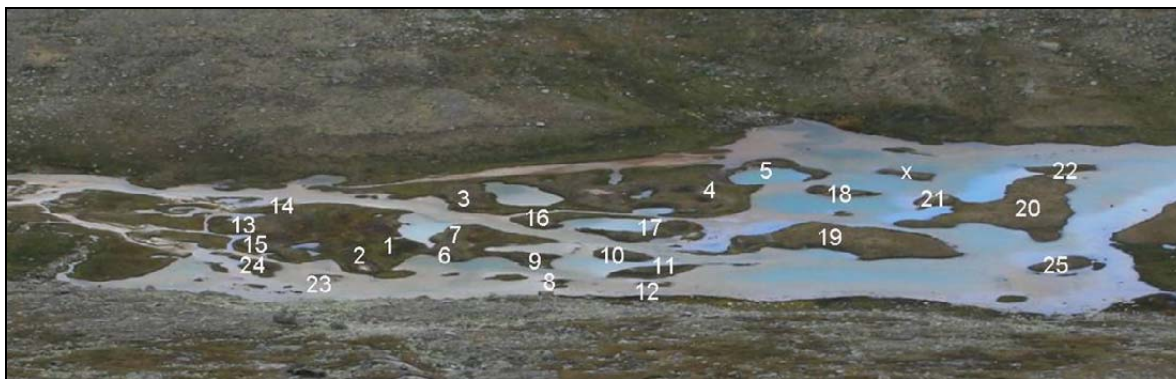
markslag	sjø	Innsjø – vann rundt palsene
	p	pals
	fdp	mark med vegetasjon men uten permafrost
	d	dam
	pøl	grunn pøl på palsoverflaten
	bk	erosjonskant med sandblokker delvis eller helt uten vegetasjon
	stein	stein
bunnsjikt	lav	kollektivt for lav
	mo	mose - alt utenom torvmose
	sph	kollektivt for torvmose (<i>Sphagnum</i> spp)
	st	strø
	va	vann
	sd	sand
	stein	stein
feltsjikt	cx	kollektivt for starr (<i>Carex</i> spp)
	ris/emp	kollektivt for lyngarter (<i>Vaccinium</i> spp) og krekling (<i>Empetrum</i>)
	ull	kollektivt for alle ullarter (<i>Eriophorum</i> spp)
	sah	musøre
	fest.o	sauesvingel
busksjikt	sa	kollektivt for vier (<i>Salix</i> spp)
	()	arten forekommer men er ikke dominerende som busksjikt
teledybde	150	målt i cm, en målning 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 omgivende vann

5 Resultat og diskusjon

5.1 Palsformasjoner

Palsene i Leirpullan danner større og mindre øyer som sammen med sandområder uten permafrost bygger opp et innsjødelta. Øyene eller mineralpalsene karakteriserer området sammen med levninger fra tidligere palser som i dag vises i form av dammer og sandvoller med eller uten permafrost (figur 11). Palser finnes i alle utviklingsstadier fra relativt unge til gamle palser i ulike faser av degenerering (se Hofgaard 2004 for detaljert beskrivelse av palsdynamikk og ulike utviklingsstadier). Mesteparten av palser og mark uten permafrost er dekket av vegetasjon men noen av palsene karakteriseres av bruddkanter med sand og sandblokker uten vegetasjon (figur 2). Vegetasjonen og torvlagret på palsene er som regel bare noen få centimeter tykt men i områder uten permafrost kan bunnsjikt og torvsjikt tilsammen oppgå til ca 25-30 cm.

25 nummererte palser inngår i overvåkingen (figur 11). Noen av disse palsene danner større palskomplekser. Dette gjelder særlig to områder med sammenvokste palser: Område 1 med palsene 1, 2, 13, 14, og 15; og Område 2 med palsene 3, 4, og 5. De fleste linjene for palsstrukturanalyse er plassert innen disse to områdene (se seksjon 5.5.1). Palsene 1-7 inngikk i studiene fra 1995 og nummereringen av disse følger Matthews et al. (1997).



Figur 11: Leirpullan med palser og deres identifikasjonsnummer. 1-7 er de samme som ble brukt i 1995 (Matthews et al 1997); x er ikke inkludert i rapporten. Brevann strømmer gjennom Leirpullan fra venstre til høyre i bildet. Foto: Hofgaard, 3. august 2007.

Detaljer for de individuelle palsenes høyde, lengde, bredde og teledybde er gitt i tabell 2. Samlet varierer palsenes høyde mellom noen få desimeter og drøyt 2 meter med en middsverdi på 118 cm. Middelstørrelsen på palsene er ca 26x16 meter, men variasjonen er stor.

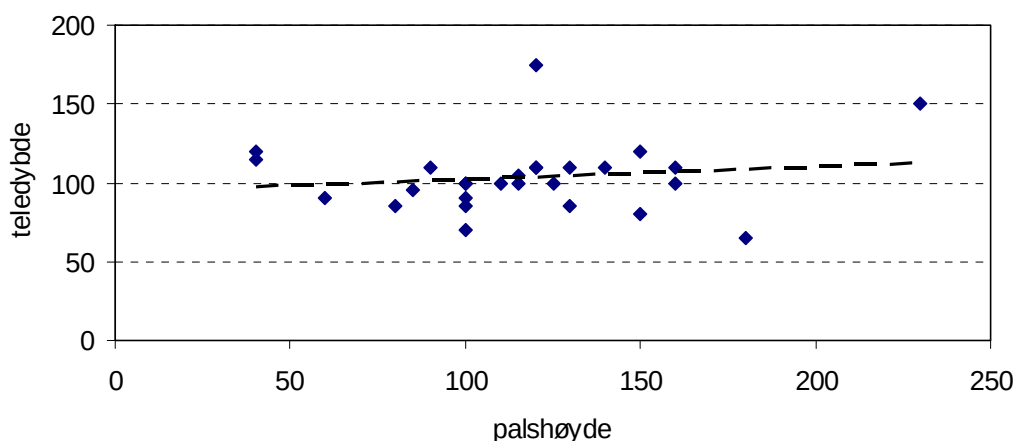
Middeldybden for telens posisjon på palsene var ved målingstidspunktet, i begynnelsen av august, 103 cm med en variasjonsbredde på 70-175 cm. En sammenligning mellom målt palshøyde og teledybde viser at det ikke foreligger noen sammenheng mellom de to målene. Det betyr at uavhengig av om palsens største del ligger under vannoverflaten eller om den hever seg noen meter over vannoverflaten så er dybdeavstanden til telen den samme (figur 12).

Tabell 2: Palsenes identifikasjonsnummer, høyde over omgiende vann, lengde, bredde og trekk

navn nr	høyde cm	lengde m	bredde m	tele cm	Kommentarer	Foto- dokumentasjon år
LP01	60	8	4,5	90	liten lav pals som krysses av linje D	1995; 2007
LP02	160	28,5	11,5	110	symmetrisk kuppelformet pals med vinderosjon; sprekker langs kantene; krysses av linje D og E	1995; 2007
LP03	140	44	17,5	110	symmetrisk langstrakt kuppelformet pals med bruddkant mot vest; krysses av linje F og I	2007
LP04	230	60	60	150	stor sammensatt pals med områder med vinderosjon, bruddkanter og dammer; krysses av linje G og H	1995; 2007
LP05A	125	22	9,5	100	danner tilsammen en palsring/sandvoll som er levningene etter en tidligere pals; 5B har en bruddkant mot sør; 5C karakteriseres av langsgående sprekker	1995; 2007
LP05B	120	17	10	175		1995; 2007
LP05C	100	18	7,5	100		1995; 2007
LP06	160	11,5	24	100	kuppelformet pals med bruddkant mot vest; menneskelig forårsaket erosjon; henger sammen med pals 7	2007
LP07	150	26	8	120	langstrakt lett kuppelformet pals med bruddkant mot nordvest; menneskelig forårsaket erosjon	2007
LP08	100	9	7	100	liten pals dominert av bruddkant mot sørvest; krysses av linje A og B	1995; 2007
LP09	100	15,5	13	85	trekantet pals med bruddkant mot vest og øst; henger sammen med pals 6	2007
LP10	110	17	11,5	100	eggformet pals med sprekker langs kantene; bruddkant mot øst	2007
LP11	115	31	13	100	langstrakt elliptisk pals med sprekker langs sidene; svak bruddkant mot nord	2007
LP12	40	9,5	5,5	115	liten flat sanddominert pals	2007
LP13	ca 100	x	x	90	danner tilsammen et sammensatt palsområde; pals 15 krysses av linje C	(2007)
LP14	ca 100	x	x	70		(2007)
LP15	120	x	x	110		2007
LP16	130	11,5	10,5	110	bueformet vinderodert pals med bruddkant mot sørøst	2007
LP17	180	29,5	33	65	bueformet pals med smal bruddkantrygg mot nordvest	2007
LP18	115	25	10,5	105	smal pals med bruddkant mot nord og sør	2007
LP19	150	72,5	40	80	stor flat pals med bruddkant mot sørvest	2007
LP20	130	91,5	50	85	stor pals med uregelmessig form; bruddkant mot vest og vinderosjon ved nordspissen	2007

LP21	120	23	13,5	110	rund pals med bruddkanter i alle retninger; øvre deler er sterkt vinderoderte; henger delvis sammen med pals 20	2007
LP22	85	24	6,5	95	liten elliptisk pals med noen langsgående sprekker; henger sammen med pals 20	(2007)
LP23	40	8	6,5	120	liten flat sanddominert pals	2007
LP24	90	13,5	10	110	Eggformet lav pals uten tydelige sprekker	2007
LP25	80	23,5	12	85	Eggformet pals med sprekker langs kantene	(2007)

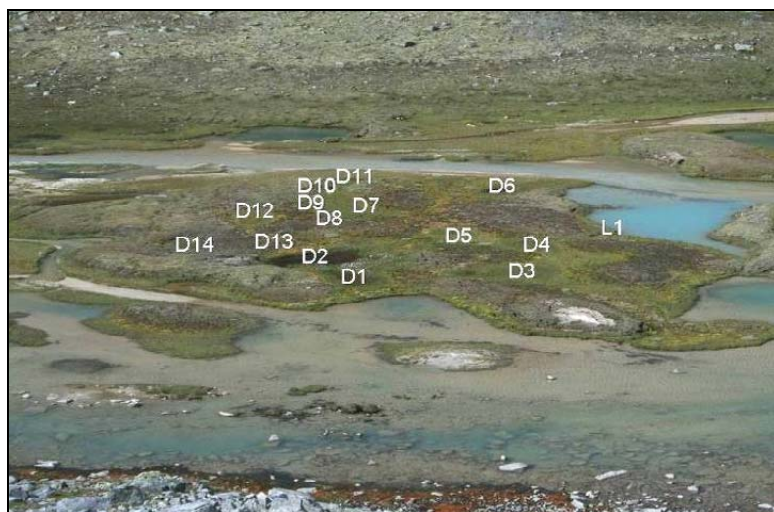
x = informasjon savnes; (2007) = avstandsfoto



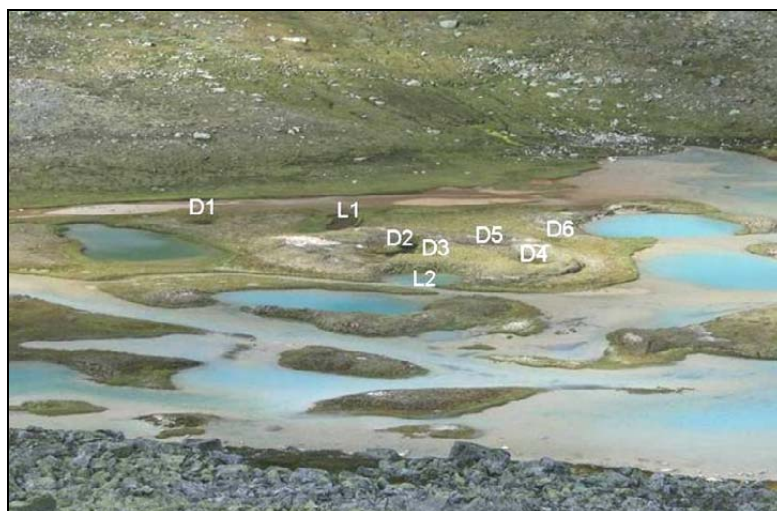
Figur 12: Forholdet mellom palsenes høyde og telens dybdeposisjon.

5.2 Dammer og vannflier

Dammer på palsene representerer områder med palsdegenerering. Forekomst av dammer er del i den naturlige palsdynamikken og deres antall og størrelse varierer med forandringer i klimaet. Voksende dammer vil med tiden bryte palsens form og danne vannflier. I alt er 20 nummererte dammer og 3 vannflier dokumentert innen område 1 (figur 13) og område 2 (figur 14). Dammene er i gjennomsnitt 27 m² og 30 cm dype men variasjonen er stor (tabell 3). Vannflikene er større og dypere. Noen av de mindre dammene er dekket av ull og/eller torvmose.



Figur 13: Dam- og flikposisjoner innen palsområde 1.



Figur 14: Dam- og flikposisjoner innen palsområde 2.

Tabell 3: ID-nummer, størrelse og dybdemål for dammer og vannflier i de to dominerende palsområdene i Leirpullan

ID-nr.	Størrelse, m ²	Dybde, cm	Kommentarer
Dammer:			
LPO1D1	97,5	50	D1 & D2 er nesten sammenvokst
LPO1D2	60,0	80	
LPO1D3	55,0	40	ullbevokst, åpen del er 1,5x2m
LPO1D4	30,0	30	ullbevokst
LPO1D5	16,5	25	
LPO1D6	60,0	50	nesten flik
LPO1D7	75,2	30	nesten sammenvokste med D7
LPO1D8	0,3	10	
LPO1D9	0,3	10	
LPO1D10	0,5	15	
LPO1D11	0,3	5	
LPO1D12	21,0	5	
LPO1D13	4,6	45	
LPO1D14	4,4	30	
LP03D1	11,0	x	
LP04D1	31,4	60	
LP04D2	79,8	40	
LP04D3	0,5	10	
LP04D4	4,0	10	
LP04D5	3,0	10	
LP04D6	5,3	20	

Vannflier:

LPO1L1	13,7	20	åpningen er 2 m bred
LP04L1	122,5	80	åpningen er 2 m bred
LP04L2	159,5	150	åpningen er 9 m bred

x = ikke målt

5.3 Forandringer over tid

Flybilder for området kan foreløpig ikke brukes som grunnlag for analyser av forandringer over tid, men studiene av Matthews et al (1997) (se seksjon 3.1) gir grunnlagsmateriale for deler av Leirpullan. Studiene i 1995 og etableringsstudien for overvåkingen i 2007 ble utført ved samme tidspunkt på året: rundt 3. august 1995 og 3.-6. august 2007. Det er kun relativt små forandringer som har skjedd i løpet av de 12 årene, men noen tydelige avvik kan pekes på ved hjelp av dokumentasjonen fra de to observasjonstilfellene. I figur 15 er områder med forandringer markert med ovale ringer, der gule ringer markerer plasser med økt palsstrørrelse og hvite ringer plasser med minket størrelse eller der palser er blitt borte. To mindre palser i områder med dypt vann i Leirpullans østre del har forsvunnet helt. Pals 8 (se figur 11) har minket til ca en tredjedel av størrelsen i 1995 og er i dag karakterisert av sterk erosjon og ytterligere minking i størrelse.

For palsene der høyde, størrelse og teledybde ble målt ved studiene i 1995 (pals 1-5) har høyde og størrelse ikke endret seg i de 12 årene frem til 2007, men telens posisjon/dybde var i gjennomsnitt ca 25 cm dypere i 2007 (92 cm i 1995 og 117 cm i 2007). Det går ikke ut i fra dataet å trekke noen slutninger om denne forskjellen representerer en forandring over tid ettersom været i de enkelte somrer styrer teledybden. Men ettersom sommertemperaturen har vist en svakt økende trend i perioden 1995-2007 (figur 7) så er det sannsynlig at teledybden har økt de 12 årene, men med store variasjoner mellom år. I de årene teledybden ble målt var juni ca to grader varmere i 2007 (10,5°C) sammenlignet med 1995 (8,3°C) mens juli temperaturene var relativt like (10,1°C i 1995; 10,4°C 2007).

Forandringene over tid påvirkes ikke bare av de direkte klimaeffektene men også av den årlige sedimenttilførselen til deltaet og av endringer i vannføringskanalenes posisjon og dybde. Selv om palsformasjonene er sterkt klimatisk regulerte så må man for Leirpullans utvikling over tid ta hensyn til disse aspektene.



Figur 15: Leirpullan 3. august 2007. Gule sirkler viser områder hvor palsene økt i størrelse og hvite sirkler viser områder med minking eller hvor palser blitt borte.

5.4 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 vitenskapelige studiene av palsene i Leirpullan sommeren 1995 inkluderte detaljerte stratigrafiske studier av sedimentoppbyggingen i palsene, og av sedimentets kornstørrelse i frosne og ufrosne deler av utvalgte palser (Matthews et al. 1997). Disse studiene inkluderte graving av dype grøfter som medførte bestående skade i to av de utvalgte palsene (pals nr 6 og 7). I en tredje pals (nr 1) utførtes mindre omfattende graving som ikke gitt bestående skader. I de to skadde områdene har deler av palsene falt sammen og områdene ka-

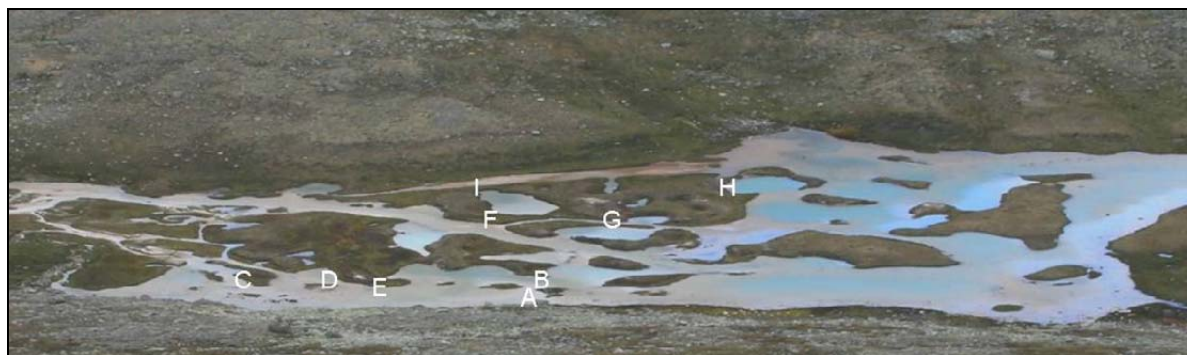
rakteriseres av vinderoderte og nesten vegetasjonsfrie sandfelter. De to områdene er ikke inkludert i overvåkningsstudien.

5.5 Linjeanalyser

5.5.1 Palsstrukturlinjer

Til sammen ni linjer er plassert ut innen overvåkingsområdet i Leirpullan (figur 16): tre innen palsområde 1; fire innen område 2, og to krysser en mindre pals. Den totale linjelengden er på 371 meter. Detaljer for linjenes plassering, lengde og trekk er redegjort for i tabell 4. Fordeling av tele, markslag, bunn-, felt- og busksjiktsvegetasjon, samt palsenes høyde over omliggende vann 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 Leirpullan-området.

Linjene A og B krysser pals 8 som er en raskt minkende pals med markert bruddkant mot vest (figur 17-20; se figur 11 for palsposisjoner). Telen langs de to linjene ligger i gjennomsnitt ca 120 cm under palsoverflaten og i sin helhet under nivået for vannoverflaten. Linje C krysser tre palsformasjoner: pals 24, 15 og en unummerert del av område 1 (figur 21-22). Telen ligger i gjennomsnitt på 120 cm, men på det grunneste på 75 cm under palsoverflaten. Kun på en plass der palshøyden er over 1 meter ligger telenivået over nivået for vannoverflaten. Linje D krysser pals 2 og 1 og en palsformasjon som pals 1 er en del av (figur 23-24). Telen ligger i gjennomsnitt på 90 cm under palsoverflaten. I palsenes høyeste partier ligger telen over nivået for vannoverflaten. Linje E krysser pals 2 langs dens lengderetning (figur 25-26). Telen er fragmentert ved linjens bruddkantområde men gjennomsnittsdybde for telen langs linjen er ca 110 cm med mesteparten under nivået for vannoverflaten. Linjene F og I krysser pals 3 (figur 27-28 og 33-34). I palsens høyere deler ligger telen over nivået til omkransende vannoverflate men i store deler ligger den under. Gjennomsnittsdybden er ca 110 cm. Linjene G og H krysser pals 4 som er en større delvis fragmentert pals med dammer og forsenkninger (figur 29-32). Grunnet palsens høyde ligger store deler av telenivået over nivået for vannoverflaten i Leirpullan, men telen er fraværene i områder med forsenkninger og dammer. Gjennomsnittsdybden for telen i de delene som har permafrost ligger på ca 140 cm under palsoverflaten.

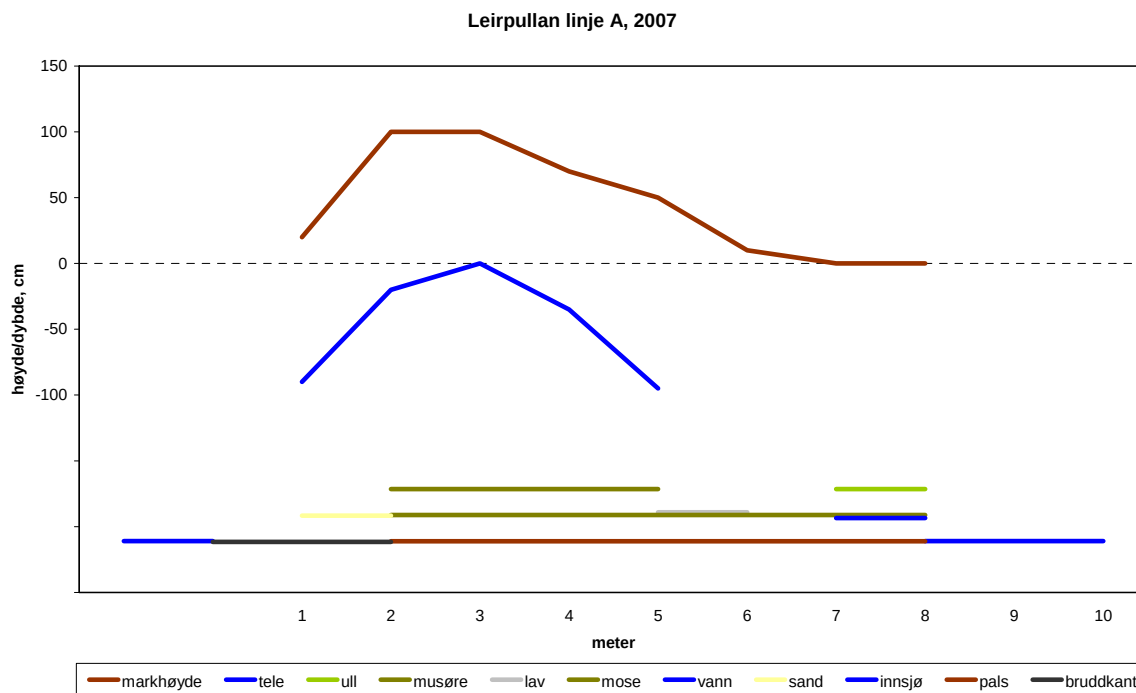


Figur 16: Figuren viser omtrentlig posisjon for palsstrukturlinjenes startpunkter.

Tabell 4: Analyselinjenes lengde og trekk

Navn	Lengde, m	Linjestart	Linjeslutt	Retning, grader	Tykkelse* bunnsjikt og torvsjikt, cm	Kommentarer
A	8	innsjøkant	innsjøkant	46	1	krysser pals 8 og linje B
B	25	innsjøkant	stein	112	0,8 (0-1)	krysser pals 8 og linje A
C	72	innsjøkant	innsjøkant	47	6,9 (0-30)	krysser pals 24 og palsområde 1
D	41	innsjøkant	innsjøkant	36	6,8 (0-25)	krysser pals 2 og 1
E	40	innsjøkant	dam	335	5,0 (0-20)	krysser pals 2
F	44	innsjøkant	innsjøkant	355	3,1 (0-10)	krysser pals 3
G	59	innsjøkant	innsjøkant	65	4,2 (0-15)	krysser pals 4
H	63	innsjøkant	dam	265	2,6 (0-10)	krysser pals 4
I	19	dam	innsjøkant	232	1,4 (0-3)	krysser pals 3

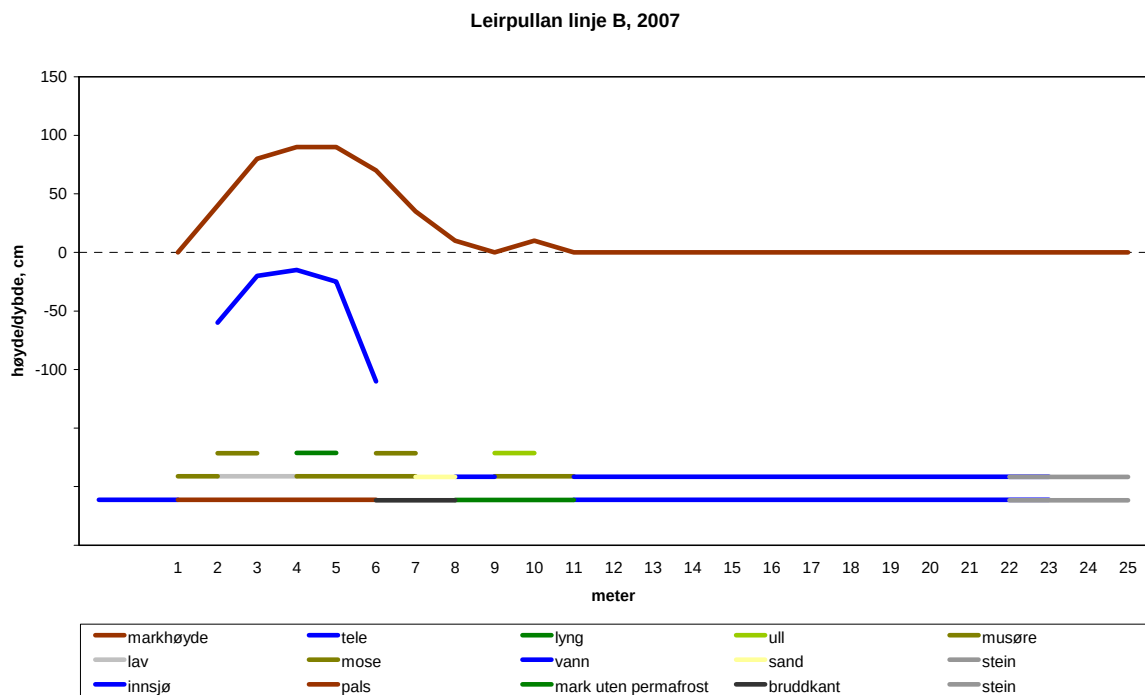
* middelværdi og spennvidde



Figur 17: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje A (se tabell 1 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 og markslagsvariabler (nedre linjegruppering). Disse linjegruppene har ingen tilknytning til y-aksen.



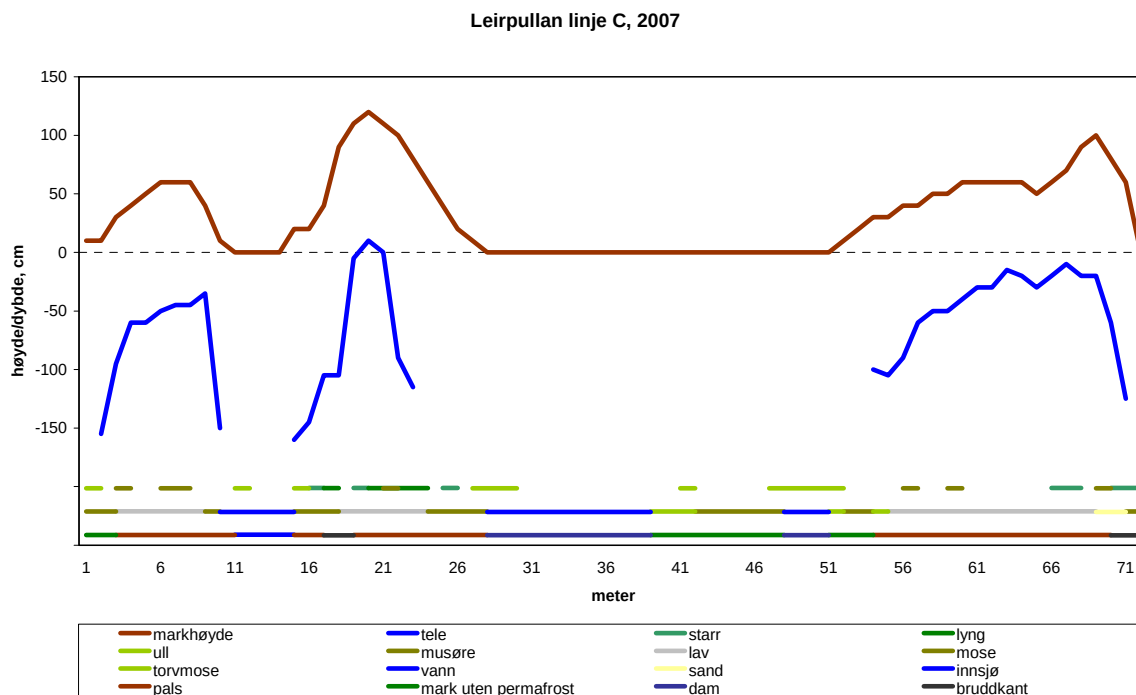
Figur 18: Linje A krysser pals 8 fra vest ved bruddkanten til øst med ulldominert vegetasjon.



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



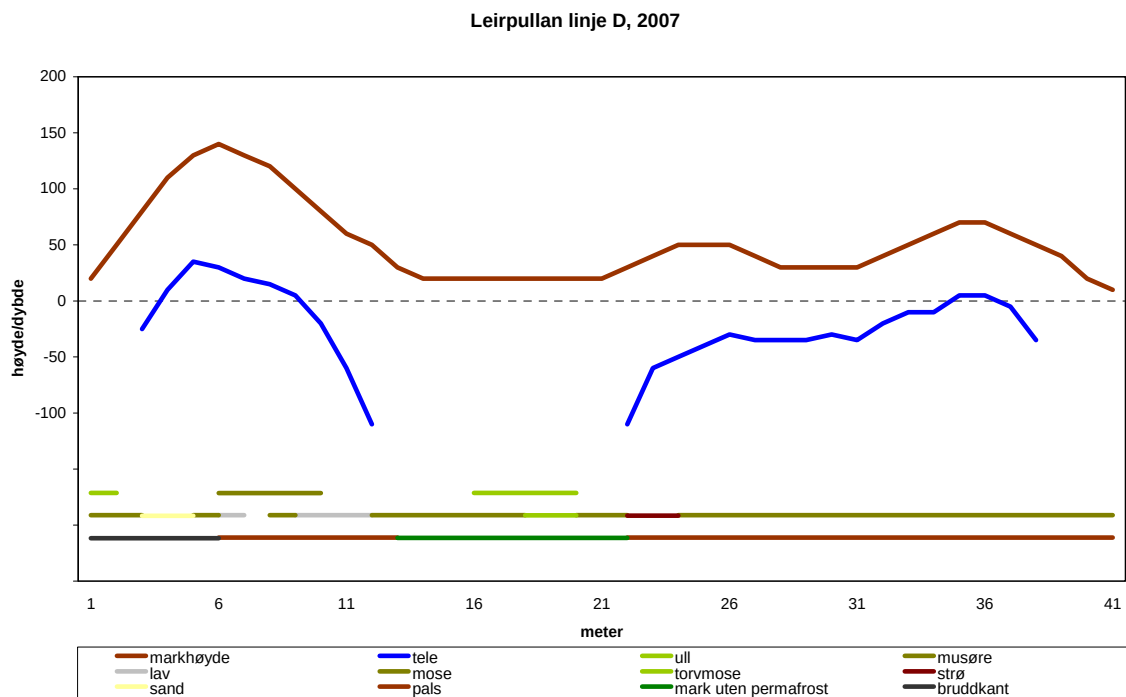
Figur 20: Linje B krysser pals 8 i en nord - sørlig retning (fra posisjon LPB025, se figur 19).



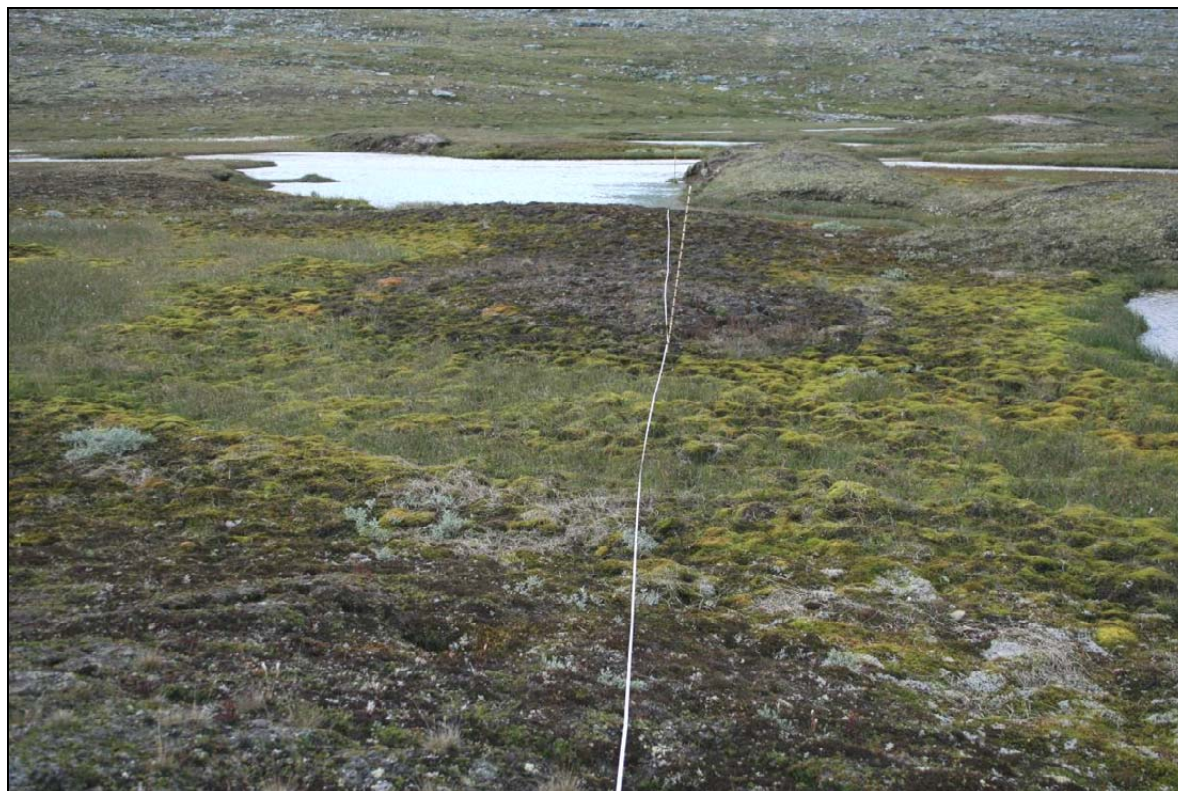
Figur 21: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje C. Se figur 17 for beskrivelse av figurens detaljer.



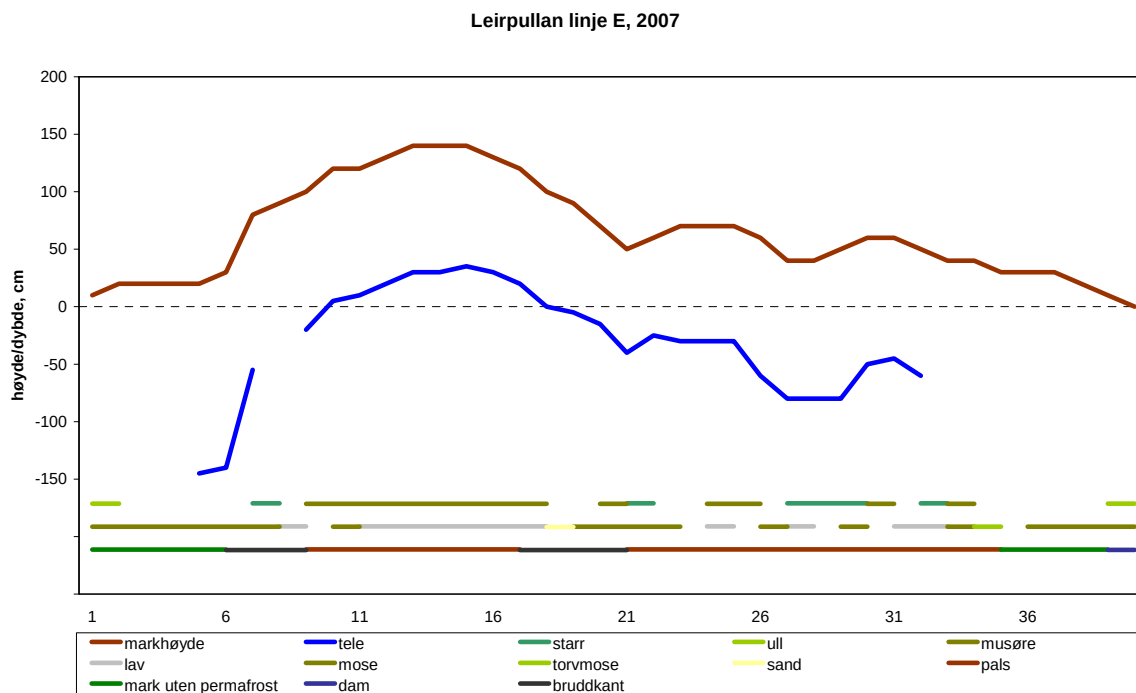
Figur 22: Linje C krysser pals 24 og palsområde 1 (fra posisjon LPC000, se figur 21).



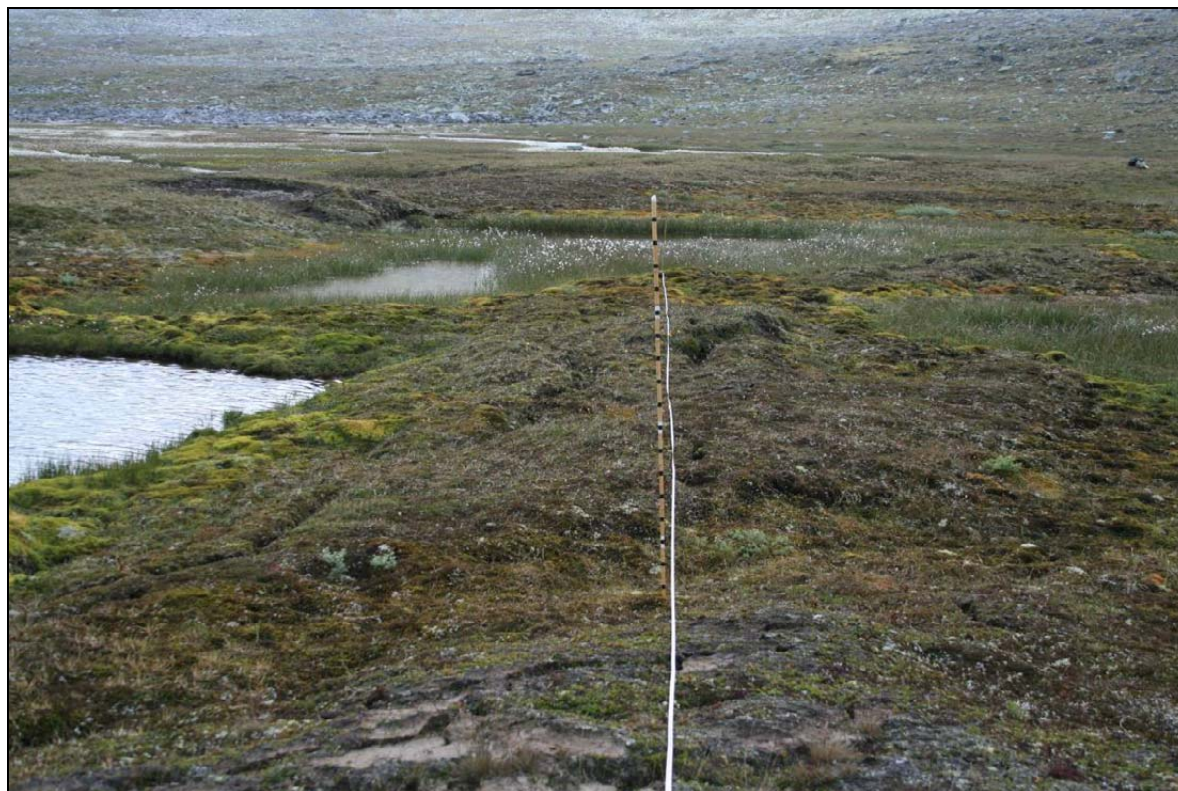
Figur 23: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje D. Se figur 17 for beskrivelse av figurens detaljer.



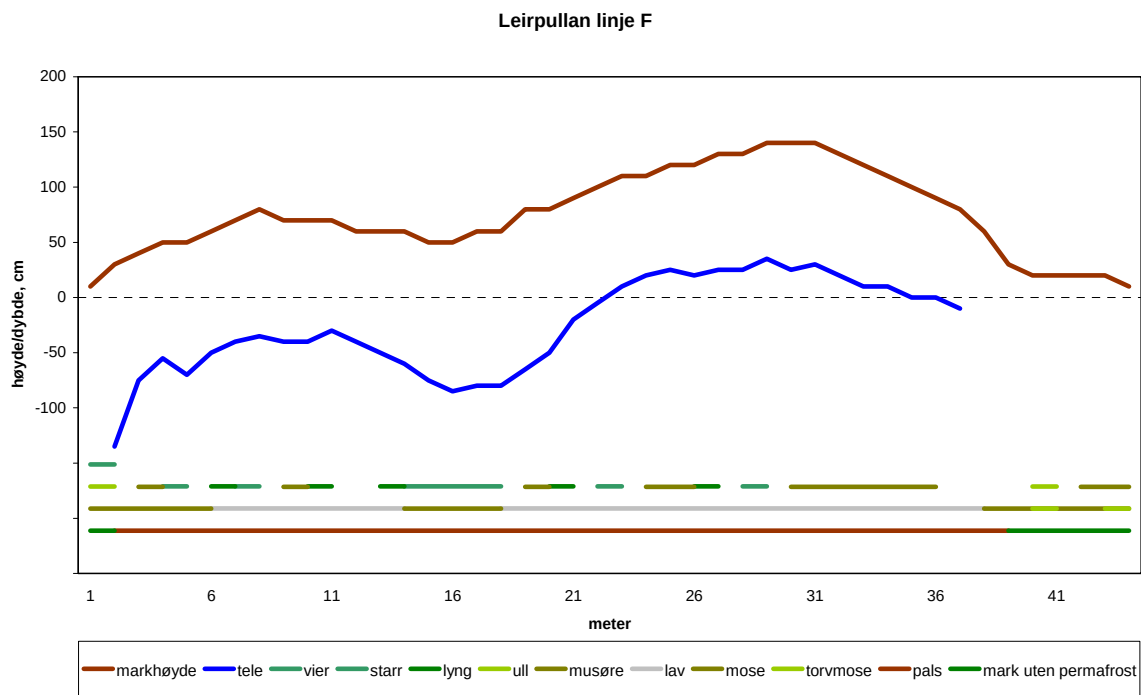
Figur 24: Linje D krysser pals 2 og 1 (fra posisjon LPD006, se figur 23).



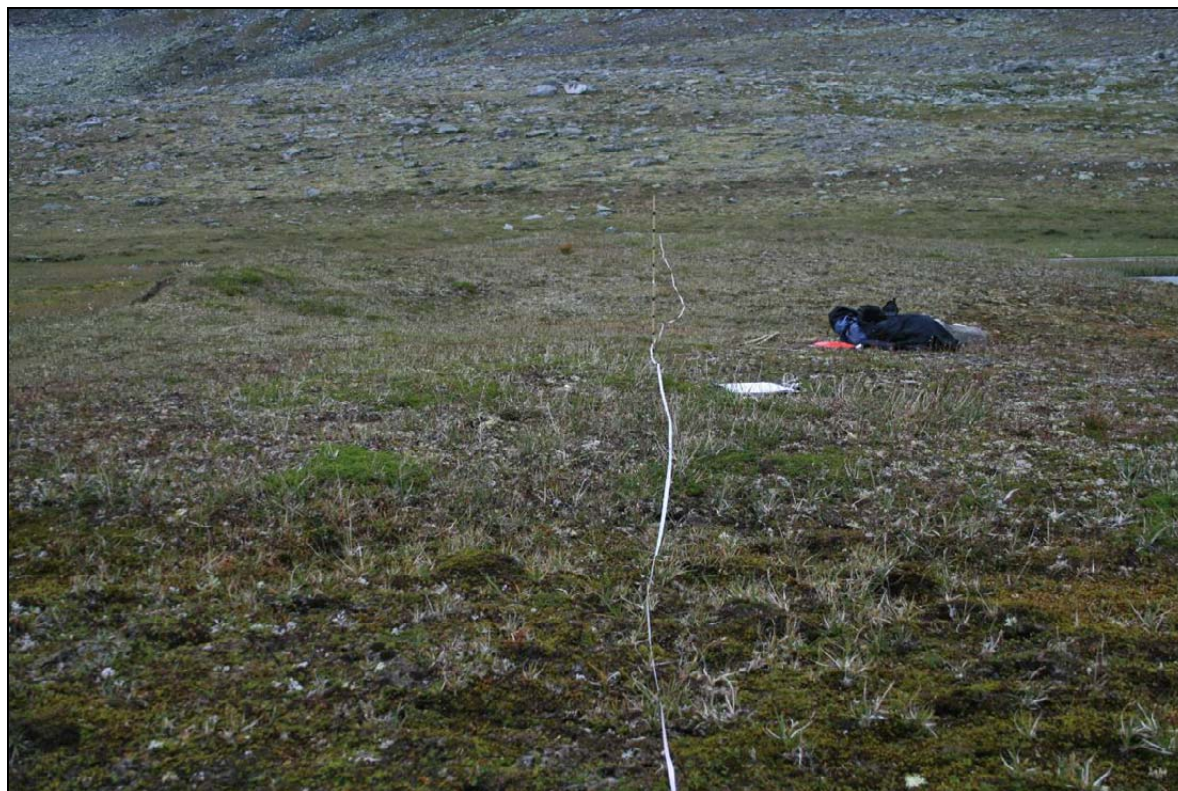
Figur 25: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje E. Se figur 17 for beskrivelse av figurens detaljer.



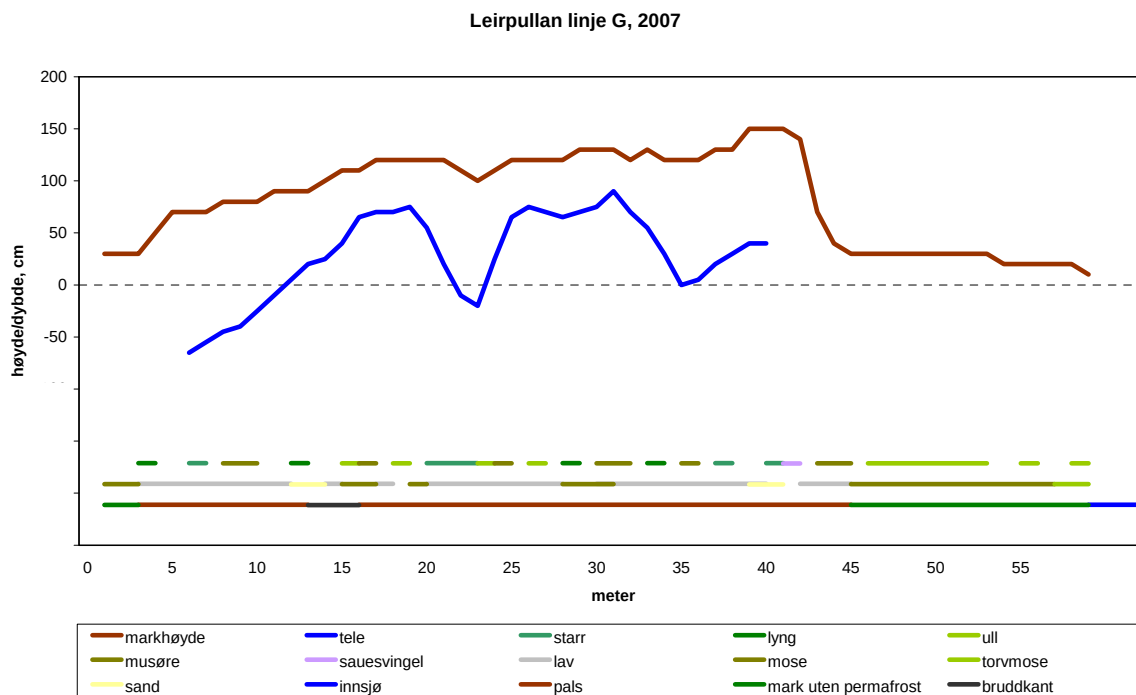
Figur 26: Linje E krysser pals 2 (fra posisjon LPE014, se figur 25).



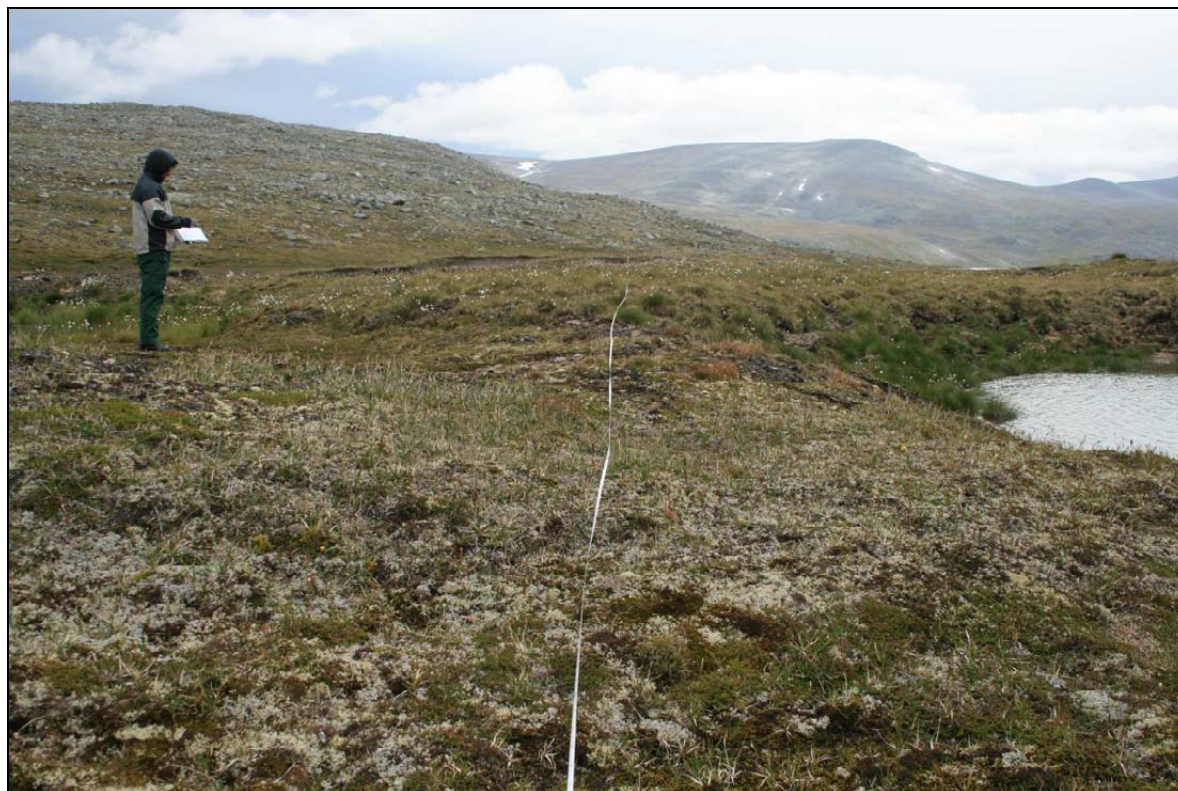
Figur 27: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje F. Se figur 17 for beskrivelse av figurens detaljer.



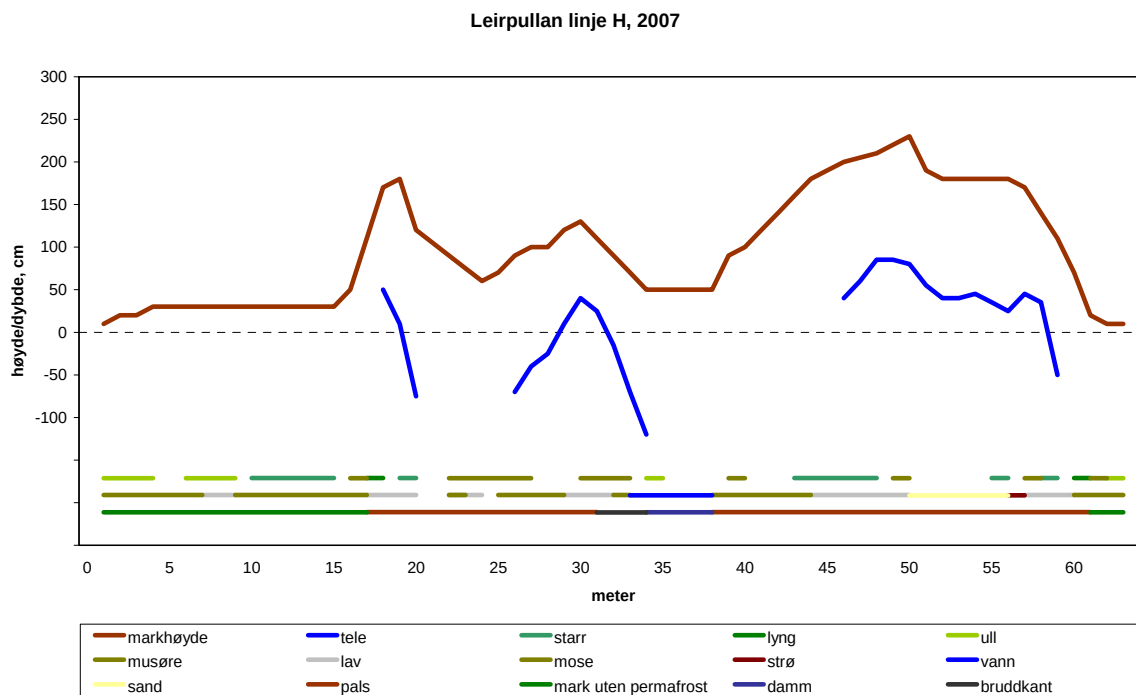
Figur 28: Linje F krysser pals 3 (fra posisjon LPF000, se figur 27).



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



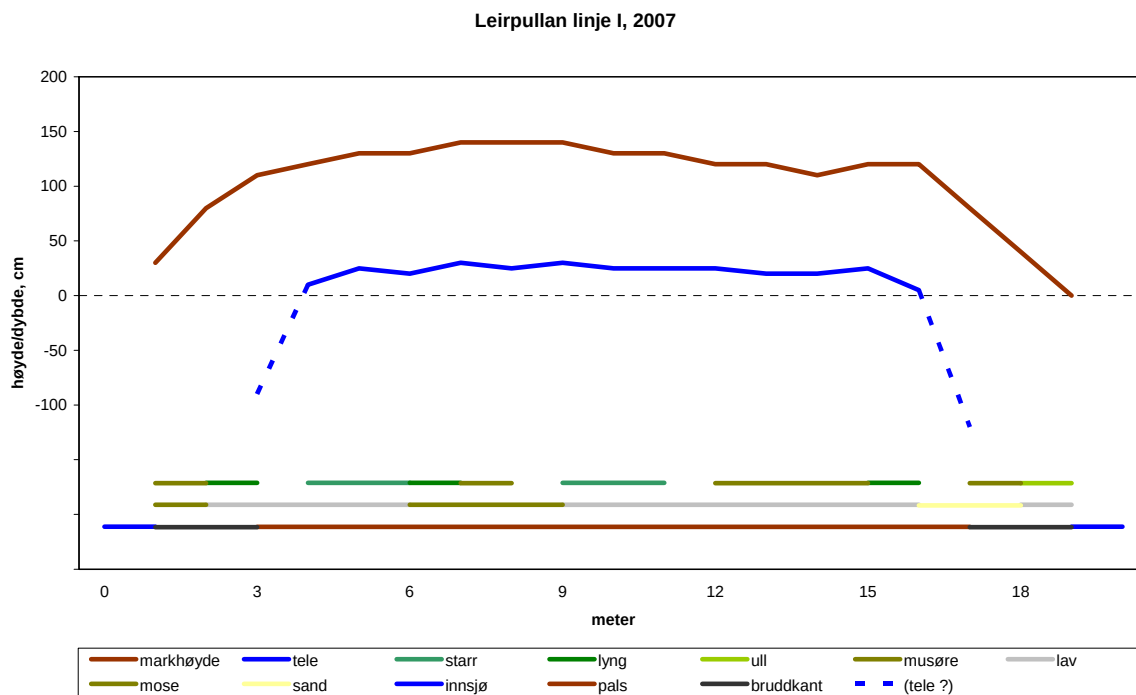
Figur 30: Linje G krysser pals 4 med vannflik 2 til høyre (fra posisjon LPG000, se figur 29).



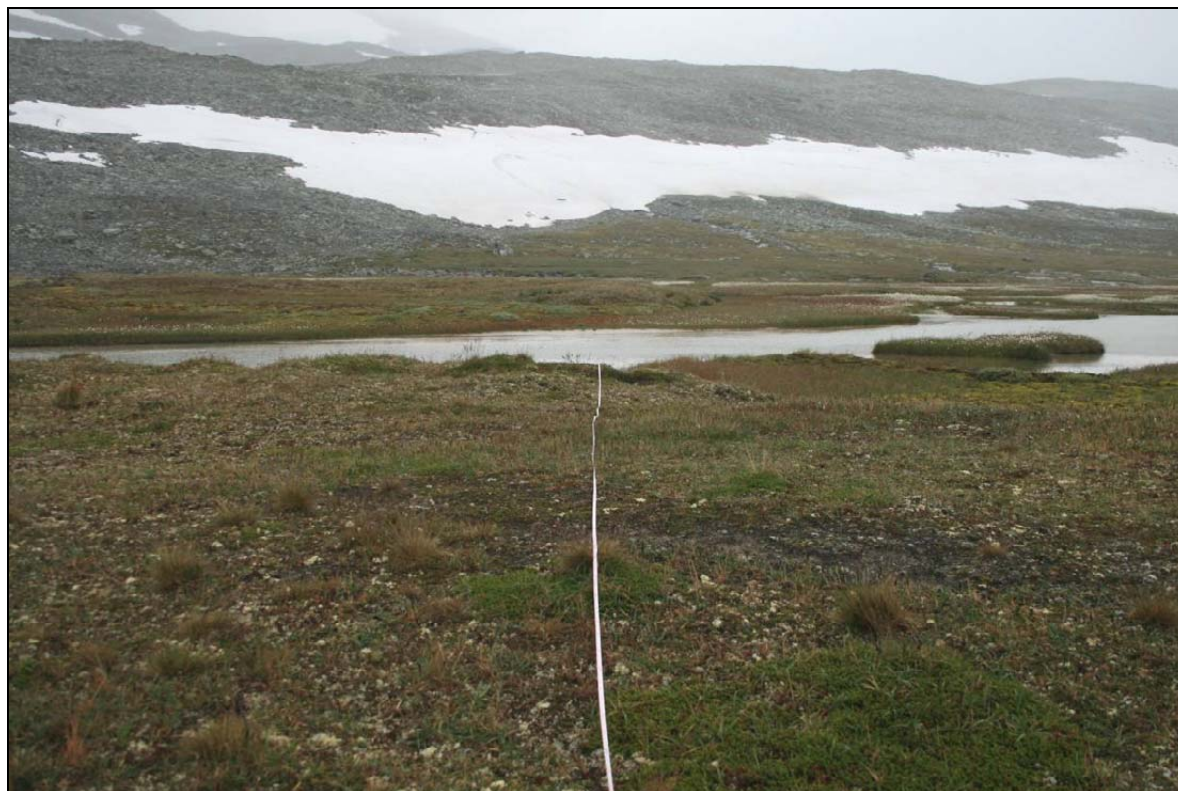
Figur 31: Palsstruktur, teledybde og fordeling av markslag og dominerende vegetasjon for linje H. Se figur 17 for beskrivelse av figurens detaljer.



Figur 32: Linje H krysser pals 4 med dammer og vinderoderte partier (ved posisjon LPH050, 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 3 (fra posisjon LPI000, se figur 33).

Antallet torvsprekker og sprekkbredde ble undersøkt langs alle linjene. Antallet sprekker varierer langs linjene avhengig av antallet og omfanget av områder med palsdegenerering som omfattes av linjene (tabell 5). Det er registrert sprekker langs alle linjene utenom linje F som krysser pals 3 på langs. De høyeste verdiene ble registrert for linjene A, D, og E, som krysser flere aktive fragmenteringsområder og bruddkanter med lokalt høy frekvens av sprekker. 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 5) 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. Ved bruk av sprekker som variabel for sammenligning over tid må man være klar over at variabelverdien til dels er avhengig av fuktigheten ved analyse-tidspunktet. Antallet sprekker vil ikke forandres med fuktigheten, men bredden til enkelte sprekker vil kunne variere noe.

Tabell 5: Frekvens av sprekker langs linjene, fordelt på sprekkbredde og antall per meter. Bruddkant er gitt i total lengde (m) og inngår ikke i beregningen av antall sprekker per meter.

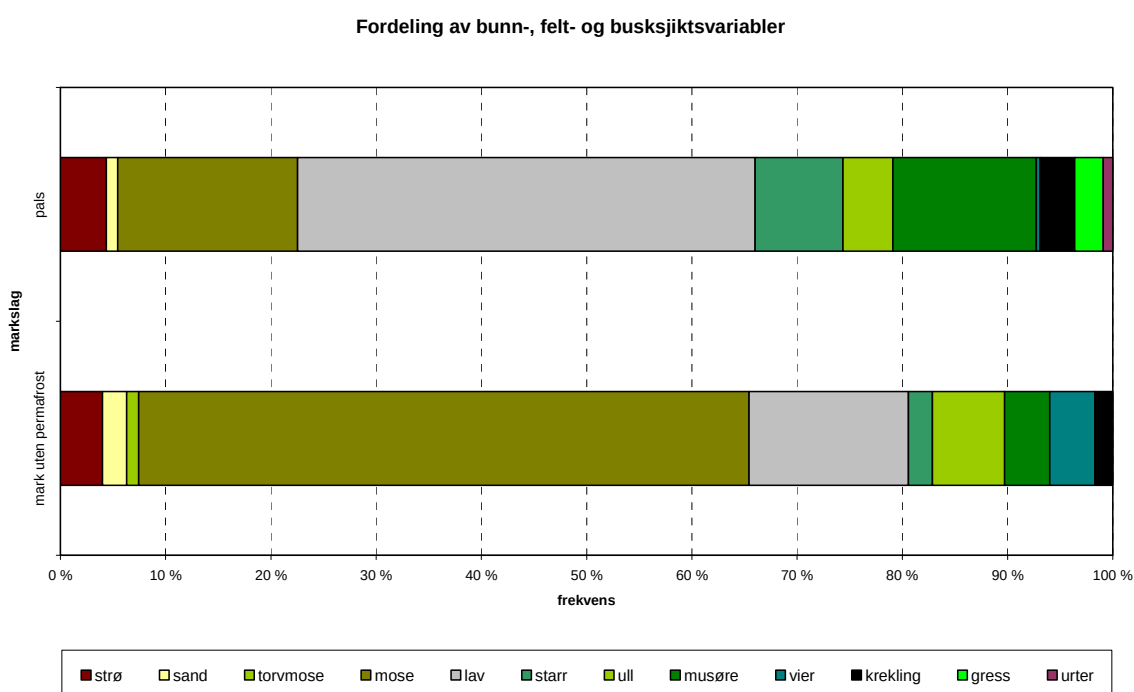
Linje	0-5 cm	6-10 cm	11-20 cm	21-50 cm	>50 cm	bruddkant	sprekker/m
A	2	1	1	0	0	2	0,5
B	2	2	2	1	0	2	0,28
C	1	3	1	1	0	4	0,08
D	8	5	3	1	0	5	0,41
E	9	6	2	1	1	7	0,47
F	0	0	0	0	0	0	0
G	12	2	1	0	0	4	0,25
H	6	2	0	0	0	3	0,13
I	1	1	2	1	0	4	0,26



Figur 35: Bruddkant med sandblokker og vegetasjonspartier ved vestre kanten av pals 8.

5.5.2 Artslinjer

Finskala variasjon i bunn-, felt- og busksjiktvariabler ble analysert langs 18 tilfeldig plasserte linjer innen område 1 og 2. De samme variablene som langs de lengre palsstrukturlinjene (se tabell 1) er registrert for artslinjene, men lyng-variabelen er spesifisert til krekling og i tillegg er variablene gress (kollektivt for gressarter) og urter (kollektivt for urter) brukt. De 18 linjene fordeles seg på markslagene pals (11) og mark uten permafrost (7). De to markslagene er de eneste som er representert i området foruten smale kantsoner ved vann og rundt noen av dammene. Disse kantsonene domineres av ull (*Eriophorum* spp) men er ikke representert med artslinjeanalyser. Artsdominansen for de to analyserte markslagene avviker fra hverandre ved at palsene karakteriseres av lav, stivstarr (*Carex bigelowii*), musøre og en del gress og urter (figur 36). Mark uten permafrost karakteriseres av mose og en del ull og vier (figur 37). Vieren er lavvokst men danner på noen få plasser et glissent busksjikt. Bunnsjiktets tykkelse er også forskjellig mellom de to markslagene. På palsene er bunnsjiktet for det meste <5cm tykt og på mark uten permafrost opp til 25-30 cm tykt.



Figur 36: Frekvensfordeling av bunn-, felt- og busksjiktvariabler (se tabell 1 for detaljer) for markslagene pals og mark uten permafrost.



Figur 37 Lav, musøre og starr karakteriserer palsene sammen med en del urter. Leirpullan, pals 25.



Figur 38 Mose sammen med en del ull og vier karakteriserer områder uten permafrost. Leirpullan, linje E.

6 Referanser

- 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.
- 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-Finmark 2006. NINA Rapport 257. 33 s.
- IPCC 2001. Working Group I Assessment Report, Climate Change 2001: The Scientific Basis (Summary for policymakers). www.gcrl.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. och Sørbel, L. 1974. Palsa bogs at Haugtjørnin, Dovrefjell, South Norway. *Norsk Geografisk Tidsskrift* 28: 53-60.
- Sollid, J.L. & Sørbel, L. 1998. Palsa bogs as a climate indicator – examples from Dovrefjell, Southern Norway. *Ambio* 27: 287-291.

7 Tidsplan:

Overvåkingen startet i 2004 med Ostojeaggi i Troms (Hofgaard 2005) etterfulgt av to områder i Dovre i 2005 (Hofgaard 2006) og Goahteluoppal i 2006 (Hofgaard 2006). I løpet av den første oppstartsperioden er utvalgte overvåkingsområder (se figur 5) 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	



Takk til Arvid og Tonja!

NINA Rapport 364

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-1928-0



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