



Förslag till övervakningsprogram för Sveriges palsmyrar

Länsstyrelsens rapportserie nr 16/2012



Länsstyrelsen
Norrbotten

Titel	Förslag till övervakningsprogram för Sveriges palsmyrar. Länsstyrelsens rapportserie nr 16/2012
Författare:	Per Wramner, Susanne Backe, Kjell Wester, Thomas Hedvall, Urban Gunnarsson, Saad Alsam och Wenche Eide.
Omslagsbild:	Palsmyr vid Nuvjávri, augusti 2010. Fotograf: Susanne Backe
Kontaktperson:	Susanne Backe, Länsstyrelsen i Norrbottens län, 971 86 Luleå. Telefon: 0920-96000, fax: 0920-22 84 11, E-post: norrbotten@lansstyrelsen.se Internet: www.lansstyrelsen.se/norrbotten
ISSN:	0283-9636
Tryck:	Länsstyrelsen, december 2012
Upplaga:	100 ex

Förslag till övervakningsprogram för Sveriges palsmyrar

Författare:

Per Wramner

Susanne Backe

Kjell Wester

Thomas Hedvall

Urban Gunnarsson

Saad Alsam

Wenche Eide

Länsstyrelsen i Norrbottens län

2012

Förord

Länsstyrelserna har många uppgifter inom miljöområdet. En viktig sådan är att övervaka miljötillståndet i länet. Genom nationella och regionala miljöövervakningsprogram följer statliga myndigheter utvecklingen i naturmiljön, bl.a. för att kunna bedöma hur de nationella miljö kvalitetsmålen uppfylls.

Våtmarker fyller många viktiga uppgifter i landskapet, både för vattenbalansen och för den biologiska mångfalden. Palsmyrar är en säregen våtmarkstyp vars utbredning i stort sett är begränsad till Norrbottens län. De utgör ett spektakulärt och från naturvårdssynpunkt viktigt inslag i den norrländska naturen. Genom att palsar består av permafrost är de viktiga klimatindikatorer. Palsar är också en naturtyp som EU anser det vara viktigt att övervaka tillståndet för. Därför är det en angelägen samhällsuppgift att följa palsmyrarnas utveckling genom ett övervakningsprogram. Det här redovisade projektet utgör ett led i fullgörandet av denna uppgift.

Dess syfte har varit att utveckla fjärranalysbaserade metoder för miljöövervakning av Sveriges palsmyrar och upprätta ett förslag till övervakningsprogram på denna grund.

Projektet har genomförts på uppdrag av och med finansiering från Naturvårdsverket och Rymdstyrelsen. Vidare har länsstyrelserna i Norrbottens och Dalarnas län samt ArtDatabanken vid Sveriges lantbruksuniversitet lämnat finansiellt och annat stöd.

Brockmann Geomatics Sweden AB har haft i uppdrag att genomföra projektet i samarbete med länsstyrelserna i Norrbottens och Dalarnas län. ArtDatabanken har också medverkat inom ramen för sitt arbete med EU:s art- och habitatdirektiv.

Från Brockmanns har medverkat Per Wramner, Kjell Wester, Thomas Hedvall och Saad Alsam. Från Länsstyrelsen i Norrbotten har medverkat Susanne Backe, från Länsstyrelsen i Dalarna Urban Gunnarsson och från ArtDatabanken Wenche Eide.

Johan Abenius från Naturvårdsverket och Göran Boberg från Rymdstyrelsen har aktivt följt arbetet, bl.a. genom medverkan i fält.

Innehåll

1	Introduktion.....	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Syfte.....	10
1.3	Medverkan i projektet.....	10
1.4	Användarbehov	10
1.4.1	Nationell miljöövervakning	11
1.4.2	EU:s art- och habitatdirektiv.....	11
1.4.3	Projektets betydelse i ett rymdperspektiv	13
1.4.4	Projektets roll i ett vetenskapligt perspektiv	13
1.5	Arbetets uppläggning	13
2	Översiktlig beskrivning av studerade palsmyrar	15
2.1	Tavvavuoma (Davvavuopmi)	15
2.1.1	Tavvavuomas naturförhållanden.....	15
2.1.2	Inriktningen av studierna i Tavvavuoma	18
2.1.3	De två närmare studerade myrarna i Tavvavuoma.....	21
2.1.4	Tavvavuomas klimat.....	21
2.2	Övriga palsmyrområden i Norrbottens län	24
2.2.1	Oaggujeaggi	24
2.2.2	Mannavuoma	28
2.2.3	Stordalen	31
2.2.4	Sirččám (Tjirtjam)	36
2.2.5	Nuvjávri (Nujaure)	45
2.2.6	Árasjávrrre (Arasjaure).....	48
2.2.7	Vuojturláhko (Ultesvistuottar)	51
2.2.8	Plássá (Blassa).....	57
2.3	Lájbávággi (Laivadalen).....	61
2.3.1	Allmän översikt.....	61
2.3.2	Den stora palsmyren	65
2.4	De studerade områdenas lämplighet att ingå i ett övervakningsprogram – en sammanfattande diskussion	73
3	Datakällor och metoder för palsmyrövervakning	76
3.1	Litteratur.....	76

3.2	Kartor.....	78
3.3	Klimatstatistik.....	78
3.4	Satellitdata.....	79
3.4.1	QuickBird	81
3.4.2	WorldView	82
3.4.3	IKONOS och KOMPSAT	86
3.5	Flygbilder	88
3.6	Laserskanning	89
3.6.1	Höjdmodeller.....	90
3.6.2	Transekter.....	92
3.6.3	Kombination av laserskannings- och satellitdata	95
3.7	Observationer från luften.....	98
3.8	Observationer från marken	103
3.8.1	Fotografier	104
3.8.2	Vegetationskartering.....	108
4	Övervakning av palsmyrar i Finland och Norge.....	112
4.1	Finland	112
4.2	Norge	112
5	Förslag till övervakningsprogram	114
5.1	Omfattning	114
5.2	Naturvårdsverkets vägledning för palsmyrar	114
5.3	ArtDatabankens förslag på parametrar för övervakning av palsmyrar.....	115
5.3.1	Relationen mellan parametrarna i tabell 8 och de i projektet utvecklade metoderna för övervakning av palsmyrar	116
5.4	Komponenter i ett övervakningsprogram för palsmyrar	117
5.4.1	Inledande dokumentation.....	118
5.4.2	Fortlöpande övervakning	122
6	Litteratur.....	125
	Bilaga 1. LM Vegetationsdata, legend	129
	Bilaga 2. Naturvårdsverket, vägledning.....	130

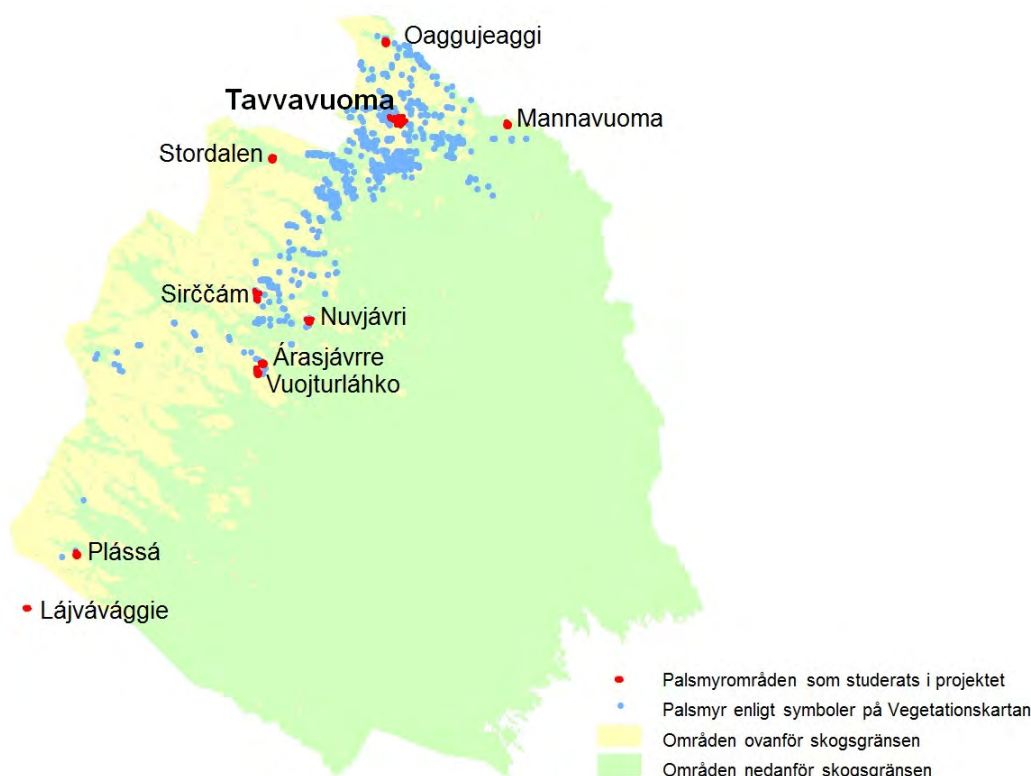
1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Palsmyrar utgör unika naturfenomen av stort värde från naturvårdssynpunkt och som klimatindikatorer. Palsarna hotas av pågående klimatförändringar. Därför är det angeläget att följa palsmyrarnas fortsatta utveckling inom ramen för miljöövervakningen

I Sverige förekommer palsmyrar huvudsakligen i norra delen av Norrbottens län. I första hand finns de längs den östra delen av fjällkedjan och strax öster därom. Ett mer eller mindre sammanhängande utbredningsområde fortsätter in i norra Norge och Finland och vidare österut till Kolahalvön. Palsar finns också längre österut i Sibirien liksom i Nordamerika.

Figur 1 visar de kända förekomsterna av palsmyrar i Norrbotten. Därutöver finns ett par palsmyrar i Vindelfjällen i nordligaste delen av Västerbottens län. Den totala palsmyrarealen i Sverige har preliminärt bedömts uppgå till 251 km² och det område, inom vilket palsmyrar förekommer, har bedömts ha en areal av 14.463 km² (Sohlman 2007).



Figur 1. Kända förekomster av palsmyrar i Norrbottens län och de palsmyrområden som ingått i projektet. Lájvávggie ligger i Västerbottens län. Utbredningen av palsmyrar är baserad på vegetationskartorna över de svenska fjällen. Kartan är hämtad från Backe (2010).

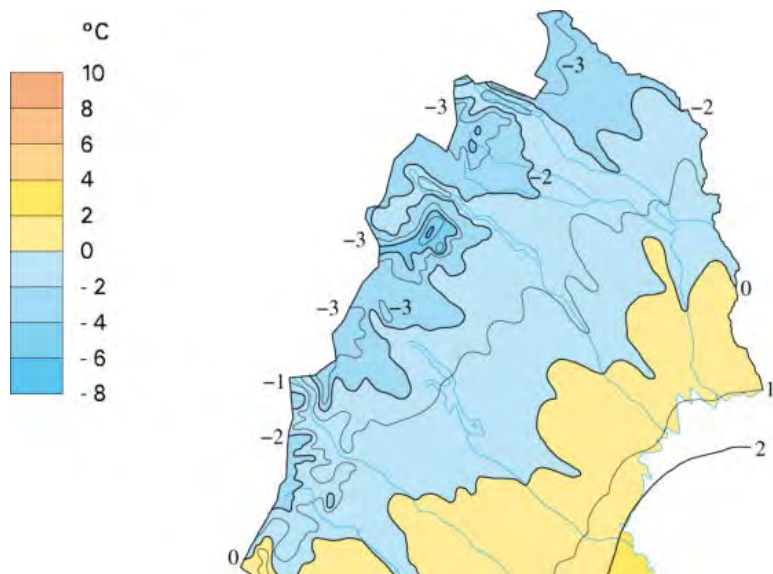
Palsar är kullar eller mer vidsträckta upphöjningar i myrmark med torv i ytan vilka innehåller ständigt tjälad torv och/eller mineraljord och har bildats genom tjällyftning.¹ Höjden i Sverige varierar från några decimeter upp till 6-7 meter. Palsar förekommer i områden med icke sammanhängande permafrost (permanent frusen mark). Som företeelser i marginalen av permafrostens utbredning på norra halvklotet är palsar mycket känsliga för förändringar av klimatet i för dem negativ riktning (Wramner 1973). Figur 2 visar förekomsten av permafrost på norra halvklotet.



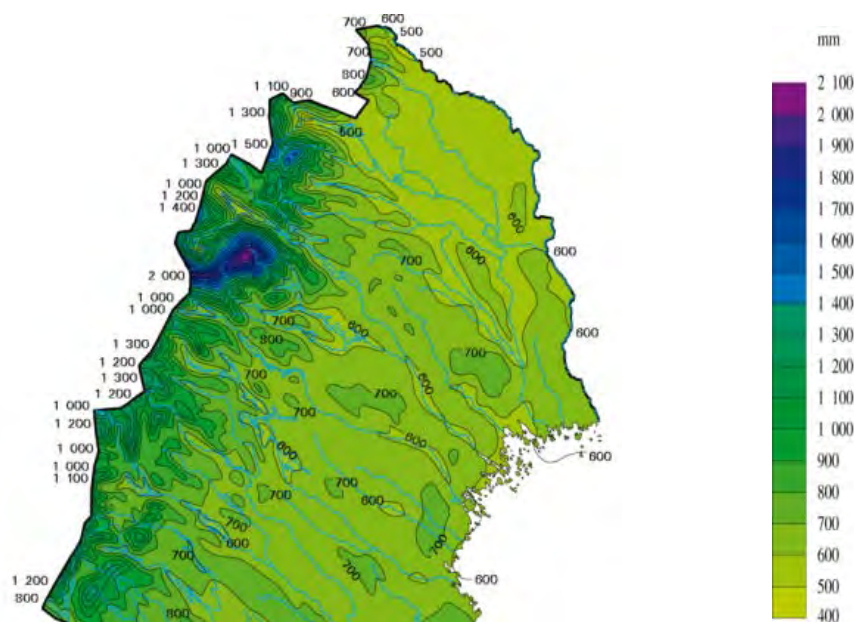
Figur 2. Permafrostens utbredning på norra halvklotet enligt GRID-Arendal, ett till UNEP (United Nations Environment Programme) knutet norskt institut för miljöinformation.

¹ Tjällyftning innebär att markytan höjs i samband med att tjälen tränger ner i marken. Den orsakas av att vatten vid frysningen strömmar till genom i huvudsak kapillärlös uppsugning, anrikas i de tjälade jordlagren och bildar skikt av ren is som tenderar att vara parallella med markytan. Därvid ökar jordlagrens totala volym. I praktiken sker av mekaniska skäl volymsökningen i vertikallängd (Wramner 1972 b).

I Sverige kännetecknas palsarnas utbredningsområde i stort sett av en årsmedeltemperatur under -2 till -3°C och en vinternederbörd under 300 mm (Zuidhoff & Kolstrup 2000). Figurerna 3 och 4 visar en schematisk bild av årsmedeltemperaturen respektive medelårsnederbörden inom utbredningsområdet för palsmyrar under perioden 1961-1990.



Figur 3. Årsmedeltemperatur för perioden 1961-1990 enligt SMHI.



Figur 4. Årsnederbörd (medelvärde) för perioden 1961-1990 enligt SMHI.

Utöver lämpliga klimatförhållanden erfordras för palsbildning förekomst av öppen myrmark. Därutöver är en viktig faktor för bildning av palsar, särskilt högre sådana, att mineraljorden under torven är tjällyftande, dvs. relativt finkornig. Goda betingelser för palsbildning finns på

många håll inom utbredningsområdet, särskilt där öppna myrar med finkorniga issjösediment under torven sammanfaller med ett kontinentalt lokalklimat (Wramner 1973; 2003).

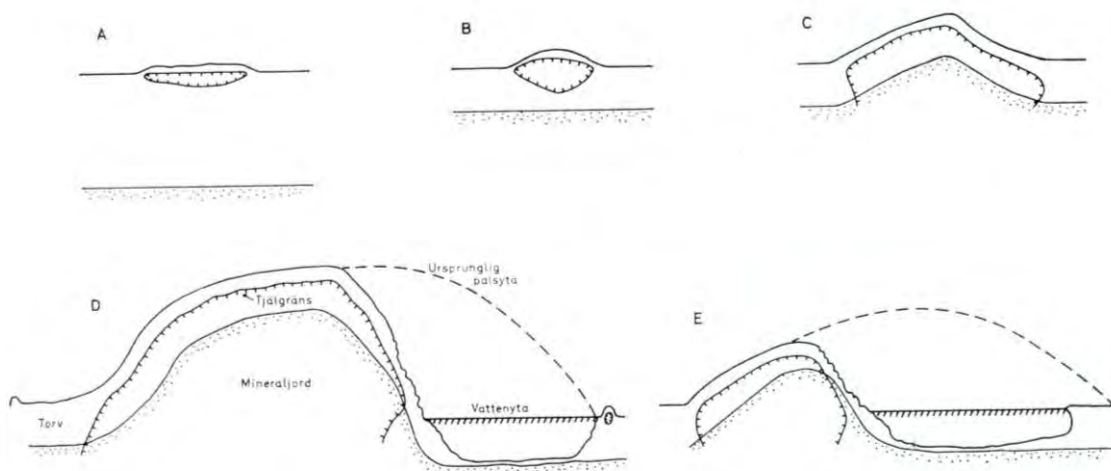
Palsar genomgår i många fall ett cykliskt utvecklingsförlopp (Wramner 1973, Seppälä 1986, Zuidhoff & Kolstrup 2000). En kraftig, lokal tjälbildning med till denna knuten tjällyftning gör att en begränsad del av myrytan höjs. Yttagret av torv blir därigenom torrare och får en förbättrad isoleringsförmåga som ökar möjligheterna för tjälen att bestå under sommaren. Samtidigt kan höjningen av myrytan medföra tunnare snötäcke påföljande vinter. Perenn tjäle kan på detta sätt uppstå och tillväxa mot djupet, varvid tjällyftning i torven gör att palsen efter hand höjer sig allt mer över myrens yta. Om tjälen når ned till finkornig mineraljord under torven, med bättre tjällyftningsförmåga än denna, förbättras betingelserna för palstillväxt avsevärt och höga, välutbildade palsar kan uppstå. Efter initialskedet i palsbildningen har torven sin största betydelse som ett isolerande hölje sommartid. Utöver torvens och mineraljordens tjällyftningsförmåga är markens fuktighetsförhållanden av betydelse för palsbildningen, eftersom tjällyftning fordrar tillgång till vatten. Palsarnas koncentration till fuktiga myrar gör dock att denna faktor sällan begränsar palstillväxten (Wramner 1973).

Under palstillväxten förändras vegetationen. Myrvegetationen vissnar till stor del snabbt och ersätts successivt av allt mer torrmarkspräglade vegetationstyper. Efter hand märks ofta en allt starkare vindpåverkan. Kal torv med tydliga spår av vinderosion är vanligt förekommande på överytorna av högre palsar (Wramner 1973; Zuidhoff & Kolstrup 2000).

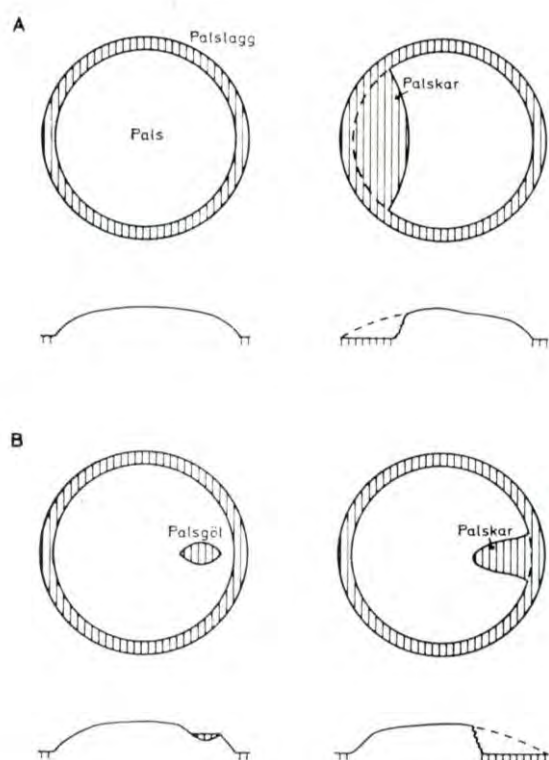
Palstillväxten upphör när permafrosten inte längre växer nedåt i tjälskjutande material och ett moget stadium inträder som kan vara under lång tid. I många fall inträder dock förr eller senare en nedbrytningsfas. Den kanske vanligaste nedbrytningsprocessen är lateral s.k. blockerosion av palsslutningar med öppet vatten eller blöt myr som en viktig initierande faktor. Vanligt förekommande, särskilt under det senaste decenniet, är också kollaps av palsöverytor till följd av att den frusna kärnan smälter, något som ofta initierats av vinderosion och/eller gölbildning. Nedbrytningen kan leda till att en pals försvinner och ersätts av en vattensamling omgiven av i allmänhet otjälade palsrester. Denna växer så småningom igen, en myryta återskapas och en ny pals kan bildas (Wramner 1967; 1973).

Palsmyrar är således dynamiska företeelser vilket måste beaktas i ett övervakningsprogram. Förändringar av en myr och dess palsar sker normalt hela tiden. Dessa förändringar påverkas givetvis också av ändrade yttre förhållanden, t.ex. ett varmare klimat.

Figur 5 visar profiler genom palsar i olika utvecklingsstadier. Figur 6 visar principskisser av de vattensamlingar med olika ursprung som kan uppträda i anslutning till palsar. Vatten är en viktig faktor i sammanhanget, både som agent för och resultat av palsnedbrytning.



Figur 5. Profiler genom palsar i olika utvecklingsstadier från Tavvavuoma (A och B, 1966) och Laivadalen (C – E, 1964). Efter Wramner (1967).



Figur 6. Principskisser som visar palslagg, palsgöl och palskar samt deras förhållande till varandra. Efter Wramner (1967).

Palslika bildningar i ren mineraljord, s.k. lithalsas, förekommer i viss omfattning, bl.a. i Tavvavuoma. De har motsvarande bildningssätt som palsar och uppträder ofta i anslutning till sådana. Övergångsformer dem emellan förekommer (Wramner 1972 a; Westin & Zuidhoff 2001). Behovet av att i ett övervakningsprogram för palsmyrar ta med även sådana övergångsformer har beaktats i de förslag som presenteras i denna rapport.

1.2 Syfte

Syftet med projektet är dels att utveckla och beskriva metoder för miljöövervakning av Sveriges palsmyrar, som i största möjliga utsträckning är baserade på fjärranalys och andra geomatiska tekniker, dels att upprätta ett förslag till sådant övervakningsprogram. Framför allt har det gällt att utveckla metoder för användning av högupplösta satellitdata och data från laserskanning. I fokus står dokumentation av förändringar som i palsmyrar kan ske mycket snabbt, ibland på bara 2-3 år. När det gäller vilka palsmyrar som bör ingå i ett övervakningsprogram var utgångspunkten nio utvalda myrar. Inom ramen för projektet skulle deras lämplighet att ingå i programmet bedömas liksom om det fanns skäl att inkludera ytterligare någon myr.

Syftet med denna rapport är också att redovisa resultaten av ett särskilt delprojekt ("Avtal avseende Indikator för palsmyr"). Enligt ett avtal (2011-09-14) med Länsstyrelsen i Norrbottens län skall Brockmann Geomatics Sweden AB dels "Beskriva och ge förslag på indikatorer för övervakning av palsmyrar utifrån laserskanningsdata och förändringsanalys av vegetation via högupplösta satellitbilder", dels "Tillgängliggöra äldre data från undersökningar som utfördes av Per Wramner, Göteborgs universitet under 1960- och 1970-talet i Tavvavuoma-området." Syftet med insatserna enligt detta avtal rymms väl inom det ovan redovisade övergripande syftet för hela projektet. Arbetet inom ramen för delprojektet har därför i praktiken utförts som en del av huvudprojektet och redovisas i denna rapport. Detta sker i första hand beträffande den första delen av uppdraget i avsnitten 3.4 och 3.6, beträffande den andra i avsnitten 3.7 och 3.8.

1.3 Medverkan i projektet

Projektet har genomförts under ledning av Brockmann Geomatics. Följande personer har på olika sätt medverkat:

Per Wramner – Vetenskaplig koordinering, litteraturgenomgång, hantering av äldre data och foton, rapportskrivning.

Susanne Backe – Urval av områden, datahantering, foton, GIS och vegetationskartering.

Kjell Wester – Övergripande koordinering, GIS, datahantering, bildhantering.

Thomas Hedvall – Laserskanning, GIS, datahantering.

Urban Gunnarsson – Vegetationskartering.

Saad Alsam – Datahantering, bildhantering, GIS.

Wenche Eide – Kopplingar till EU:s art- och habitatdirektiv samt projektet Biogeografisk uppföljning.

1.4 Användarbehov

Projektet är i första hand inriktat på att utveckla instrument som kan användas för att tillgodose angelägna samhällsbehov inom ramen för Naturvårdsverkets och Rymdstyrelsens uppdrag och mandat.

1.4.1 Nationell miljöövervakning

Miljöövervakning är ett strategiskt instrument i miljöpolitiken av stor vikt som bl.a. syftar till att:

- beskriva tillståndet i miljön,
- bedöma hotbilder,
- lämna underlag för åtgärder,
- följa upp beslutade åtgärder och
- följa upp hur de nationella miljökvalitetsmålen uppfylls.

För arbetet med att uppnå de nationella miljökvalitetsmålen spelar palsmyrar en viktig roll. Deras utveckling framöver påverkar målen Myllrande våtmarker, Storslagen fjällmiljö samt Ett rikt växt- och djurliv. Därtill har de en direkt koppling till miljökvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan genom att det största hotet mot palsmyrarna är den pågående klimatförändringen (Naturvårdsverket 2012). En koppling finns också till målen Levande sjöar och vattendrag samt Grundvatten av god kvalitet. Palsar kan därför på flera sätt användas som indikatorer inom ramen för miljömålssystemet.

Naturvårdsverket driver ett nationellt miljöövervakningsprogram för landmiljön i Sverige och samordnar regionala program som sköts av länsstyrelserna. I den nationella miljöövervakningen ingår våtmarker som ett av tio programområden. Inom dess ram pågår ”ett utvecklingsprojekt som syftar till att använda fjärranalysmetoder som del i ett långsiktigt övervakningsprogram för palsmyrar” (Inghe 2010). Resultaten av utvecklingsprojektet redovisas i denna rapport tillsammans med ett förslag till fjärranalysbaserat övervakningsprogram för palsmyrar i Sverige att ingå i den nationella miljöövervakningen som ett delprogram inom Programområdet våtmarker.

1.4.2 EU:s art- och habitatdirektiv

Det finns ytterligare en anledning till att ett övervakningsprogram för de svenska palsmyrarna nu tas fram. EU:s art- och habitatdirektiv (direktiv 92/43/EEG) pekar ut ett stort antal naturtyper som skall bevaras inom unionen. Vissa av dem, bl.a. palsmyrar, utgör s.k. prioriterade naturtyper. Dessa har bedömts utgöra de mest hotade naturtyperna inom EU och medlemsländerna skall ägna dem särskild uppmärksamhet. Palsmyrar förekommer inom EU endast i den alpina biogeografiska regionen i Sverige samt i de alpina och boreala biogeografiska regionerna i Finland. Det innebär att dessa båda länder har ett särskilt ansvar för att palsmyrarna bevaras, dvs. med EU:s nomenklatur uppvisar en gynnsam bevarandestatus (Sohlman 2007).

Enligt art- och habitatdirektivet måste en övervakning av palsmyrarna äga rum så att deras utveckling kan följas. Naturvårdsverket är ansvarig myndighet för tillämpningen av direktivet i Sverige och har därigenom ett ansvar för att en miljöövervakning av palsmyrarna kommer till stånd. Insamling och utvärdering av data kopplade till art- och habitatdirektivet görs av ArtDatabanken på uppdrag av Naturvårdsverket (för landmiljön) samt Havs- och vattenmyndigheten (för vattenmiljön) (Naturvårdsverket 2012).

Enligt art- och habitatdirektivet skall medlemsländerna vart sjätte år rapportera till EU om utvecklingen av bevarandestatusen för berörda arter och naturtyper. Länderna skall även rapportera vilka åtgärder man har vidtagit i form av exempelvis bevarandeplaner och övervakningsprogram samt redovisa en utvärdering av hur nätverket av särskilt avsatta s.k. Natura 2000-områden har bidragit till bevarandestatusen. Den senaste rapporteringen skedde 2007 varför nästa tillfälle blir 2013. Det är angeläget att ett övervakningsprogram för palsmyrarna kan komma igång inför denna rapportering.

I Sveriges rapport till EU 2007 (Sohlman 2007) framhölls att landets palsmyrar uppvisade en över lag dålig/ogynnsam bevarandestatus och att trenden var klart negativ. På många håll är palsarna präglade av nedbrytning och riskerar t.o.m. att försvinna helt. De påverkas i första hand av pågående klimatförändringar, varför Sveriges möjligheter att på kort sikt förbättra situationen genom nationella åtgärder är begränsade. Utöver gynnsamma klimatiska förhållanden krävs opåverkade hydrologiska och hydrokemiska förhållanden för att bevara palsmyrarnas strukturer och formelement. Exempelvis får torv inte oxideras som en följd av antropogen hydrologisk, kemisk eller annan påverkan. Generellt utgör emellertid sådan påverkan inte något hot mot de svenska palsmyrarna, om man bortser från förändringar av den naturliga dynamiken till följd av antropogent orsakade klimatförändringar (Naturvårdsverket 2011). Orsaken är att de ligger i väglöst land med i flertalet fall någon form av skydd enligt miljöbalken, där pågående markanvändning är extensiv och knappast riskerar att påverka palsmyrarna negativt.

Mot den beskrivna bakgrunden bör det direkta arbetet med att bevara palsmyrarna i nuläget främst inriktas på att följa utvecklingen och förbättra kunskapen om mekanismerna bakom palsarnas försvinnande. Därigenom kan också mer direkta hot mot palsarna upptäckas. Ett exempel på sådana är en skoterled över en av de bäst studerade palsmyrarna i Tavvavuoma som upptäcktes vid ett besök i området 1981. Den flyttades sedan dess olämpliga sträckning påpekats för berörd myndighet.

En central del av detta projekt bör vara att specificera och dokumentera data som behövs för utvärdering av palsmyrarnas bevarandestatus, särskilt med avseende på processer som kan hänga samman med förändringar av klimatet. Därigenom skapas en grund för trendanalyser som bör vara ett viktigt resultat av ett miljöövervakningsprogram för palsmyrar. Den avgörande betydelsen av pågående förändringar för att bedöma palsmyrars bevarandestatus innebär att ett övervakningsprogram inte bara bör dokumentera dagens situation och följa utvecklingen framöver utan också i möjligaste mån bör dokumentera utvecklingen bakåt i tiden. Därigenom erhålls en bättre helhetsbild av palsmyrarnas dynamik, utveckling under de senaste decennierna och känslighet för påverkan av klimatförändringar. Även om pågående förändringar i praktiken främst innebär nedbrytning av palsar förekommer också viss nybildning och tillväxt i svenska palsmyrområden.

Den tyngd som palsmyrar fått i ett EU- och miljöövervakningsperspektiv återspeglar deras stora värde från naturvårdssynpunkt. Flertalet palsmyrar ligger i vildmarksområden av stort

allmänt värde för naturvården. Därtill kommer palsarnas värde som unika och säregna naturfenomen av stort vetenskapligt intresse, bl.a. som klimatindikatorer. Palsmyrar uppvisar i allmänhet också en rik biologisk mångfald, inte minst när det gäller fågellivet (Wramner 2012).

1.4.3 Projektets betydelse i ett rymdperspektiv

Rymdstyrelsen skall enligt sin instruktion (SFS 2008: 1227) främja utvecklingen av svensk rymdverksamhet och rymdforskning så att bl.a. samhällets behov inom miljö och klimat tillfredsställs. Detta projekt handlar till stor del om utveckling av metoder för användning av satellitdata vid miljöövervakning. Det är en viktig uppgift för Rymdstyrelsen att stödja sådant utvecklingsarbete.

Palsmyrar lämpar sig väl för övervakning med hjälp av satellitdata och andra former av fjärranalys. Palsar finns i öppna myrmarker med i allmänhet lite skymmande träd- och buskvegetation. De är lätt urskiljbara genom att avvika från myrmarken i övrigt vad gäller morfologi, vegetation m.m. Nedbrytning av palsar ger upphov till vattensamlingar som också är lätta att identifiera genom fjärranalys. Till detta kommer att palsmyrarna i allmänhet är belägna i avlägsna vildmarksområden utan vägförbindelse. Av praktiska och ekonomiska skäl måste därför ett övervakningsprogram till största delen bygga på fjärranalys.

1.4.4 Projektets roll i ett vetenskapligt perspektiv

Behovet av data för forskning om palsmyrar, inte minst rörande effekter av klimatförändringar, är stort och ökande. Samtidigt är det på grund av palsmyrarnas otillgängliga lägen förenat med stora kostnader och praktiska svårigheter att samla in data av detta slag. Därför har också hänsyn till forskningens behov av data tagits vid utformningen av det här föreslagna övervakningsprogrammet för palsmyrar.

Utgångspunkten för arbetet med programmet har varit att miljöövervakning inte är forskning men måste bygga på vetenskapligt granskade och accepterade metoder. Övervakningen skall resultera i data som är relevanta i förhållande till dess syfte, uppföljningsbara och presenterade på ett lättillgängligt sätt. Samtidigt skall erhållna data vara trovärdiga också i ett vetenskapligt perspektiv. De skall vara av sådan kvalitet att de kan ligga till grund för vetenskaplig utvärdering och tolkning liksom för annan forskning.

1.5 Arbetets uppläggning

Detta projekt kan sägas bestå av två delar som hänger nära samman med varandra. Den första delen handlar om hur palsmyrar kan dokumenteras, framför allt vad gäller morfologi, vegetation och förändringar över tid, som underlag för bedömning av bevarandestatus och som huvudkomponent i ett övervakningsprogram. Den andra delen handlar om att lägga fram ett förslag till övervakningsprogram för palsmyrar i Sverige som i huvudsak bygger på resultaten av den första delen.

En utgångspunkt för projektets båda delar har, som redan nämnts (avsnitt 1.4.3), varit att ett svenskt övervakningsprogram för palsmyrar i huvudsak måste bygga på fjärranalys och andra

geomatiska metoder. Stor vikt har från början lagts vid användning av mycket högupplösta satellitdata i kombination med data från flygbaserad högupplöst laserskanning, men även andra tänkbara tekniker har undersökts.

Projektet inleddes med att nio palsmyrområden i Norrbottens län valdes ut för närmare studier. Se figur 1. Urvalet gjordes av Länsstyrelsen i Norrbottens län och Naturvårdsverket på grundval av tillgänglig dokumentation och fälterfarenheter från tänkbara områden. Tanken var att de utvalda områdena skulle ge en representativ bild av landets palsmyrar och palstyper. De skulle därför vara geografiskt spridda inom palsarnas utbredningsområde, förekomma i olika naturmiljöer, representera olika palstyper, stadier i palsutvecklingen etc. och ha en minsta areal av något tiotal hektar. En utgångspunkt var också att tidigare dokumenterade palsmyrar skulle ingå i projektet, bl.a. ett par väldokumenterade myrar i Tavvavuoma som utgör ett kärnområde vad gäller förekomsten av palsmyrar i Sverige. Här finns enligt Lundquist (1951) den starkaste koncentrationen av palsar i landet. Sammanfattningsvis skulle de utvalda myrarna kunna erbjuda lämpliga studieobjekt för utvecklingen av en metodik för övervakning av palsmyrar och samtidigt utgöra lämpliga områden att ingå i ett övervakningsprogram. Det ingår i projektets uppgifter att studera i vilken utsträckning urvalet uppfyller dessa krav (Backe 2010).

Tavvavuoma har bedömts utgöra det område som är bäst lämpat för själva metodutvecklingen. Övriga områden har studerats mer översiktligt med syfte att få underlag för en bedömning av deras lämplighet att ingå i övervakningsprogrammet liksom att vid behov kunna utgöra kompletterande studieobjekt för utvecklingsarbetet. För såväl Tavvavuoma som övriga områden har det dessutom gällt att analysera och redovisa tillgängliga data så att bästa möjliga grunder för ett kommande övervakningsprogram erhålls.

Ett tionde område – Lájvávággie i Vindelfjällen, Västerbottens län – ingick inte i projektet från början men besöktes i augusti 2012. Syftet var att undersöka om områdets största palsmyr borde ingå i övervakningsprogrammet. Här fanns tidigare höga, välutbildade palsar som dock till stor del har försvunnit under de senaste decennierna (Wramner 1967; Zuidhoff & Kolstrup 2000). Bedömningen efter besöket är att myren utgör ett från övervakningssynpunkt värdefullt komplement till de tidigare studerade nio palsmyrområdena och bör ingå i programmet. Se vidare avsnitt 2.3.

En totalartering av de svenska palsmyrarna saknas i dag men är angelägen att få till stånd, bl.a. mot bakgrund av den avrapportering av deras bevarandestatus till EU som skall ske 2013 (se avsnitt 1.4.2). En sådanartering är beslutad och kommer att genomföras under hösten 2012 i regi av Länsstyrelsen i Norrbottens län. När dennaartering är klar kan eventuellt ytterligare någon palsmyr bli aktuell för att ingå i övervakningsprogrammet.

2 Översiktlig beskrivning av studerade palsmyrar

I detta kapitel beskrivs de tio studerade palsmyrområdena översiktligt. I huvudsak baseras beskrivningen på allmänt tillgängliga data (litteratur, olika slags kartor, klimatstatistik m.m.). Därtill kommer höjdmodeller baserade på särskilt utförda laserskanningar och i viss mån fältstudier. Syftet är att ge en allmän bild av palsfenomenet och de aktuella områdena som grund för behandlingen av de specifika övervakningsfrågorna.

2.1 Tavvavuoma (Davvavuopmi)²

2.1.1 Tavvavuomas naturförhållanden³

Tavvavuoma är ett vidsträckt myrkomplex i nordligaste Lappland. Det utgör en bred, grund dalgång på ca 550 meters höjd i flack förfjällsterräng i urberget öster om den egentliga fjällkedjan. Området domineras av myrar – framför allt palsmyrar – som uppträder tillsammans med öppet vatten, björkskog och mjukt rundade lågfjäll. Tavvavuoma omges av svagt markerade platåer på 700-800 meters höjd med inslag av böljande bergkullar och enstaka fjäll. Det omgivande landskapet är öppet och intas till stor del av ris- och lavhedar. Björkskogen i Tavvavuoma är oftast gles och hedartad. Den förekommer främst på sluttningar upp till trädgränsen på ca 600 meters höjd. Tendens till s.k. dubbel eller inverterad trädgräns finns här och var på dalbottenarnas lägst belägna fastmarkspartier. Dessa kan nämligen sakna sammanhängande björkskog, medan sådan finns på högre nivåer. Detta tyder på inversionsförhållanden med låga temperaturer.

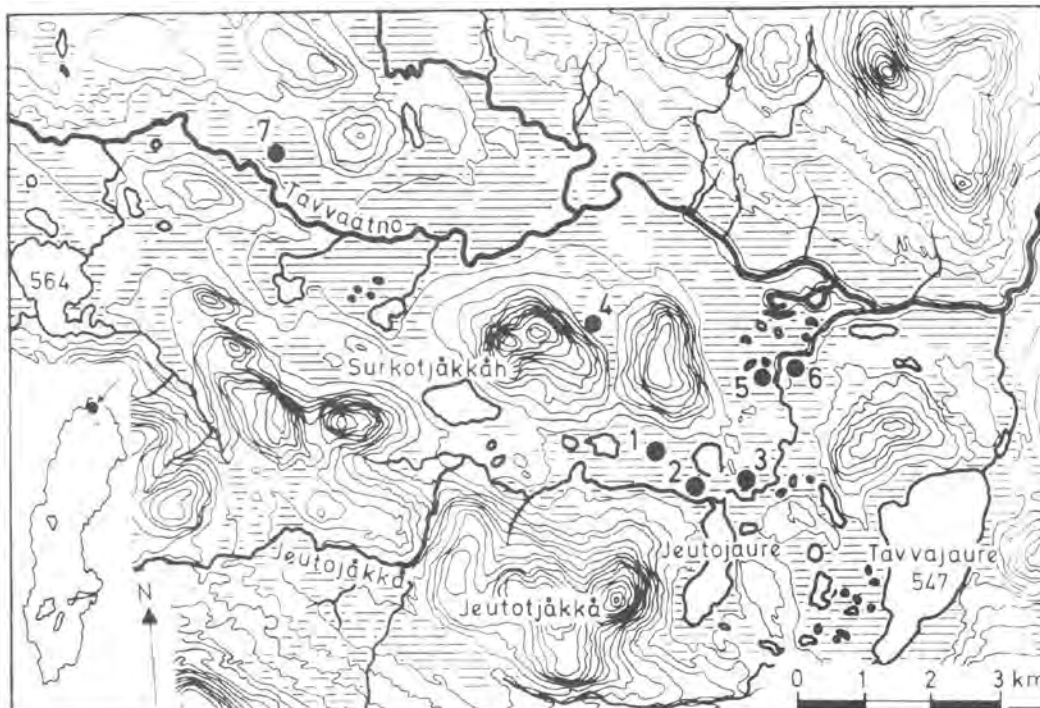
Kvartärgeologin i Tavvavuoma är komplicerad och inte detaljstuderad. Karakteristiskt är rikedomerna på glaciälviala avlagringar i form av oregelbundna fält och terrasser av sand med dynbildning, rullstensåsar m.m. Av särskilt intresse i detta sammanhang är förekomsten av finkorniga issjösediment i sänkor. Dessa sediment överlagras i stor utsträckning av torv och har avgörande betydelse för den rika förekomsten av höga, välutbildade palsar. Utöver palsar finns periglaciala frostmarksformer som polygoner och stengropar rikt representerade i området.

Tavvavuoma avvattnas i huvudsak av Tavvaättno, en mindre älv som öster om området rinner samman med Råstoättno och bildar Lainio älv vilken i sin tur rinner ut i Torne älv. Det innebär att Tavvaättno ingår i det största naturliga och för kraftändamål oexploaterade vattensystem vi har kvar i Sverige.

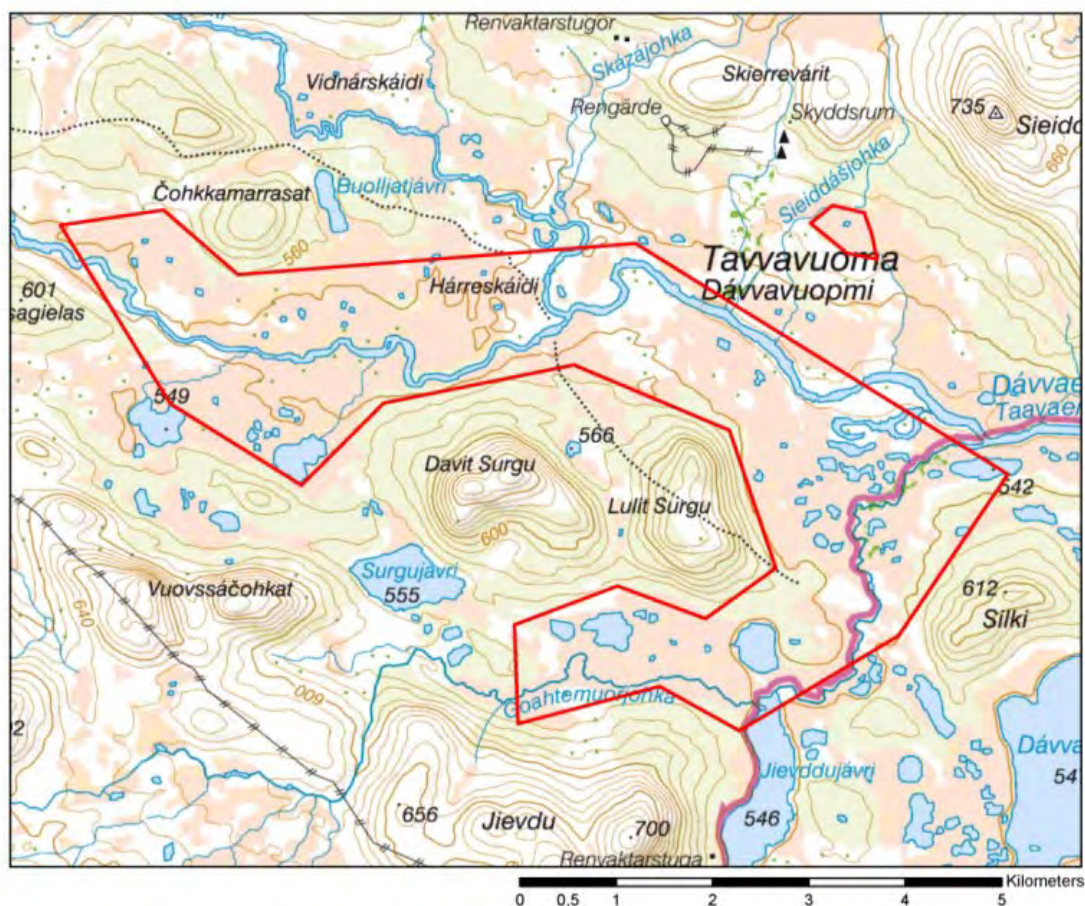
Tavvavuomas läge framgår av figur 1, topografi (inklusive myrmarker) av figurerna 7-8 och vegetation av figur 9.

² För de tio studerade palsmyrområdena används de namn, i de flesta fall samiska, som finns på den senaste upplagan av officiella kartor. Tidigare använda namn, i de flesta fall finska, anges inom parentes. I fråga om Tavvavuoma (tidigare Taavavuoma) finns både det finska och samiska namnet på den topografiska kartan.

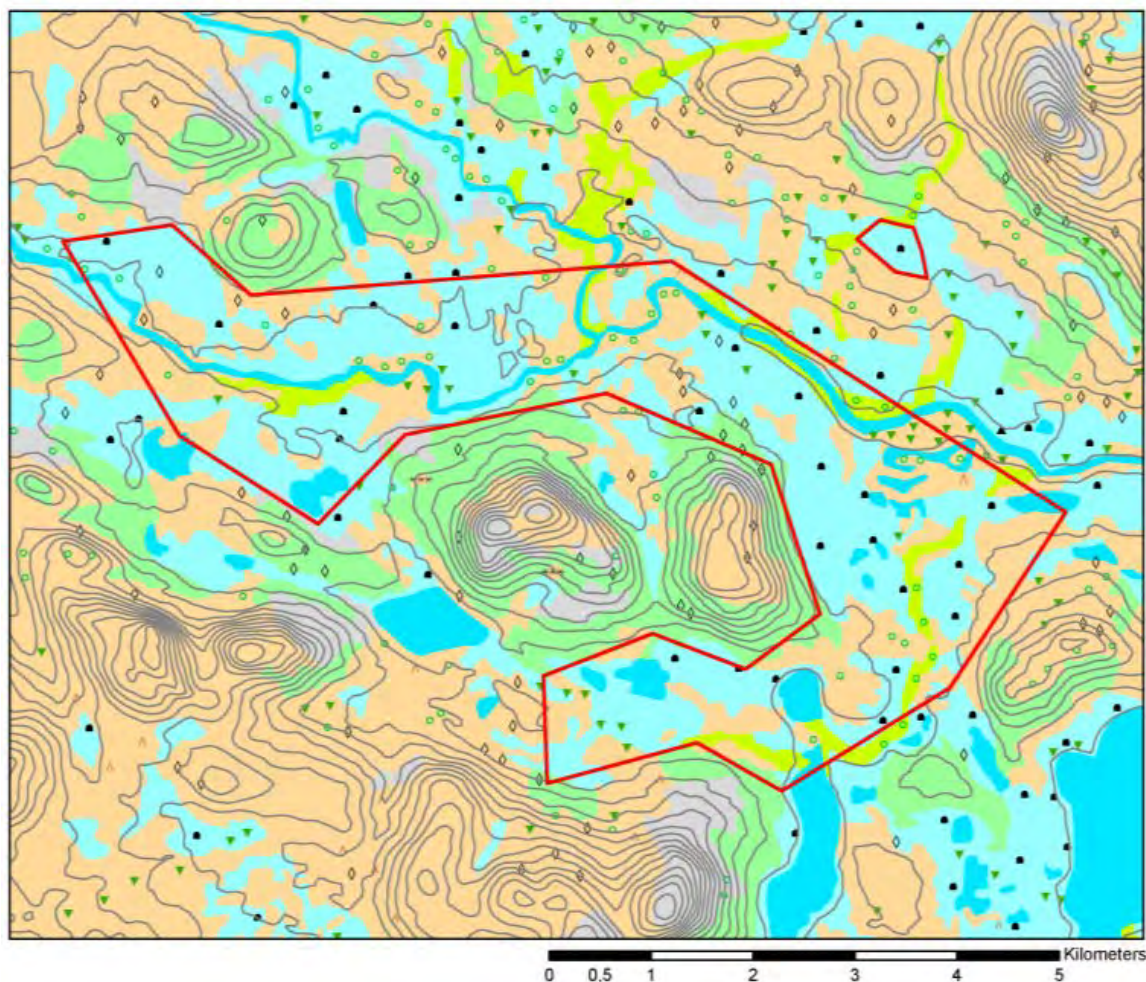
³ Avsnitt 2.1.1 bygger på Wramner (1972 a; 1973; 2003), Länsstyrelsen i Norrbottens län (1982), Ulfstedt (1982) och von Sydow (1983).



Figur 7. Karta över Tavvavuoma (baserad på fjällkartan) med tidigare studerade palsmyrar markerade (1-7). I detta projekt har främst palsmyrarna 1 och 5 studerats. Kartan är hämtad från Wramner (1973).



Figur 8. Karta över Tavvavuoma (utdrag ur topografiska kartan). Den röda linjen visar omfattningen av de laserskannade områdena.



Figur 9. Schematisk vegetationskarta över Tavvavuoma (samma område som i figur 5) upprättad av Lantmäteriverket. Den röda linjen visar omfattningen av de laserskannade områdena. Symbolen för palsar utgörs av svarta prickar (av iglooform). Teckenförklaringen i övrigt återfinns i bilaga 1.

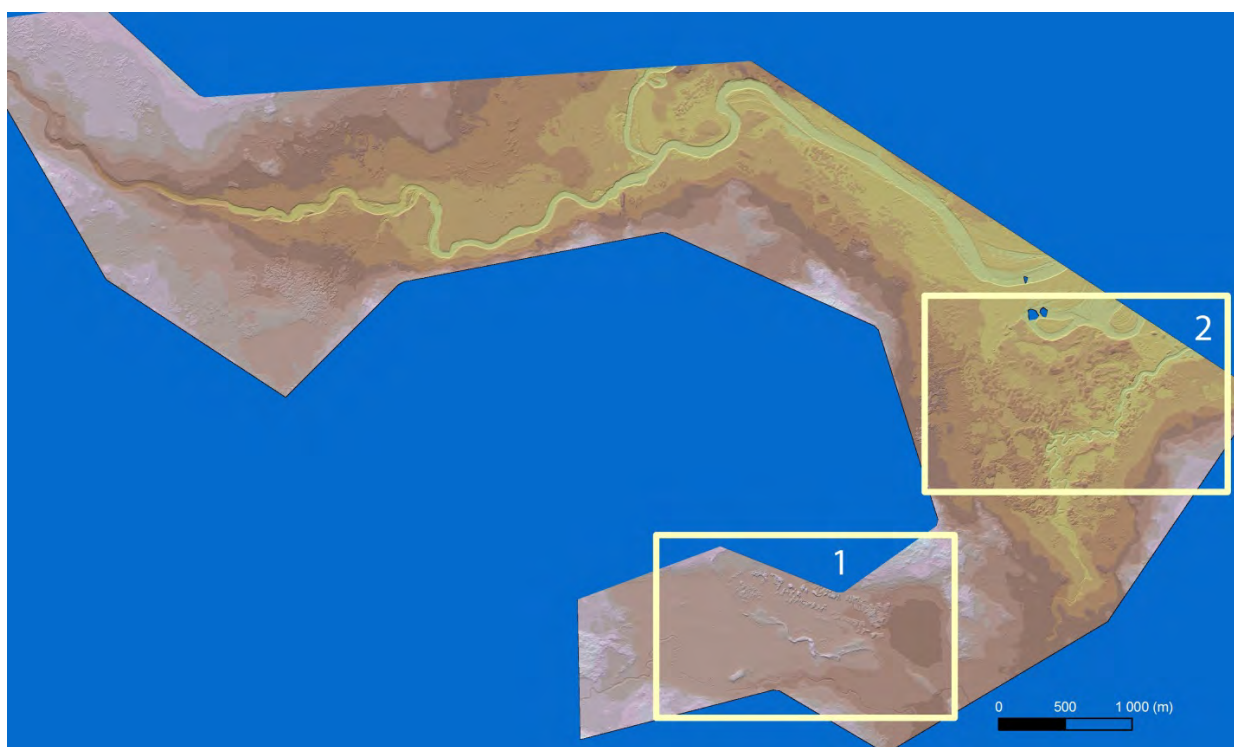
Myrar utgör ett dominerande inslag i Tavvavuomas natur. Störst utbredning har topogena fattigkärr, på sina håll med inslag i vegetationen som tyder på något rikare förhållanden. Det innebär att palsarna oftast omges av sådana kärr. Även om palsmyrarna sällan bildar vidsträckta sammanhängande myrflak (mer än 2-3 km²), är de karakteristiska för stora delar av Tavvavuoma och ger området en markant särprägel. Torvdjupet varierar och kan som mest uppgå till 4-5 m. Vegetationen i myrarna domineras av starrarter, ängsull och vitmossor. Rostull förekommer ganska frekvent i myrarnas fuktigare delar. Mossepartier finns främst i randzonerna och som öar, tuvor, strängar o. dyl. Rismyrar med dvärgbjörk och vide är vanliga närmast fastmarken. Höga videsnår uppträder även längs vattendrag och stränder.

Palsarnas vegetation skiljer sig markant från den i de kringliggande topogena kärren vilket innebär att i palsmyrar uppträder arter med helt olika biotopkrav alldeles inpå varandra. Vegetationen på palsar är dock lik den på ristuvemyrar. Detta är en av anledningarna till

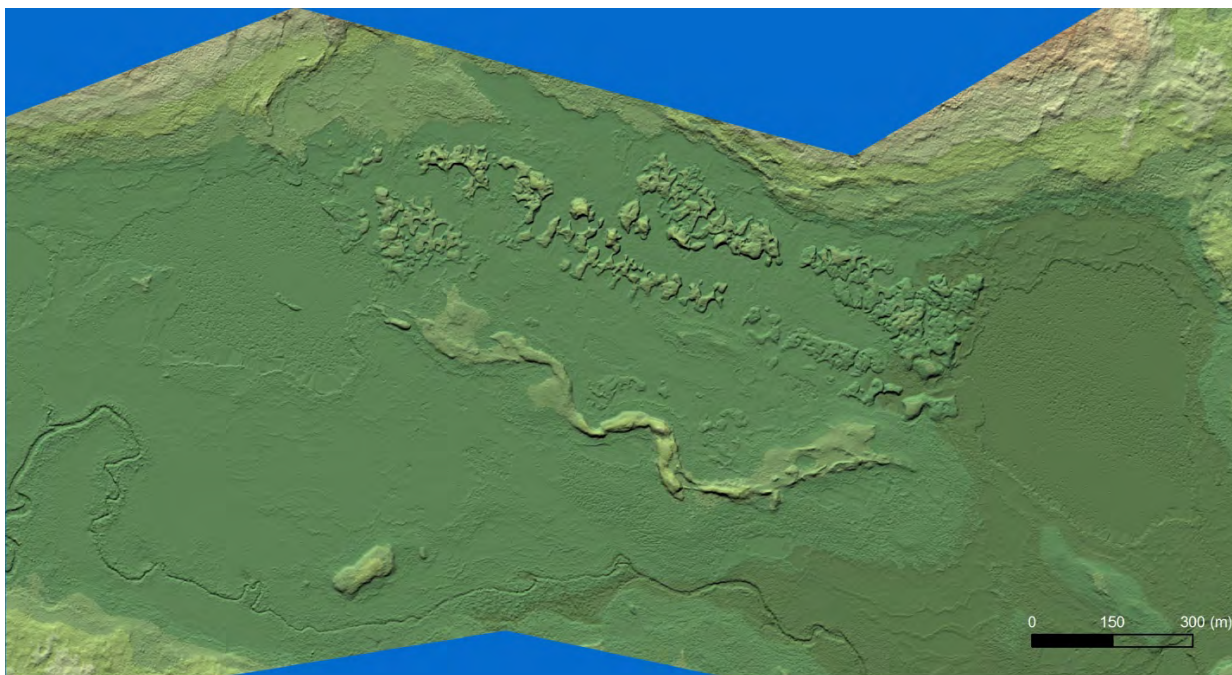
svårigheten att satellitbildsklassa palsvegetation (se vidare avsnitt 3.8.2). Vanliga arter på palsar är dvärgbjörk och småvuxna videarter, nordkråkbär, hjortron, rosling och tuvull samt björnmossor och renlavar.

2.1.2 Inriktningen av studierna i Tavvavuoma

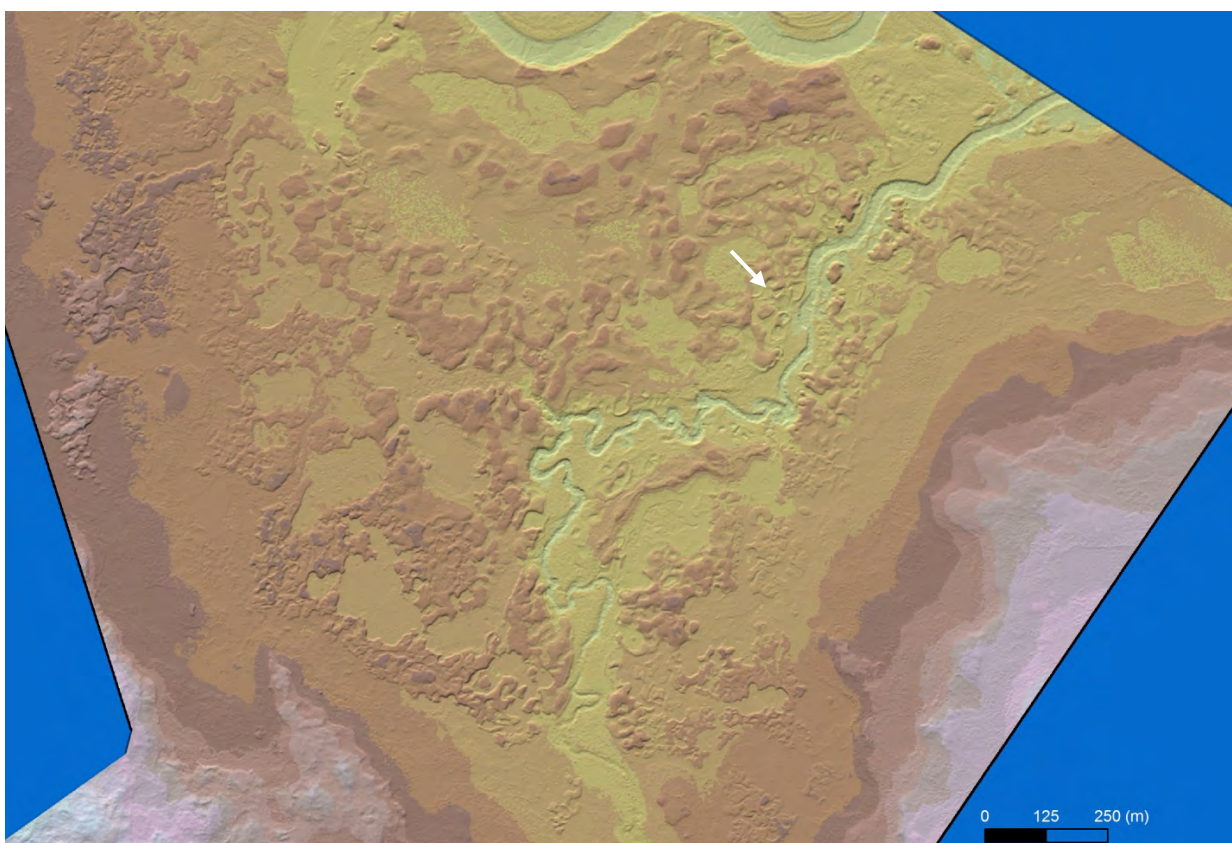
Ett drygt halvdussin palsmyrar i Tavvavuoma (numrerade 1-7 i figur 7) studerades ingående på 1960-talet (Wramner 1965; 1967; 1972 a; 1973) och har sedan besökts med jämna mellanrum. Utöver publicerade data finns omfattande opublicerade fältdata från Tavvavuoma, bl.a. i form av ett stort antal foton, som samlats in under ett halvsekel och nu kommer projektet till godo. Palsmyrarna 1-3 och 5-7 ligger i en del av centrala Tavvavuoma som laserskannades 2007 och 2009. Se figurerna 10-12. För denna del har också mycket högupplösta satellitdata tagits fram. Fältdata har samlats in 2009, 2010 och 2011.



Figur 10. Översiktlig höjdmödel av Tavvavuoma baserad på laserskanning. För att morfologin ska synas bättre har olika nivåer markerats med olika färger. Det skannade områdets storlek gör att detaljerna i morfologin inte framträder i denna bild. I stället hänvisas till delområdena 1 och 2 som visar palsmyrarna 1 respektive 5 med omgivning och återges i större skala i figurerna 11 respektive 12.



Figur 11. Höjdmodell av palsmyr 1 i Tavvavuoma (delområde 1 i figur 10) med omgivningar baserad på laserskanning. Utöver palsarna framträder tydligt en rullstensås som begränsar myren i söder. Se vidare kapitel 3.



Figur 12. Höjdmodell av palsmyrarna 5 och 6 i Tavvavuoma (delområde 2 i figur 10) med omgivningar baserad på laserskanning. De vidsträckta palsflaken och stora palskaren framträder tydligt. Se vidare kapitel 3. Pilen pekar på det område som återges i figurerna 72 a-d.

Arbetet med att utveckla övervakningsmetodiken har till stor del bedrivits i palsmyrarna nr 1 och östra delen av nr 5. Valet av dessa myrar var givet. De torde ha få motsvarigheter i Sverige och utgör en unik tillgång i ett övervakningsperspektiv genom att ha studerats under ett halvt sekel.

Palsmyr 1 är sannolikt den palsmyr i Sverige som har undersökts mest ingående och under längst tid. Den har en rik förekomst av stora och välutbildade palsar av olika utformning och i olika utvecklingsstadier. Myren uppvisar också representativa exempel på de flesta palstyper, palsstorlekar, palsrelaterade morfologiska processer, palsrelaterad vegetation m.m. som förekommer i Sverige. Det gäller inte minst olika nedbrytningsprocesser som palsarna är starkt präglade av. Det enda undantaget är nybildning och tillväxt av palsar som var vanligt förekommande på 1960-talet och konstaterades på 1980-talet men knappast förekommer i dag.

Västra delen av palsmyr 5 har valts genom att den kompletterar palsmyr 1 i ett viktigt avseende. Här finns nämligen palsar som avviker från de normalt förekommande typerna genom att torvtäcket är extremt tunt och permafrosten begränsad till den underliggande mineraljorden. Närmast bäcken Jeutojåkkå finns t.o.m. palsliknande bildningar i ren mineraljord, s.k. lithalsas.

Inom ramen för detta projekt, framför allt den del som rör utvecklingen av en lämplig metodik för miljöövervakning av palsmyrar, har statusen för de bägge myrarna i mitten av 1960-talet och kring 2010 översiktligt dokumenterats. För 1960-talets status bygger dokumentationen på tidigare insamlade data och studier av svartvita ortoflygbilder från 1963. Dokumentationen av dagens status baseras på högupplösta satellitdata, högupplöst laserskanning från flygplan (2007 och 2009), foton från helikopter, foton från marken och fältstudier (nedbrytningsprocesser, tillväxt, vegetation, förekomst av tjäle m.m.). Fältstudierna har varit särskilt ingående i fråga om vegetationen (se avsnitt 3.8.2).

Arbetet har inriktats på förändringarna under det aktuella halvseket. Det har framför allt gällt att kartlägga dessa förändringar och jämföra olika sätt att utföra en sådan kartläggning, särskilt sådana som i första hand är baserade på fjärranalys och andra geomatiska metoder. Fokus har legat på frågor som är direkt relevanta för att finna den tekniskt och ekonomiskt optimala metoden för miljöövervakning av palsmyrar. Se vidare nästa kapitel där utvecklingsarbetet i Tavvavuoma kring användningen av olika metoder, parametrar etc. för sådan miljöövervakning redovisas.

En rad andra frågor, som bedömts vara mindre relevanta i ett övervakningsperspektiv, även om de är viktiga från vetenskapliga synpunkter och för att få en helhetsbild av palsproblematiken, har ägnats mindre intresse i detta sammanhang. Det gäller en detaljerad beskrivning av myrarna (palsmorfologi, hydrologi, vegetation, palsarnas inre byggnad, analyser av orsakssammanhang m.m.) liksom temperatur- och klimatmätningar, studier av snöförhållanden o. dyl.

2.1.3 De två närmare studerade myrarna i Tavvavuoma

De båda myrarna i Tavvavuoma erbjuder goda betingelser för utveckling av program för miljöövervakning av palsmyrar som är baserade på fjärranalys och andra geomatiska metoder. Inte minst innebär den rika tillgången på fältdata från skilda tidsperioder unika möjligheter att jämföra och kalibrera resultaten från försök med tillämpning av olika sådana metoder.

Palsmyr 1 domineras av vidsträckta, sammanhängande palskomplex i vilka ingår palsar av olika storlek, typ och utvecklingsstadium. Höga, kupolformade palsar uppträder främst i myrens centrala och västra delar, där torven har betydande mäktighet och underlagras av finkornig, starkt tjälskjutande mineraljord. Låga, vidsträckta palsar med plan överyta, s.k. palsflak (även benämnda palsplåtår eller plåtåpalsar), uppträder främst i myrens norra och östra delar som karakteriseras av tunnare torvlager och grövre underliggande mineraljord. Myren har hela tiden varit starkt präglad av nedbrytning, men t.o.m. 1980-talet förekom också nybildning och tillväxt av palsar, något som nu tycks ha i det närmaste upphört. I stället är nedbrytningsprocesserna mer aktiva än tidigare. Se vidare figur 11 och kapitel 3.

Palsmyr 5 domineras av mycket vidsträckta, låga palsflak med rik förekomst av vattensamlingar med varierande storlek som alla utgör termokarstbildningar, dvs. de har uppkommit genom nedbrytning av palsar. Torvmäktigheten är i allmänhet begränsad, särskilt närmast Jeutojåkkå där högre palsar och lithalsas förekommer (se föregående avsnitt). Här pågår en aktiv nedbrytning med termokarstbildning. Se vidare figur 12 och kapitel 3.

I nästa kapitel redovisas en rad exempel på morfologi, morfologiska processer, vegetation m.m. samt förändringar beträffande dessa parametrar som dokumenterats sedan 1960-talet i palsmyrarna 1 och 5. Beskrivningen innefattar hur dokumentationen gjorts. En detaljerad beskrivning av myrarnas aktuella status och de förändringar som ägt rum ligger dock vid sidan av syftet med denna rapport.

2.1.4 Tavvavuomas klimat

De grova dragen i Tavvavuomas klimat framgår av figurerna 3 och 4. Området har ett för svenska förhållanden extremt klimat som väl uppfyller vad som anses krävas för palsbildning. Enligt gängse uppfattning finns palsar i kontinentala områden med stark vinterkyla, låg nederbörd och starka vindar (Wramner 1973). Enligt J. Lundqvist (1962) uppträder palsar inom en zon där temperaturen under mer än 200-210 dygn underskrider 0° C och där nederbörden under november – april ligger under 300 mm. Enligt Zuidhoff och Kolstrup (2000) kännetecknas utbredningsområdet i stort sett av en årsmedeltemperatur under -2 till -3° C och en vinternederbörd under 300 mm. Tavvavuoma bedöms även i dag i huvudsak uppfylla dessa krav. Årsmedeltemperaturen ligger uppenbarligen klart under fryspunkten (se figur 3 och tabellerna 1-2). Nederbörden under november – april bedömdes av Wramner (1973) vara 100-150 mm.

Tavvavuoma ligger öppet och syns vara starkt påverkat av vinden och dess erosion. Exempelvis är av vind och snödrev starkt tuktad vegetation vanligt förekommande. Vindsår är vanliga på palsar och sandterrasser. Den dominerande vindriktningen syns vara sydvästlig.

Den låga nederbörden, särskilt vintertid, tillsammans med vinddrift på de vanligt förekommande kala ytorna begränsar snötäckets tjocklek. Vegetationen tyder på att snödjupet normalt är 50-70 cm i sluten björkskog i skyddade lägen. Det avtar snabbt med ökad vindexposition och glesare trädskikt. På palsar och på kala sandkullar är snödjupet ringa. Särskilt mer framträdande palskrön tycks vara mer eller mindre kalblåsta vintertid. Nedre delen av palssluttningarna kan däremot ha betydande snömäktighet. Medelvärdet av största snödjupet under vintern under perioden 1961-90 låg på 60-80 cm enligt Gustavsson et al. (2011 b).

Inga officiella klimatdata finns från Tavvavuoma eller dess omgivningar. Närmaste klimatstationer i SMHI:s regi finns i Naimakka (ca 40 km mot nordost, 402 m ö.h.), i Kattuvuoma (ca 55 km mot sydväst, 346 m ö.h.) och i Karesuando (ca 70 km österut, 325 m ö.h.). Slutsatser om klimatet i Tavvavuoma bedöms i första hand kunna dras med hjälp av data från Naimakka och Karesuando. Av dessa båda stationer har Karesuando störst intresse till följd av att data därifrån använts vid en tidigare analys av Tavvavuumas klimat (Sannel & Kuhry 2011). Data från Kattuvuoma har bedömts vara av mindre intresse på grund av läget vid Torne träsk. För perioden 1961-1990 hade Naimakka årsmedeltemperaturen -2,6° C och medelårsnederbörden 429 mm. Data från Naimakka är av störst intresse för Oaggujeaggi (avsnitt 2.2.1) och diskuteras närmare där.

För att visa hur tillgänglig klimatstatistik⁴ kan användas vid miljöövervakning av palsmyrar har olika klimatdata för Karesuando sammanställts och redovisas i följande tabeller (1-3). Sammanställningarna utgör endast exempel på sådan användning och har inte analyserats närmare. Analyser av detta slag ligger vid sidan av syftet med denna rapport.

Tabell 1. Årsmedeltemperatur och medelårsnederbörd i Karesuando för 30-årsperioder under 1900-talet.

Period	Årsmedeltemperatur (° C)	Medelårsnederbörd (mm)
1901-30	-2,3	325
1931-60	-1,5	380
1961-90	-2,3	416
1971-00	-1,9	451

⁴ Alla redovisade klimatdata, där inget annat anges, kommer från SMHI:s databaser.

Tabell 2. Årsmedeltemperatur i Karesuando för 10-årsperioder sedan 1881.

Period	Årsmedeltemperatur (° C)	Period	Årsmedeltemperatur (° C)
1881-90	-1,8	1951-60	-2,0
1891-00	-2,9	1961-70	-2,5
1901-10	-2,5	1971-80	-2,2
1911-20	-3,2	1981-90	-2,2
1921-30	-1,9	1991-00	-1,4
1931-40	-1,1	2001-09	-0,5
1941-50	-1,5		

Tabell 3. Medeltemperatur (° C) i Karesuando för 10-årsperioder under vissa månader sedan 1961.

Period	Januari	April	Juli	Oktober
1961-70	-16,0	-4,4	12,4	-1,2
1971-80	-15,8	-3,7	13,5	-3,0
1981-90	-16,8	-3,1	12,8	-0,7
1991-00	-12,8	-3,5	13,3	-1,5
2001-10	-13,1	-1,4	14,1	-1,2

Den i palssammanhang viktiga medelnederbörden under perioden november – april har beräknats för de två senaste decennierna. Medelvärde för 1990-talet 199 mm och för 2000-talet 171 mm.

I samband med studier av termokarstbildningar i en palsplatå vid Tavvajaure i sydöstra delen av Tavvavuoma (3-4 km sydost om palsmyr 1) har Sannel & Kuhry (2011) samlat in egna klimatdata och genom jämförelser med data från Karesuando fått fram samband mellan Tavvavuoma och Karesuando. Slutsatsen var att Tavvavuoma i genomsnitt har 1,2° C lägre temperatur än Karesuando vilket främst beror på den högre höjden över havet. I fråga om nederbörd har inget motsvarande samband kunnat konstateras. Deras fortsatta analyser har därför utgått från att nederbördsdata från Karesuando också gäller för Tavvavuoma. På detta sätt har klimatdata från Karesuando använts för att beskriva klimatutvecklingen i Tavvavuoma.

Årsmedeltemperaturen i Tavvavuoma perioden 1975 – 2002 var -3,0° C och trenden stigande motsvarande ca 0,7° C per decennium. Under samma period var medeltemperaturen i permafrosten (på 1 m:s djup) -1,1° C. Trenden var stigande motsvarande ca 0,4° C per decennium. Under perioden var vidare medelnederbörden under den i palssammanhang viktiga vintern (november – april) 156 mm och trenden stigande med 57 %. Ökningen har dock inte fortsatt under 2000-talet. Vid senare mätningar av permafrosttemperaturen (2007 – 2009) var denna -0,3° C, dvs. nära smältpunkten (Sannel & Kuhry 2011).

Det är uppenbart att klimatet i Tavvavuoma förändrats de senaste decennierna. Som tidigare framhållits (avsnitt 1.1), är högre temperatur och ökad nederbörd under vintern två

påtagliga förändringar som i hög grad missgynnar palsarna. I palsmyr 1 har konstaterats att under de senaste decennierna har nedbrytningen av palsar intensifierats medan nybildningen upphört. Någon annan orsak till detta än klimatförändringar finns knappast. Inga tecken finns på att andra tänkbara orsaker, t.ex. högre vattenstånd i myren eller direkt mänsklig påverkan, kan ha spelat någon roll.

2.2 Övriga palsmyrområden i Norrbottens län

De övriga åtta palsmyrområdena har studerats betydligt mer översiktligt inom ramen för detta projekt. Som nämnts i avsnitt 1.4 var ett huvudsyfte att få fram underlag för en bedömning av deras lämplighet att ingå i ett övervakningsprogram för palsmyrar i Sverige. Områdena laserskannades alla 2009 och har fotodokumenterats från helikopter och/eller från marken. Satellitdata har funnits tillgängliga för två myrar liksom flygbilder från 1960-talet och 1980-talet för tre myrar.

Arbetet har inriktats på att översiktligt dokumentera områdenas allmänna karaktär med betoning av sådana aspekter som är särskilt viktiga i ett övervakningsperspektiv. Det gäller t.ex. den allmänna naturmiljön (topografi, geologi, hydrologi, vegetation m.m.), palsmyrarnas typ, status, läge i terrängen m.m. och klimatet (i den mån klimatdata funnits tillgängliga).

För varje palsmyr redovisas en topografisk karta, en vegetationskarta och en höjdmodell baserad på resultaten av genomförd laserskanning.

Läget för de studerade palsmyrarna framgår av kartan i figur 1.

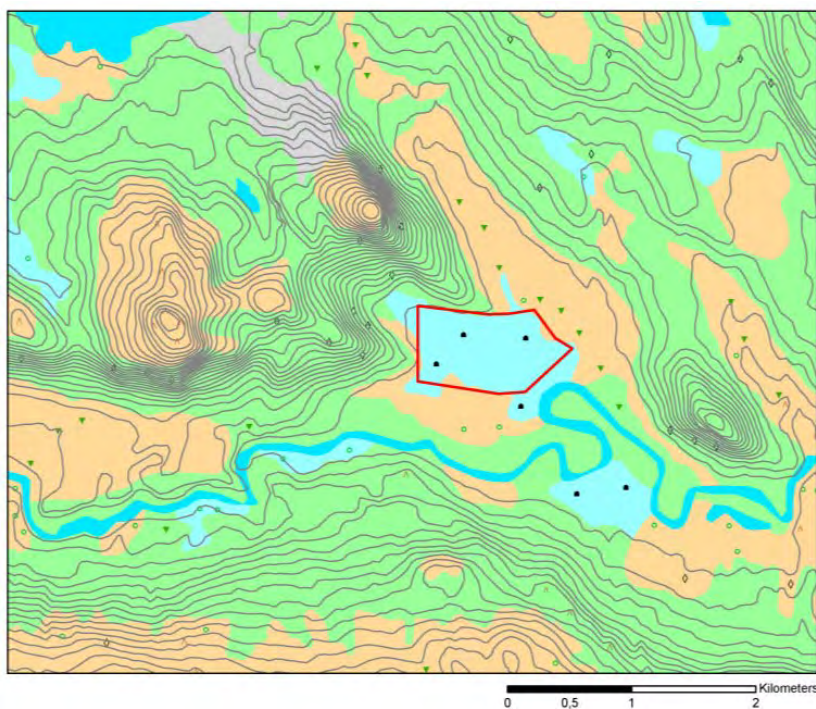
2.2.1 Oaggujeaggi

Oaggujeaggi är ett myrkomplex beläget i allra nordligaste Sverige, ca 15 km sydsydost om Treriksröset. En välavgränsad palsmyr i områdets norra del, i fortsättningen kallad Oaggujeaggi, har valts ut för närmare studier och laserskannades 2009. Se översiktskartan i figur 1 och den topografiska kartan i figur 13.

Palsmyren ligger i en flack och öppen sänka på en höjd av ca 475 m ö. h. Den omges av fuktig rished, björkskog och lågfjäll. Se vegetationskartan i figur 14 och fotot i figur 16.



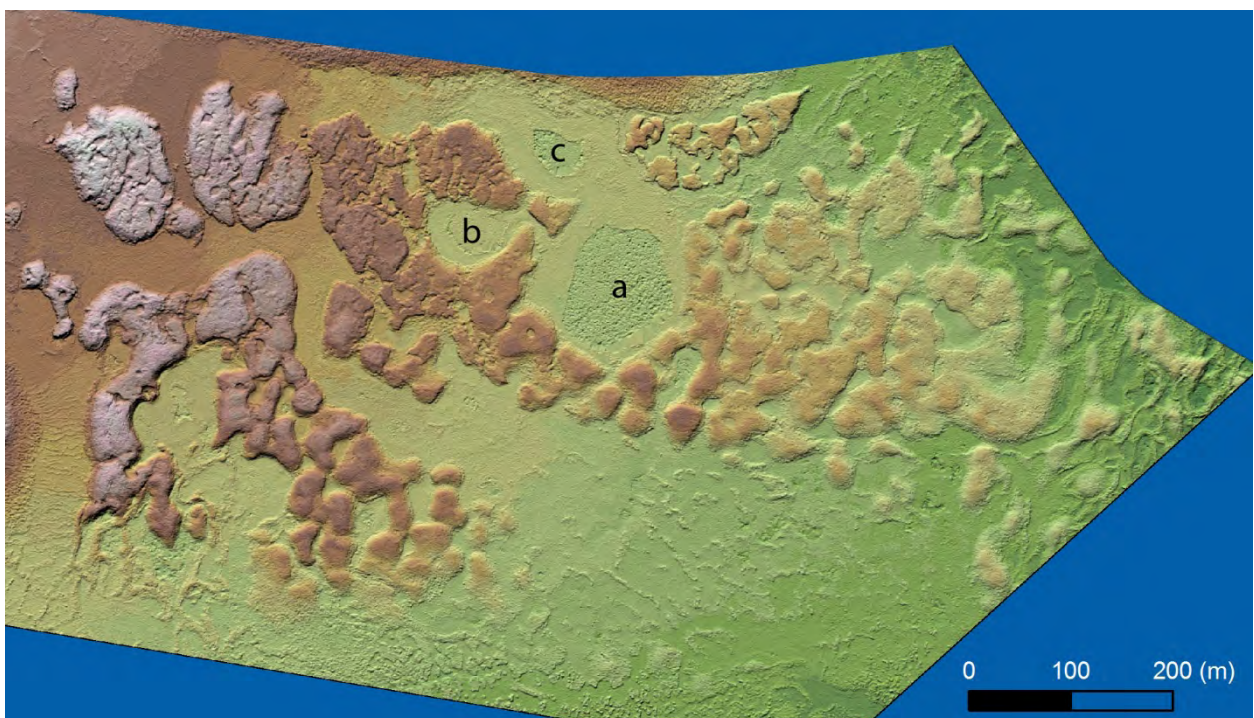
Figur 13. Karta över palsmyren i Oaggujeaggi med omgivningar (utdrag ur topografiska kartan). Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området.



Figur 14. Schematisk vegetationskarta över Oaggujeaggi med omgivningar (samma område som i figur 13) upprättad av Lantmäteriverket. Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området. Symbolen för palsar utgörs av svarta prickar (av iglooform). Teckenförklaringen i övrigt återfinns i bilaga 1.

Palsmyrens morfologi framgår av höjdmodellen i figur 15 som är baserad på högupplöst laserskanning från flygplan. Myren domineras av låga, ofta långsträckta palsflak som till största delen är vegetationstäckta och ingår i palskomplex. Palsarna visar tydliga spår av tidigare nedbrytning, bl.a. stora palskar med öppet vatten, men intensiteten i den nu pågående nedbrytningen syns vara låg i jämförelse med andra palsmyrar.

Vid fältbesök i augusti 2010 noterades några uppenbart vinderoderade fläckar med finkornig mineraljord (mjäla) på överytan av palsar. Iakttagelsen tyder på att torvtäcket är tunt, att palsarna innehåller en mineraljordskärna och att tjällyftning i mineraljorden spelat en avgörande roll för palsbildningen.



Figur 15. Höjdmodell av Oaggujeaggi baserad på laserskanning. För att morfologin ska synas bättre har olika nivåer markerats med olika färger. De brunaktiga partierna utgör i allmänhet palsar. Beteckningarna a-c markerar de tre vattensamlingarna i figur 16.



Figur 16. Vy från norr över den centrala delen av Oaggujeaggi med samma vattensamlingar (a-c) som i figur 15. Foto Susanne Backe (augusti 2010).

Oaggujeaggi ligger i ett område som är mer präglad av permafrost och frostmarksformer än kanske något annat område i Sverige. Någon mil söderut finns t.o.m. typiska pingos⁵ som kräver ett mer arktiskt klimat än palsar (Lagerbäck & Rodhe 1985; 1986).

Närmaste klimatstation ligger i Naimakka, ca 40 km mot sydost. För perioden 1961-90 hade Naimakka årsmedeltemperaturen -2,6° C och medelårsnederbörden 429 mm. För den senaste 10-årsperioden var årsmedeltemperaturen -1,5° C och medelårsnederbörden 459 mm. Enligt Lagerbäck & Rodhe (1985) hade pingolokalen ca 1° C lägre årsmedeltemperatur än Naimakka. Detta borde gälla också för Oaggujeaggi med tanke på dess närhet till och likartade förhållanden med pingoområdet.

Utvecklingen av medeltemperaturen (° C) för januari, april, juli och oktober sedan 1965 i Naimakka framgår av följande tabell.

Tabell 4. Utvecklingen av medeltemperaturen i Naimakka (° C).

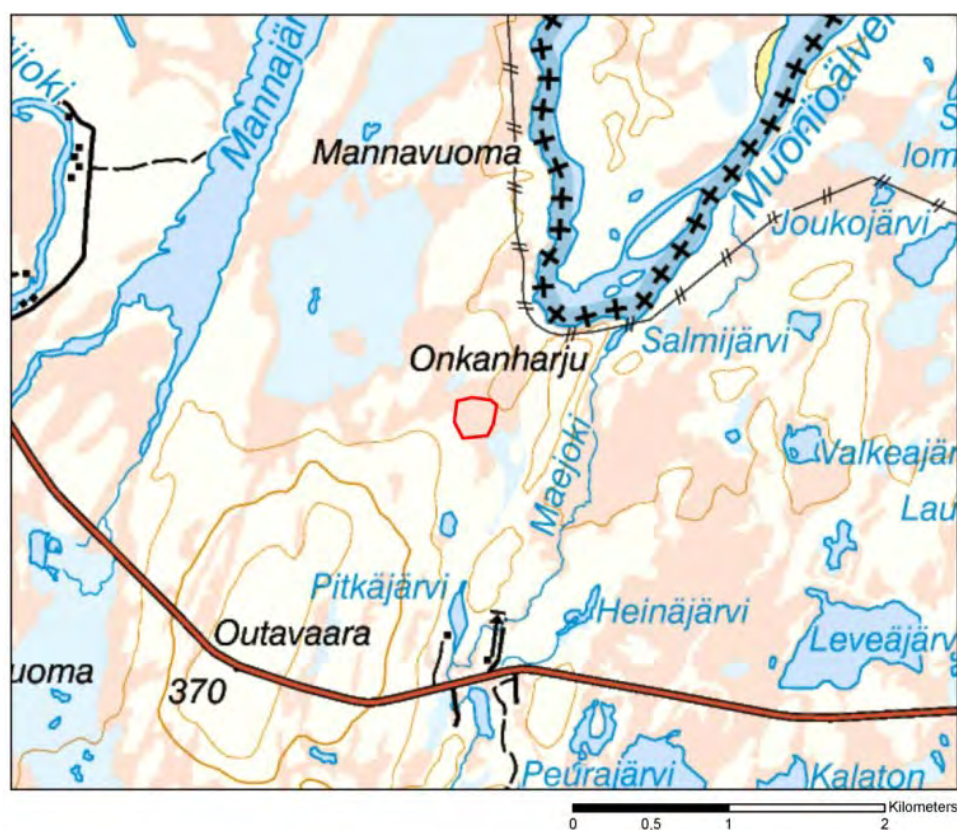
Period	Januari	April	Juli	Oktober
1965-70	-18,3	-5,2	11,2	-3,0
1971-80	-15,6	-4,5	12,4	-3,0
1981-90	-16,5	-3,5	11,9	-1,2
1991-00	-12,6	-4,2	12,2	-1,9
2001-10	-13,1	-2,5	12,8	-0,7

⁵ Pingos är kullar med permafrost som kan bli betydligt högre än palsar, innehåller massiv is och bildas genom att vatten under hydrostatiskt tryck pressas upp och fryser till is. Det är således fråga om en helt annan fysikalisk process än den tjällyftning som ligger bakom palsbildningen (Wramner 1972 a).

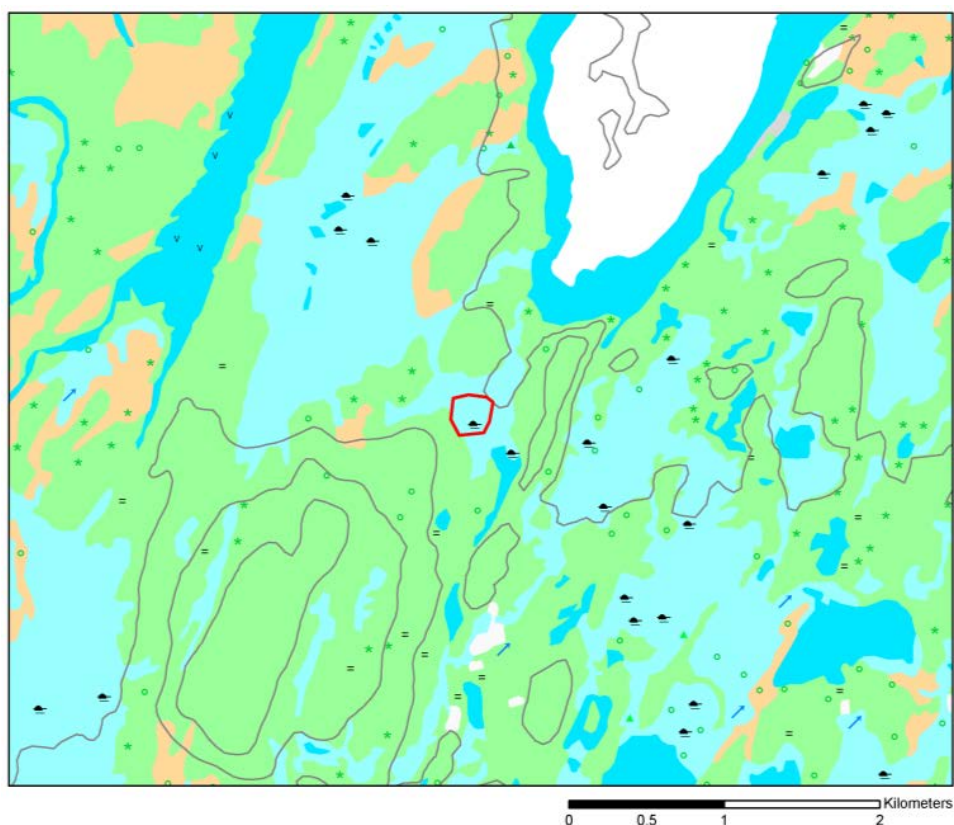
2.2.2 Mannavuoma

Mannavuoma är ett vidsträckt myrkomplex där öppen myrmark omväxlar med skogbevuxna fastmarksholmar och -uddar. Det ligger i ett flackt landskapslandskap nordväst om Karesuando. En mindre palsmyr i områdets sydöstra del, i fortsättningen kallad Mannavuoma, har valts ut för närmare studier och laserskannades 2009. Den ligger ca 7 km väster om Karesuando på en höjd av ca 350 m ö. h. och omges av flacka moränhöjder. Palsar finns också på flera myrar i närheten. Se översiktskartan i figur 1, den topografiska kartan i figur 17 och vegetationskartan i figur 18.

Palsmyrens morfologi framgår av höjdmodellen i figur 19. Palsarna utgörs till stor del av breda, flacka ryggar med en höjd av 1-1,5 m som hänger samman i komplexa mönster och i huvudsak är täckta av ris- och buskvegetation. Morfologin är starkt präglad av nedbrytning, såväl genom blockerosion och palskarsbildning som genom smältning under palsgölar. Därtill finns tydliga spår av helt försvunna palsar i myrens randområden. Intensiteten i nedbrytningen har minskat påtagligt, även om viss blockerosion fortfarande pågår, och palsarna syns i många fall vara stabila.



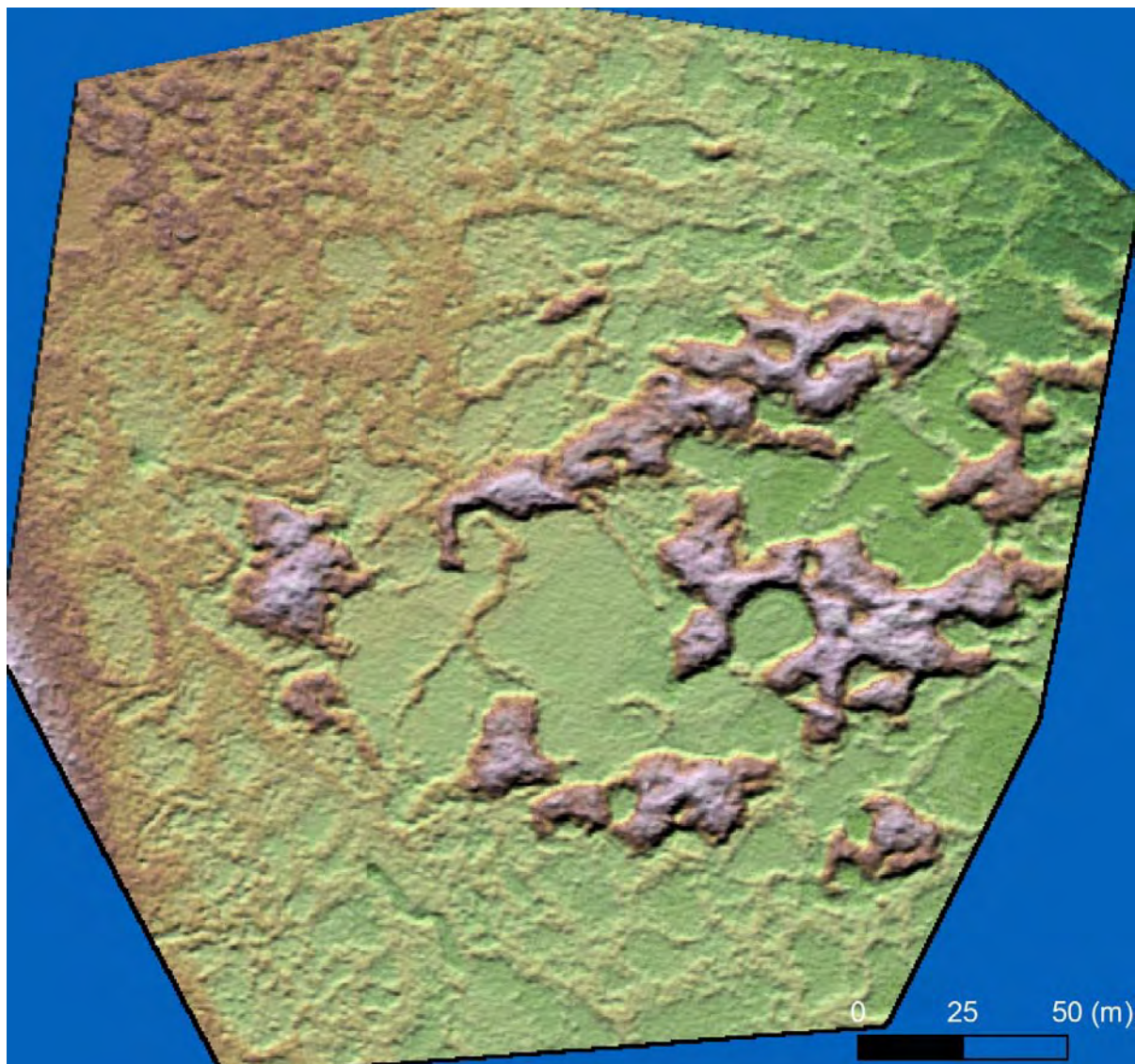
Figur 17. Karta över palsmyren i Mannavuoma med omgivningar (utdrag ur topografiska kartan). Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området.



Figur 18. Schematisk vegetationskarta över Mannavuoma med omgivningar (samma område som i figur 17) upprättad av Lantmäteriverket. Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området. Symbolen för palsar utgörs av svarta prickar (av iglooform). Teckenförklaringen i övrigt återfinns i bilaga 1.

Enligt Forsgren (1964; 1966; 1968) karakteriseras traktens palsar av att ha uppstått genom tjällyftning i enbart torv. Den underliggande mineraljorden är grovkornig och icke tjälskjutande. Detta förhållande gör att dessa palsar skiljer sig från dem på många andra håll i Sverige.

Klimatet i Mannavuoma torde inte skilja sig nämnvärt från det i Karesuando vilket behandlats i avsnitt 2.1.4



Figur 19. Höjdmodell av Mannavuoma baserad på laserskanning. För att morfologin ska synas bättre har olika nivåer markerats med olika färger. De brunvioletta partierna utgör i allmänhet palsar. De rundade gröna eller grönbruna strukturerna indikerar av allt att döma tidigare palsar som efterlämnat spår i form av låga strängar och ris/buskvegetation i den öppna myren.



Figur 20. Bild över den centrala delen av palsmyren i Mannavuoma. Foto Susanne Backe (augusti 2009).

2.2.3 Stordalen

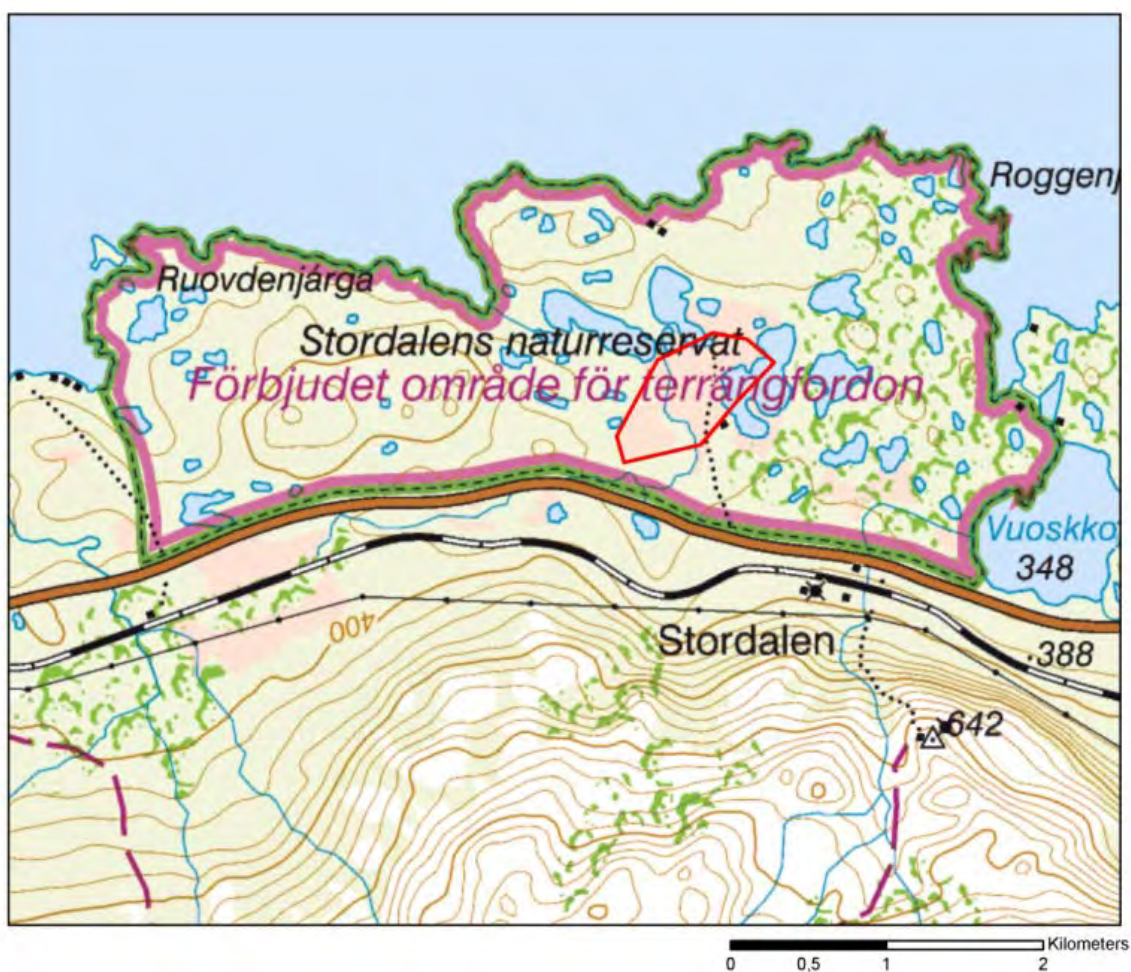
Stordalen är ett naturreservat beläget ca 10 km öster om Abisko vid Torne träsk's södra strand. Området ligger inom den subalpina björkskogsregionen på en höjd av 350-400 m ö. h. Det ingår i fjällkedjan men ligger på randen till urberget i öster. Stordalen bildar ett moränbacklandskap med kullar, ryggar, gropar o. dyl. Högre partier intas i huvudsak av fjällbjörkskog, lägre av myrar och sjöar. Den största av reservatets palsmyrar, Stordalenmyren, har valts ut för närmare studier och huvuddelen av den laserskannades 2009. Den kallas i fortsättningen Stordalen. Se översiktskartan i figur 1, den topografiska kartan i figur 21 och vegetationskartan i figur 22.

Närmaste klimatstation finns i Abisko. Med tanke på den väst-östliga klimatgradienten i kontinental riktning längs Torne träsk har Stordalen sannolikt ett något mer kontinentalt klimat än Abisko (Nielsen 1982). Karlgård (2008) uppskattade Stordalens

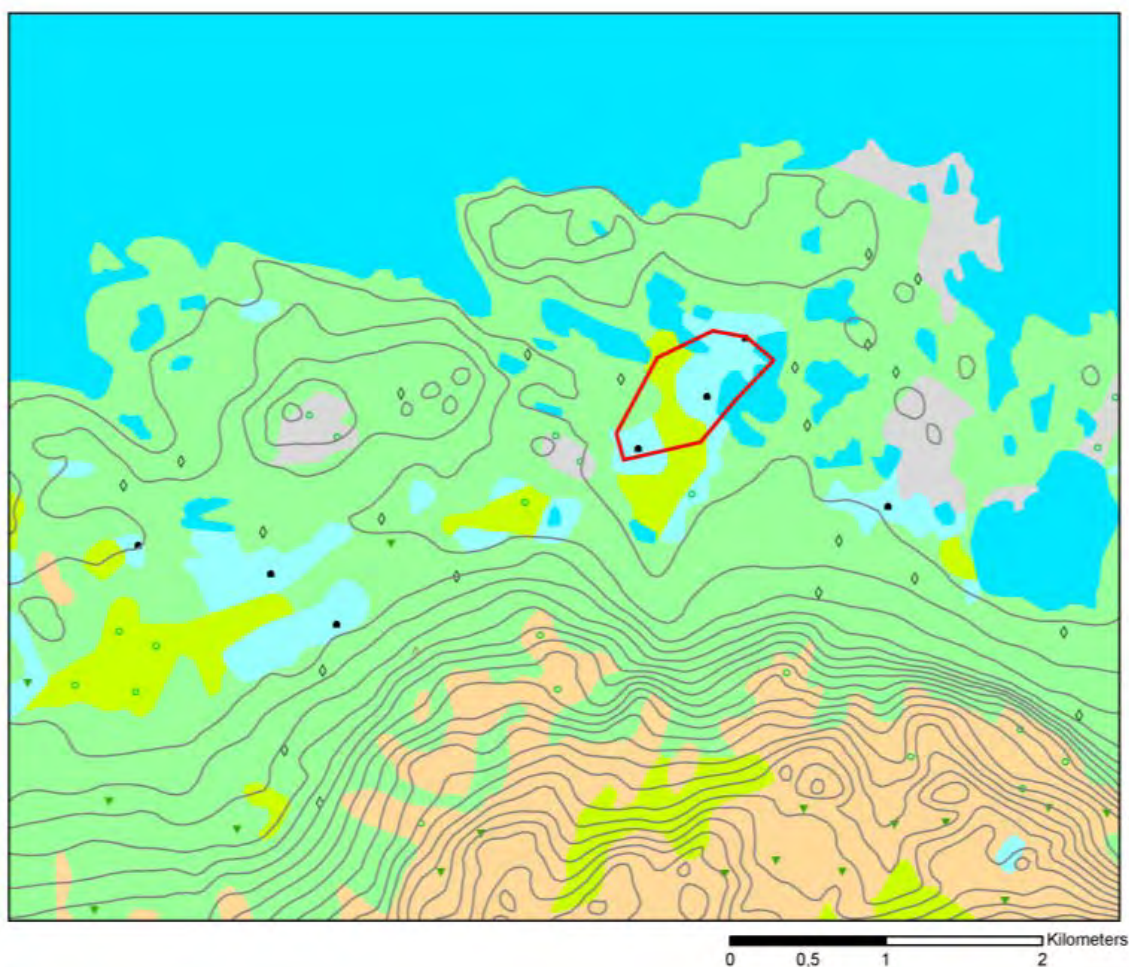
årsmedeltemperatur till -0,6° C och medelårsnederbörd till 304 mm. En sammanfattning av klimatutvecklingen i Abisko ges i tabell 5. Dess huvuddrag liknar dem i andra palsmyrområden.

Tabell 5. Årsmedeltemperatur och medelårsnederbörd i Abisko sedan 1921.

Period	Årsmedeltemperatur (° C)	Medelårsnederbörd (mm)
1921-30	-0,8	291
1931-40	-0,1	313
1941-50	-0,4	292
1951-60	-0,9	288
1961-70	-1,1	278
1971-80	-0,8	291
1981-90	-0,6	335
1991-00	-0,1	301
2001-10	+0,6	340



Figur 21. Karta över Stordalens naturreservat och fjällsluttningen söder därom (utdrag ur topografiska kartan). Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området.



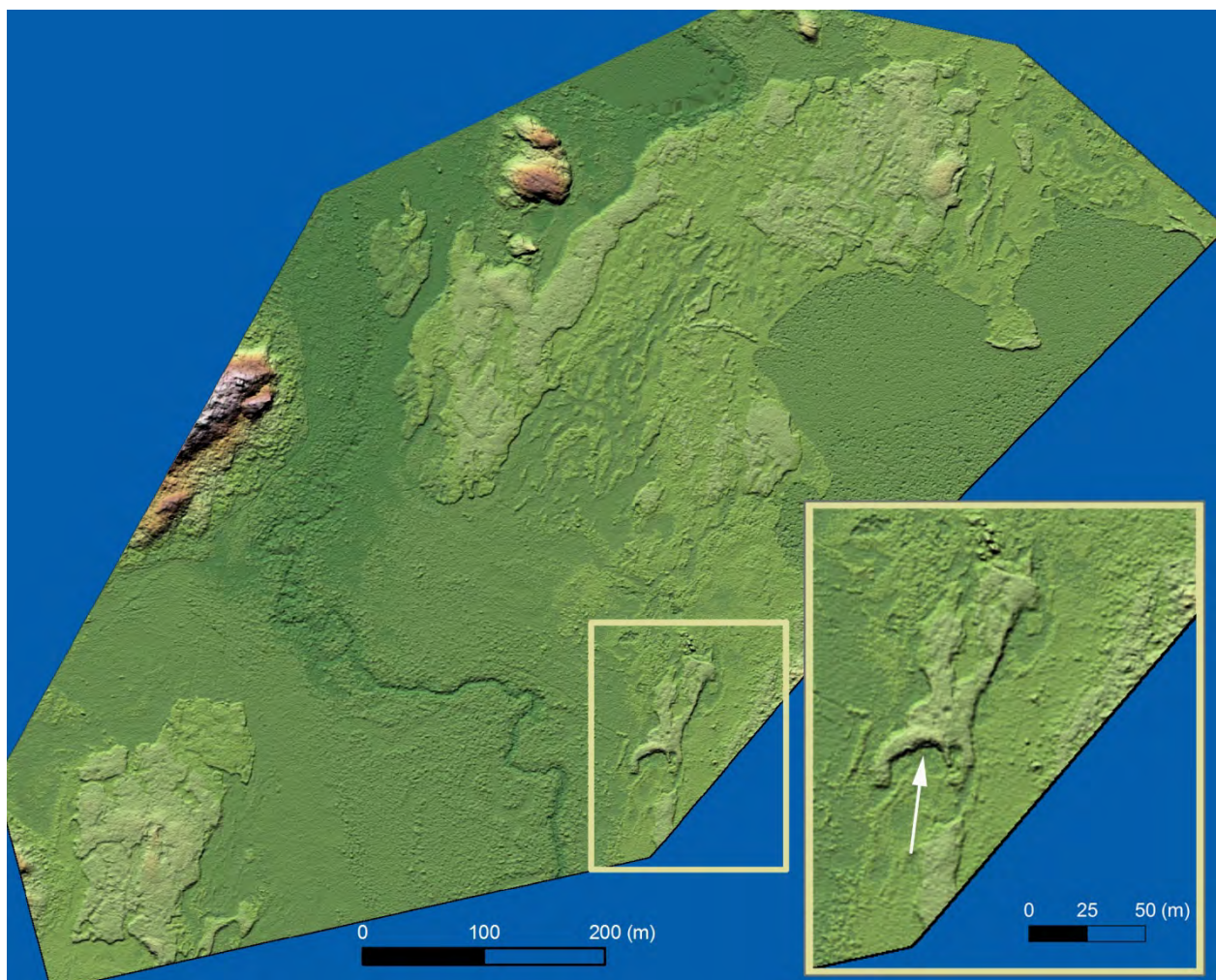
Figur 22. Schematisk vegetationskarta över Stordalens naturreservat (samma område som i figur 21) upprättad av Lantmäteriverket. Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området. Symbolen för palsar utgörs av svarta prickar (av iglooform). Teckenförklaringen i övrigt återfinns i bilaga 1.

Stordalens naturreservat har en areal av drygt 1.000 hektar. Förekomsten av palsmyrar och den forskning om bl.a. dessa, som i regi av Abisko naturvetenskapliga station bedrivits i området sedan slutet av 1960-talet och fortfarande bedrivs, var en av anledningarna till att reservatet bildades. En annan var det rika fågellivet. Palsforskningen har främst inriktats på senare års förändringar av permafrostens utbredning, mäktighet, temperatur etc., det aktiva lagrets mäktighet och palsarnas vegetation. Viktiga forskningsområden har också varit sambanden mellan upptining av permafrost i palsmyrar och tillförsel av växthusgaser, bl.a. metan, till atmosfären liksom frigörelse av tungmetaller, framför allt kvicksilver. En översikt ges av Nyström (2010). Bland senare års rapporter, som är av särskilt intresse i ett övervakningsperspektiv genom att beröra palsarnas morfologi och utveckling, kan nämnas Nilsson (2006), Karlgård (2008) och Nyström (2010).

Den helt dominerande myrtypen är blandmyrar på näringsfattigt underlag. Den största enskilda myren är Stordalen med en areal av ca 25 ha. Denna myr är den som uppvisar flest

och bäst utbildade palsar i området. Enligt Karlgård (2008) har palsarna en kärna av mineraljord. Övriga palsmyrar har färre och lägre palsar. Höjdmodellen av Stordalen i figur 23 visar att palsarna främst uppträder som palsflak eller breda strängar med flack överyta och inte är särskilt höga (1-2 m). Spår av nedbrytning syns i modellen men är inte särskilt framträdande. Höjdmodellen har verifierats genom besök på platsen. Det är av intresse i ett övervakningsperspektiv att laserskanning med den använda upplösningen ger användbara data också om låga palsflak.

Enligt Nyström (2010) har under senare tid permafrosten minskat i omfattning, såväl i palsar som i omgivande myr, och hopsjunkning av palsar konstaterats. Som en följd av detta har fler blöta partier uppstått i myren.



Figur 23. Höjdmodell av Stordalen baserad på laserskanning. För att morfologin ska synas bättre har olika nivåer markerats med olika färger. De ljusgröna och brunaktiga partierna utgör i allmänhet palsar. I nedre högra hörnet syns en pals med en typisk rundad inbuktning som uppkommit genom nedbrytning (se pilen).

Vid ett besök i Stordalen i augusti 2011 gjordes en oväntad iakttagelse av stort intresse. Flera embryonala palsar påträffades. Se figurerna 24 och 25. De är till utseendet fullt typiska vad gäller morfologin och genom att vara täckta av död myrvegetation (se Wramner 1973). Sannolikt innehåller de ett relativt ytligt och tunt lager av permafrost och har uppstått genom tjällyftning i enbart torv.

Någon sådan nybildning – eller åtminstone början till nybildning – av palsar har inte beskrivits tidigare från detta område. Även om det med tanke på de senaste decenniernas klimatförändring (se tabell 5) är sannolikt att dessa embryonala palsar inte kommer att växa ytterligare, bör deras fortsatta utveckling noga följas upp. Det bör nämnas att redan under 1960- och 1970-talen, då klimatet var mer gynnsamt för palsbildning än i dag, avbröts tillväxten av de flesta studerade embryonala palsar i Tavvavuoma efter några år. Permafrosten smälte och den upphöjda myrytan sjönk tillbaka till sin ursprungliga nivå (Wramner 1973).



Figur 24. Embryonala palsar med vissnen kärrvegetation i Stordalen. Bakom dessa syns äldre, låga palsar som bildar strängar eller mer vidsträckta palsflak. Foto Susanne Backe (augusti 2011).

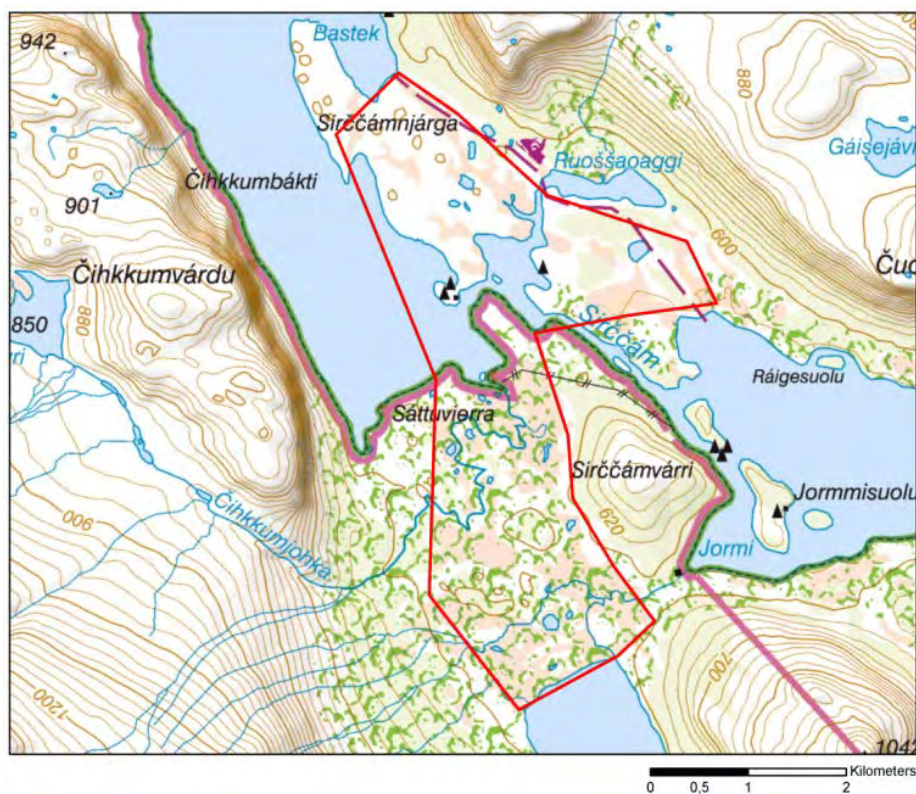


Figur 25. Embryonala palsar i Stordalen. Se bl.a. de tre pilarna. Foto Susanne Backe (augusti 2011).

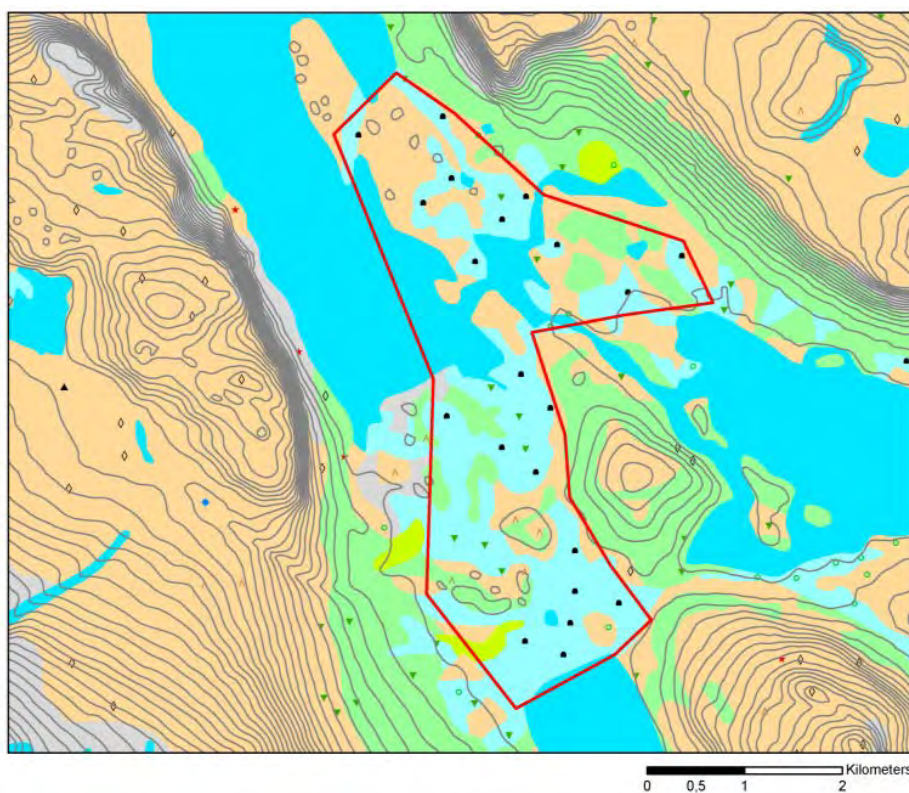
2.2.4 Sirččám (Tjirtjam)

Sirččám är en kort älvsträcka (ca 2 km) mellan Kaska Kaitumjaure och Vuolep Kaitumjaure (Övre respektive Nedre Kaitumsjön). Den ligger i en markant dalgång i ett uttalat fjälllandskap. I anslutning till älvens nordvästra del finns ett större myrkomplex med ett betydande inslag av palsmyrar. Det ligger på en höjd av knappt 600 m ö. h. Öppen palsmyr omväxlar med buskvegetation och björkskog. Torvlagret är i allmänhet tunt (0,5-1 m) och underlagras av finkornig mineraljord, troligen älvsediment. Myrkomplexet, i fortsättningen kallat Sirččám, omges av öppet vatten och björkskog. Dess huvuddel har valts ut för närmare studier och laserskannades 2009. Se översiktskartan i figur 1, den topografiska kartan i figur 26 och vegetationskartan i figur 27.

Närmaste klimatstationer ligger i Nikkaluokta (ca 25 km mot nordnordost, ca 475 m ö. h.) och Stora Sjöfallet (ca 25 km mot sydväst, 425 m ö. h.). För perioden 1961-90 hade Nikkaluokta årsmedeltemperaturen $-2,6^{\circ}\text{C}$ och medelårsnederbörden 480 mm. För den senaste 10-årsperioden var årsmedeltemperaturen $-1,5^{\circ}\text{C}$ och medelårsnederbörden 459 mm. Stora Sjöfallet hade för perioden 1961-90 årsmedeltemperaturen $-0,8^{\circ}\text{C}$. Däremot finns inga tillgängliga uppgifter från SMHI om medelårsnederbörden. Detsamma gäller beträffande nederbördsdata för den senaste 10-årsperioden.

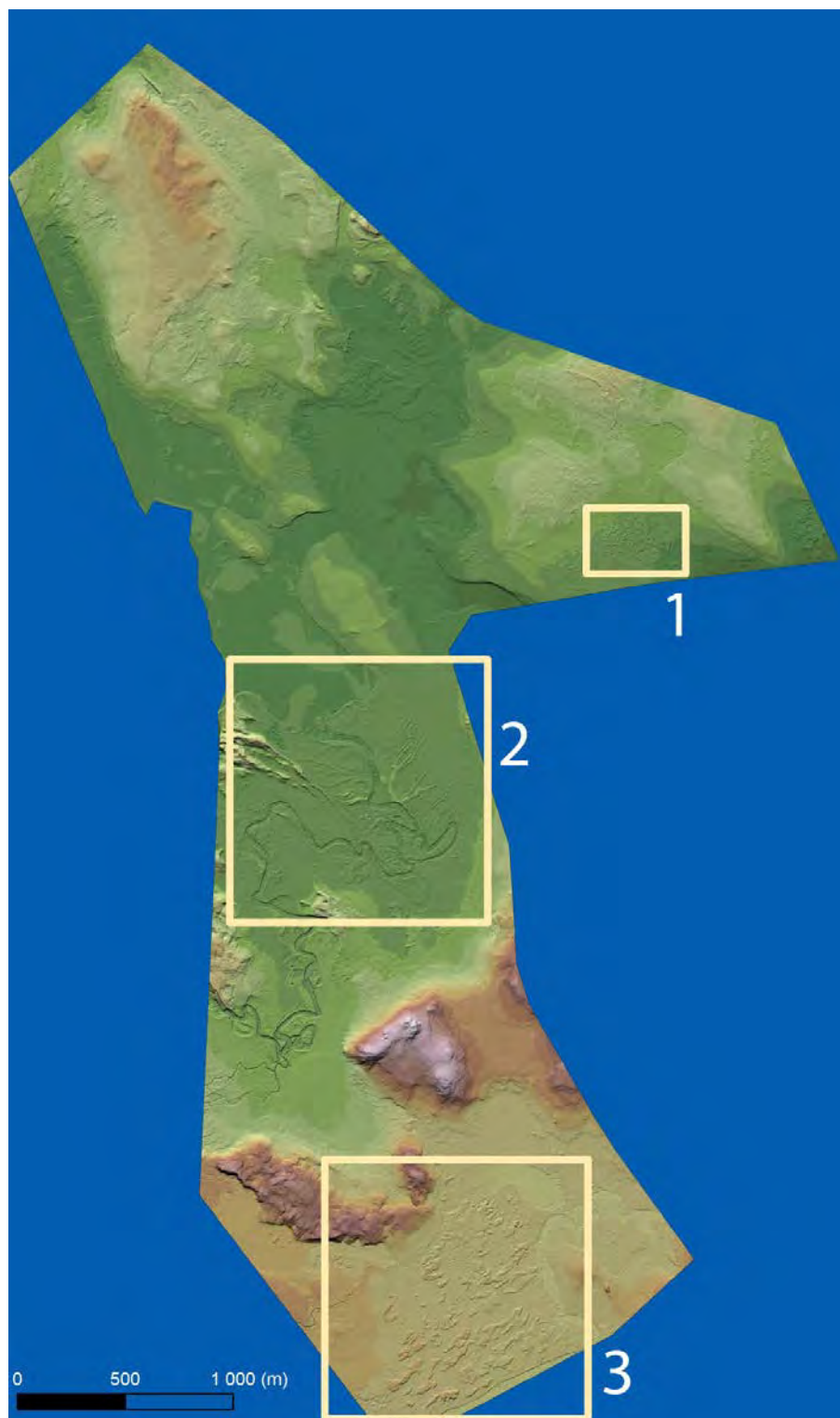


Figur 26. Karta över Sirččám med omgivningar (utdrag ur topografiska kartan). Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området.

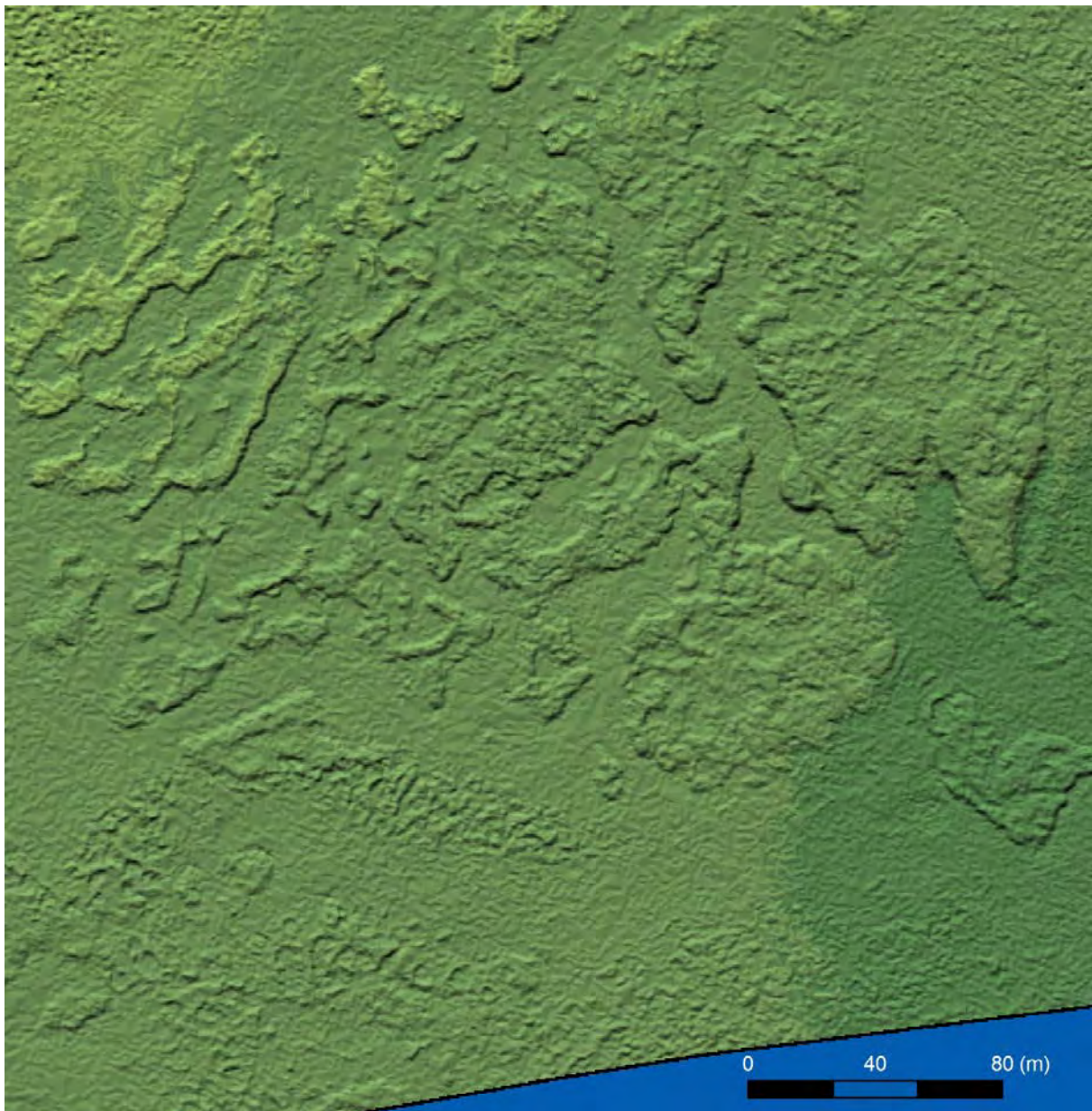


Figur 27. Schematisk vegetationskarta över Sirččám med omgivningar (samma område som i figur 26) upprättad av Lantmäteriverket. Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området. Symbolen för palar utgörs av svarta prickar (av iglooform). Teckenförklaringen i övrigt återfinns i bilaga 1.

I likhet med Tavvavuoma (avsnitt 2.1) har Sirččám så stor areal att den på laserskanning baserade höjdmodellen av hela myrkomplexet (figur 28) kompletteras med höjdmodeller över särskilt intressanta delområden (figurerna 29-31).



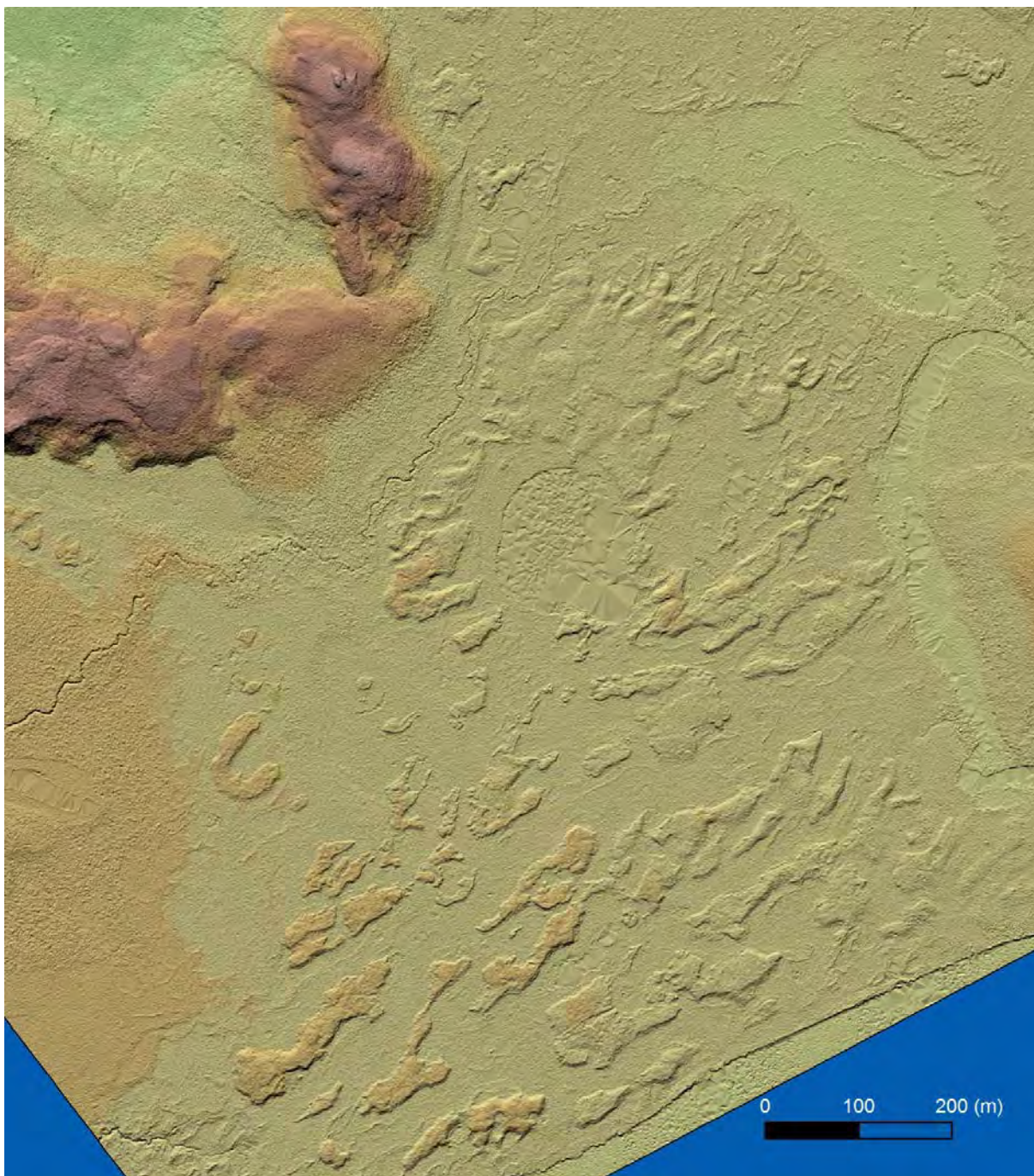
Figur 28. Översiktlig höjdmodell av Sirččám baserad på laserskanning. För att morfologin ska synas bättre har olika nivåer markerats med olika färger. Det skannade områdets storlek gör att detaljerna i morfologin inte framträder i denna bild. I stället hänvisas till delområdena 1-3 som återges i större skala i figurerna 29-31.



Figur 29. Höjdmodell av delområde 1 i figur 28 baserad på laserskanning. I detta område är palsarna låga. Här finns också ett flertal embryonala palsar som är så låga att de inte framträder i modellen. De framträder emellertid tydligt på foton (figurerna 33-36) och kan också urskiljas på en satellitbild (figur 73).



Figur 30. Höjdmodell av delområde 2 i figur 28 baserad på laserskanning. Palsarna är i de flesta fall långsträckta och orienterade i riktningen sydväst-nordost. I övre högra delen av bilden finns strängformade bildningar som uppträder i anslutning till palskar och uppenbarligen uppstått genom nedbrytning av palsar (se fotot i figur 32). Palsarna i nedre delen av bilden är mer vidsträckta och visar även de tydliga spår av nedbrytning.



Figur 31. Höjdmodell av delområde 3 i figur 28 baserad på laserskanning. Upphöjningarna (utom i övre vänstra hörnet) utgör i allmänhet palsar. Dessa är i de flesta fall långsträckta och orienterade i riktningen sydväst-nordost. Spår av blockerosion med palskarsbildning syn på flera ställen. På en höjdmodell av detta slag går det dock inte att se om ett palskar innehåller öppet vatten – ett tecken på pågående nedbrytning – eller är igenvuxet.

Palsarna i Sirččám är i de flesta fall låga (höjden uppgår till högst ca 2 m), flacka, långsträckta och knutna till vidsträckta palskomplex. Iakttagelser vid fältbesök i augusti 2010 tyder på att de innehåller en mineraljordskärna. Många gånger är de närmast strängformade. Även om spår av tidigare nedbrytning finns på många håll – se t.ex. de typiska palskaren i figur 31 och de många palskaren i figur 32 – syns flertalet palsar vara jämförelsevis stabila. De är till stor

del täckta av vegetation och uppvisar endast begränsade tecken på pågående blockerosion eller annan nedbrytning.



Figur 32. Vy över delområde 2 i Sirččám från sydost. Vattenytorna är palskar där palsar tidigare funnits. Idag finns enbart rester av låga, långsträckta palsar mellan palskaren.

I stället finns här ett flertal embryonala palsar som måste ha bildats under senare år, huvudsakligen i delområde 1. Se figurerna 33-36 och 73. Liksom i Stordalen är de till utseendet fullt typiska vad gäller morfologin och genom att vara täckta av död kärrvegetation. Sannolikt innehåller de ett relativt ytligt och tunt lager av permafrost. Det tunna torvlagret indikerar att de har uppstått genom tjällyftning i både torv och mineraljord. Många av dem ger intryck av att vara stabila eller t.o.m. under tillväxt, bl.a. genom att uppvisa vissa tecken på kolonisation av torrmarkspräglade växtarter, andra (se figur 36) tycks däremot hålla på att tina upp och sjunka ihop.



Figur 33. Vy över Sirččám (delområde 1) med låga, långsträckta palsar och ett flertal embryonala palsar; se alla ljusa ytor i bilden som utgörs av upptorkad död kärrvegetation. Foto Susanne Backe (augusti 2010).



Figur 34. Embryonal pals i Sirččám som tydligt framträder i form av en ljus upphöjning med visslen, torr kärrvegetation i ytan. Foto Susanne Backe (augusti 2010).



Figur 35. Vissen kärrvegetation, dominerad av björnvitmossa (*Sphagnum lindberghii*) och ängsull (*Eriophorum angustifolium*) på embryonal pals i Sirččám. Foto Susanne Backe (augusti 2011).



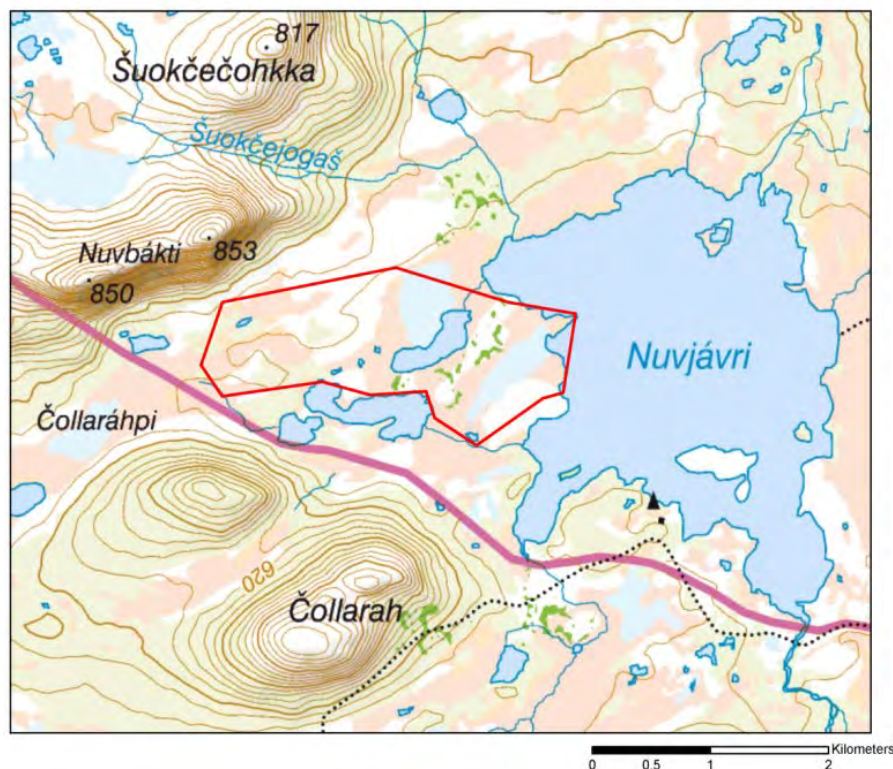
Figur 36. Vy över Sirččám (väster om delområde 1) från sydost med en embryonal pals i förgrunden. Lägg märke till palslaggen, dvs. den omgivande smala zonen av öppet vatten eller blöt myr. Denna är särskilt välutvecklad till följd av att den embryonala palsen börjat smälta och sjunka ihop. Foto Susanne Backe (augusti 2010).

2.2.5 Nuvjávri (Nujaure)

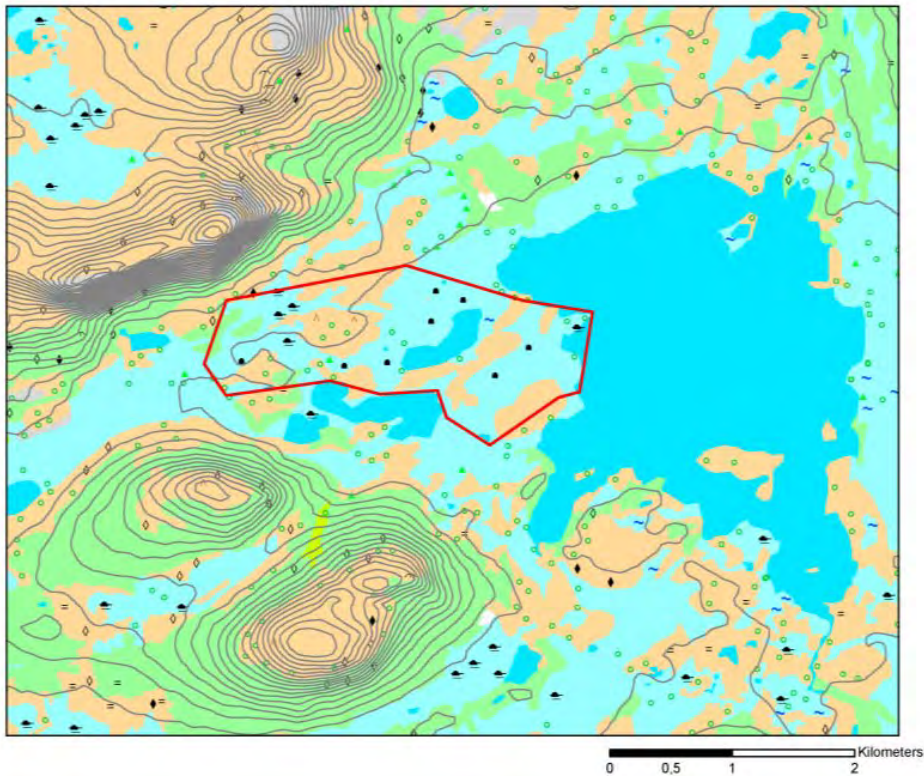
Nuvjávri är en sjö belägen i förfjällsterräng ca 30 km nordost om den östra gränsen av Stora Sjöfallets nationalpark. Från sjöns västra strand sträcker sig en vidsträckt palsmyr västerut på botten av en avsmalnande dalgång med björkskog på sluttningarnas nedre delar. Myren ligger på en höjd av ca 560 m ö. h. Öppna kärrpartier med palsar dominerar men här finns också ris- och buskvegetation, öppet vatten m.m. Dess centrala del, i fortsättningen kallad Nuvjávri, har valts ut för närmare studier och laserskannades 2009. Se översiktskartan i figur 1, den topografiska kartan i figur 37 och vegetationskartan i figur 38.

Närmaste klimatstationer ligger i Nikkaluokta (drygt 40 km mot nordnordväst) och Stora Sjöfallet (ca 50 km mot väster). Se vidare avsnitt 2.2.4.

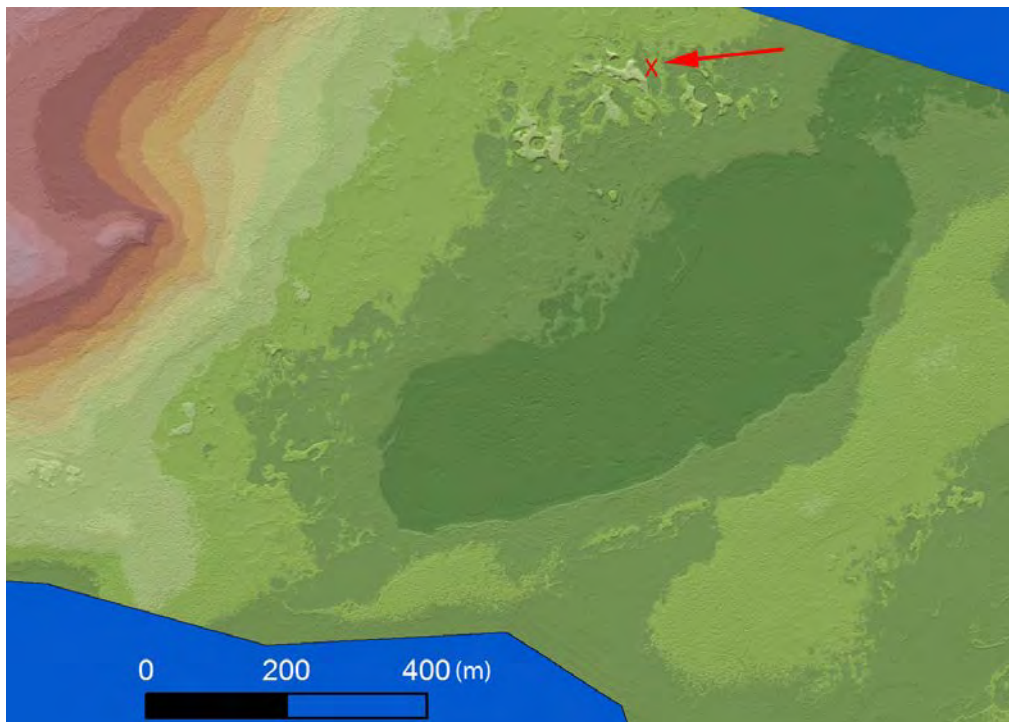
Palsmyren domineras av flacka, upp till 2-3 m höga palsflak som ofta är långsträckta, slingrande och förenade till palskomplex. Detta är delvis en följd av att de är starkt präglade av nedbrytning. Mellan palsarna finns kärr av olika typ och ett stort antal vattensamlingar av olika storlek. Resultatet blir ett mosaikartat landskap. Vattensamlingarna utgör i de flesta fall palskar som uppkommit genom att palsar brutits ned och kollapsat. Denna process sätter sin prägel på hela myren och är mer dominerande än i övriga palsmyrar som studerats inom ramen för detta projekt med undantag för Lájvávággie (avsnitt 2.3). I myren finns också spår av helt försvunna palsar. Samtidigt finns palsar som vid besök på myren bedömts vara jämförelsevis unga. Denna bedömning baseras i första hand på vegetationen. Se figurerna 39-41.



Figur 37. Karta över Nuvjávri med omgivningar (utdrag ur topografiska kartan). Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området.



Figur 38. Schematisk vegetationskarta över Nuvjávri med omgivningar (samma område som i figur 37) upprättad av Lantmäteriverket. Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området. Symbolen för palsar utgörs av svarta prickar (av iglooform). Teckenförklaringen i övrigt återfinns i bilaga 1.



Figur 39. Höjdmodell av den centrala delen av Nuvjávri baserad på laserskanning. För att morfologin ska synas bättre har olika nivåer markerats med olika färger. Väster om sjön i bildens centrum och i dess nedre högra hörn syns tydligt den av nedbrytning starkt präglade palsmorfologin. Krysset anger centrum av figur 40 och pilen fotograferingsriktningen.



Figur 40. Vy från öster över Nuvjávri med en morfologi som är starkt präglad av nedbrytning. Jämför figur 39. Foto Susanne Backe (augusti 2010).



Figur 41. Vegetationskartering av ung pals i Nuvjávri. Foto Susanne Backe (augusti 2010).

2.2.6 Árasjávrre (Arasjaure)

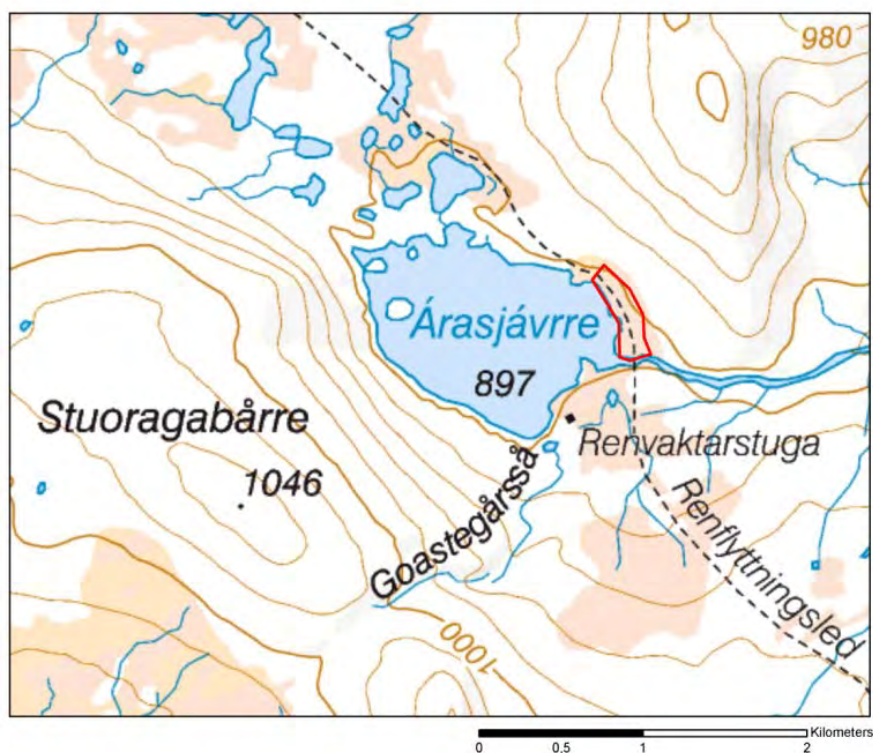
Árasjávrre är en sjö belägen på en vidsträckt kalfjällsplatå drygt 12 km sydost om Saltoluokta fjällstation vid gränsen till Stora Sjöfallets nationalpark. Vid sjöns östra strand finns en mindre palsmyr som valts ut för närmare studier och laserskannades 2009. Myren kallas i fortsättningen Árrasjávrre. Palsar finns också i andra myrar i närheten. Árrasjávrre ligger ca 900 m ö. h. i ett flackt, öppet fjällhedslandskap. Se översiktskartan i figur 1, den topografiska kartan i figur 42 och vegetationskartan i figur 43.

Palsmyren domineras av ett fåtal stora palsar som är långsträckta, breda och påtagligt välvda. Höjden har bedömts vara 2-3 m. Deras morfologi är inte i någon större utsträckning präglad av nedbrytning, även om aktiv blockerosion med palskarsbildning nu pågår på flera ställen. Däremot finns i myren rester av helt nedbrutna palsar. Se figurerna 44 och 45.

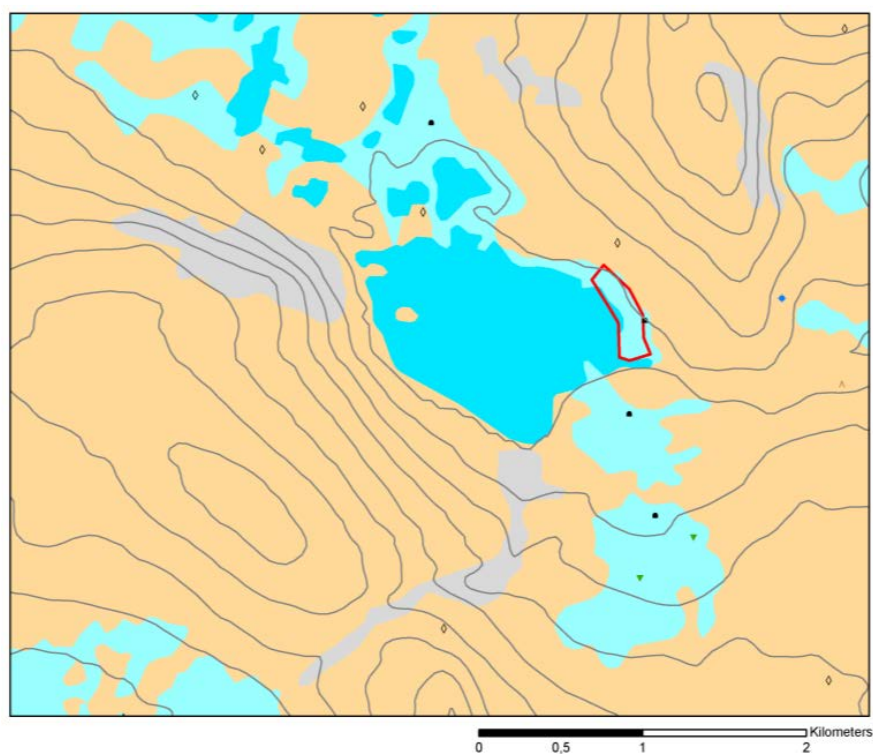
Närmaste klimatstationer ligger i Aluokta (ca 10 km mot öster, ca 380 m ö. h.) och i Björkudden (ca 10 km mot norr, ca 390 m ö. h.). I Aluokta var för perioden 1961-90 årsmedeltemperaturen $-1,5^{\circ}\text{C}$ och årsmedelnederbörden 543 mm, medan tillgängliga data saknas för Björkudden.

Palsarna i Árasjávrre har studerats av Lagerbäck & Rodhe (1986). De beskriver ett flertal rundade vattensamlingar omgivna av låga torv- och moränryggar som bedömdes utgöra kollapsformer. Den inre byggnaden av en flackt kupolformad pals med en höjd av ca 1,7 m undersöktes genom borrhning. Torvtäcket var tunt (0,4 m) och permafrosten begränsad till den underliggande mineraljorden som utgjordes av morän. Tjällyftning syntes i huvudsak ha skett på större djup ($> 4\text{ m}$). Borrhningen gick ned till ett djup av 5,7 m, där det fortfarande var fruset. Se vidare avsnitt 2.2.7.

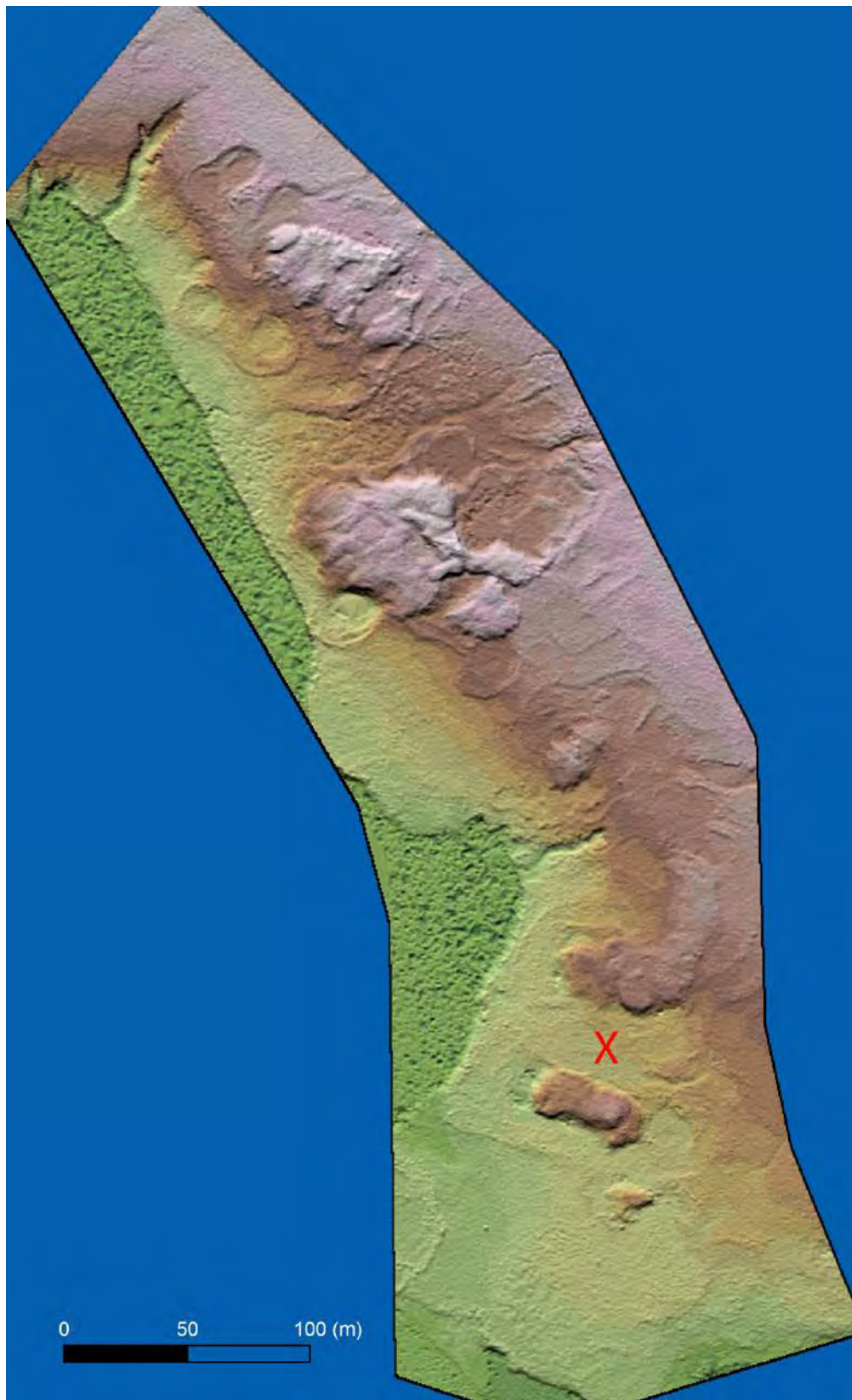
Av beskrivningen att döma har inga större förändringar av palsarnas morfologi skett under de senaste 25 åren. Den konstaterade nedbrytningen tycks vara långsam.



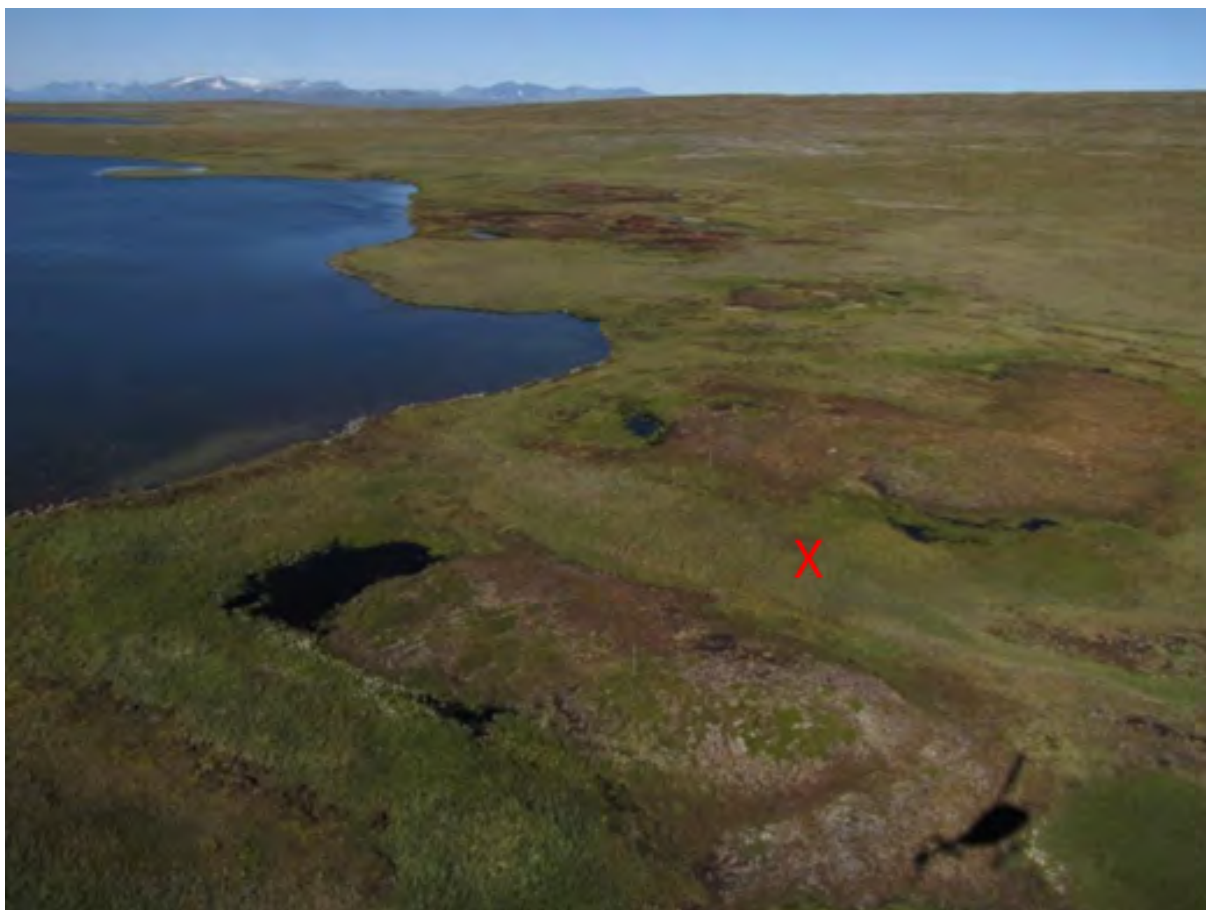
Figur 42. Karta över Árasjávrrre med omgivningar (utdrag ur topografiska kartan). Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området.



Figur 43. Schematisk vegetationskarta över Árasjávrrre med omgivningar (samma område som i figur 42) upprättad av Lantmäteriverket. Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området. Symbolen för palsar utgörs av svarta prickar (av iglooform). Teckenförklaringen i övrigt återfinns i bilaga 1.



Figur 44. Höjdmodell av Árasjávri baserad på laserskanning. För att morfologin ska synas bättre har olika nivåer markerats med olika färger. Palsarna i figur 45 syns i bildens nedre del och myrpartiet mellan dem har markerats med x i båda figurerna. Pågående blockerosionen av den undre palsen framträder tydligt. De runda strukturerna i bildens övre del är spår av tidigare palsar.



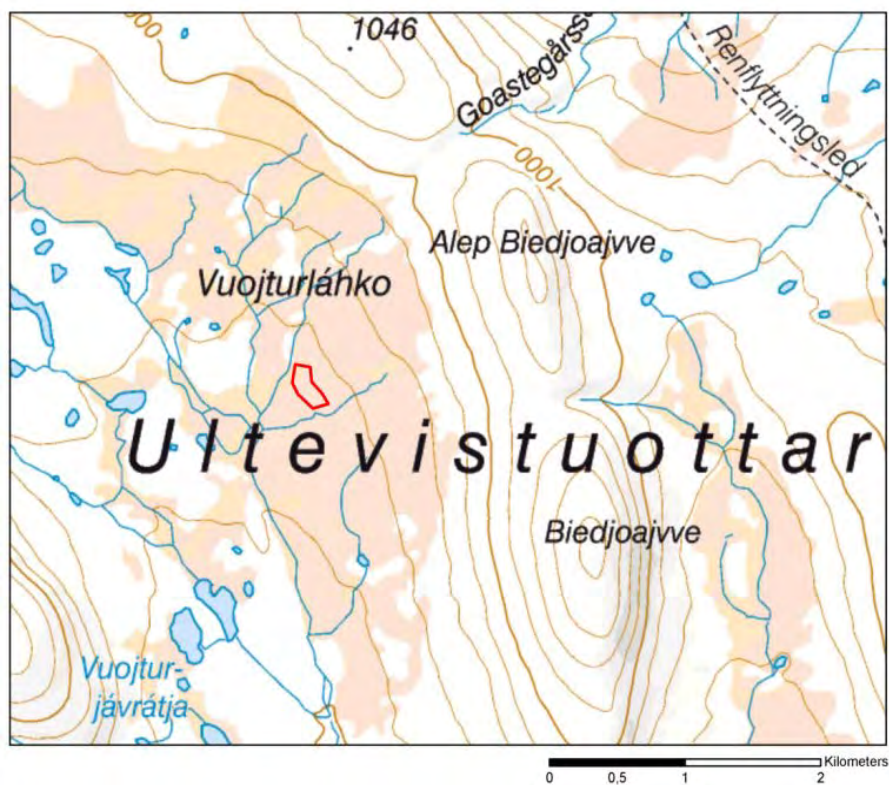
Figur 45. Vy över Árasjávure från sydost. Palsen i förgrunden är den sydligaste palsen i figur 44 med pågående blockerosion närmast sjön. Krysset anger motsvarande punkt i figur 44. Foto Susanne Backe (augusti 2010).

2.2.7 Vuojturláhko (Ultesvistuottar)

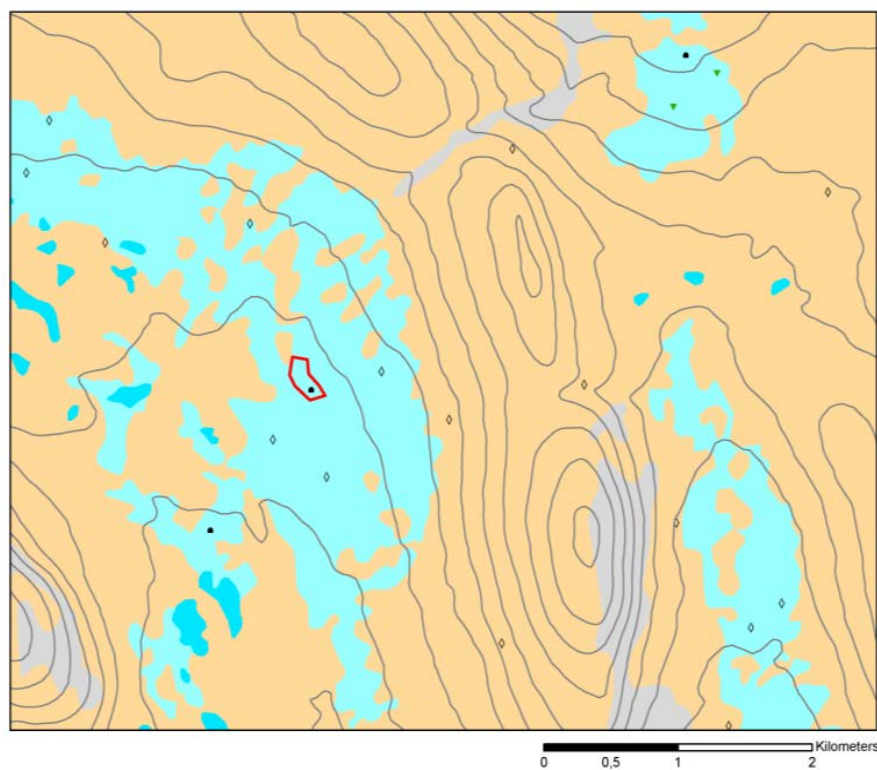
Vuojturláhko är en undulerande kalfjällsplatå på en höjd av 900-1000 m ö. h. som utgör en fortsättning av den platå på vilken Árasjávure är belägen. En knapp halvmil sydväst om Árasjávure finns öppna myrar med spridda förekomster av palsar på en höjd av ca 940 m ö. h. Ett mindre område med väl utbildade palsar i en svagt sluttande myr har valts ut för närmare studier och laserskannats. Det benämns i fortsättningen Vuojturláhko. Se översigtskartan i figur 1, den topografiska kartan i figur 46 och vegetationskartan i figur 47.

När det gäller klimatet hänvisas till avsnitt 2.2.6 där den närbelägna palsmyren Árasjávure behandlas.

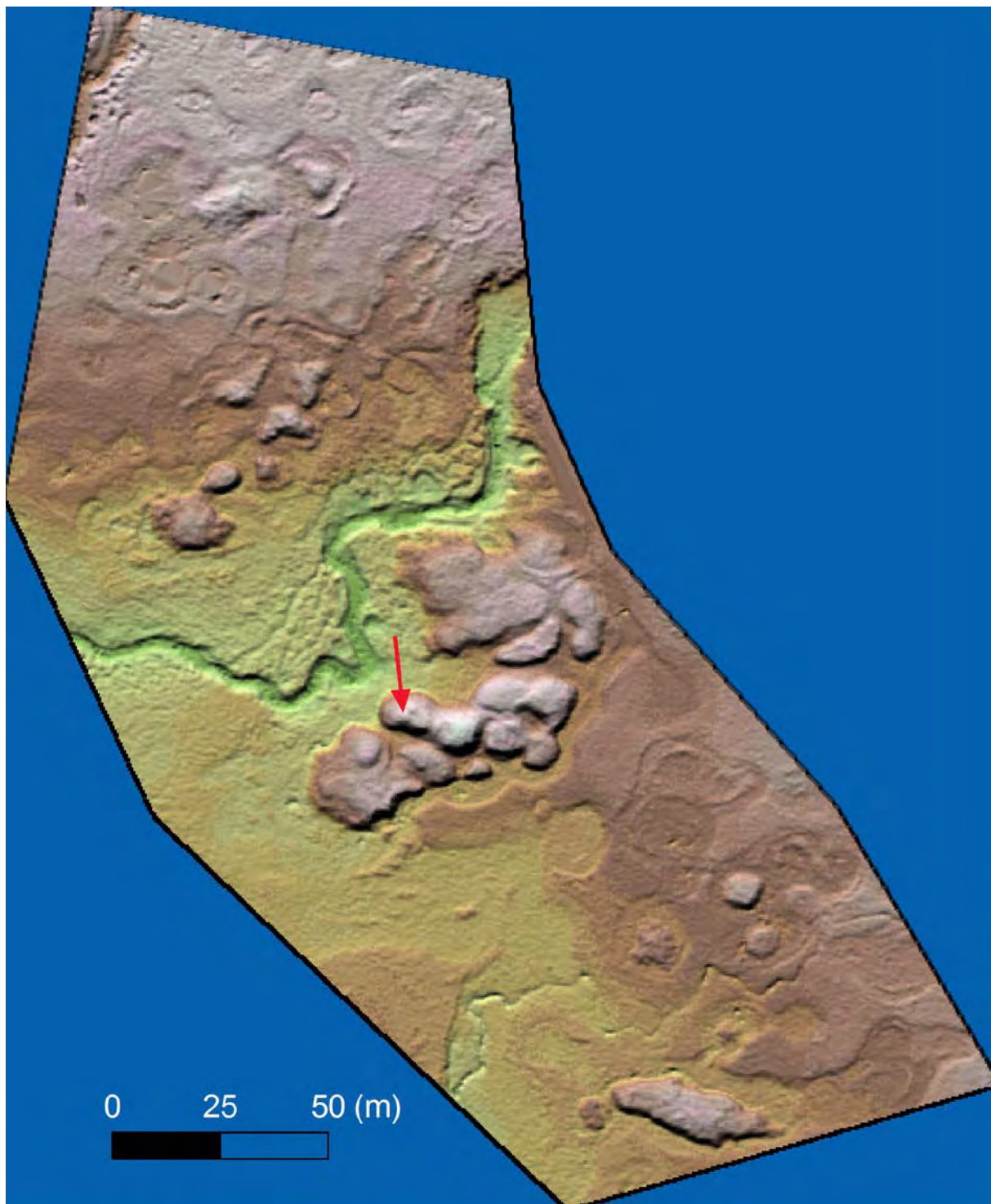
Som framgår av figurerna 48-52 är flertalet palsar rundade och kupolformade med en höjd av 2-3 m. Sådana palsar påträffas oftast längre norrut inom kärnområdet för palsförekomsten i Sverige. De högre palsarnas överytor är märkbart vinderoderade så att den bruna torven ligger bar. Med undantag för de största palsarna är palsmyren starkt påverkad av nedbrytning. Aktiv blockerosion förekommer på åtskilliga ställen. Ett flertal runda palskar, de flesta igenvuxna eller igenväxande, vittnar om att här också funnits palsar som nu är helt borta.



Figur 46. Karta över Vuojturláhko med omgivning (utdrag ur topografiska kartan). Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området.



Figur 47. Schematisk vegetationskarta över Vuojturláhko med omgivning (samma område som i figur 46) upprättad av Lantmäteriverket. Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området. Symbolen för palsar utgörs av svarta prickar (av iglooform). Teckenförklaringen i övrigt återfinns i bilaga 1.



Figur 48. Höjdmodell av Vuojturláhko baserad på laserskanning. För att morfologin ska synas bättre har olika nivåer markerats med olika färger. Palsarna i centrum av figurerna 49-52 syns sydost om bäcken i bildens centrala del. Den pals i vilken borrhning skett är markerad med en pil. De runda strukturerna är öppna, igenväxande eller igenvuxna palskar.

Även palsarna i Vuojturláhko har studerats av Lagerbäck & Rodhe (1986). Borrhning gjordes i områdets största pals (höjd ca 2,5 m, diameter ca 15 m) som är markerad med en pil i figurerna 48 – 52. Lagerföljden framgår av tabell 6.

Tabell 6. Lagerföljden i den med en pil markerade palsen i figurerna 48-52. Efter Lagerbäck & Rodhe (1986).

Djup (m)	Jordart och förekomst av tjäle
0,0 – 0,5	Ofrusen torv
0,5 – 2,0	Frusen torv med tunna (1-2 mm) islager
2,0 – 3,0	Frusen fin sand med inslag av isrika lager. Isinnehåll 10-15 vol. % (exkl. is i porer)
3,0 – 3,4	Frusen silt med ett fåtal tunna islager. Isinnehåll < 5 vol. % (exkl. is i porer)
3,4 – 9,5	Frusen sandig morän med 1-50 mm tjocka islager. Isinnehåll i genomsnitt 30-40 vol. % (exkl. is i porer), störst i de centrala och understa delarna
9,5 – 10,2	Ofrusen sandig morän

Palsbildningen har uppenbarligen främst skett genom tjällyftning i den sandiga moränen på ett djup understigande 3 m. Moränens i sammanhanget anmärkningsvärda grovkornighet betonas. Borrningen genom hela skiktet med permafrost ned i ofrusen moränjord är, såvitt känt, den enda av sitt slag i Sverige och är av stort intresse i ett övervakningsperspektiv. Möjligheten att i framtiden följa permafrostens utveckling på djupet i denna pals kan få stor betydelse för förståelsen av hur palsar reagerar på ett förändrat klimat.

För att ge en bild av utvecklingen under de senaste 25 åren i Vuojturláhko redovisas ett antal foton som är tagna 2010 (figurerna 49 och 50) respektive 1985 (figurerna 51 och 52). Det mest slående är att de största palsarna i palskomplexet i bildernas centrala del – inklusive den pals i vilken borrning skett – har förändrats mycket lite under perioden. Detta framgår tydligt vid en jämförelse av t.ex. figurerna 50 och 51. Däremot har mindre palsar i utkanten av komplexet försvunnit, t.ex. i högra delen av figur 50.

Den största förändringen under perioden har skett i palsmyrens sydöstra del, där betydande nedbrytning och kollaps av palsar har ägt rum. Endast ett fåtal högre palsar återstår. De många fristående, kupolformade palsar, som syns i bakgrunden av figur 51, har i de flesta fall försvunnit. Palskar och cirkelformade strängar vittnar om vad som hänt. Se figurerna 48-50.

Denna utveckling påminner om den i Tavvavuoma, där de centrala delarna av stora palskomplex ofta förändrats lite, medan betydande förändringar kan ha ägt rum i mer perifera delar.



Figur 49. Vy över Vuojturláhkko centrala del från öster. Den pals i vilken borrhning skett är markerad med en pil. Foto Susanne Backe (augusti 2010).



Figur 50. De största palsarna på Vuojturláhkko från nordväst. Den pals i vilken borrhning skett är markerad med en pil. Foto Susanne Backe (augusti 2010).



Figur 51. Vy över Vuojturláhko från nordväst. Den pals i vilken borrhning skett är markerad med en pil. Foto Robert Lagerbäck (augusti 1985).



Figur 52. De största palsarna i Vuojturláhko från nordväst. Den pals i vilken borrhning skett är markerad med en pil. Foto Robert Lagerbäck (augusti 1985).

2.2.8 Plássá (Blassa)

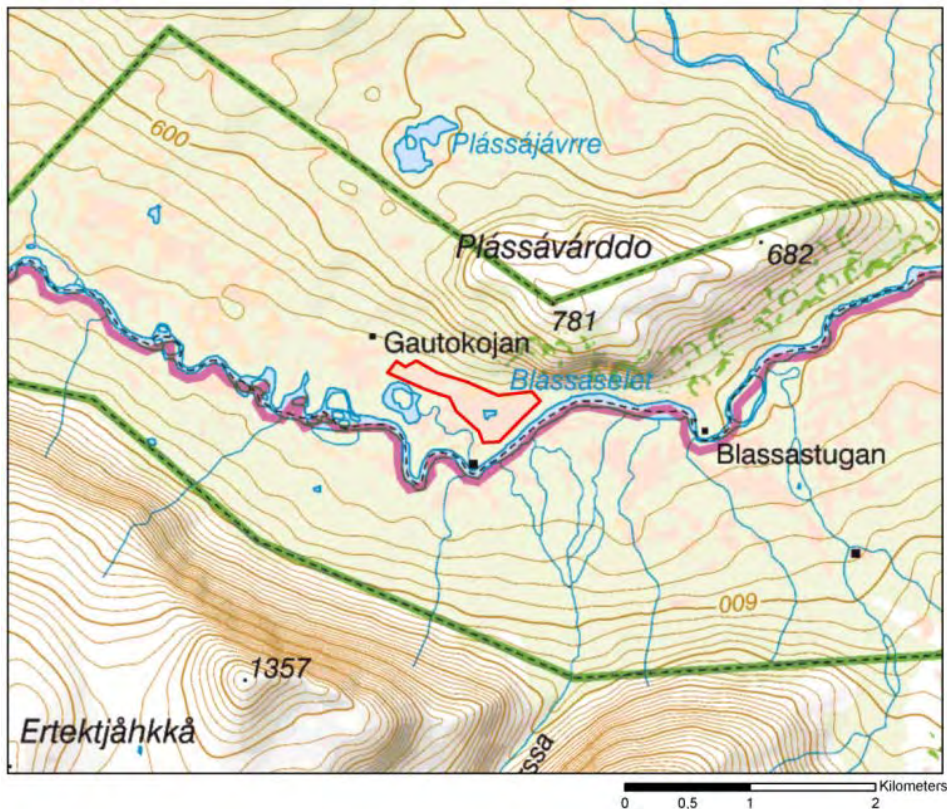
Plássá är ett fjällområde i sydligaste delen av Norrbottens län, ca 15 km väster om Pieljekaise nationalpark. I en markant dalgång med flack botten mellan Plássavárddo och Ertektjåhkkå finns en öppen palsmyr. Den är belägen i björkskogsregionen på en höjd av ca 520 m ö. h., alldeles väster om Blássáselet i Laisälvens övre del. Myren har valts ut för närmare studier och laserskannats. Den benämns i fortsättningen Plássá. Se översiktskartan i figur 1, den topografiska kartan i figur 53 och vegetationskartan i figur 54.

Närmaste klimatstationer finns i Vuoggatjålme (ca 25 km mot nordost, ca 465 m ö. h.) och i Jäckvik (ca 40 km mot öster, ca 635 m ö. h.). I Vuoggatjålme var för perioden 1961-90 årsmedeltemperaturen $-1,7^{\circ}\text{C}$ och årsmedelnederbörden 505 mm. I Jäckvik var motsvarande siffror $-1,3^{\circ}\text{C}$ och 584 mm.

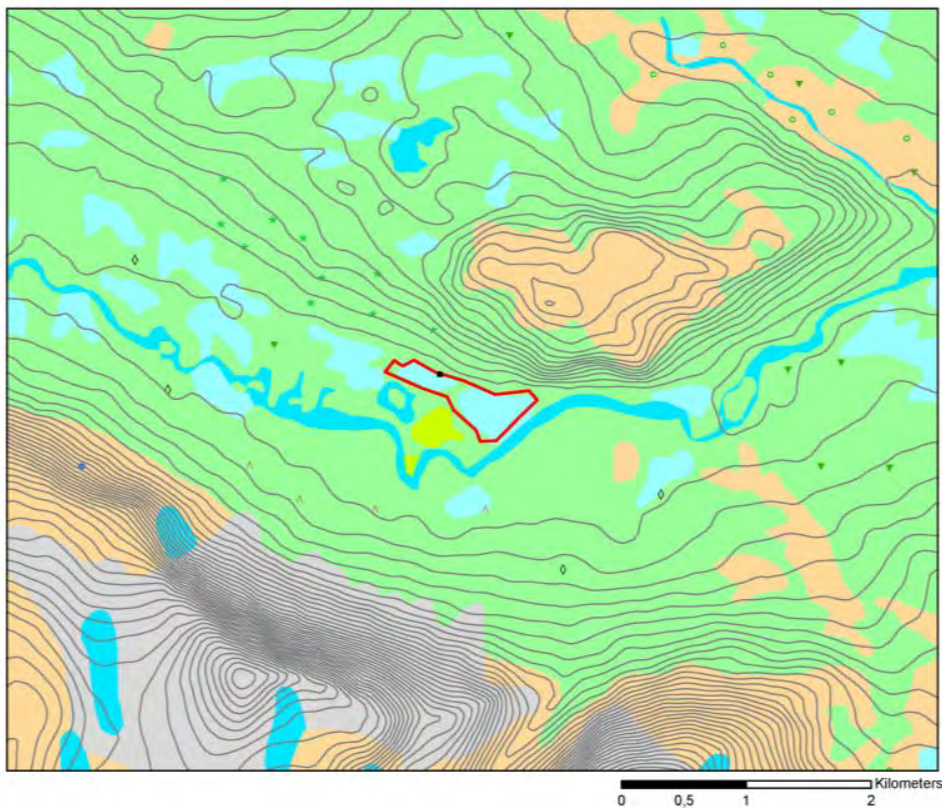
De bäst utbildade palsarna finns i myrens nordvästra del (se figurerna 55-57). De är låga (60-70 cm), flacka, vegetationstäckta, till stor del strängformade och omgivna av blöt myr eller öppet vatten. Nedbrytning genom blockerosion äger rum på flera håll. Fältiakttagelser i augusti 2012 tyder på att den nuvarande morfologin till stor del är ett resultat av att tidigare sammanhängande palsflak delats upp i mindre enheter genom nedbrytning.

I myrens sydöstra del, på andra sidan en björkskogstäckt höjdrygg som syns tydligt i figurerna 55-57, finns närmast ryggen ett blött, rundat myrparti (se figur 55). I detta uppträder ett flertal embryonala eller mycket unga palsar (se figur 58). De är i allmänhet halvcirkel- eller månformade och fullt typiska med vissnen kärrvegetation eller begynnande kolonisation av mer torrmarkspräglad vegetation. Palsarna omges av mycket blöt myr men uppvisar endast i undantagsfall typiska palslaggar.

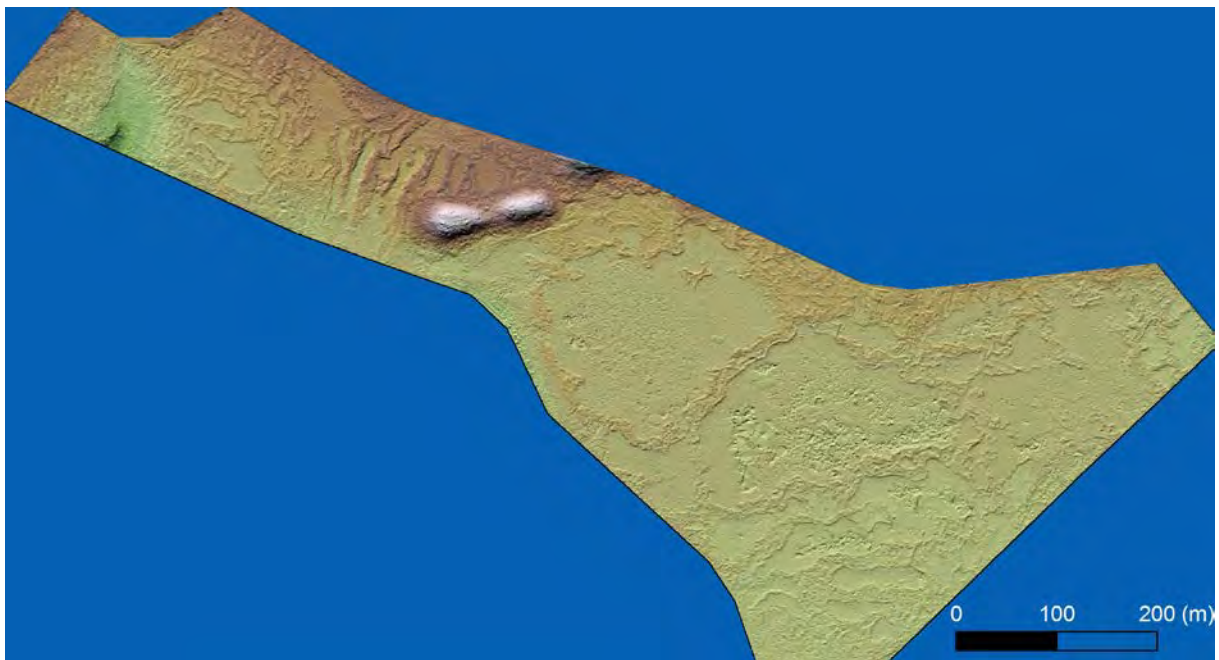
Längst i sydost saknas typiska palsar. I stället uppträder här övergångsformer mellan palsmyr och strängblandmyr. Liknande former har beskrivits från bl.a. Tavvavuoma (Wramner 1973) och kan förekomma i större utsträckning än vad som i dag är känt.



Figur 53. Karta över Plássá med omgivningar (utdrag ur topografiska kartan). Den röda linjen visar omfattningen av det laserskannade området.



Figur 54. Schematisk vegetationskarta över Plássá med omgivningar (samma område som i figur 53) upprättad av Lantmäteriverket. Symbolen för palsar utgörs av svarta prickar (av iglooform). Teckenförklaringen i övrigt återfinns i bilaga 1.



Figur 55. Höjdmodell av Plássá baserad på laserskanning. För att morfologin ska synas bättre har olika nivåer markerats med olika färger. Den långsträckt höjdryggen i bildens centrala del syns tydligt liksom palsarna nordväst och det rundade, öppna myrpartiet sydost därom.



Figur 56. Vy från nordväst över Plássås nordvästra del. På andra sidan den björkskogbevuxna fastmarksryggen syns ett öppet myrparti där embryonala palsar finns. Foto Susanne Backe (juni 2009).



Figur 57. Vy från sydost över Plássås nordvästra del. Den björkskogsbevuxna ryggen i förgrunden syns från andra hållet i mitten av figur 56. Foto Susanne Backe (augusti 2012).



Figur 58. Embryonala palsar i Plássås nordvästra del från söder. Jämför figur 56. Foto Susanne Backe (augusti 2012).

2.3 Lájvávággie (Laivadalen)

2.3.1 Allmän översikt

Lájvávággie är en markerad dalgång i Vindelfjällens naturreservat i nordligaste delen av Västerbottens län (se figur 1). Dalgången börjar en halv mil norr om Tärnasjön och sträcker sig därifrån en dryg mil mot nordnordväst. Genom dalen rinner Lájvájohka som i dess södra del rinner samman med Ältsån och övergår i Tärnaån (se figur 59). Tärnaån fortsätter till Tärnasjön och därifrån vidare söderut till Umeälven.⁶

Lájvávággie har en 2-3 km bred och mycket flack botten som ligger på en höjd av drygt 600 m ö. h. Dalen omges i väster av det drygt 1.000 m höga Lájvárde och i öster av Ammarfjällmassivet med toppar på över 1.600 m. I norra delen av dalen ligger Lájvájávrrie vars avlopp är Lájvájohka. Se figur 59.

Dalbotten intas till stor del av myrmark. Myrarna bildar sällan stora sammanhängande myrflak utan talrika flacka moränkullar sticker upp och bildar fastmarksöar. Dessa är ofta rundade, 10-15 m höga och 100-200 m i diameter. De har påtagligt glesa bestånd av fjällbjörk på främst de östra och sydöstra sluttningarna, medan det likaså glesa fältskiktet domineras av dvärgbjörk och nordkråkbär. De största arealerna intas av öppna topogena fattigkärr, men rismyrar med dvärgbjörk och vide är också vanliga, särskilt kring fastmarksholmarna. Kring sjöar och vattendrag finns mer eller mindre vidsträckta, täta videsnår. Myrarna domineras, trots vissa rikkärssindikerande arter, av en artfattig och trivial flora. I Lájvávággie fanns tidigare ett flertal palsmyrar vars palsar nu till största delen har försvunnit (se figur 60). Palsarna var knutna till kärr med en dominans av starrarter (bl.a. *Carex limosa*) och ängsull i fältskiktet samt vitmossor (främst *Sphagnum rubellum*) m.fl. mossor i bottenskiktet. Palsvegetationen var likartad den som finns på andra håll och beskrivs i avsnitten 2.1.1 och 3.8.2.

Fastmarkskullarna består av sandig morän, medan myrarna i allmänhet underlagras av finkorniga issjösediment. Issjöstrandlinjer finns på i första hand den västra sluttningen. En tydlig rullstensås löper väster om och parallellt med Lájvájohka i dalgångens södra del. Utöver palsar finns strukturmark på flera ställen. Berggrunden i området består av amfibolit och glimmerskiffer.

Skogsgränsen i trakten av Lájvávággie ligger ungefär 670 m ö. h. och dalbotten ligger således betydligt under denna. Ändå är fastmarken i dalbotten till stor del kal och björkskogen är koncentrerad till dalens sluttningar. Dalbotten visar en uppenbar påverkan av vind och låga temperaturer vintertid (sannolikt inversionsförhållanden). Marken och vegetationen visar

⁶ Där inget annat anges har den följande allmänna naturbeskrivningen hämtats från Wramner (1967), Bjärvall (1975), Ulfstedt (1976) och Grundsten (1979).

tydliga spår av snöfattigdom, tjälskjutning och vinderosion. Vindsår, lokalisering och deformation av björkar, snöfördelning m.m. tyder på dominerande västliga-nordvästliga vindar. Vid besöket i mars 1967 var snöfördelningen ytterst ojämn. De högsta palsarna var m. el. m. kalblåsta och även moränkullarna hade ett tunt, i vissa fall närmast obefintligt snötäcke.

Klimatet i Lájvávággie har studerats ingående av Zuidhoff och Kolstrup (2000) samt Zuidhoff (2002) genom i första hand automatiska mätningar av temperaturen och jämförelser med klimatstatistik från Hemavan. Årsmedeltemperaturen i Lájvávággie för perioden 1961-90 har beräknats till $-1,5^{\circ}\text{C}$. För perioden september 1997 – augusti 2000 var värdet mellan $-0,2$ och $-1,2^{\circ}\text{C}$. En beräkning bakåt i tiden för hela 1900-talet visar en betydande ökning av årsmedeltemperaturen fram till slutet av 1930-talet, därefter en minskning fram till början av 1970-talet varefter en klar ökning inträffat. Mönstret överensstämmer med den allmänna utvecklingen i norra Norrland. I fråga om nederbörd har inte motsvarande data samlats in. Jämförelser med Hemavan tyder på att vinternederbörden har ökat sedan 1930.

Klimatstudierna tillsammans med studier av bl.a. torvlagerföljder (inklusive C 14-mätningar) har resulterat i slutsatsen att palsarna, till skillnad från dem längre norrut, började bildas så sent som under den kalla perioden 1860-90, då förutsättningar för palsbildning senast rådde. Före 1960 påbörjades sedan en allmän minskning av palsförekomsterna i dalen. Se figur 60. Denna bedöms bero på temperaturökningen sedan slutet av 1800-talet, möjligen i kombination med ökningen av vinternederbörd sedan 1930.

Palsarna tydliga reaktion på de små förändringar av temperatur och nederbörd, som ägt rum i Lájvávággie, tyder på en betydande känslighet för sådana förändringar. Den bedöms bero på att det är fråga om ett område i den sydliga marginalen av palsarnas utbredningsområde i Sverige (Wramner 1967; Zuidhoff & Kolstrup 2000).

Figur 60 visar utbredningen av palsmyrar och tidigare sådana i Lájvávággie. Karteringen gjordes 1964 och baserades på flygbildstolkning (svartvita bilder i skala 1:20.000 från 1960) och översiktliga inventeringar i fält. I figuren har de identifierade myrarna lagts in på en flygbild i färg från 2005. Utöver den stora palsmyren (nr 16) fanns låga, till stor del vegetationstäckta palsar eller fortfarande tjälade palsrester i myrarna nr 1, 3, 4, 5, 7, 11, 13 och 14. I övriga myrar bedömdes palsarna vara helt borta. Endast spår återstod i form av rundade, m. el. m. igenvuxna palskar omgivna av en låg sträng eller vall som inte innehöll perenn tjäle. Även de myrar, där nedbrytningen inte gått lika långt, dominerades i de flesta fall av igenväxande palskar.

Palsmyr 4 var den myr vid sidan av nr 16 som uppvisade de största palsarna. Nedbrytningsintensiteten var också lägre än i övriga myrar. Här fanns ett vidsträckt, flackt palskomplex med en 2-2,5 m hög pals i centrum liksom låga, breda palsryggar. Vid senare besök noterades förändringar till följd av blockerosion och hopsjunkning, men palsar fanns

fortfarande kvar 1986. Vid besiktning från luften 2012 verkade palsarna vara till största delen borta.

Palsmyr 1 innehöll ett 20-tal låga, fristående palsar (i allmänhet < 1 m) som under den studerade perioden försvann mer och mer genom att i första hand sjunka ihop men också genom blockerosion. Av särskilt intresse är att fem embryonala palsar bildats i myren mellan 1964 och 1972 för att ha försvunnit helt 1978. De var fullt typiska med vissens kärrvegetation och tjälen begränsad till det knappt 1,5 m tjocka torvlagret. Figur 61 visar den största av dessa. Vid besiktning från luften 2012 syntes inga palsar i myren.



Figur 59. Topografisk karta över Låjvåvggie med omgivningar (hämtad från Lantmäteriverket). Den närmare studerade palsmyren ligger vid bokstäverna "ie" i namnet Låjvåvggie. Jämför figur 60.



Figur 60. Flygbild från 2005 där utbredningen av de 1964 urskilda palsmyrarna (nr 1-16) angivits.

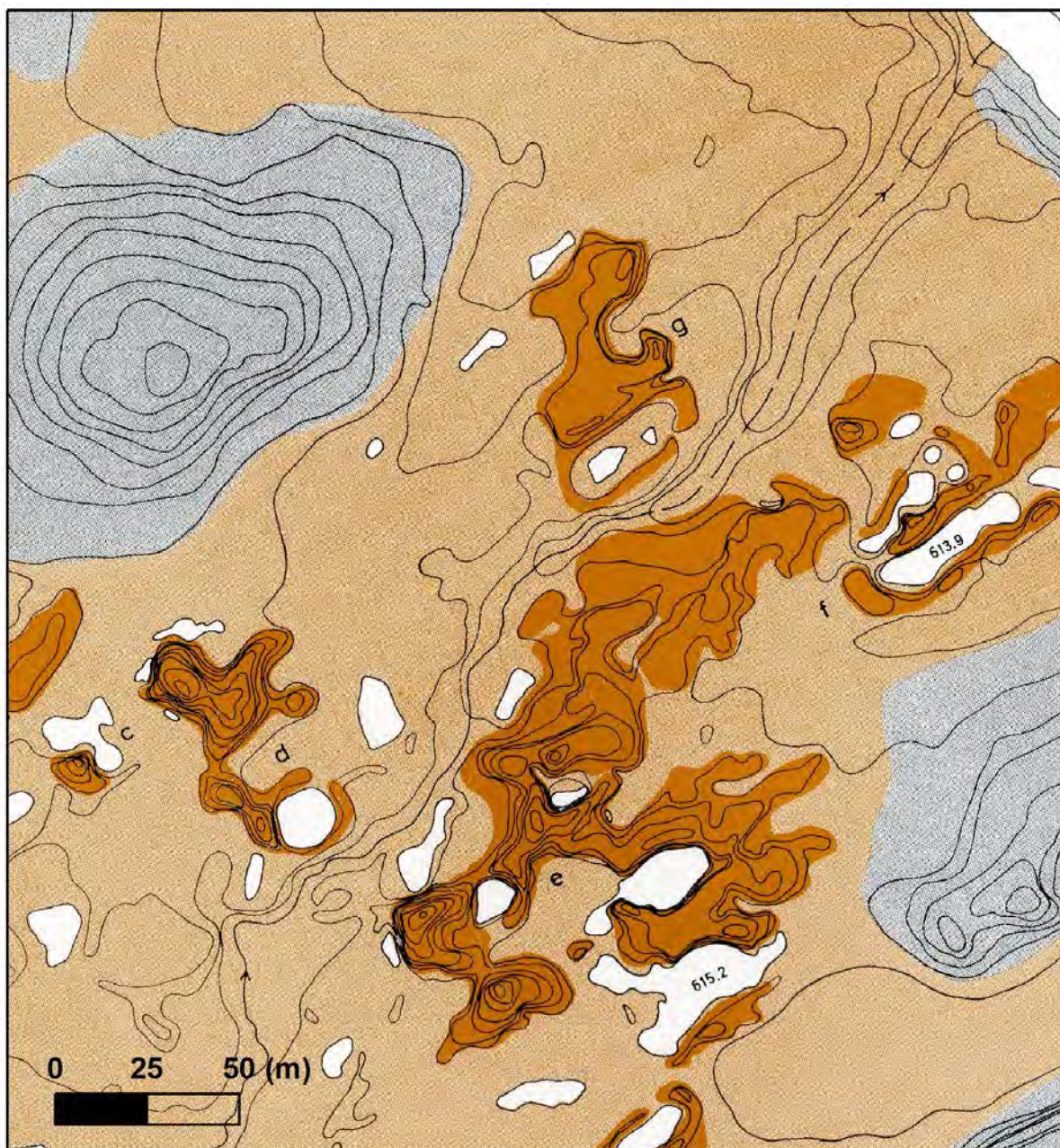


Figur 61. Den största av de embryonala palsarna i palsmyr 1 i Lájvávággie. Foto Per Wramner (augusti 1972).

2.3.2 Den stora palsmyren

Den största palsmyren i Lájvávággie (nr 16 i figur 60) torde vara den palsmyr utanför Tavvavuoma som är mest ingående studerad i Sverige. Utvecklingen har följts i nästan 50 år. Under denna period har det skett en praktiskt taget total nedbrytning och kollaps av palsarna som har kunnat dokumenteras i detalj. Fältarbete i området, med bl.a. en omfattande fotodokumentation, har tidigare bedrivits av Per Wramner i augusti 1964, mars 1967, augusti 1972, augusti 1978 och augusti 1986. Emellertid har enbart data från fältstudierna t.o.m. 1972 publicerats (Wramner 1965; 1967 och 1973). Vidare har fältstudier bedrivits i området i slutet av 1990-talet och början av 2000-talet (Zuidhoff & Kolstrup 2000; Zuidhoff 2002).

Denna myr fanns inte med i projektet från början men inkluderades i detta 2012. Palsmyren besöktes i augusti 2012. Den kallas i fortsättningen Lájvávággie. En dokumentation av myren gjordes 1964 i form av en morfologisk karta (Wramner 1967). Se figur 62. Den utgör en utgångspunkt för senare studier av myrens utveckling, framför allt palsarnas nedbrytning och försvinnande.



Figur 62. Morfologisk karta över Låjvåvåggie (utdrag ur karta hos Wramner 1967). Den ritades i samband med fältarbeten 1964 och bygger på en flygbild från 1960. Höjdkurvorna har framställts fotogrammetriskt av dåvarande Rikets allmänna kartverk. Grå färg anger fastmark, brunbeige otjälad myr, brun pals och vit vatten (inom kartbilden). Kartan ger en tydlig bild av palsarnas morfologi och den nedbrytning som redan 1964 präglade myren men är inte exakt i alla detaljer därför att flygfotograferingen och fältkarteringen skedde med fyra års mellanrum (även om detta förhållande beaktades i möjligaste mån) samt ekvidistansen är 0,5 m. Vad som inte framträder på kartan är de många rester av nedbrutna palsar i form av igenvuxna palskar omgivna av låga strängar och i vissa fall palsrester som finns spridda över en stor del av myren.

Palsmyren bestod 1964 av sex palskomplex (a-f i figur 62). Därutöver fanns ett flertal öppna palskar omgivna av låga palsrester som i vissa fall var tjälade vid besöken, i andra inte. Palsarna var i allmänhet ovala, kupolformade och hade en höjd av upp till 4,5 m. Det var

således fråga om välutbildade palsar av en typ som i övrigt främst förekommer i områden som Tavvavuoma. De flesta av dem hade m. el. m. kala överytor som i allmänhet var starkt uppspruckna. Spår av kraftig vinderosion av den kala torven fanns på många håll. Vidsträckta palsflak, som är vanliga på andra håll, saknades helt.

Flertalet palsar var påverkade av aktiv blockerosion. Erosionsbranter och palskar var vanligt förekommande. I ett palskomplex (c) återstod endast en starkt nedbruten pals. Detta i förening med de många resterna av helt försvunna palsar gjorde att hela palsmyren präglades av nedbrytning och försvinnande. Figur 63 ger en bild av hur flertalet av de palsar, som fortfarande var intakta 1964, såg ut.



Figur 63. Medelstor pals i palskomplex b. Den är typisk för högre palsar i palsmyr 16 genom kupolformen, den kala, uppspruckna torven i ytan och början till blockerosion. På palsens krön finns en tuvdunstopp vilket också är vanligt förekommande. Foto Per Wramner (augusti 1964).

Torvmäktigheten i myrens centrala delar är ca 1,5 m och torven underlagras av finkornig, starkt tjälskjutande mineraljord. Samtliga undersökta palsar har haft en starkt uppvälvd kärna av frusen mineraljord med tydliga isskikt. Uppenbarligen samverkar flera faktorer (mineraljordens beskaffenhet, topografin, lokalklimatet m.m.) till att göra förutsättningarna för palsbildning osedvanligt gynnsamma i denna myr (Wramner 1967).

För varje gång myren besöktes efter den inledande dokumentationen hade betydande nedbrytning av palsarna ägt rum sedan föregående besök. Flera palsar, som var utsatta för aktiv blockerosion 1964, hade helt försvunnit 1972. Detta var än mer uttalat 1978, då

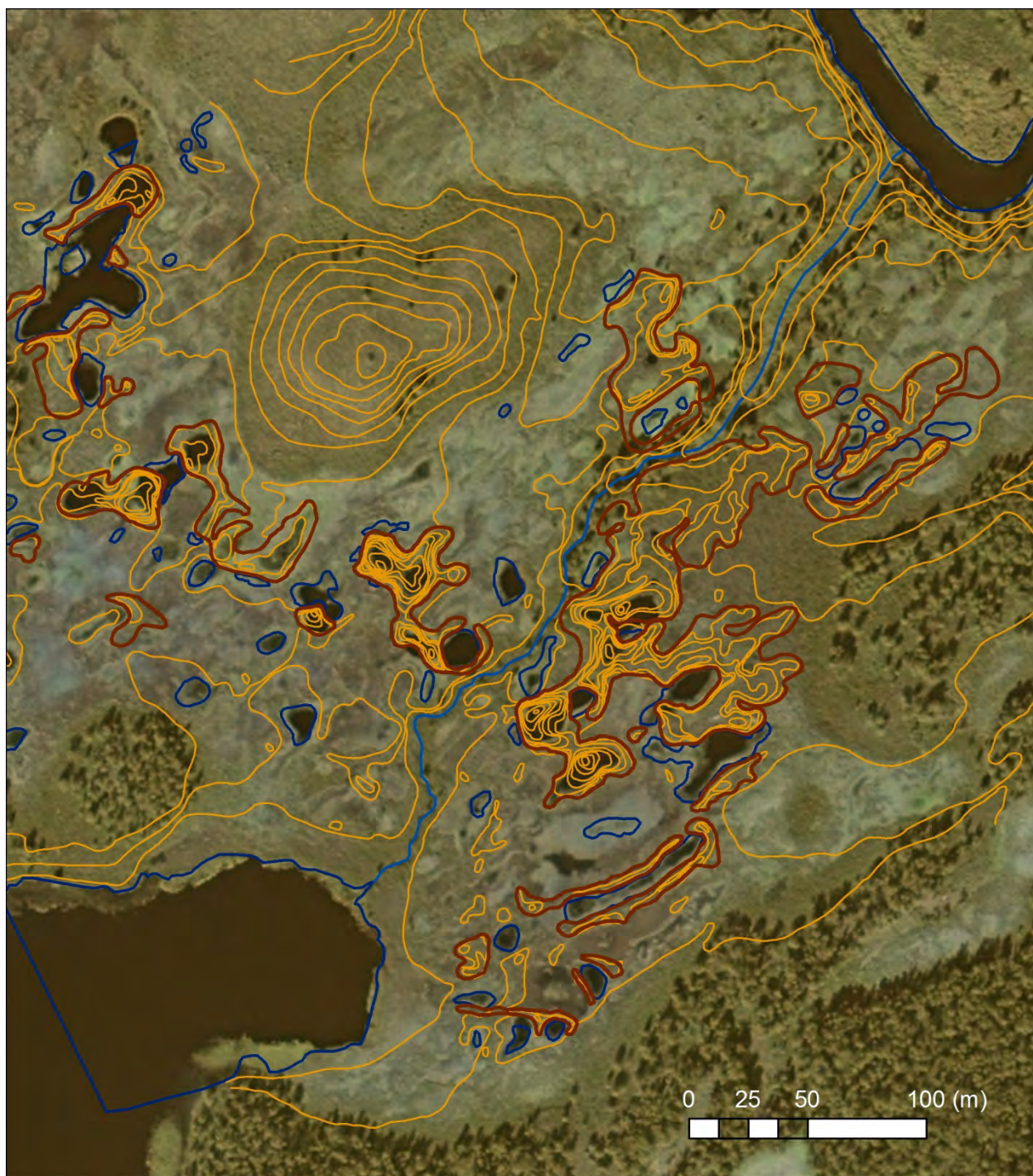
blockerosion pågick i flertalet palsar. Vid besöket 1986 fanns fortfarande palsar i alla palskomplex utom c, men nedbrytningen hade på de flesta håll gått långt. Åtskilliga palsar var helt borta.

Zuidhoff (2002) har studerat slutfasen i nedbrytningen av en pals i palskomplex d mellan åren 1996 och 2000. Vid slutet av studien återstod endast torvblock i ett palskar delvis omgivet av palsrester. Nedbrytningen skedde genom blockerosion, smältning av den frusna kärnan och vinderosion. Anmärkningsvärt är att hela 80 cm torv bedömdes ha försvunnit genom vinderosion.

Denna bild av slutfasen i palsnedbrytningen stämmer väl med hur förloppet gått till i myrens övriga palsar. Blockerosion har varit den dominerande processen. Upptining/kollaps av den frusna kärnan utan samband med blockerosion har inte konstaterats, till skillnad från i andra palsmyrområden. Orsaken är sannolikt palsarnas form som gör att palsgölar knappast förekommer.

Vid besöket 2012 kunde konstateras att palsarna i stort sett försvunnit. Det enda som återstod var palskar omgivna av låga vallar eller strängar, huvudsakligen bestående av palsrester. Se figurerna 67-70. Vallarna var i många fall tjälade, dvs. bestod av permafrost och utgör definitionsmässigt fortfarande palsar i många fall. Det gällde för samtliga tidigare palskomplex och särskilt för de högre bildningarna (> 50-75 cm).

Figur 64 ger en bild av utvecklingen i hela myren mellan 1964 och 2005. Figurerna 65-67 ger ett exempel på utvecklingen för en stor enskild pals. Figurerna 68-70 visar myrens dominerande inslag i dag: palskar omgivna av palsrester.



Figur 64. Kombination av den morfologiska kartan i figur 62 och en flygbild från 2005 som visar utvecklingen i palsmyr 16 mellan 1960/1964 och 2005. Röd färg anger palsar, blå vatten och gul höjdkurvor 1960/1964. Vattensamlingarna 2005 kan urskiljas i bilden genom sin svarta färg. Bilden visar tydligt hur palsarna försvunnit och ersatts av öppet vatten.



Figur 65. En stor pals i palskomplex e med pågående aktiv blockerosion. Lägg märke till den uppspruckna men vegetationstäckta överytan och de frampreparerade, uppvälvda och frusna torvlagren. Foto Per Wramner (augusti 1964).



Figur 66. Samma pals som i figur 65. Blockerosionen har fortsatt och pågår fortfarande med hög intensitet. Någon kollaps av den frusna kärnan har inte skett annat än närmast erosionsbranten. Foto Per Wramner (augusti 1972).



Figur 67. Palskar som uppstått genom total nedbrytning av palsen i figurerna 65 och 66. Foto Susanne Backe (augusti 2012). Den övre av de avfotograferade bilderna är identisk med fotot i figur 65 och den undre är från augusti 1972 (jämför figur 66).



Figur 68. Palskar omgivet av tjälade palsrester i palskomplex e. Foto Susanne Backe (augusti 2012).



Figur 69. Palskar omgivet av delvis tjälade palsrester i palskomplex e. Foto Susanne Backe (augusti 2012).



Figur 70. Vy över den centrala delen av myr nr 16 från sydväst. Foto Susanne Backe (augusti 2012).

2.4 De studerade områdenas lämplighet att ingå i ett övervakningsprogram – en sammanfattande diskussion

Urvalet av de nio palsmyrområden, som studerats närmare inom ramen för detta projekt, gjordes 2009. Detta urval skedde på grundval av den bästa kunskap om förekomsten av palsmyrar i Sverige som då fanns tillgänglig. De stora dragen i utbredningen var väl kända, särskilt när det gällde högre och i landskapet mer framträdande palsar liksom förekomster i palsarnas kärnområde i norra Lappland. Kunskapen var betydligt sämre när det gällde låga, vegetationstäckta palsar i de östra och södra marginalerna av utbredningsområdet.

Det föreslås nu att Lájvávággie inkluderas i övervakningsprogrammet som ett tionde område. Även om palsarna till största delen har försvunnit återstår vissa palsrester på flera ställen i myren. Det är av stort intresse i ett övervakningsperspektiv att följa den fortsatta utvecklingen av dessa rester, inte minst med tanke på att flera av de i programmet ingående palsmyrarna relativt snart kan hamna i en liknande situation som Laivadalen. Vidare är det av stort intresse att följa utvecklingen i myren även sedan palsarna helt försvunnit, bl.a. när det gäller igenväxningen av palskaren. Detta är en fråga av stor betydelse för t.ex. myrens värde som fågelbiotop framöver. Slutligen behövs av allt att döma endast en mindre fluktuation av klimatet för att betingelser för palsbildning åter skall uppstå. Det är angeläget att följa utvecklingen för att kunna fånga upp en sådan händelse.

Kunskapsläget har inte förbättrats nämnvärt sedan det första urvalet gjordes – givetvis med undantag för de nio särskilt utvalda palsmyrområdena plus det nu tillkomna Lájvávággie – men så kommer att ske genom höstens totalkartering av palsmyrar i Sverige (se avsnitt 1.4). Redan nu, efter den genomgång som presenterats i detta kapitel, görs emellertid bedömningen att de studerade tio områdena är väl lämpade för att bilda stommen i ett övervakningsprogram. Därutöver kan ytterligare något område tillkomma som ett resultat av totalkarteringen. Det skulle det t.ex. kunna röra sig om någon typ av palsmyr som inte är representerad i de redan utvalda områdena.

De utvalda palsmyrarna finns spridda inom hela det kända utbredningsområdet för palsar i Sverige. Se figur 1. De representerar vidare alla de biogeografiska regioner inom vilka palsar förekommer. Mannavuoma (350 m ö. h.) ligger i barrskogen. Árásjávrre och Vuojturláhko (900 respektive 940 m ö. h.) ligger på kalfjället. De övriga sju palsmyrområdena ligger i fjällbjörkskogen däremellan på en höjd av 350-600 m ö. h.

Samtliga kända palstyper – kupolformade palsar, palsflak (palsplatåer) och strängformade palsar – finns representerade i de utvalda palsmyrarna. Palsar av olika typ uppträder ofta förenade till komplex vilket även gäller i de här studerade myrarna. De olika palstyperna finns alla rikt företrädade i Tavvavuoma, medan övriga palsmyrområden, som är betydligt mindre till ytan, i allmänhet uppvisar mindre variation i detta avseende. Även när det gäller palsstorlek representerar de tio myrarna hela den variation som förekommer, från 6-7 m höga kupolformade palsar i Tavvavuoma till halvmeterhöga palsflak och strängformade palsar i Plássá. Därtill kommer de nästan helt nedbrutna palsarna i Lájvávággie.

Palsarnas inre byggnad har av praktiska och ekonomiska skäl inte kunnat studeras närmare inom ramen för detta projekt. Det är emellertid möjligt att på grundval av litteraturuppgifter konstatera att även i detta avseende representerar de utvalda myrarna den variation som förekommer i Sverige. Av störst intresse är hur tjällyftningen gått till, dvs. om den skett enbart i torven, enbart i den underliggande mineraljorden eller i båda dessa jordarter. I Tavvavuoma förekommer alla varianter från palsar, där tjällyftning i mineraljord svarar för merparten av eller hela palsbildningen, till palsar som bildats genom tjällyftning i enbart torv. I det senare fallet är palsflak vanliga och den underliggande mineraljorden i allmänhet grovkorning och icke tjälskjutande. Palsar utan mineraljordskärna finns vidare i Mannavuoma, medan palsar med sådan kärna har konstaterats i Oaggujeaggi, Stordalen, Sirččám, Árásjávrre, Vuojturláhko och Lájvávággie. För övriga myrar saknas uppgifter på denna punkt.

Även övergångsformer mellan palsar och likartade naturfenomen är representerade i de utvalda myrarna. I Tavvavuoma finns alla övergångar från palsar med tunt torvtäcke via mellanformer med allt tunnare och allt mer fläckvisa förekomster av torv till palslika bildningar i ren mineraljord (lithalsas). Här finns också övergångsformer mellan strängformade palsar och strängar utan permafrost som närmast kan liknas vid strängar i en

strängmyr. Det sistnämnda är ännu mer uttalat i Plássá, där övergångsformer mellan palsmyrar och strängblandmyrar uppträder.

Slutligen måste framhållas att alla stadier i palsutvecklingen finns representerade i de utvalda myrarna. Det gäller särskilt olika nedbrytningsstadier, från intakta till helt kollapsade palsar, som i flertalet fall är ett dominerande inslag. Även tillväxande palsar tycks förekomma i viss utsträckning, men i allmänhet erfordras ingående fältstudier, som endast kunnat ske i Tavvavuoma, för att med större säkerhet kunna identifiera sådana. Av särskilt intresse i ett övervakningsperspektiv är det första skedet i palstillväxten, uppkomsten av embryonala palsar, som endast har konstaterats i Stordalen, Sirččám och Plássá. Det återstår att se om de fortsätter att växa eller sjunker tillbaka i myren. Vissa indikationer på fortsatt tillväxt i form av begynnande palsvegetation har noterats i Sirččám. Det är angeläget att den fortsatta utvecklingen av unga palsar kan följas genom ett övervakningsprogram. Detsamma gäller givetvis också för ytterligare embryonala palsar som kan tänkas uppstå framöver.

En ytterligare faktor av betydelse vid urvalet av palsmyrar för att ingå i ett övervakningsprogram är i vilken utsträckning myrarna tidigare studerats vetenskapligt. Samtliga palsmyrområden i Sverige, som varit föremål för mer ingående studier, ingår i de tio för detta projekt utvalda områdena. Det gäller Tavvavuoma, Mannavuoma, Stordalen, Árasjávrre, Vuojturláhko och Lájvávggie.

3 Datakällor och metoder för palsmyrövervakning

Kontinuerlig försörjning med data av olika slag är en central del av ett övervakningsprogram för palsmyrar. I detta kapitel redovisas – och analyseras användbarheten av – ett antal olika datakällor och därifrån erhållna data som bedömts vara lämpliga att använda vid palsövervakning. En betydande – och integrerad – del av arbetet har bestått av metodutveckling. Det har inte bedömts vara lämpligt att i redovisningen separera metodutvecklingen och dess resultat från det övriga arbetet. Utvecklingsarbetet har till största delen baserats på data och erfarenheter från två i detalj studerade områden i Tavvavuoma (palsmyrarna 1 och 5). I kapitel 5 behandlas frågan om hur palsmyrövervakning bäst kan ske och presenteras ett förslag till övervakningsprogram.

Ett övervakningsprogram bör vara så likformigt som möjligt, dvs. metodik, studerade parametrar etc. bör i möjligaste mån vara gemensamma för alla ingående palsmyrar. För detta talar såväl praktiska och ekonomiska skäl som önskemålet att erhålla jämförbara resultat. Samtidigt finns stora skillnader mellan olika palsmyrar vad gäller naturförhållanden och omfattning av tidigare dokumentation. Dessa skillnader måste också beaktas i ett övervakningsprogram genom en viss anpassning till de specifika förhållandena i varje ingående palsmyr.

Data som skall användas för palsövervakning måste uppfylla ett antal specifika krav. Dessa innebär bl.a. att sådana data måste:

- vara relevanta i ett övervakningsperspektiv, bl.a. genom att ge underlag för en bedömning av palsmyrarnas bevarandestatus;
- ge information om morfologi, morfologiska processer, vegetation, förekomst av öppet vatten m.m.;
- bygga på standardiserade och repeterbara metoder för insamling, dvs. vara jämförbara mellan olika insamlings- eller dokumentationstillfällen, för att kunna ge information om förändringar, framför allt nedbrytning och nybildning/tillväxt av palsar;
- kunna överföras till automatiska datoriserade system från vilka bl.a. kvantitativa uppgifter i form av sammanställningar, kartor m.m. lätt kan erhållas samt
- kunna tas fram på billiga, kostnadseffektiva sätt vilket innebär användning av fjärranalys och andra geomatiska metoder.

3.1 Litteratur

Studier av olika slags litteratur måste utgöra en grundläggande del av ett övervakningsprogram för palsmyrar. Det gäller särskilt vid framtagandet och inledningen av ett sådant program.

Inom ramen för detta projekt har en översiktlig genomgång gjorts av tillgänglig litteratur, både sådan som berör palsmyrar generellt och sådan som specifikt berör de tio studerade palsmyrarna. Det gäller vetenskaplig litteratur, utredningar o. dyl. av framför allt statliga myndigheter, natur- och reseskildringar m.m. Vidare har forskningsläget vad gäller palsmyrar generellt kartlagts, inte minst i perspektivet av pågående klimatförändringar.

Inför starten av ett övervakningsprogram erfordras litteraturstudier som underlag för dels urvalet av de palsmyrar som skall ingå i programmet, dels utformningen av detta och dels dokumentationen av de aktuella myrarna. Behovet av litteraturstudier minskar då programmet kommit igång, men det syns vara lämpligt att med jämna mellanrum – exempelvis 6-8 år – följa upp utvecklingen vad gäller ny litteratur. Det är viktigt att all genomgång av litteratur dokumenteras på samma sätt som sker för annan datainsamling inom ramen för ett övervakningsprogram.

Inom ramen för detta projekt har gjorts den litteraturgenomgång som erfordras för de två första av de nämnda syftena (urvalet av övervakningsobjekt och utvecklingen av övervakningsmetodik). Däremot kan i vissa fall, framför allt beträffande de sydligaste objekten, en mer ingående litteraturgenomgång komma att erfordras i samband med att övervakningen påbörjas. Syftet skulle då vara att finna eventuell ytterligare information om objekten som kan bli av värde för övervakningen.

En betydande del av den tillgängliga litteraturen är inte strikt vetenskaplig. Den utgör i stället s.k. grå litteratur som inte genomgått oberoende vetenskaplig granskning. Sådan litteratur innehåller i många fall information och data som saknas i tillgänglig vetenskaplig litteratur men är av värde för utformningen och genomförandet av övervakningsprogram. Grå litteratur har använts i projektet men med försiktighet och kontroll av data så långt detta varit möjligt.

Äldre data om utvecklingen i palsmyrar, som skall ingå i ett övervakningsprogram, är av stort värde när programmet utformas. Äldre litteratur kan vara en viktig källa för sådana data vilket tydligt framgår av situationen i Tavvavuoma. Genom dokumentation av den historiska utvecklingen i en palsmyr erhålls en bild av pågående processer, hur de präglat den nuvarande morfologin, vegetationen etc., som i hög grad underlättar utformningen av ett övervakningsprogram med syfte att dokumentera framtida förändringar. Tillgång till historiska data underlättar också i hög grad utvärderingar av resultaten från övervakningen.

I detta projekt har ett genomgående tema varit i vilken omfattning och på vilka sätt äldre dokumentation av ingående palsmyrar kan användas i ett övervakningsprogram. Denna aspekt har beaktats i alla relevanta delar av de förslag som läggs fram.

Den litteratur som direkt använts i denna utredning framgår av referenser i texten och den avslutande litteraturlistan. Förteckningen innefattar endast sådan litteratur som bedömts vara av intresse i ett miljöövervakningsperspektiv. Det innebär att vetenskaplig litteratur av mer allmänt intresse inte har tagits med.

3.2 Kartor

Kartor utgör viktiga hjälpmedel vid miljöövervakning, särskilt i samband med utformningen av övervakningsprogram. Det gäller framför allt tematiska kartor av olika slag, t.ex. geologiska/geomorfologiska kartor, klimatkartor, vegetationskartor och planeringskartor, men också topografiska kartor. Särskild betydelse i detta sammanhang har vegetationskartorna över de svenska fjällen, där flertalet palsmyrar – åtminstone mer välutbildade sådana – finns markerade. Vid urvalet av de palsmyrar, som föreslås ingå i övervakningsprogrammet, har dessa vegetationskartor varit ett viktigt hjälpmedel.

I ett miljöövervakningsprogram för palsmyrar bör ingå att med jämna mellanrum – exempelvis vart sjätte år – följa upp utvecklingen vad gäller nya kartor som berör de aktuella områdena.

3.3 Klimatstatistik

Förekomsten av palsar är helt knuten till vissa specifika klimatförhållanden (se avsnitt 1.1). Palsar utgör därför viktiga klimatindikatorer. Alla de tre klimatfaktorerna temperatur, nederbörd och vind har betydelse. Temperaturen är givetvis helt fundamental, men nederbörden spelar också stor roll. Låg nederbörd under vintern, dvs. ringa snömäktighet, är viktigt för att palsar skall kunna bildas och fortsätta att existera. Därför är nederbörden under november – april en viktig parameter i palsammanhang. Även låg nederbörd under sommaren har betydelse genom att torr torv har större isolerande förmåga, dvs. skyddar den frusna palskärnan bättre, än fuktig torv. Vinden har främst betydelse genom att starka vindar vintertid begränsar snömäktigheten, framför allt på palsar men också på öppna myrar, vilket är en klart positiv faktor för palsarnas bildning, tillväxt och förmåga att motstå nedbrytande krafter. Vinden har också negativa konsekvenser genom att orsaka vindblottor och vinderosion av torra torvtytor. Dessa kan bli påtagliga som konstaterats i Låjvávággie (se avsnitt 2.3.2).

Tillgången på klimatdata från palsmyrområden eller närbelägna områden är begränsad. Ofta är SMHI:s statistik enda tillgängliga källa, men avståndet till närmaste klimatstation är i allmänhet stort. Allmän information om klimatet kan i första hand erhållas från olika slags översiktliga sammanställningar av temperatur, nederbörd m.m. som upprättats av SMHI. Det går också att dra allmänna slutsatser om klimatet genom att extrapolera data från närmast belägna klimatstationer. Det är dock svårt att på detta sätt få fram klimatdata som har den säkerhet och detaljeringsgrad som egentligen skulle behövas för miljöövervakning av palsmyrar.

Kartorna över årsmedeltemperaturer respektive medelårsnederbörd för perioden 1961-1990 i figurerna 3 och 4 är exempel på sådana översiktliga sammanställningar som gjorts av SMHI.

I vissa fall finns tillgång till kompletterande klimatstatistik av olika slag, t.ex. framtagen inom ramen för forskningsprojekt, som kan underlätta extrapolering genom att ge information om sambanden mellan en meteorologisk station och en palsmyr. Se avsnitt 2.1.4. Många gånger är dock automatiskt registrerande instrument i de palsmyrar, som ingår i övervakningsprogram, enda möjligheten att få tillgång till detaljerade klimatdata av hög kvalitet.

Ytterligare klimatdata av intresse för miljöövervakning av palsmyrar kan ha samlats in för speciella ändamål – t.ex. forskning – men är inte alltid tillgängliga. Vidare görs ofta sammanställningar och utvärderingar av tillgänglig statistik för olika ändamål. Dessa kan också vara av intresse i detta sammanhang. Sådana exempel, som dock är för översiktliga för att vara av direkt intresse vid övervakning av palsmyrar, är en regional klimateksammanställning över Norrbottens län och en klimatanalys för länet, båda utförda av SMHI (Gustavsson et al. 2011a; b).

Det bör betonas att behandlingen av klimatet i de utvalda palsmyrarna (se föregående kapitel) i första hand syftat till att redovisa tillgången på klimatdata för dessa områden. Syftet har inte varit att beskriva klimatet annat än översiktligt och inte alls att närmare analysera detta. Ett undantag är Tavvavuoma vars klimat analyseras något mer ingående, bl.a. för att visa hur tillgängliga klimatdata kan användas

3.4 Satellitdata

En huvuddel av projektet har inriktats på att undersöka i vilken utsträckning och på vilka sätt satellitdata, i första hand mycket högupplösta sådana, kan användas för miljöövervakning av palsmyrar. Det gäller såväl satellitdata enbart som i kombination med data erhållna genom andra geomatiska metoder, fältundersökningar m.m. Dessa studier har främst skett i Tavvavuoma och har i huvudsak baserats på olika slags data som särskilt införskaffats för ändamålet. Därutöver har satellitdata testats i Tjirtjam.

Följande satellitdata har ingått i studierna:

Tavvavuoma

- IKONOS, 2 juli 2003
- KOMPSAT-2, 20 juli 2009
- KOMPSAT-2, 4 augusti 2009
- QuickBird, 9 augusti 2009
- WorldView-2, 17 augusti 2010

Tjirtjam

- WorldView-2, 28 juli 2011

Vidare har samordning skett med den pågående övervakningen av Sveriges våtmarker som baseras på Landsat TM/SPOT-data.

Närmare information om de aktuella satelliterna ges i följande tabell: ⁷

Tabell 7. Karakteristika för satelliter vars data använts i projektet.

Satellit	Geometrisk upplösning (m)		Stråkbredd (km)
	Pankromatisk	Multispektral	
IKONOS	1	4	13
Kompsat-2	1	4	15
QuickBird	0,6	2,4	16,5
WorldView-2	0,5	2	16,5

Metodstudierna i Tavvavuoma har haft tyngdpunkten på utvärdering av satellitdata (inklusive klassificeringsförsök och kalibrering) för identifiering av olika palsstadier och utvecklingstrender (främst nedbrytning och bildning/tillväxt av palsar) med hjälp av morfologi, morfologiska processer, förekomst av ytvatten samt vegetation. Viktiga inslag har varit förändringsanalyser och ML-klassning av ytvatten och unga palsar. Såväl satellitbilder enbart som satellitbilder i kombination med andra slags geomatiska data, framför allt laserskanning, har prövats. Även andra sätt att bearbeta data har undersökts.

De på satellitdata baserade studierna i Sirččám har inriktats på identifiering och kartläggning av nybildade, embryonala palsar.

Maximum-Likelihood-(M-L)-klassning är en vanlig metod inom fjärranalysen som bygger på att klasserna beskrivs med hjälp av träningsdata. En operatör styr klassningen genom att välja typiska ytor för de olika klasserna i satellitbilden. Baserat på träningsytorna beräknar klassningsprogrammet bl.a. medelvärde och spridningsmått för träningsytornas intensitetsvärden i satellitbandens alla spektralband. För att få ett bra resultat måste operatören även välja ut spektralt konkurrerande klasser. M-L-klassningen förutsätter att objektens intensitetsvärden är normalfördelade kring medelvärdet i alla band. Vid själva klassningen tilldelas pixeln den klass som den med störst sannolikhet tillhör. Slutresultatet är helt beroende av en skicklig operatör.

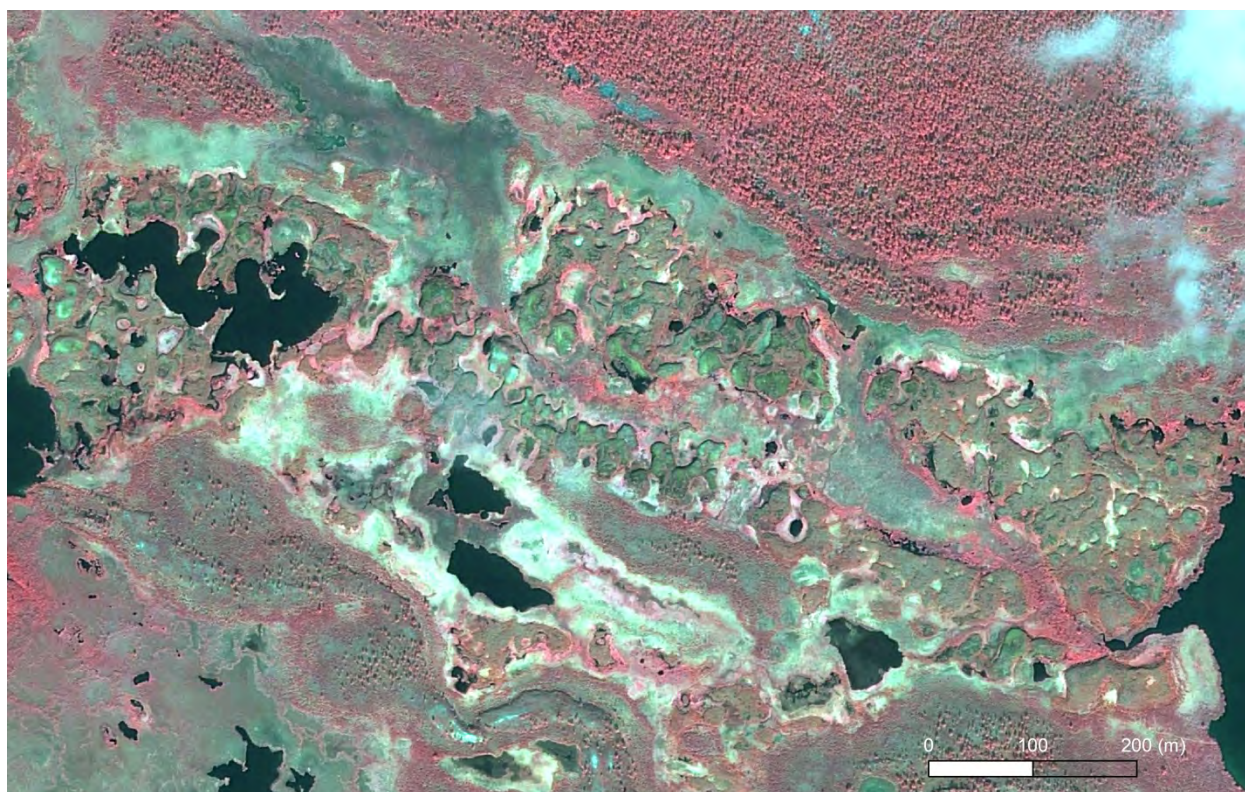
En annan intressant metod för att klassificera vatten är att tillämpa en semi-automatisk hierarkisk beslutsprocess som utvecklats i den pågående våtmarksövervakningen. Klassificeringen av vatten genomförs då i steg där enskilda satellitband och/eller kvoter mellan band används. Beslutsgränserna sätts interaktivt i satellitbilden.

Vidare finns goda möjligheter att få fram ytterligare information av stort värde vid övervakning av palsmyrar genom att kombinera eller jämföra satellitdata med andra fjärranalysbaserade data. Se vidare följande avsnitt.

⁷ Ytterligare satelliter kan bli aktuella för palsmyrövervakning, t.ex. GeoEye-1 med pankromatisk upplösning 0,5 m, multispektral upplösning 2 m och stråkbredd 15 km.

3.4.1 QuickBird

Testerna i Tavvavuoma har visat att data från QuickBird ger en god allmän överblick av palsmyrarna liksom mer detaljerade underlag för analyser av öppet vatten, vegetation m.m. Själva bilden av palsarnas morfologi blir dock tydligare om QuickBird-data kombineras med data från laserskanning (se vidare avsnitt 3.6.3). Figur 71 visar en QuickBird-bild över palsmyr 1.



Figur 71. Satellitbild över palsmyr 1 i Tavvavuoma (QuickBird, 2009).

Det har visat sig vara fullt möjligt att på satellitbilder, som den i figur 71, skilja palsar från den omgivande myren med hjälp av vegetationen liksom att i grova drag identifiera olika typer av palsvegetation, inklusive bara torvtytor. Detta framgick tydligt vid klassificeringstester och utvärderingar av QuickBird-data som tolkades visuellt, bl.a. genom att ta hjälp av skuggor.

Däremot har det inte gått att på denna grund utveckla en metodik för identifiering av olika palsstadier som kan användas i ett övervakningsprogram och är baserad på ledd klassning (M-L-klassning). En sådan metodik måste bl.a. innefatta möjligheter att identifiera embryonala palsar med död myrvegetation liksom de efterföljande stadierna i palsutvecklingen, då mer torrmarksbetonad vegetation vandrar in.

Det har inte varit möjligt att studera embryonala palsar i Tavvavuoma, eftersom nybildning av palsar i stort sett inte har förekommit där under senare år. Embryonala palsar har emellertid kunnat identifieras på satellitbilder (WorldView) över Sirččám. Se nästa avsnitt.

Slutsatsen av dessa försök är att sådan automatisk klassning för att identifiera olika palsstadier, som hittills prövats i Tavvavuoma, inte bör ingå i ett övervakningsprogram. Däremot kan det finnas anledning att framöver undersöka möjligheterna att med denna metod få fram användbara data för att följa utvecklingen av palsar som baseras på vegetationen i stället för palsstadierna. Här krävs ytterligare utvecklingsarbete.

3.4.2 WorldView

Data från WorldView ger samma möjligheter som data från QuickBird men har inom ramen för projektet i första hand använts för studier av vattensamlingar och vegetation.

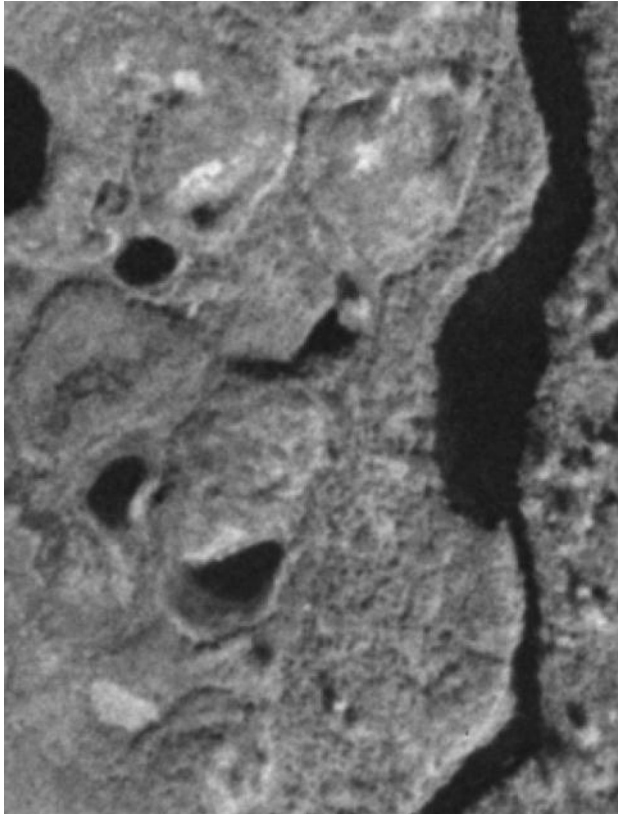
Möjligheterna att identifiera vattensamlingar och förändringar av dessa genom automatklassning har visat sig vara goda. Studierna av vegetation har främst avsett visuell identifiering av embryonala palsar i Sirččám och gav likaså ett positivt resultat.

Vattensamlingar

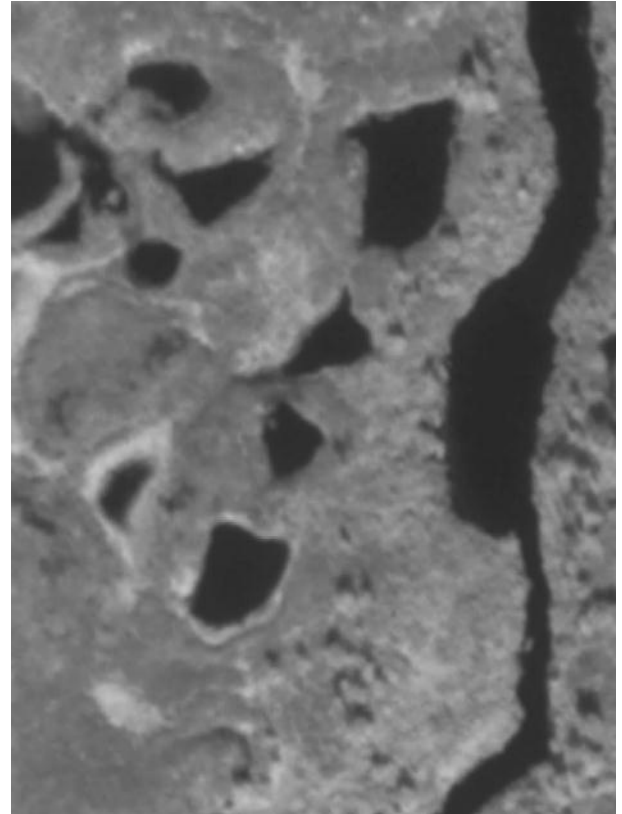
Förekomst av öppet vatten är en faktor av största betydelse vid bedömning av statusen hos en palsmyr. Det gäller särskilt för graden av nedbrytning, inte minst pågående sådan. Vatten har en avgörande betydelse för nedbrytningen av palsar. Det beror främst på att fuktig torv isolerar den frusna palskärnan mycket sämre än torr sådan. Merparten av nedbrytningen sker i anslutning till öppet vatten vid sidan av en pals (palslagg runt en intakt pals och palskar på en yta som tidigare intagits av en pals) eller uppe på en pals (palsgöl). Vatten är således både en agent för och ett resultat av nedbrytning (Wramner 1973).

Med hjälp av satellitbilder från WorldView (liksom från andra mycket högupplösande satelliter) har det visat sig möjligt att kartlägga frekvens, läge, storlek och form liksom graden av igenväxning hos vattensamlingar i anslutning till palsar. Därmed får man en god bild av palsarnas status, framför allt i frågan om nedbrytning. Även om nybildning konstaterats på vissa håll är nedbrytning av palsar den helt dominerande processen i svenska palsmyrar vilket givetvis måste beaktas vid utformningen av ett övervakningsprogram.

Figur 72 a-d visar i detalj utvecklingen av ett område vid Jeutojåkkåh i palsmyr 5 (jämför figurerna 7 och 76) genom en flygbild från 1963, en WorldView satellitbild från 2010, ett foto från helikopter 2011 och ett foto från marken 2011. Bildserien visar bl.a. hur goda möjligheterna är att korrelera flygbilder och satellitbilder till varandra, särskilt när det gäller lätt identifierbara förekomster av ytvatten. Därigenom erbjuds en effektiv metod för att med hjälp av flygbilder dokumentera utvecklingen bakåt i tiden. Den kan få stor betydelse i ett övervakningsprogram för palsmyrar.



Figur 72 a. Flygbild från 1963 över ett område i östligaste delen av palsmyr 5 i Tavvavuoma. Närmast bäcken finns lithalsas som mot väster gradvis övergår i palsar. Viss nedbrytning pågår. Vattensamlingarna är termokarstgropar som uppstått genom kollaps av palsar/lithalsas.



Figur 72 b. WorldView satellitbild från 2010 över samma område som i figur 72 a. Betydande nedbrytning/smältning har skett sedan 1963. De vattenfyllda termokarstgroparna har blivit fler och utvidgats.



Figur 72 c. Foto från helikopter över merparten av det område som återges i figurerna 72 a och b. Foto Susanne Backe (augusti 2011).

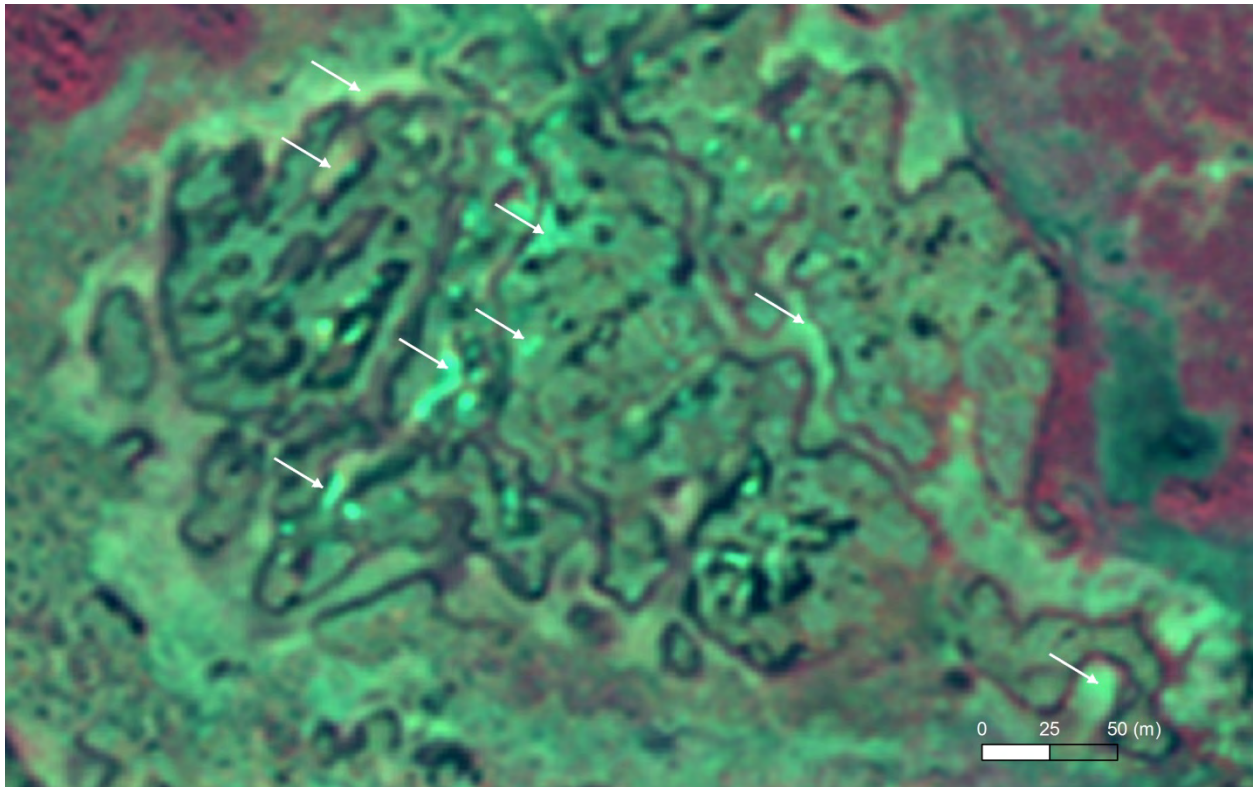


Figur 72 d. Foto från söder över de tre nordligaste av de fyra termokarstgroparna närmast bäcken i figur 72 c. Foto Kjell Wester (augusti 2011).

Embryonala palsar

I Sirččám noterades ett betydande antal embryonala palsar vid fältbesök 2010. Se avsnitt 2.2.4. De var fullt typiska med sin låga höjd, döda myrvegetation och läge i öppna delar av myren. Jämför Wramner (1973).

De embryonala palsarna kunde identifieras på en satellitbild (WorldView IR-komposit) genom sin cyanaktiga färg. Se figur 73. Identifieringen har verifierats vid fältbesök. Däremot tycks det vara svårare att med hjälp av enbart satellitbilder identifiera de följande stadierna i palsutvecklingen. Även sådana förekommer i viss utsträckning i Sirččám, till skillnad från i övriga palsmyrar. Det är angeläget att de framöver studeras mer ingående än vad som hittills kunnat ske. För att få en bättre bild av morfologin i det område, som återges i figur 73, redovisas det också i form av en bild (figur 74) som tagits fram genom att kombinera Quickbird satellitdata med laserdata. Se vidare avsnitt 3.6.3.



Figur 73. Satellitbild (WorldView IR-komposit, 2011) över Sirččám. Förekomster av embryonala palsar (höjd 50-70 cm) anges med hjälp av pilar.

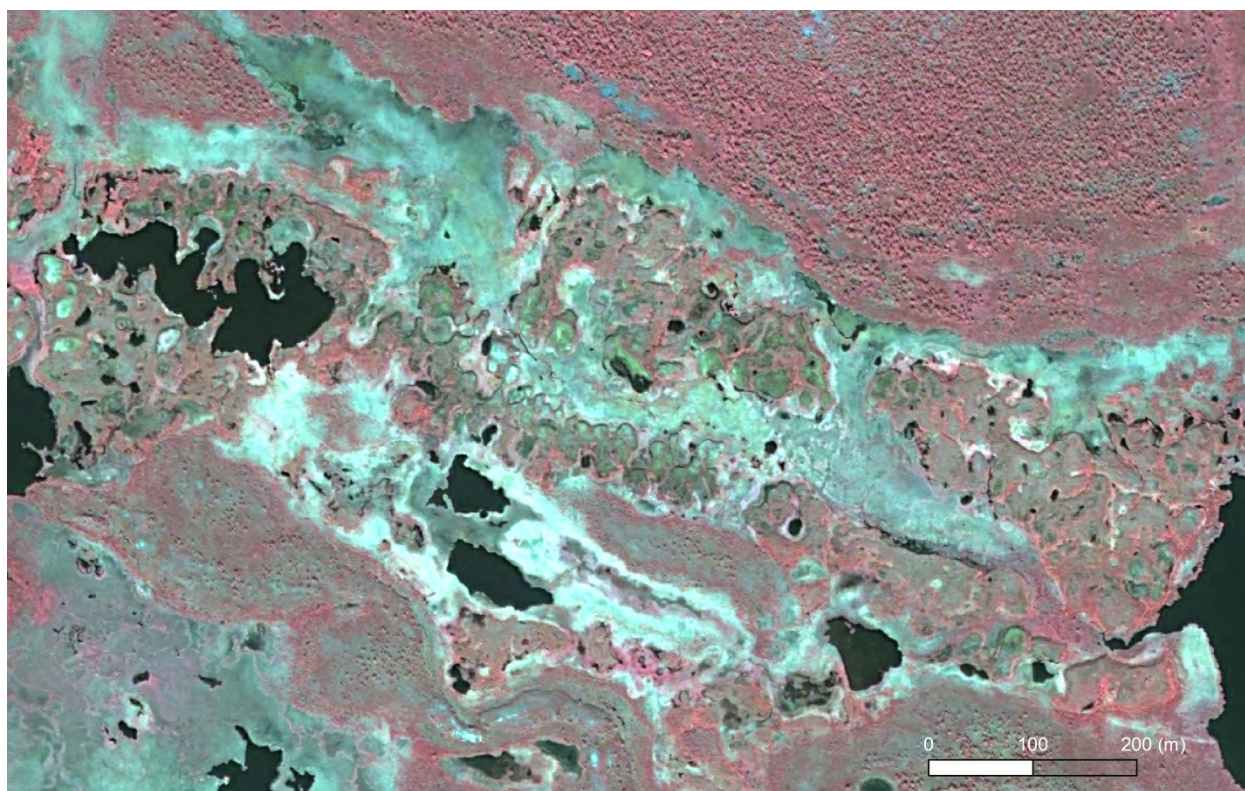


Figur 74. Bild av morfologin i samma område som i figur 73 som tagits fram genom att kombinera Quickbird satellitdata med laserdata.

3.4.3 IKONOS och KOMPSAT

Satellitdata från IKONOS och KOMPSAT, med något lägre upplösning än QuickBird och WorldView, har likaså testats när det gäller möjligheten att få en allmän bild av palsmyr 1. Figur 75 visar motsvarande bild som figur 71 men är baserad på IKONOS-data. Någon större skillnad gentemot QuickBird-data syns inte föreligga. Det bör framhållas att enligt generell erfarenhet och utförda tester i Tavvavuoma fungerar mycket högupplösta satellitdata (QuickBird, WorldView) och något mindre högupplösta satellitdata (IKONOS, KOMPSAT) lika bra för automatisk klassning i de sammanhang som kan bli aktuella vid övervakning av palsmyrar. Däremot är satellitdata med den högsta upplösningen (QuickBird, WorldView) bäst för visuell tolkning och avgränsning av palsar.

Klassificeringstester och utvärderingar av IKONOS-data för att urskilja olika stadier i palsutvecklingen har gjorts på liknande sätt som för QuickBird-data och med samma resultat (jämför avsnitt 3.4.1). IKONOS-data kan på motsvarande sätt användas för att på satellitbilder som den i figur 75 skilja palsar från den omgivande myren med hjälp av vegetationen liksom att i grova drag identifiera olika typer av palsvegetation, inklusive kala torvtytor, genom visuell klassning.

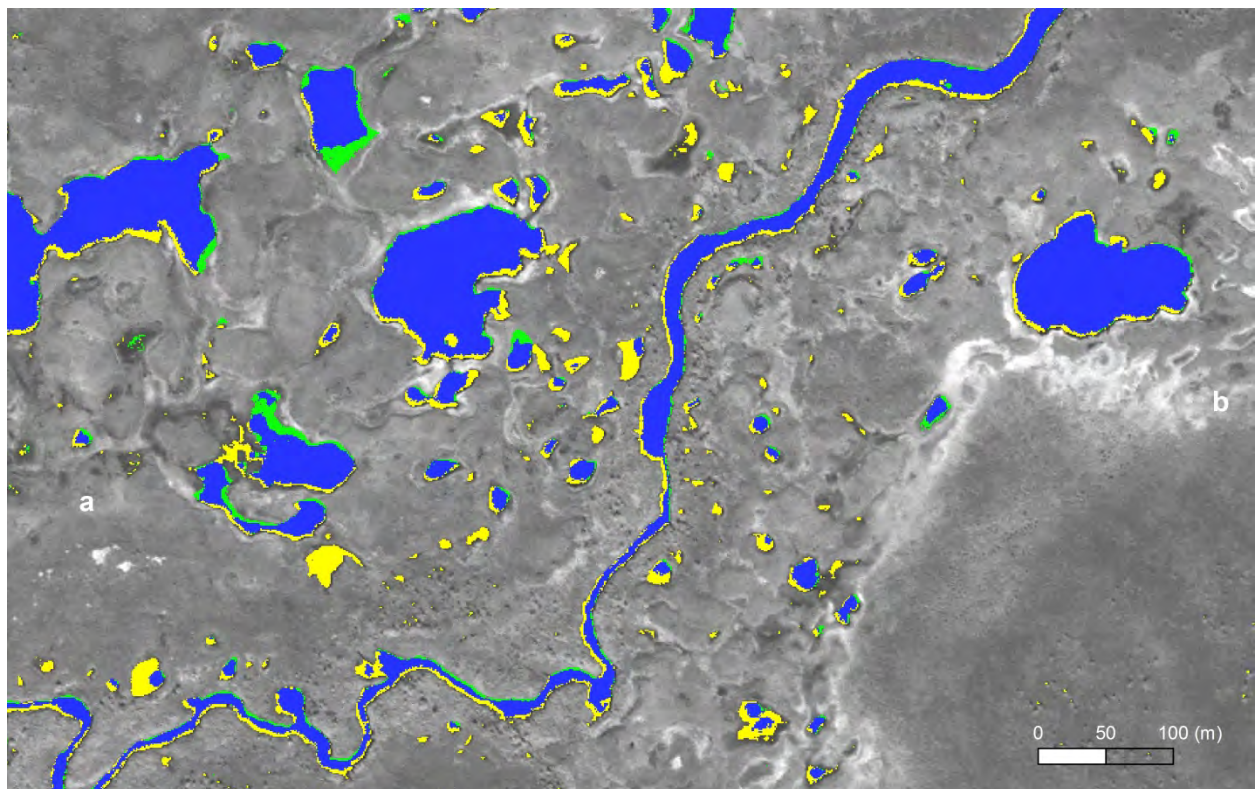


Figur 75. Satellitbild över palsmyr 1 i Tavvavuoma (IKONOS, 2003).

I figur 76 visas resultaten av en pilotstudie i palsmyrarna 5 och 6 (se figur 7), där förekomsten av ytvatten 2003 och 1980 karterats och jämförts med varandra. Analysen har baserats på M-L-klassificering av Ikonos-data från 2003 och flygbilder från 1980. Verifiering och utvärdering av resultaten har skett genom fältiakttagelser och foton från helikopter.

Inget tyder på att det förelåg någon påtaglig skillnad mellan 1980 och 2003 i fråga om det allmänna vattenståndet i området. Även om så skulle vara fallet, torde inte resultaten ha påverkats i någon större omfattning, eftersom flertalet vattensamlingar har mer eller mindre branta sidor. Detta gäller inte minst för de många termokarstgroparna, t.ex. i bildens centrala del, vilka har störst intresse i sammanhanget. Se vidare Wramner (1972 a och 1973).

Det framgår av bilden att ett stort antal mindre vattensamlingar tillkommit under perioden 1980 – 2003. Det rör sig nästan undantagslöst om termokarstgropar som uppstått till följd av nedbrytning och kollaps av palsar (och i vissa fall närmast bäcken lithalsas). Samtidigt har ett antal vattensamlingar minskat i yta till följd av igenväxning.



Figur 76. Ytvattenförekomster i större delen av palsmyrarna 5 och 6 i Tavvavuoma enligt M-L-klassificering av Ikonos-data från 2003 och en flygbild från 1980. Blå=vatten 2003 och 1980, gul=vatten 2003 och grön=vatten 1980.

Den avgörande betydelsen av ytvatten och termokarstformer vid övervakning av palsmyrar motiverar ytterligare insatser för att kontinuerligt dokumentera förändringar beträffande dessa. Strävan bör vara att utveckla geomatiska övervakningssystem där förändringar på något sätt kan kvantifieras. Detta utgör en komplex uppgift. Vattensamlingar av olika storlek och ursprung uppträder tillsammans i palsmyrar. För närvarande uppstår allt fler termokarstbetingade vattensamlingar. Samtidigt växer andra vattensamlingar igen som ett led i palsmyrarnas naturliga dynamik. Det generella vattenståndet i palsmyrar varierar. Sammantaget innebär detta att förändringar av den totala arealen ytvatten i ett palsmyrområde inte kan användas som en indikator i ett övervakningsprogram. Betydligt mer komplexa och separerade parametrar måste väljas. Området i figur 72 bedöms genom

sin storlek, sin rika förekomst av olika slags palsar och vattensamlingar, sina aktiva nedbrytningsprocesser men också stabila palspartier och igenväxande vatten vara lämpligt för närmare studier med syfte att utveckla sådana parametrar.

3.5 Flygbilder

Flygbilder av olika slag är också ett viktigt instrument för övervakning av palsmyrar. Det gäller särskilt för möjligheten att erhålla data om palsmyrar från en period som sträcker sig ett halvt sekel bakåt i tiden, alltså långt mer än vad som gäller för högupplösta satellitbilder. Flygbilder kan användas för att översiktligt kartlägga förekomsten av palsmyrar och kan också ge information om palsmorfologi, nedbrytningsprocesser m.m. Möjligheten att urskilja vattensamlingar är av särskild betydelse i sammanhanget genom att dessa kan ge en bild av nedbrytningens omfattning och intensitet.

Närmare studier av flygbilder har skett i Tavvavuoma och Lájvávággie. Samtliga tillgängliga bilder har gåtts igenom. Dessa är:

Tavvavuoma

- Svartvita ortorektifierade bilder från 1963 i skala 1:30.000
- Svartvita ortorektifierade bilder från 1975 i skala 1:60.000
- Infraröda analoga färgbilder från 1980 i skala 1:60.000

Lájvávággie

- Svartvita ortorektifierade bilder från 1960 i skala 1:20.000
- Infraröda analoga färgbilder från 1976 i skala 1:60.000
- Digitala färgbilder från 2005

Flera exempel på hur flygbilder kan användas vid dokumentation av utvecklingen i palsmyrar redovisas i föregående och följande avsnitt. Det gäller såväl användning av enbart flygbilder som användning av flygbilder i kombination med andra slags geomatiska data.

Figur 72 a och b visar hur äldre flygbilder kan jämföras med nyare satellitbilder för att få fram en detaljerad bild av bl.a. förändringar beträffande termokarstgropar i ett område. Figur 76 visar hur en äldre flygbild och en nyare satellitbild kan kombineras för att ge en mer översiktlig bild av hur förekomsten av öppet vatten förändrats under nästan ett kvarts sekel i en större del av samma område. Förändringarna hänger till stor del samman med nedbrytning av palsar (inklusive lithalsas). Det framgår tydligt hur nedbrytningen av palsar och lithalsas fortskridit mellan 1963 och 2010. Bilderna illustrerar också de möjligheter att få historiska data om palsmyrar som äldre flygbilder erbjuder. Likaså illustreras två olika sätt att kombinera äldre flygbilder med aktuella satellitdata.

Ytterligare exempel på användning av flygbilder i kombination med andra data ges i figurerna 77 b och 91 c-d. De senare illustrerar också de möjligheter att dokumentera

utvecklingen i en palsmyr som erbjuds genom visuell tolkning av flygbilder från olika fotograferingstillfällen.

Som nämnts i avsnitt 1.4 kommer en heltäckande inventering av palsmyrarna i Sverige att genomföras under hösten 2012. Den kommer till största delen att bygga på tolkning av flygbilder.

Som framgår av detta och föregående avsnitt kan flygbilder otvivelaktigt spela en viktig roll vid miljöövervakning av palsmyrar, ensamma eller i kombination med andra verktyg. Jämfört med satellitbilder är användningsområdena dock begränsade. För viktiga delar av ett övervakningsprogram för palsmyrar är flygbilder mindre lämpade. De finns i allmänhet bara från specifika fotograferingstillfällen som upprepas med mycket långa intervall. Detta gör det omöjligt att kontinuerligt följa utvecklingen och dokumentera förändringar. Satellitdata kan däremot erhållas från i princip varje önskad tidpunkt. Flygbilder kan till skillnad från satellitbilder inte användas för automatisk klassning (bara manuell). Vidare har de färre våglängder att välja mellan. Slutligen är flygbilder ofta dyrare än satellitbilder.

3.6 Laserskanning

Laserskanning från helikopter eller flygplan utnyttjas i allt större utsträckning för att generera höjdmodeller med hög upplösning. Laserskanning fångar snabbt upp detaljer med en mycket hög detaljrikedom och precision som normalt inte kommer med vid en traditionell inmätning.

För generering av digitala höjdmodeller används röd laser. Med tekniken möjliggörs snabb inmätning av stora områden och data processeras så att t.ex. topografi, hus, vägar, skog etc. kan presenteras i 3D-program i en dator. De inmätta områdena kan i efterhand också studeras från olika valda positioner och data kan omvandlas till en digital höjdmodell. Denna mätmetod har också den fördelen att man inte fysiskt behöver ta sig till de objekt eller områden som ska mätas in.

Flygbaserad högupplöst laserskanning (i fortsättningen benämnd laserskanning) ger således data som kan användas för att åstadkomma en detaljerad höjdmodell och därpå grundade transekter m.m. Det går inte att med hjälp av satellitdata dokumentera morfologin i palsmyrar med den noggrannhet som krävs i ett övervakningsprogram. Därför behövdes en kompletterande metod för att samla in sådana data. Laserskanning bedömdes vid planeringen av projektet vara en lämplig metod för detta ändamål, bl.a. därför att palsmyrar till stor del saknar störande träd- och buskvegetation. Därför har samtliga i projektet ingående palsmyrar laserskannats utom Lájvávággie. Centrala Tavvavuoma, i första hand palsmyrarna 1 och 5, skannades i juli 2007 och augusti 2009, medan övriga palsmyrområden skannades i augusti 2009.

3.6.1 Höjdmodeller

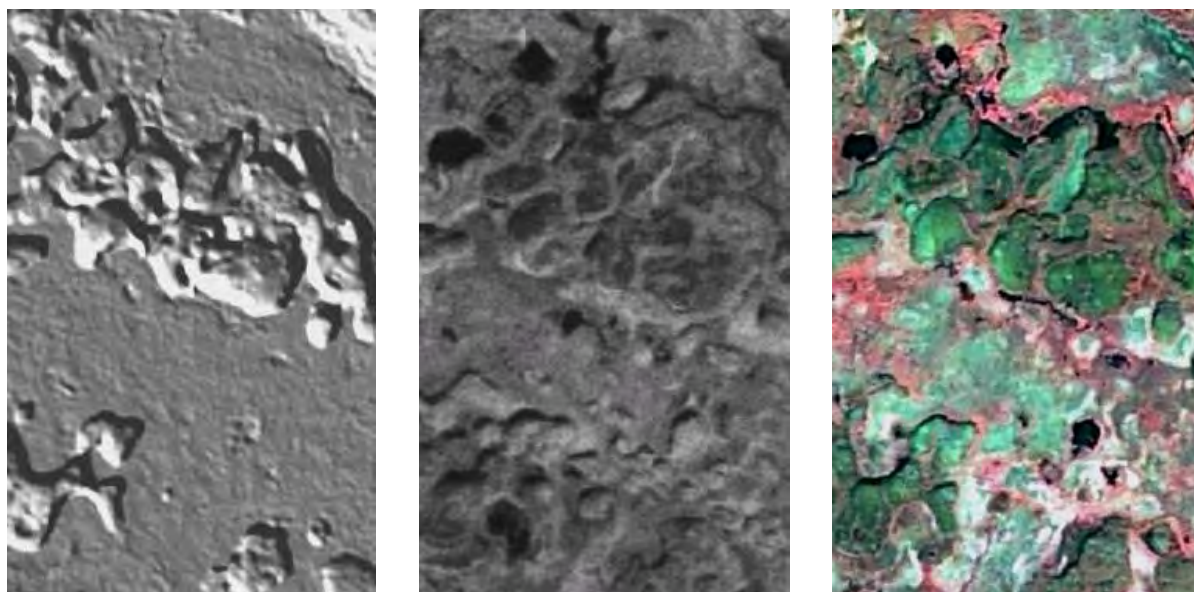
De på laserskanning baserade höjdmodellerna har ett avstånd mellan mätpunkterna, dvs. upplösning, av 0,5 m och en noggrannhet i höjddled av ± 10 cm vilket innebär en hög detaljeringsgrad. Därför är metoden lämplig för att dokumentera t.ex. de låga palsresterna i Lájvávággie.

Laserskanningarna i Tavvavuoma syftar i första hand till att testa metodens lämplighet för att ingå i ett övervakningsprogram. Viktigt är att metoden är relevant (dvs. ger data som bidrar till att uppnå syftet med övervakningen) och tillförlitlig (dvs. ger korrekta data). En tillförlitlig metod blir också repeterbar (dvs. ger samma data vid upprepning). Dessa faktorer har studerats i palsmyr 1 genom jämförelser mellan resultaten av laserskanningarna 2007 och 2009 samt genom fältkontroller, jämförelser med äldre tillgängliga data m.m.

Laserskanningarna, både i Tavvavuoma och i övriga palsmyrområden, har också till syfte att utgöra en basdokumentation som för varje ingående område kan utgöra en utgångspunkt för övervakningen. Därför redovisas i denna rapport höjdmodeller från vart och ett av de studerade palsmyrområdena utom Laivadalen. Se områdesbeskrivningarna i föregående kapitel.

Genom den använda laserskanningen med sin höga upplösning erhålls en höjdmodell med en utformning och noggrannhet som bedöms uppfylla de krav som kan ställas på ett av fundamenten i ett övervakningsprogram. Laserskanning ger en god bild av palsmyrars morfologi och – genom förnyad skanning – hur denna förändras med tiden.

Ett exempel på en sådan höjdmodell återges i figur 77 a som visar ett mindre område i centrala delen av myr 1 i Tavvavuoma. Som jämförelse visas motsvarande område på en flygbild från 1963 (figur 77 b) och en IKONOS satellitbild från 2003 (figur 77 c).



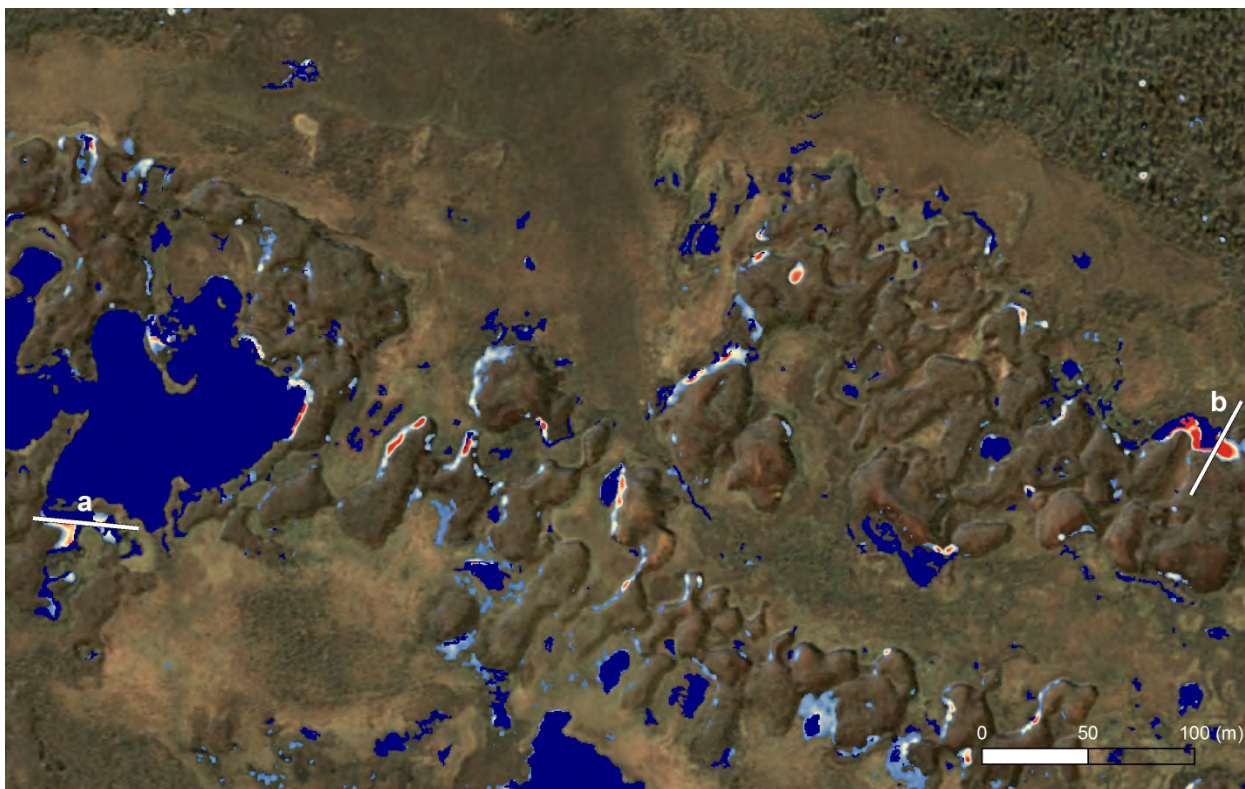
Figur 77. Ett område i centrala delen av palsmyr 1 i Tavvavuoma återgivet som a) skuggad höjdmodell baserad på laserskanning 2007, b) flygbild från 1963 och c) IKONOS satellitbild från 2003.

Bedömningen av metodens lämplighet för användning vid övervakning av palsmyrar baseras bl.a. på jämförelser mellan laserskanningarna 2007 och 2009 i Tavvavuoma, framför allt i den centrala och västra delen av palsmyr 1. Resultaten av dessa två skanningar överensstämmer till stor del. När så inte är fallet har i allmänhet en palsöveryta sänkts eller en palssida dragit sig tillbaka, dvs. någon form av nedbrytning har ägt rum. Se figur 78. Vid fältkontroll av dessa punkter har i så gott som samtliga fall noterats pågående nedbrytning eller spår av sådan som pågick för kort tid sedan. Därmed har avvikelserna en naturlig förklaring och kan kopplas till inträffade förändringar. Laserskanning är uppenbarligen en lämplig metod för att dokumentera nedbrytning av palsar – en central fråga för ett övervakningsprogram. Även jämförelser med äldre data från det aktuella området (Wramner 1973 och opublicerat material) ger stöd för bedömningen av laserskanningens höga tillförlitlighet och repeterbarhet.

Det närmare studerade området återges i figur 78 i form av en morfologisk karta. Den bygger på höjdmodeller från laserskanningarna 2007 och 2009 i kombination med QuickBird satellitdata från 2009. Utöver morfologi och förekomster av öppet vatten visas skillnaderna mellan de två höjdmodellerna, dvs. inträffade förändringar – i praktiken hop-/insjunkning av palsar – mellan 2007 och 2009. Även om överensstämmelsen dem emellan är stor, visar de på bilden markerade avvikelserna att en aktiv nedbrytning av palsar, som gör sig märkbar på bara två år, äger rum på en rad ställen i området.

En jämförelse med äldre data från Wramner (1973 och opublicerat material) tyder på att nedbrytningen av palsar är betydligt mer intensiv idag än på 1960-talet. En annan skillnad är att nedbrytningen nu tar sig fler uttryck. Tidigare skedde den huvudsakligen i anslutning till vattensamlingar genom blockerosion från sidan eller lokal smältning under en palsgöl uppe på en pals. Det framgår av figur 78 att en betydande del av nedbrytningen fortfarande äger rum i palsarnas perifera delar, uppenbarligen med blockerosion som den dominerande processen. Emellertid har nu tillkommit ytterligare en nedbrytningsprocess av stor betydelse, nämligen att större sammanhängande palsöverytor utan kontakt med öppet vatten hastigt kollapsar. Orsaken måste vara att den frusna kärnan smälter och sjunker ihop. Till skillnad från t.ex. blockerosion resulterar denna nedbrytningsprocess inte alltid i palskar, dvs. öppet vatten.

Det är viktigt att övervakningsprogram för palsmyrar utformas så att alla former av nedbrytning fångas upp. Laserskanning syns vara den lämpligaste metoden, särskilt i kombination med satellit- och flygbilder, för att dokumentera hopsjunkning av palsar utan samband med öppet vatten. Detta kan ske med hjälp av höjdmodeller och transekter. Se figurerna 78 och 80-82.



Figur 78. Den centrala och västra delen av palsmyr 1 i Tavvavuoma. Bilden har tagits fram genom att kombinera laserdata från 2007 och 2009 med satellitdata. Höjdmodellerna från de båda laserskanningarna stämmer helt överens utom i de färgmarkerade partierna. Dessa anger skillnader, i praktiken hopsjunkning av palsöverytan eller blockerosion från sidan, mellan 2007 och 2009. Graden av förändring anges av den stigande färgskalan ljusblå-vit-röd. Öppet vatten anges med klarblå färg. Den minsta förändring som markerats på bilden är 20 cm. De rödmarkerade partierna har sjunkit ihop minst ca 1 m. Se vidare figurerna 81 och 82. Linje a visar läget av transekten i figur 81 och linje b av den i figur 82.

3.6.2 Transektter

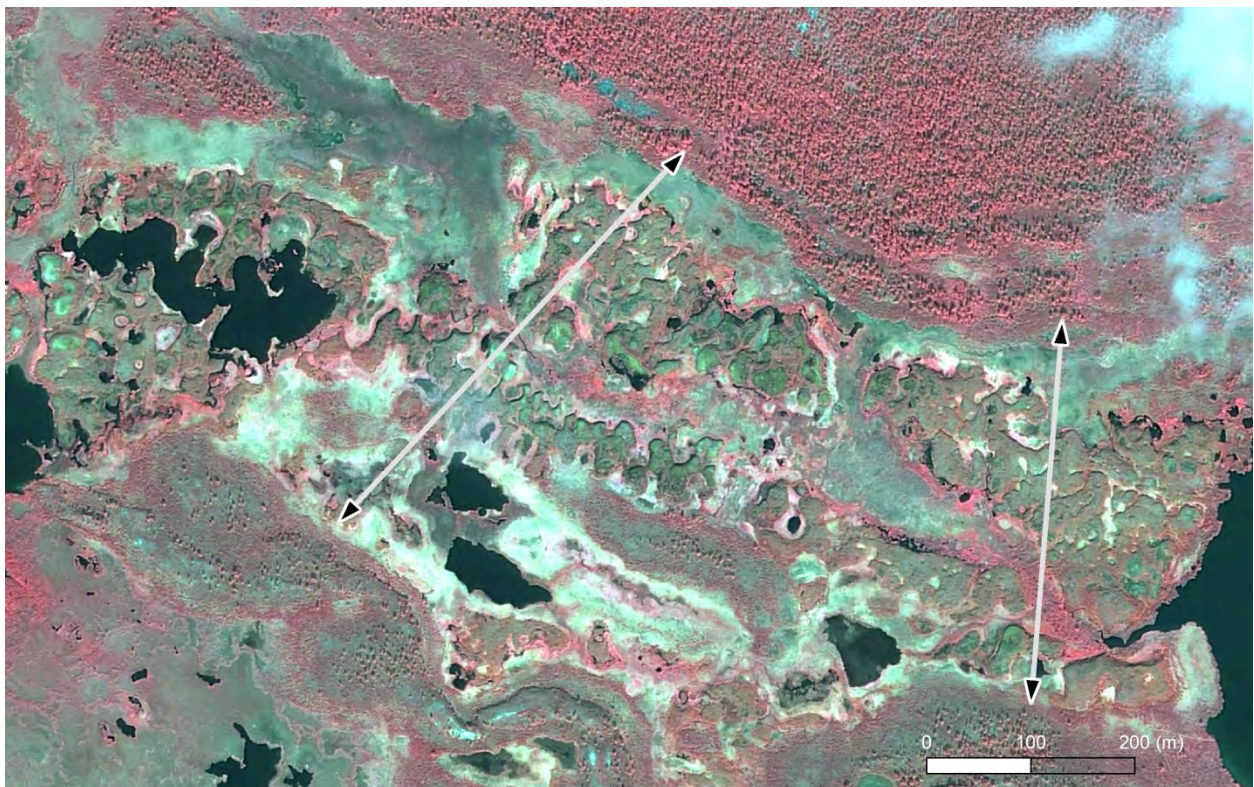
Vid tidigare studier av palsmyrarna i Tavvavuoma har ett flertal transektter (profiler) över myrarna 1 och 5 spelat en viktig roll för beskrivningen av palsarna (morfologi, vegetation, inre byggnad m.m.) och tolkningen av deras genes, utveckling etc. (Wramner 1972 a; 1973). Transektterna har avvägts manuellt med Wild-tub och latta vilket är en tidsödande metod. Den inre byggnaden har dokumenterats genom borrhning genom den frusna torven ned i den underliggande frusna mineraljorden vilket är en ännu mer tidsödande metod som dessutom kräver tung utrustning. Det finns en stor mängd delvis opublicerade data från Tavvavuoma som är knutna till dessa transektter och skulle kunna användas som en grund för ett övervakningsprogram. Två transektter över palsmyr 1, som upprättades 1966, har markerats i figur 79. Dessa två transektter kartlades åter 2007-10.

Ett övervakningsprogram bör innefatta transektter som regelbundet uppdateras så att utvecklingen kan följas. De bör i första hand omfatta morfologin, vegetationen och tjockleken av det aktiva lagret. Palsarnas inre byggnad är av mindre intresse i ett

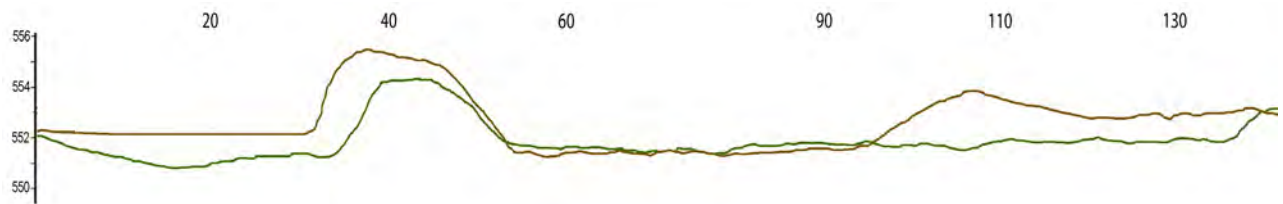
övervakningsperspektiv och en regelbunden dokumentation av denna skulle dessutom innebära höga kostnader och stora praktiska svårigheter. Frågan bör dock inte lämnas helt. Om behov av aktuell kunskap om den inre byggnaden skulle uppstå bör givetvis särskilda insatser övervägas.

Genom laserskanning erhålls data som direkt kan användas för att upprätta en transekt som visar morfologin. Vegetationen kan översiktligt dokumenteras med hjälp av satellitdata och flygbilder, men den för ett övervakningsprogram önskvärda noggrannheten torde också kräva regelbunden fältkontroll. Se vidare avsnitt 3.8.2. Även mätning av det aktiva lagrets tjocklek kräver insatser i fält.

De två transekterna över palsmyr 1 från 1966 har i möjligaste mån upprepats beträffande morfologin med hjälp av data från laserskanningarna 2007 och 2009. Vidare har vegetationen inventerats i fält 2011 (se avsnitt 3.8.2). Även om det innebar vissa svårigheter att i terrängen exakt återfinna 1966 års transekter, visade det sig vara möjligt att med denna metod kombinera och jämföra data med helt olika ålder och tillkomstsätt för att få en bild av förändringarna under 45 år. Betydande nedbrytning mellan 1960- och 2000-talen har även på detta sätt dokumenterats. Som exempel på hur sådana data kan användas redovisas i figur 80 den sydligaste delen av den östra transekten med morfologiska data från 1966 och 2009.

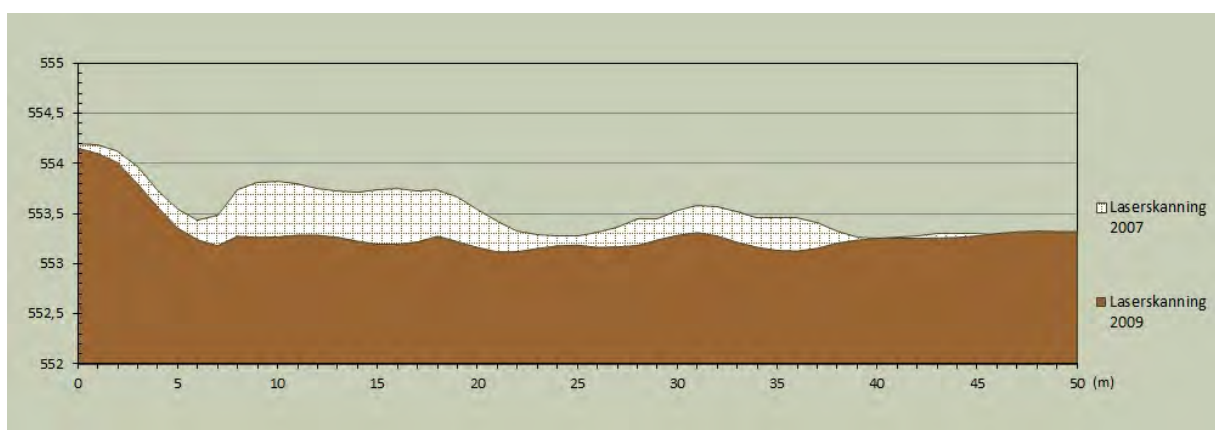


Figur 79. Satellitbild över palsmyr 1 i Tavvavuoma med de två transekterna hos Wramner (1973) inlagda.

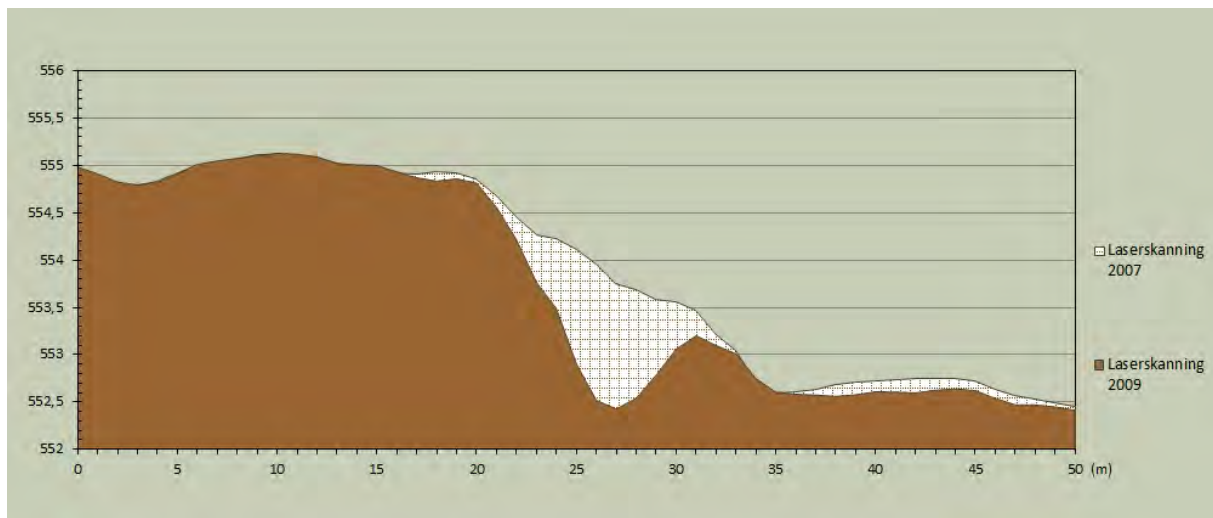


Figur 80. Den sydligaste delen av den östra transekten i palsmyr 1 i Tavvavuoma 1966 och 2009. Situationen 1966 återges med svart färg och den för 2009 med grön färg. I båda fallen återges endast ytformen. Originaltransekten från 1966 (se Wramner 1973) redovisar därutöver vegetation, ytvatten och inre byggnad (aktivt lager, torvlager och mineraljord). Den baseras på avvägning, vegetationskartering och borrhning. Transekten från 2009 baseras på laserdata. Längst i söder (vänster i bilden) finns fastmark där transekterna sammanfaller. Sedan vidtar en vattensamling (palskar) som under perioden sänkts och minskat i areal. Den slutar vid en större pals med en erosionsbrant ned i vattnet. Erosionsbranten har under perioden dragit sig tillbaka och palsen sjunkit ihop även om nedbrytningsintensiteten tycks ha avtagit, sannolikt till följd av palskarets minskning. Norr om palsen vidtar ett otjälrat myrparti ur vilket en lägre, flack pals (palsflak) reste sig 1966. Den var i huvudsak opåverkad av erosion även om några mindre palsgölar noterades på överytan. 2009 hade palsen helt kollapsat inom det område som återges i bilden och ersatts av otjälad myr.

I figurerna 81 och 82 återges två transekter som markerats i figur 78 (a respektive b). De är baserade på laserskanningarna 2007 och 2009 och har valts för att dels visa vilka möjligheter denna teknik erbjuder, dels ge exempel på hur mycket morfologin kan förändras på bara två år. Utförda laserskanningar ger möjlighet att redovisa sådana transekter över samtliga palsmyrar utom Lájvávággie.



Figur 81. Transekt längs linje a i figur 78. Den övre begränsningen av den rutmarkerade ytan anger markytan 2007, den brunfärgade markytan 2009. Längst till höger i transekten saknas den rutmarkerade ytan eftersom ingen förändring har ägt rum. Två låga palsar i transektens mellersta del har under tvåårsperioden sjunkit ihop, försvunnit helt och ersatts av otjälad blöt myr. En tredje, högre pals längst till vänster i transekten har endast sjunkit ihop marginellt.



Figur 82. Transekt längs linje b i figur 78 som upprättats på motsvarande sätt som den i figur 81. En kollaps har skett av palssluttningen utan något samband med blockerosion. Den nedersta delen av sluttningen utgör en strängformad palsrest, fortfarande med perenn tjäle. Ett blött otjälät myrstråk avskiljer den från resten av den högre palsen. Längst till höger i transekten finns en mycket låg pals som sjunkit ihop något.

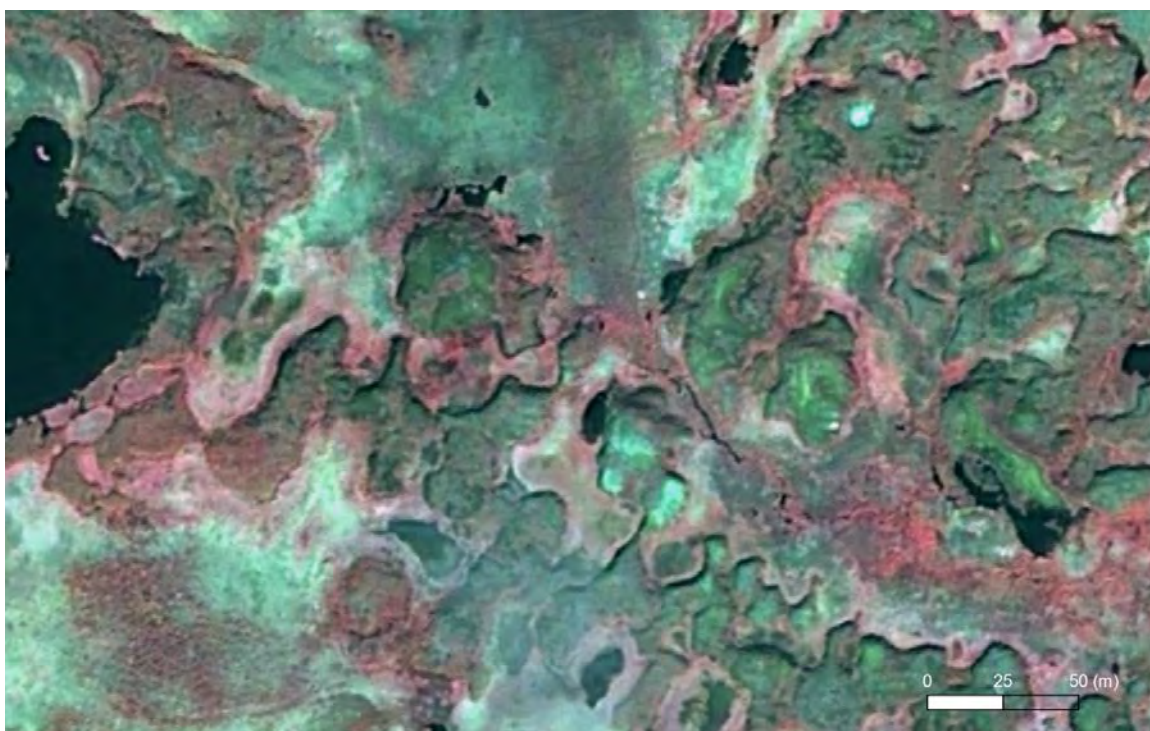
3.6.3 Kombination av laserskannings- och satellitdata

En viktig del av projektet har varit att undersöka om en kombination av laserskannings- och satellitdata kan ge en från övervakningssynpunkt bättre bild av palsmyrar än vad endera av dessa båda metoder ensam kan ge. I praktiken har frågan gällt om det går att få fram bilder som förenar den på laserskanning baserade höjdmodellens redovisning av morfologin med satellitbildens redovisning av öppet vatten, vegetation m.m.

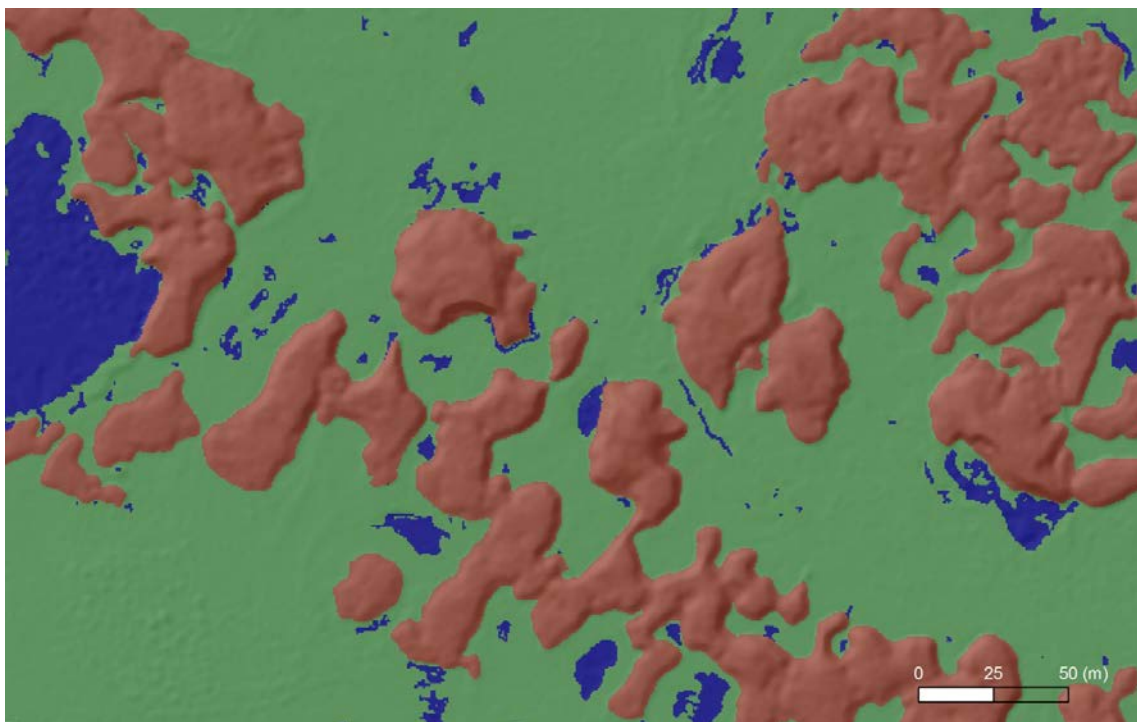
De genomförda försöken visar att en sådan bättre bild av palsmyrar kan erhållas genom att kombinera laserskannings- och satellitdata. Figur 83 a-c visar ett exempel från palsmyr 1 i Tavvavuoma på hur en sådan kombination kan ge ett för övervakning användbart resultat. Det framgår tydligt hur höjdmodellen inte skiljer på öppet vatten och myr, medan satellitbilden har vissa begränsningar i återgivningen av morfologin.



Figur 83 a. Höjdmodell av ett område i den centrala delen av palsmyr 1 i Tavvavuoma baserad på laserskanning 2009.



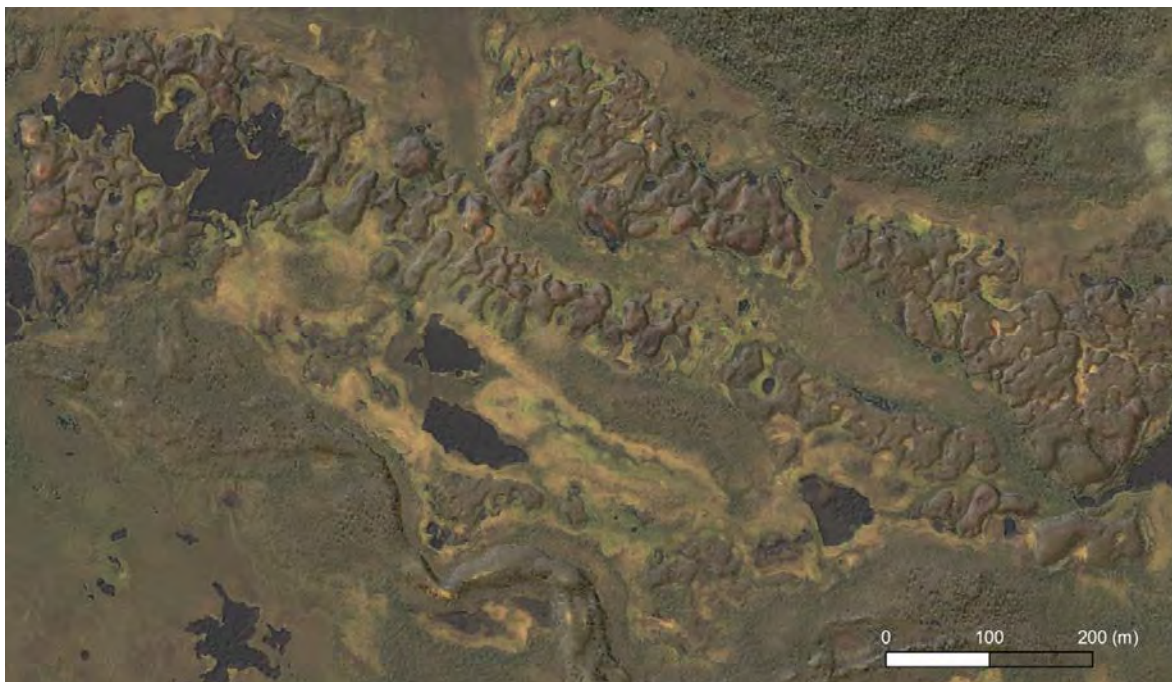
Figur 83 b. QuickBird satellitbild från 2009 över samma område som i figur 83 a.



Figur 83 c. Karta över samma område som i figurerna 83 a-b baserad på data från laserskanning 2009 och QuickBird satellitdata från 2009. Brun=pals, blå=vatten och grön=myr. Utbredningen av palsar har karterats genom visuell tolkning och den av vatten genom semiautomatisk tolkning. Resterande ytor har klassificerats som myr.

Återgivningen av palsarnas utbredning i figur 83 c är av särskilt intresse i ett övervakningsperspektiv. En sådan karta gör det nämligen möjligt att räkna ut den totala palsarealen i det aktuella området – en lämplig parameter i ett övervakningsprogram. En annan lämplig parameter är den totala palsvolymen i området. Även denna kan räknas ut med hjälp av de data som ligger bakom figurerna 83 a-c. Utgångspunkten är den redan berörda ytan för varje enskild pals (i praktiken ofta palskomplex). Sedan görs en höjdmodell för palsen med hjälp av data från laserskanningen. Modellen avser höjden över den omgivande myren vars nivå anges i en markmodell som också bygger på laserskanningen. Därefter kan volymen för varje pals räknas ut. En tredje tänkbar parameter, som också går att räkna ut med hjälp av sådana data, är kvoten mellan total palsyta och total yta palskar med öppet vatten i en myr. Den kan ge ett mått på intensiteten i nedbrytningen av palsarna i myren.

Ytterligare ett exempel på hur en kombination av laserskannings- och satellitdata kan ge en klart bättre bild av en palsmyr än vad endera av dessa båda dataslag ensam kan ge redovisas i figur 84. Även denna bild bygger på data från laserskanning och QuickBird satellitdata, båda från 2009. Visualiseringen av palsarna sker genom att kombinera satellitdata i naturliga färger med en skuggad höjdmodell baserad på laserdata. För att framhäva palsarnas morfologi gjordes satellitbilden halvtransparent.



Figur 84. Bild över större delen av palsmyr 1 i Tavvavuoma som tagits fram genom att kombinera data från laserskanning 2009 med QuickBird satellitdata från 2009.

3.7 Observationer från luften

Observationer från helikopter eller flygplan, ofta i kombination med dokumentation genom fotografering, har varit ett viktigt inslag i många studier av palsmyrar och bör också ingå som en komponent i ett övervakningsprogram. Sådana observationer ger en överblick som inte kan erhållas från marken. De kan ge värdefulla data som kompletterar geomatiska data och data från markobservationer. Vidare kan de ge möjlighet att utvärdera och validera framför allt geomatiska data liksom att ta foton av värde i informationssammanhang.

Ett antal foton tagna från luften redovisas tidigare i rapporten (kapitel 2 och figur 72 c) och visar de möjligheter sådan fotografering innebär för att illustrera och dokumentera företeelser på marken. Dessa möjligheter behandlas mer systematiskt i detta avsnitt, där också ytterligare foton från Tavvavuoma redovisas.

För miljöövervakning av palsmyrar är foton som dokumenterar situationen av stort intresse. Det gäller särskilt om fotograferingen kan upprepas men också i andra fall. Det är i allmänhet svårare att vid senare fotografering ta exakt samma bild från luften än på marken. Även om bilderna vid upprepad fotografering inte stämmer helt överens kan de i viss mån anpassas till varandra genom bildbehandling i dator, åtminstone i tillräcklig grad för att kunna användas för jämförande dokumentation. Så har skett i t.ex. figurerna 88 a och b.

Inom projektet har byggts upp ett digitalt bildarkiv omfattande ett stort antal foton tagna från luften i Tavvavuoma under perioden 1964 – 2011. De flesta är tagna i mitten av 1960-talet och kring 2010 men bilder finns också från perioden däremellan. Här redovisas några av dessa för att illustrera dels de möjligheter sådana foton erbjuder, dels situationen och utvecklingen i palsmyrarna 1 och 5.

Figurerna 85-87 visar hur allmänna översiktssbilder kan utgöra en värdefull dokumentation av morfologin och de morfologiska processerna i en palsmyr.



Figur 85. Vy över merparten av palsmyr 1 i Tavvavuoma från väster 1964. De två stora palskaren i förgrunden åtskiljs av en palsrygg. Andra sådana skjuter ut i karen. Aktiv nedbrytning pågår längs ryggarna och den södra kanten medan igenväxning påbörjats i den norra delen. a och b anger motsvarande punkter i figurerna 85 och 86. Foto Per Wramner (augusti 1964).



Figur 86. Vy över de stora palskaren i figur 85 från nordväst 2010. Dessa är nu förenade till en större vattensamling genom att den åtskiljande ryggen har försvunnit. Även i övrigt syns hur palsnedbrytningen fortskridit. Exempelvis är de två palsryggar som 1964 skjuter ut i de båda palskaren från deras norra sida till stor del försvunna 2010. a och b anger motsvarande punkter i figurerna 85 och 86. Foto Susanne Backe (augusti 2010).



Figur 87. Vy över den centrala delen av palsmyr 1 från sydväst. Fotot ger en allmän bild av morfologin och palsarnas läge. Inte minst framträder de rundade inskärningar i palskomplexen – m.el.m. igenvuxna palskar – som nedbrytningen ger upphov till. Bilden kan också användas för validering av satellitdata. Foto Susanne Backe (augusti 2010).

Figurerna 88 a och b ger en vy över den centrala delen av palsmyr 1 från nordväst 1964 och 2010. Flyghöjden är tillräckligt låg för att även detaljer skall kunna observeras. Viktiga skillnader mellan 1964 och 2010 har noterats.

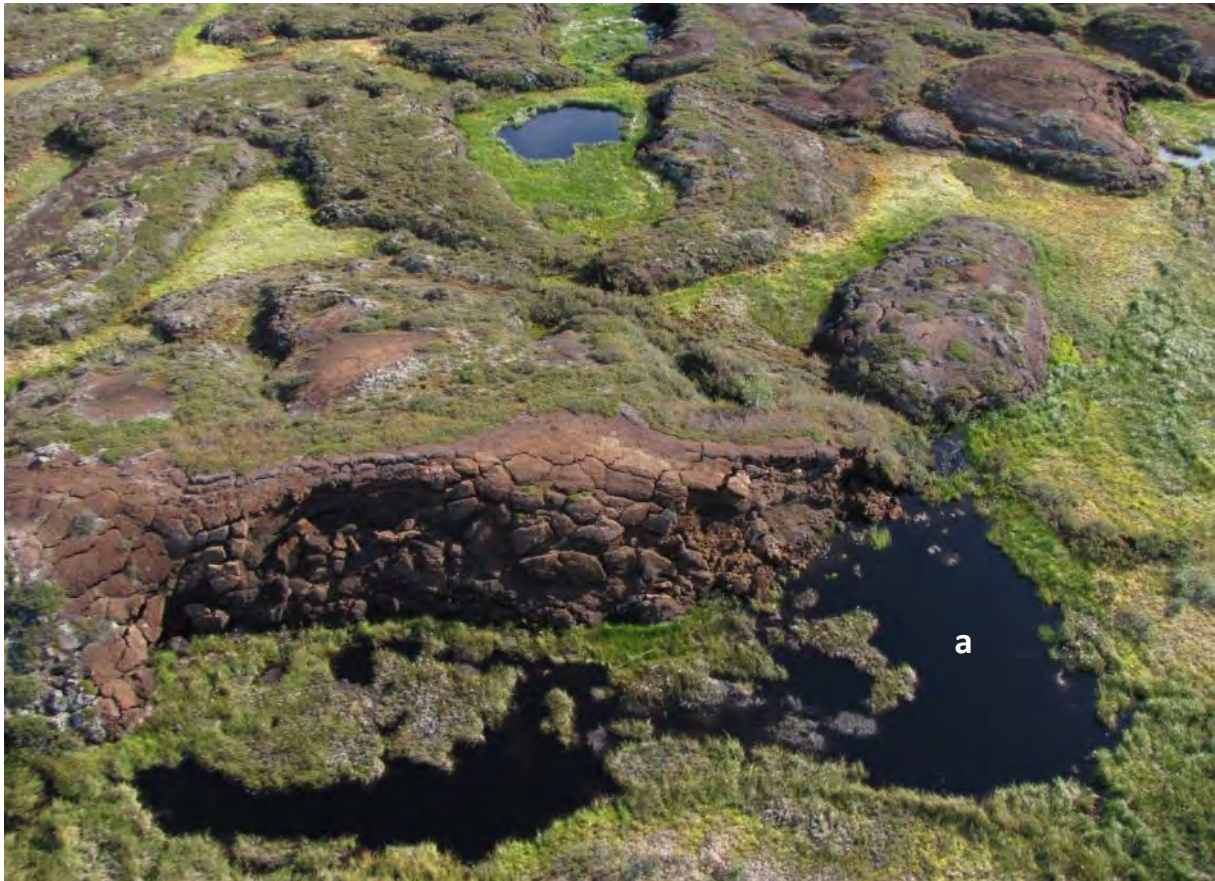


Figur 88 a. Vy över den centrala delen av palsmyr 1 i Tavvavuoma från nordväst 1964. Morfologin är präglad av nedbrytning med djupa inskärningar i palskomplexen i form av palskar. Nedbrytningen var dock inte särskilt aktiv. Flertalet palskar var igenvuxna eller höll på att växa igen. Ett blött centralt kärdråg med inslag av öppet vatten syns tydligt. Detsamma gäller ett parti med vissen (grå) vegetation i det nedre högra hörnet av bilden som orsakas av kvarvarande tjäle. Foto Per Wramner (augusti 1964).

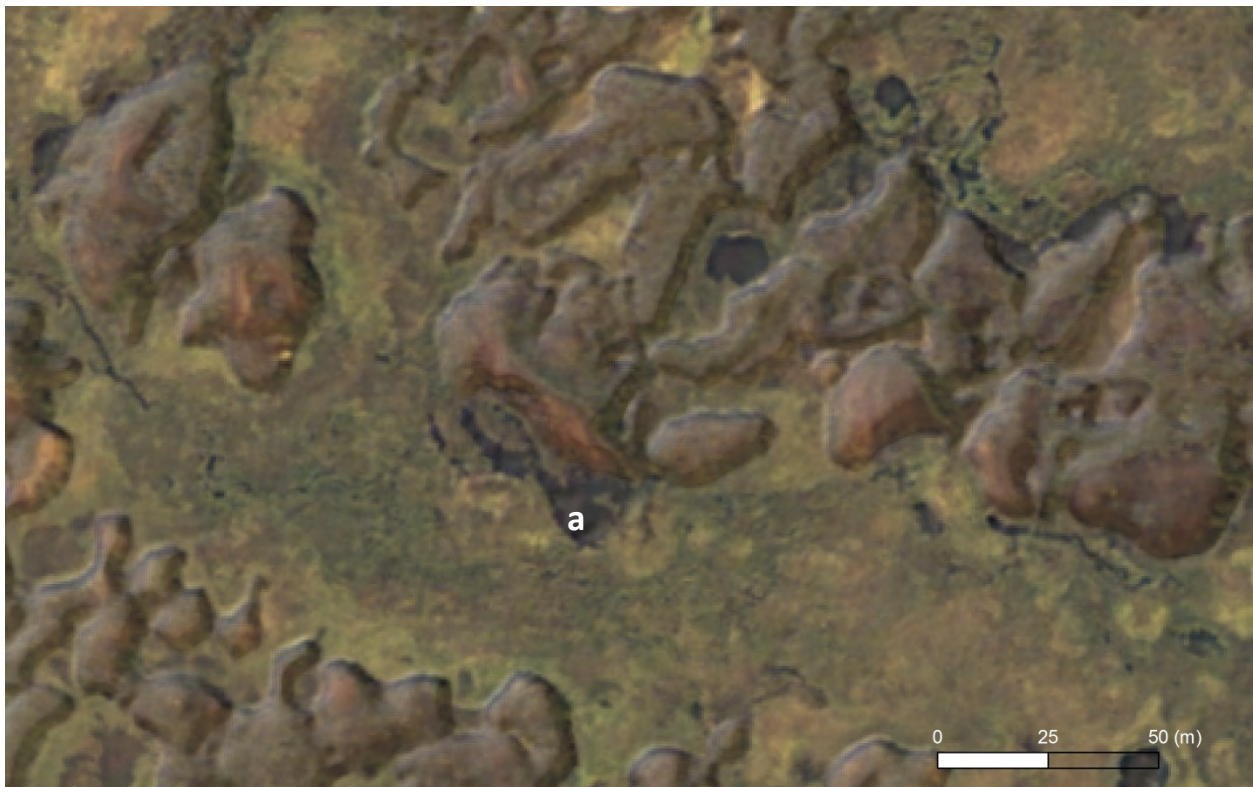


Figur 88 b. Samma vy som i figur 88 a 2010. Nedbrytningen har ökat påtagligt och pågår på flera ställen med hög intensitet, särskilt i anslutning till öppna palskar. Huvuddragen i palsmyren kvarstår dock i stort sett oförändrade. Det centrala kärdråget har vuxit igen och partiet med vissen kärvegetation finns inte längre. Foto Susanne Backe (augusti 2010).

Figur 89 a-b visar ett foto taget från helikopter på låg höjd över ett mindre område i centrala delen av palsmyr 1 i Tavvavuoma respektive en bild över samma område baserad på satellitdata och laserdata. Bilderna visar hur man på detta sätt i detalj kan dokumentera morfologin, vegetationen och pågående morfologiska processer i en palsmyr.



Figur 89 a. Foto över ett palskomplex i centrala delen av palsmyr 1 i Tavvavuoma taget på låg höjd från sydväst 2010. I förgrunden syns aktiv blockerosion med palskarsbildning i en hög kupolformad pals. Därbakom syns lägre, flacka eller välvda palsar med en av tidigare nedbrytning präglad morfologi. Palskaren är nu till stor del igenvuxna eller under igenväxning. a anger motsvarande punkt i figurerna 89 a och b. Foto Susanne Backe (augusti 2010).



Figur 89 b. Bild framtagen genom att kombinera data från laserskanning med QuickBird satellitdata (förstoring av del av figur 84). I sin centrala del visar bilden samma område som i figur 89 a. a anger motsvarande punkt i figurerna 89 a och b.

3.8 Observationer från marken

Observationer från marken, inkluderande fotografering, kartering, provtagning, mätningar, borring, vegetationsanalys m.m., utgör i allmänhet en huvudkomponent vid forskning om palsmyrar. Som tidigare framhållits (avsnitt 1.3.3) kan ett övervakningsprogram för palsmyrar inte i större omfattning bygga på sådana observationer. Praktiska och ekonomiska skäl gör detta omöjligt. Alternativa möjligheter för övervakningen måste därför sökas – och sådana finns, som framgår av denna utredning.

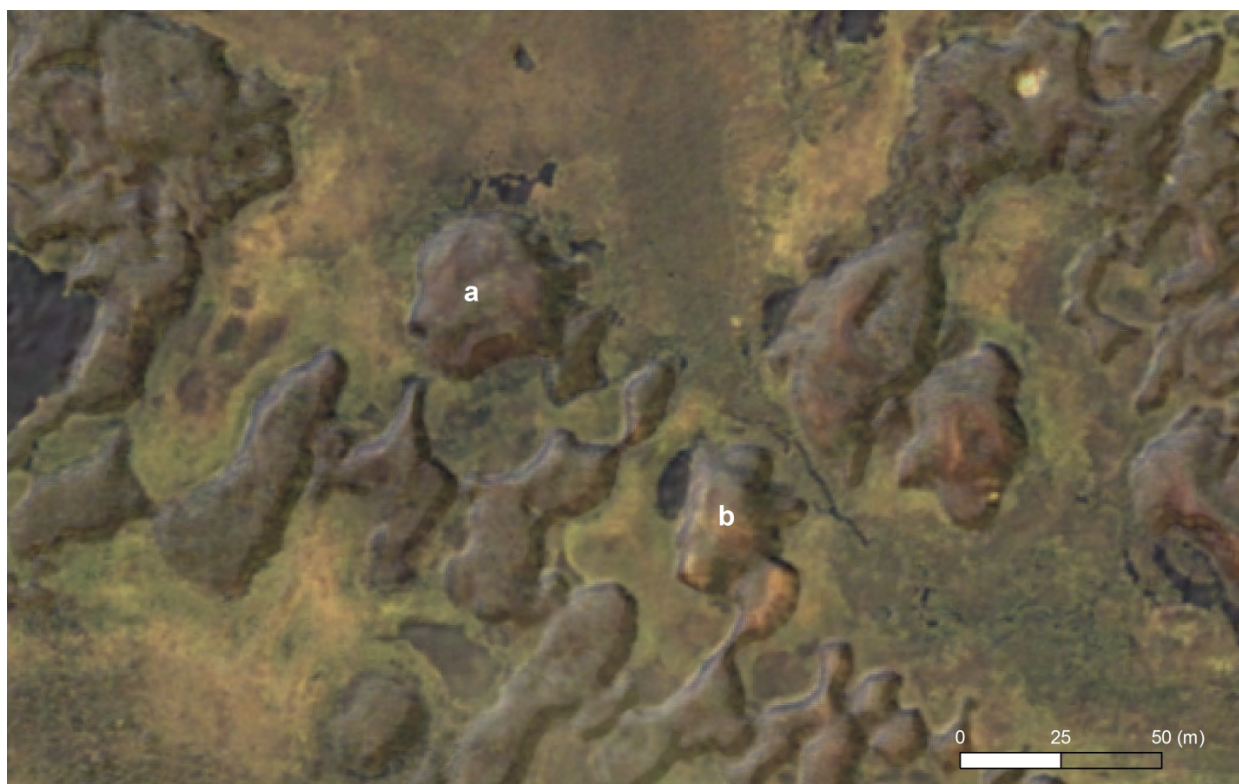
Det finns emellertid behov av att med jämna mellanrum, kanske en gång per 5-10-årsperiod, och för två bestämda syften besöka palsmyrar som ingår i ett övervakningsprogram. Syftena är dokumentation av förändringar gällande dels morfologin och de morfologiska processerna, dels vegetationen. För morfologin sker detta bäst genom fotografering av väl definierade motiv och för vegetationen genom kartering längs bestämda transekter, lämpligen samma som ingår i den geomatiska övervakningen. Som exempel på hur detta kan ske redovisas några foton och beskrivs vegetationsanalyserna i palsmyr 1. Vidare visas hur ytterligare information om palsmyrar och förändringar i dessa kan erhållas genom att jämföra data från markobservationer med geomatiska data. Även t.ex. fotografier från marken kan med fördel kopplas samman och jämföras med flygbilder eller satellitbilder.

3.8.1 Fotografier

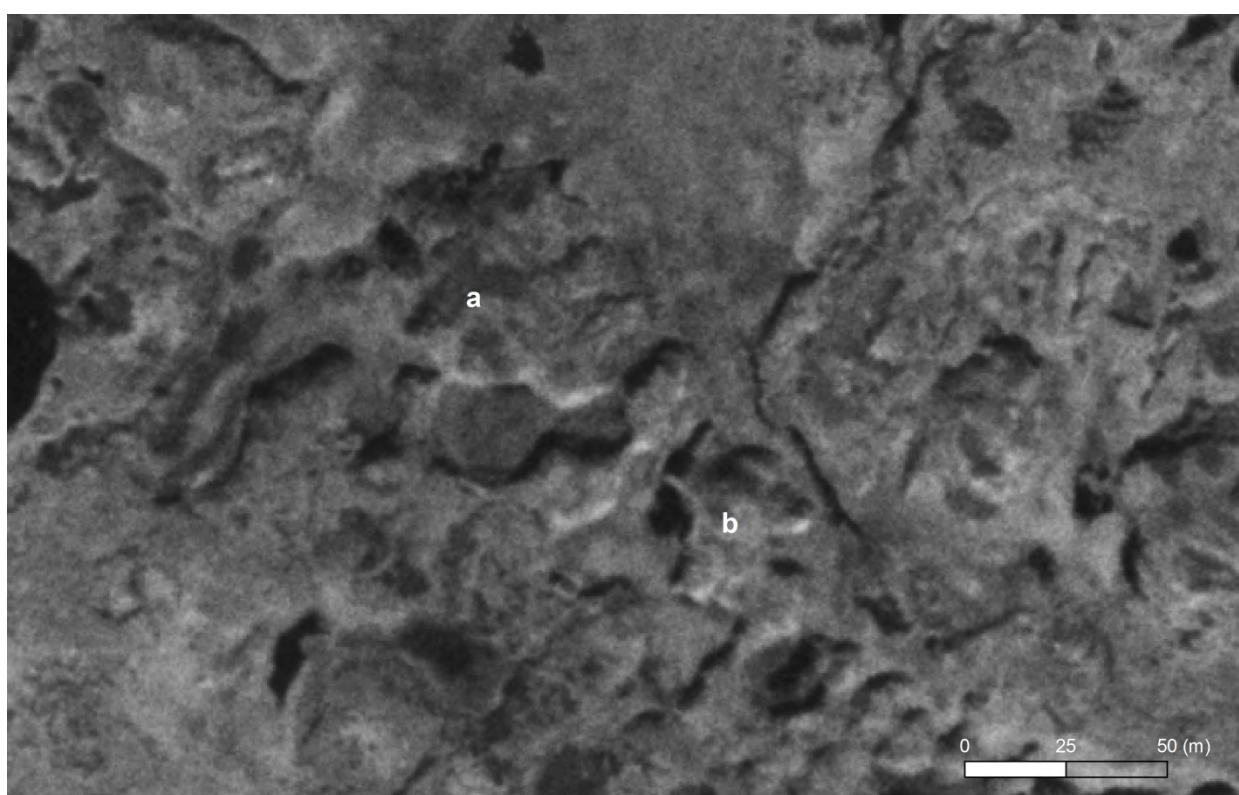
Figur 90 a visar en bild av ett representativt område i västra delen av palsmyr 1 i Tavvavuoma som fotograferats på marken från nordväst. Den utgör ett exempel på en vy som bedöms lämplig att ingå i ett övervakningsprogram genom att fotograferingen upprepas med jämna mellanrum framöver. Figur 90 b innehåller en kombinerad satellitbild och höjdmodell från 2009 som dels visar läget av området i figur 90 a, dels ger en bild av dess morfologi. Även de närmast omgivande delarna av myren täcks av denna bild. Bilderna visar hur man på detta sätt i detalj kan dokumentera morfologin, vegetationen och pågående morfologiska processer i en palsmyr. Figur 90 c ger ytterligare ett exempel på hur man kan kartlägga den historiska utvecklingen med hjälp av äldre flygbilder. Den visar en flygbild från 1963 över samma område som i figur 90 b.



Figur 90 a. Höga (upp till 4-5 m) kupolformade palsar i västra delen av palsmyr 1. Läget framgår närmare av figur 90 b. I bakgrunden syns lägre flacka palsar. Palsen i förgrunden (a) och den högsta palsen i bildens övre del (b) är utsatta för aktiv blockerosion med palskarsbildning. Foto Susanne Backe (augusti 2010).



Figur 90 b. Bild framtagen genom att kombinera QuickBird satellitdata med laserdata, båda från 2009 (förstoring av del av figur 84). a och b anger läget av motsvarande bokstäver i figur 90 a.



Figur 90 c. Flygbild från 1963 över samma område som i figur 90 b. Bokstäverna a och b anger läget av motsvarande bokstäver i figurerna 90 a och b.

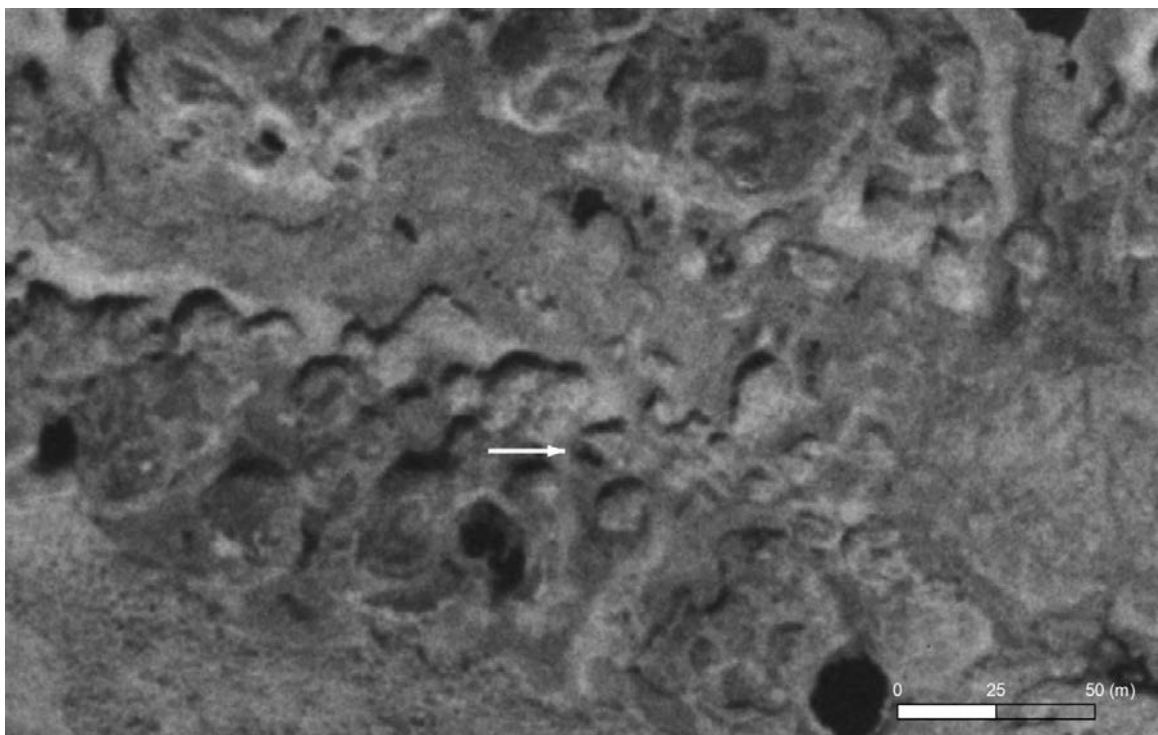
Figurerna 91 a-e visar hur en grupp fristående 1-3 m höga palsar i det centrala kärrdråget i palsmyr 1 i Tavvavuoma praktiskt taget helt försvunnit mellan 1964 och 2011. Figurerna 91 a och b visar markbilder från 1964 respektive 2010. Figur 91 c och d visar flygbilder över det aktuella området från 1963 respektive 1980, medan figur 91 e visar motsvarande område på en bild som erhållits genom att kombinera QuickBird satellitdata från 2009 med laserdata från samma år. Denna serie av bilder visar hur äldre fotografier och flygbilder kan användas för att kartlägga palsarnas utveckling under en period av nästan 50 år.



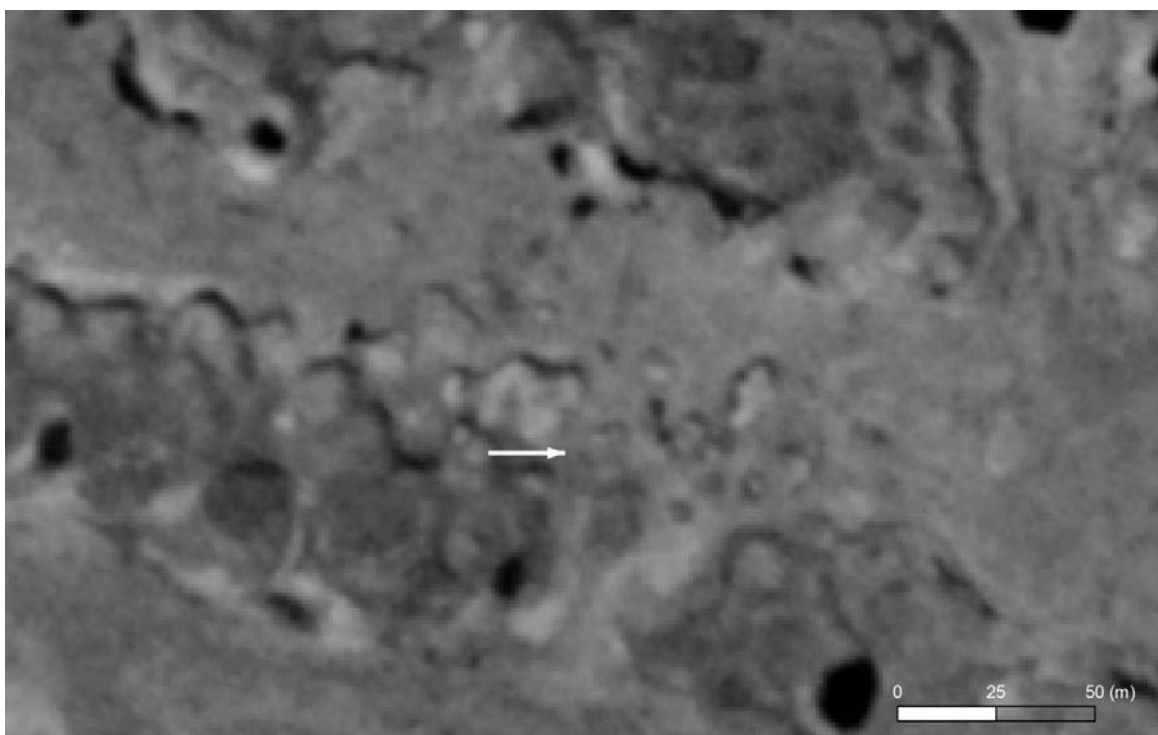
Figur 91 a. Vy från väster (1964) över en grupp fristående 1-3 m höga palsar i det centrala kärdråget i palsmyr 1 i Tavvavuoma. Palsarna bedömdes då vara relativt unga och under tillväxt. Pilen i figurerna 91 c-d visar fotograferingsriktningen och dess spets fotograferingsplatsen. Foto Per Wramner (augusti 1964).



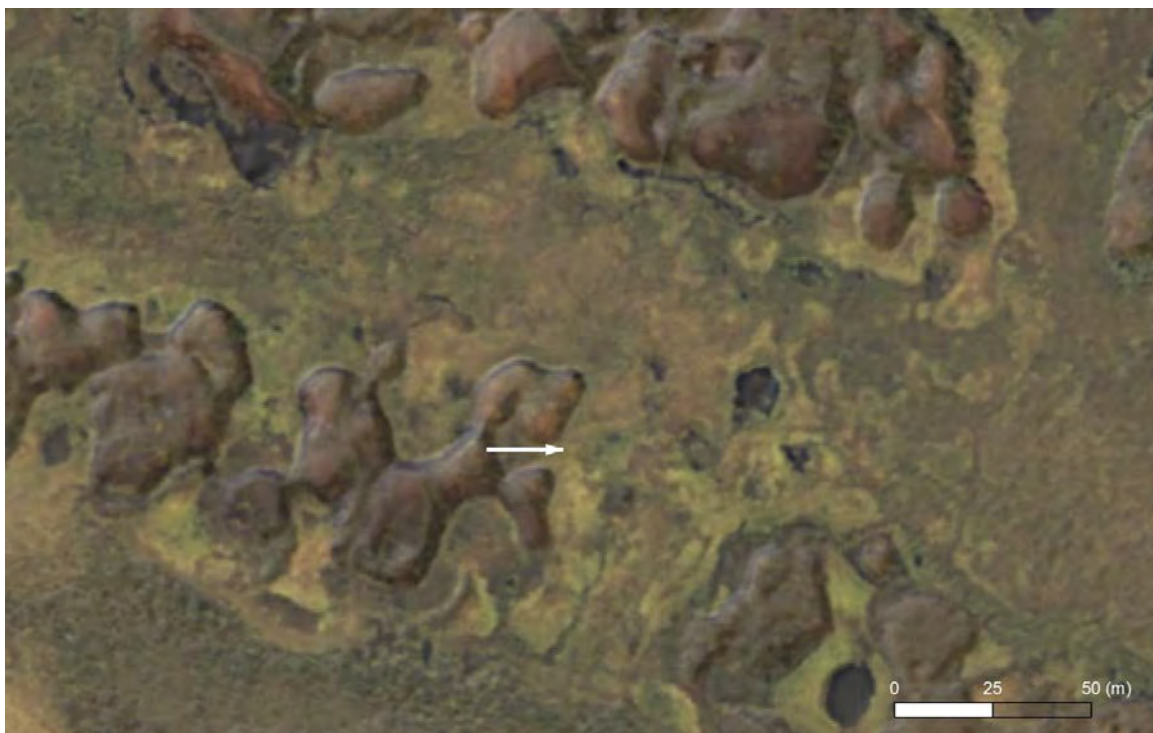
Figur 91 b. Samma vy som i figur 91 a fotograferad från samma plats 2011. Palsarna är helt borta och kan endast spåras i form av igenväxande palsskar. Detta gäller även de palsslutningar som syntes i bildens högra kant. De två vattensamlingarna närmast fotografen är i det närmaste helt igenvuxna. Foto Susanne Backe (augusti 2011).



Figur 91 c. Flygbild från 1963 över den centrala delen av palsmyr 1. Gruppen av fristående palsar i figur 91 a syns väl liksom vattensamlingen vid den triangelformade palsen närmast fotografen och det låga palskomplex vars nordligaste del skymtar i fotografiets högra kant.



Figur 91 d. Flygbild från 1980 över samma område som i figur 91 c. Gruppen av fristående palsar i figur 91 a syns fortfarande men de enskilda palsarna har minskat i utbredning och volym. Se t.ex. den största enskilda palsen i gruppens nordligaste del (på vilken en person står i figur 91 a). Vidare har ett par palskar tillkommit som en följd av palsarnas nedbrytning.



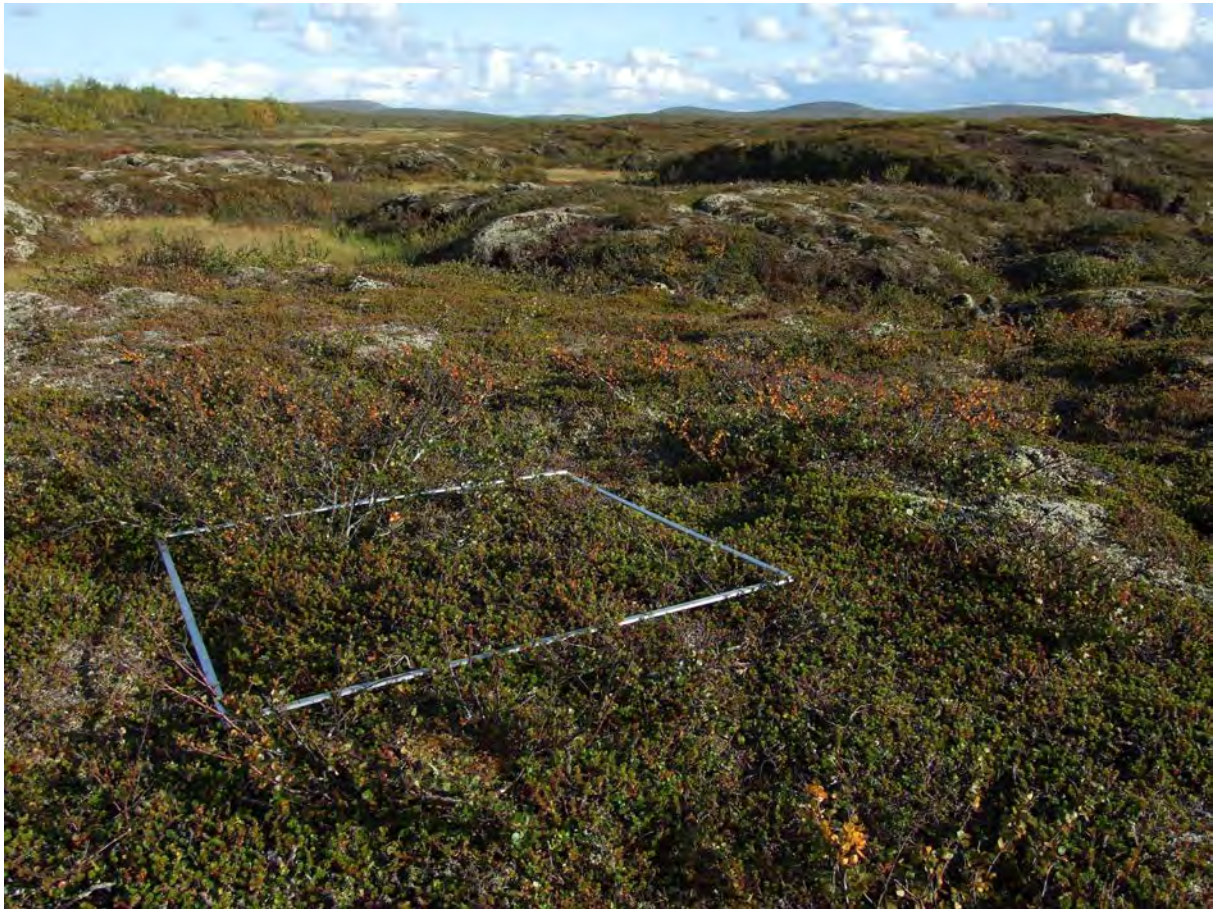
Figur 91 e. Samma område som i figur 91 c på en bild som erhållits genom att kombinera QuickBird satellitdata med laserdata, båda från 2009. Gruppen av fristående palsar är nu helt borta men spår av dem syns i form av igenväxande palskar. Det största av dessa finns på platsen för den pals på vilken en person står i figur 91 a.

3.8.2 Vegetationskartering

Under de inledande fältundersökningarna 2009 och 2010 ägnades mycket tid åt att inventera vegetationen i främst Tavvavuoma men även i Nuvjávri och Oaggujeaggi. Under 2011 även i Sirččám. Syftet med dessa inventeringar var främst att skaffa ett underlag för att kunna kalibrera satellitbildernas reflekterande bandspektra med vegetationen för att senare kunna göra en vegetationsklassning utifrån satellitbilden. Totalt inventerades 103 provytor (1x1 m) på olika delar av palsmyrarna (se figur 92). Placeringen styrdes av önskemålet att få en med tanke på syftet representativ bild av palsvegetationen. I Tavvavuoma (palsmyr 1) inventerades 46 ytor, i Nuvjávri 19 ytor, i Oaggujeaggi 11 ytor och i Sirččám 27 ytor. För varje provyta bestämdes vegetationen noggrant i procent täckningsgrad för samtliga arter. Vidare noterades det aktiva lagrets djup, palsens höjd över det omgivande kärret m.m. Provytorna positionsbestämdes med en handhållen GPS men markerades inte i fält. Därför är det svårt att återfinna deras exakta läge i terrängen vilket talar för att de inte bör ingå i ett övervakningsprogram. Däremot ger de en god allmän bild av palsvegetationen och dess variation i de studerade myrarna.

Vegetationskartering längs de två i figur 79 återgivna transekterna i palsmyr 1 har genomförts 1966 och 2011. Karteringen skedde båda gångerna genom konventionell bandprofilanalys längs med transekterna. 1966 erhöles avstånd automatiskt genom avvägningen av en transekt. 2011 skedde avståndsmätningen med måttband (se figur 93). Resultaten av dessa karteringar är helt jämförbara. De har samlats i en databas i Excel

format som avses utgöra dels en modell för hur vegetationsdata lämpligen hanteras i ett övervakningsprogram för palsmyrar, dels en utgångspunkt för fortsatta vegetationskarteringar i Tavvavuoma inom ramen för ett sådant övervakningsprogram.



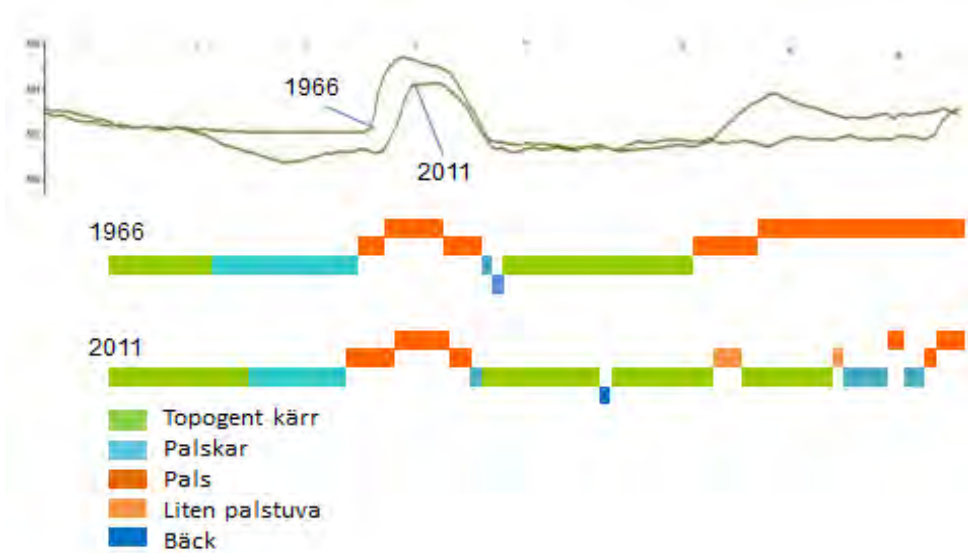
Figur 92. Provytor (1x1m) för inventering av vegetation i Tavvavuoma. Täckningsgrad av respektive art, det aktiva lagrets djup samt palshöjd var några av parametrarna som angav inom rutan. Foto Susanne Backe (augusti 2009).

Det är angeläget att få med denna typ av vegetationskartering i ett övervakningsprogram. Den kan inte annat än till en mindre del utföras med hjälp av fjärranalys utan kräver kartering i fält. Därför bör programmets fältinsatser med jämna mellanrum inkludera en förnyad vegetationskartering längs utlagda transekter. Intervallen för sådana karteringar måste givetvis anpassas efter förändringshastigheten som i många fall är låg. Snabba förändringar inträffar i första hand i samband med mer intensiv nedbrytning av palsar, inte minst då större palssjok smälter och kollapsar. Sådana processer är lätta att dokumentera genom t.ex. upprepade laserskanning. Det innebär att resultat av fjärranalys till betydande del blir vägledande för var och när förnyade vegetationskarteringar bör genomföras.

Figur 94 visar hur resultaten av vegetationskarteringar kan redovisas schematiskt.



Figur 93. Vegetationskartering i Tavvavuoma. Foto Susanne Backe (augusti 2011).



Figur 94. Vegetationen utmed de i figur 80 redovisade transekterna enligt Wramner (1973) och fältkartering 2011. Lägg märke till det nya läget av bäcken i transektens centrala del, ett exempel på inträffade förändringar av myrens hydrologi.

Palsmyrarnas vegetation – en sammanfattande generell beskrivning

De växtarter och den vegetation som finns i en palsmyr skiljer sig oftast inte från arterna och vegetationen i traktens övriga myrar. Däremot är de processer som är kopplade till palsmyrarnas utveckling unika liksom övergångarna i vegetation mellan olika palsstadier. Här följer en kort beskrivning av typisk vegetation för de olika palsstadierna.

Palsar förekommer huvudsakligen i kärr. **Den omgivande kärrvegetationen** varierar som i vilka kärr som helst i fråga om artsammansättning, alltifrån ren rikkärrsvegetation till extrem fattigkärrsvegetation. Ofta utgörs vegetationen av rena mjukmattor, påfallande ofta med dominans av klyvbladsvitmossa (*Sphagnum riparium*). Starrarter och olika ullarter (ängsull, polarull och rostull) förekommer ofta i fältskiktet, dock sällan i höga täckningsgrader. Längs bäckar och dråg är videbuskar rikligt förekommande.

Embryonala palsar. I det inledande stadiet liknar vegetationen i embryonala palsar den i de omgivande kärren, men så snart en upphöjd palsyta uppstått intas den av död vitmossa och döda kärlväxter och får därigenom ett säreget vitt utseende. Om den embryonala palsen växer till etablerar sig risvegetation (ljung och kråkbär), hjortron m.m. successivt på överytan. Den typiska palsvegetationen ersätter den tidigare kärrvegetationen.

Stabila palsar har oftast i fältskiktet ett dominerande inslag av ris (ljung, kråkbär, dvärgbjörk m.m.) och hjortron (främst på fuktigare ytor). I bottenskiktet återfinns olika vitmossor, björnmossor och renlavar. Stabila palsar har ingen eller begränsad sprickbildning i den ytliga torven och är i mindre utsträckning påverkade av vind- eller vattenerosion.

Degenererade palsar har ofta djupa sprickor och ett stort inslag av bar torv vars färg varierar starkt, även om olika nyanser av brunt dominerar. Dessa palsar visar tydliga spår av blockerosion och/eller vinderosion. Det finns ofta inslag kvar av de stabila palsarnas vegetation, hur mycket beror till stor del på hur långt nedbrytningen gått.

Palsgölar (se figur 6) kan vara fyllda av vegetation eller vara helt vattenfyllda. Vegetation uppträder oftast som lösbottnar eller mjukmattor med flytande vitmossor eller brunmossor. Kärlväxter är i allmänhet sparsamt förekommande.

Palskar och palslaggar (se figur 6) innehåller vegetation i olika utsträckning, mycket beroende på hur lång tid den haft på sig att etableras. Vegetationen liknar den i det omgivande kärret, men med högre andel öppet vatten, lösbottnar eller mjukmattor.

4 Övervakning av palsmyrar i Finland och Norge

Övervakning av palsmyrar har påbörjats i såväl Finland som Norge. Palsförekomsterna i de tre skandinaviska länderna finns till stor del inom ett gemensamt utbredningsområde (jämför figurerna 1 och 2). Därför ter det sig angeläget att övervakningen i dessa länder samordnas, bl.a. för att resultaten skall kunna jämföras. Detta gäller särskilt samordningen mellan Finland och Sverige med tanke på att båda är medlemmar i EU och bl.a. har att följa art- och habitatdirektivet med krav på övervakning, avrapportering till Kommissionen m.m.

Naturvårdsverket arrangerade i oktober 2010 ett nordiskt seminarium om övervakning av palsmyrar där erfarenheter och idéer utbyttes. Huvudfrågor i diskussionen var behovet av gemensamma data och möjligheterna att koordinera nationella övervakningsprogram (Abenius 2010). På grundval av i första hand tillgänglig litteratur och information lämnad vid detta seminarium samt beträffande Norge även information från Annika Hofgaard beskrivs översiktligt situationen i Finland och Norge när det gäller övervakning av palsmyrar.

4.1 Finland

Situationen för palsmyrar i Finland redovisades i landets rapportering till EU-Kommissionen 2007 om utvecklingen för art- och habitatdirektivets arter och naturtyper. Palsmyrar finns i landets nordligaste del. Utbredningsområdet hänger samman med det i nordligaste Sverige och Norge. Se figur 1. Den totala arealen av palsmyrar bedömdes uppgå till 42.000 ha, varav palsar täckte en areal av 4.400 ha, fördelade på 345 områden. Av allt att döma hade palsmyrar tidigare haft en vidare utbredning. Den samlade bedömningen var att bevarandestatusen för palsmyrar var otillfredsställande i den alpina och ogynnsam i den boreala regionen.⁸ I båda fallen var trenden negativ. Den pågående klimatförändringen bedömdes vara huvudorsaken till den negativa utvecklingen (Kokko 2010, Pääkkö 2010).

Rapporteringen till EU byggde på vetenskaplig litteratur (forskningen om palsar har varit – och är – mer omfattande i Finland än i Sverige), inventeringar av Forststyrelsen (en skoglig myndighet med uppgifter även på naturvårdsområdet) och bedömningar av en särskilt utsedd expertgrupp. Ett brett arbete med att samla in data om palsmyrarna och deras status har därefter fortsatt, hittills utan att ingå i ett särskilt övervakningsprogram. Arbetet innefattar kartläggning av palsförekomsten och forskning kring palsmyrarnas ekologi och hur de påverkas av klimatförändringar (Kokko 2010).

4.2 Norge

I Norge finns palsmyrar främst i landets nordligaste del (Finnmark och Troms) som ingår i det med Sverige och Finland gemensamma utbredningsområdet. Se figur 1. Söder därom finns spridda förekomster i bl.a. Dovre. Ett nationellt, långsiktigt övervakningsprogram för palsmyrar påbörjades 2004. Det skedde mot bakgrund av de förändringar av dessa myrar,

⁸ I Finland förekommer palsmyrar i båda dessa regioner, till skillnad från i Sverige där de endast finns i den alpina regionen.

som den pågående klimatförändringen sannolikt skulle medföra, och fokus ligger på sådana förändringar. Programmet genomförs av NINA (Norsk institutt for naturforskning) och finansieras av Direktoratet for naturforvaltning. Programmet utgår i möjligaste mån från frågeställningar, om vilka det råder enighet bland norska forskare, och innefattar metodutveckling. Rapportering sker årligen (Hofgaard 2004, 2010; Løbersli 2010).

Övervakningsprogrammet baseras på regelbunden uppföljning av utvecklingen i sex palsmyrar – tre i Dovre, en i Troms och två i Finnmark – som representerar olika palstyper och geografiska förhållanden. En av myrarna uppvisar palsar av närmast lithalsa-typ, dvs. de består i huvudsak av mineraljord. Flertalet av myrarna tycks domineras av nedbrytning, som i flera fall är intensiv, men även nybildning och tillväxt av palsar har konstaterats (Hofgaard 2010; Hofgaard & Myklebost 2012).

Ett huvudinslag i metodiken är linjeanalyser längs transekter av samma parametrar, som Wramner (1972 a och 1973) tidigare studerat i Tavvavuoma, med undantag för att palsarnas inre byggnad under det aktiva lagret inte ingår i det norska övervakningsprogrammet. Inga undersökningsmetoder, som riskerar att skada palsarna, används i programmet. I detta ingår vidare fotodokumentation från marken och luften, GPS-mätningar, studier av flygbilder och satellitbilder samt insamling av klimatdata (luft- och marktemperatur, nederbörd och snödjup). Studierna av de enskilda objekten har hittills skett med femårsintervall, men det diskuteras nu att korta dessa intervall på grund av den stora mellanårsvariationen i tjälens utbredning. Ett område i Dovre har sedan 2010 årlig mätning av tjäle. I ett av områdena sker vidare en årlig fågelinventering inom ramen för programmet (Hofgaard 2010; Løbersli 2010).

5 Förslag till övervakningsprogram

5.1 Omfattning

Ett övervakningsprogram för svenska palsmyrar bör i första hand omfatta de tio områden som studerats i detta projekt. Dessa syns tillsammans väl uppfylla de uppställda kriterierna för ett sådant. Därutöver kan totalkarteringen av palsmyrar under hösten 2012 komma att peka på behov av viss komplettering av ingående områden. Se vidare avsnitten 1.4 och 2.3.

Denna rapport tillsammans med resultaten av totalkarteringen bedöms utgöra tillräckligt underlag för den rapportering till EU som skall ske 2013 (se avsnitt 1.3.2). Det föreslagna programmet har utformats så att det också ger tillräckligt underlag för rapporteringen till EU 2019 liksom för uppföljningen av miljömålen. Med tanke på rapporteringen 2019 föreslås programmet omfatta perioden 2013 – 2018.

Övervakningsprogrammet bör i princip, med ett undantag, omfatta de områden som dokumenterats genom laserskanning. Dessa är avgränsade så att de centrala och för ändamålet lämpligaste delarna av de aktuella palsmyrområdena täcks in. Faktorer som därvid beaktats är arealen, palsarnas typ, storlek, status, representativitet m.m. och pågående morfologiska processer. Undantaget är det största området, Tavvavuoma, där av praktiska skäl en begränsning bör ske till de i ett övervakningsperspektiv mest lämpliga delområdena. Där föreslås två delområden ingå i programmet. De omfattar palsmyr 1 respektive 5 med närmaste omgivning, för den senare med fokus på den östra delen närmast Jeutojåkkå (se figur 7).

I samband med den inledande, detaljerade dokumentationen av de i programmet ingående områdena kan det bli aktuellt att i undantagsfall utvidga dessa genom att justera gränserna. Exempelvis skulle något formelement el. dyl. av intresse i ett övervakningsperspektiv, t.ex. embryonala palsar, som saknas i de avgränsade områdena, kunna upptäckas utanför dessa. En sådan åtgärd kan naturligtvis också bli aktuell senare under programmets löptid. Över lag bör dock sådana förändringar ske med största möjliga restriktivitet.

5.2 Naturvårdsverkets vägledning för palsmyrar

Naturvårdsverket har givit ut en vägledning för hantering av palsmyrar i EU-sammanhang (Naturvårdsverket 2011 a) som bl.a. behandlar övervakningsfrågor och uppföljning. Vidare beskrivs i vägledningen naturtypen palsmyrar (definition, viktiga strukturer och funktioner, typiska och karakteristiska arter m.m.), redovisas dess utbredning och förekomst (inklusive bevarandestatus), diskuteras förutsättningar för dess bevarande samt anges dess bevarandemål inklusive målindikatorer.

Vägledningen har bedömts ha så stort intresse i detta sammanhang att den i sin helhet redovisas i bilaga 2.

5.3 ArtDatabankens förslag på parametrar för övervakning av palsmyrar

Inom ramen för projektet Biogeografisk uppföljning (Naturvårdsverket 2011 b), som ingår i ett uppdrag av Naturvårdsverket rörande insamling och utvärdering av data kopplade till EU:s art- och habitatdirektiv (se avsnitt 1.4.2), har ArtDatabanken vid Sveriges lantbruksuniversitet tagit fram ett förslag på variabler, indikatorer och mått för övervakning av palsmyrar. Förslaget följer EU:s krav på uppföljning av prioriterade naturtyper och Naturvårdsverkets vägledning för palsmyrar (se föregående avsnitt). Det utgör ett viktigt underlag för det här framlagda förslaget till övervakningsprogram. ArtDatabankens förslag har – så långt som det bedömts vara praktiskt och ekonomiskt möjligt – inordnats i det här framlagda programförslaget. Det har från ArtDatabankens sida framhållits att vissa av de parametrar, som för närvarande ingår i förslaget, av praktiska och ekonomiska skäl kan vara mindre lämpliga att ha med i ett nationellt övervakningsprogram. Som exempel nämns förekomst av typiska arter. Det bör också understrykas att vissa parametrar, som skall rapporteras till EU, t.ex. rörande förekomster och arealer av palsmyrar, skall avse totalvärden för Sverige. Det räcker således inte med data enbart från de områden som ingår i övervakningsprogrammet. ArtDatabankens förslag sammanfattas i tabell 8.

Tabell 8. Förslag på variabler, indikatorer och mått för övervakning av palsmyrar från ArtDatabanken vid SLU. Tabellen har välvilligt ställts till förfogande av Wenche Eide, ArtDatabanken.

	Variabel	Indikator	Mått	Prioritet*	**P	**S	**I
Areal och utbredning	Areal	Areal och utbredning av naturtypen	ha	1		S	
		Fragmentering av områden med permafrost	ha	2	P		I
Strukturer och funktioner	Naturlig hydrologi	TA som indikerar hög markfuktighet	antal	2			I
		Hög markfuktighet	Antal TA	1-2		S	I
	Deposition	Atmosfäriskt nedfall (totalsvavel, totalkväve)	µg/l	2	P		
	Permafrost-processer	Förekomst och utbredning av permafrost	ha	1		S	
		Aktivt lager (hur tjockt)	cm	2		S	
	Intakt vegetationstäck	Sammanhängande vegetation	ha (ev. m²)	1		S	
	Välutvecklade palsar och andra karkarakteristiska hydromorfoligiska strukturer	Förekomst av palsar och palsstrukturer i olika faser (nybildning, stora palsar, kollapsade palsar)	Andel (palsstrukturer i olika faser)	1		S	
	Markanvändning/ /påverkan	Tramp/förekomst av små stigar (spår)	Antal	2	P		
Terrängkörningsspår		Frekvens och/eller total längd (m) av hjulspår	1	P			
Typiska arter	TA mossar	Förekomst av torv	antal (ev. frekvens)	2		S	
	TA fåglar	Ostörda häckningsförhållanden	antal (ev. frekvens?)	1		S	

* prioritet (1 el. 2) utgör delsystemutredarens bedömning av vilka parametrar som bör följas i första (1) alternativt i andra hand (2)

** rubrikerna P, S, I står för följande. P = påverkan, en indikator som beskriver vad som orsakar problemet (t.ex. surt nedfall eller skogsavverkning). S = status (tillstånd), en indikator som anger tillståndet i miljön (t.ex. pH i vatten). I = inverkan (effekt), en indikator som visar konsekvenser (t.ex. ökad förbuskning på grund av minskat betestryck).

5.3.1 Relationen mellan parametrarna i tabell 8 och de i projektet utvecklade metoderna för övervakning av palsmyrar

Areal och utbredning av palsmyrar karteras bäst med hjälp av laserskanning och satellitbilder i kombination. Se t.ex. figur 83 c. Även enbart laserskanning eller satellitbilder kan ge användbara data. Se t.ex. höjdmodellerna i avsnitt 2.2.1-8 eller figur 75. Förändringar fås fram genom att jämföra data från olika tidpunkter.

Fragmentering av områden med permafrost karteras i fråga om palsar, som torde utgöra merparten av förekomsterna, i enlighet med beskrivningen av sådana ovan. Permafrost i myrmark utan palsbildning kan förekomma och karteras bäst genom observationer från luften – se t.ex. figur 88 a – eller från marken (se transekter hos Wramner 1973). Permafrost i fastmark är svår att kartlägga utan ingående fältstudier, om den inte givit upphov till specifika ytformer som pingos eller lithalsas, men den avsmältning, som uppenbart pågår, ger ofta upphov till karakteristiska termokarstformer som är lätta att identifiera på satellit- och flygbilder liksom genom observationer från luften eller från marken. Se t.ex. figur 72 a-d.

Typiska arter som indikatorer på naturlig hydrologi kan i praktiken endast karteras genom fältobservationer på marken. Till en del kan detta ske i samband med de vegetationsanalyser längs bandprofiler som genomförts i Tavvavuoma och föreslås för samtliga palsmyrar som ingår i övervakningsprogrammet. Se avsnitt 3.8.2. Bandprofilerna följer lämpligen transekter som bygger på laserskanning. Det bör betonas att samtliga dessa palsmyrar uppvisar naturliga hydrologiska förhållanden och har goda förutsättningar att göra så även i framtiden. De är nämligen belägna i avrinningsområden till älvar, som genom riksdagsbeslut är skyddade mot vattenkraftsexploatering, eller i lägen där förändringar av den naturliga hydrologin ter sig mindre sannolika, t.ex. uppe på kalfjället.

Palsmyrar påverkas givetvis av atmosfäriskt nedfall, men sådan deposition bedöms ha mindre betydelse för deras bevarandestatus än ett varmare klimat. Ingen påverkan av sådan deposition på t.ex. vegetationen har konstaterats. För att mäta sådant nedfall erfordras särskilda kostsamma anordningar som inte ter sig motiverade i ett övervakningsprogram för palsmyrar.

Det som skrivits ovan om fragmentering av områden med permafrost gäller också för förekomst och utbredning av permafrost. Här erbjuder geomatiska metoder stora möjligheter.

Bestämning av det aktiva lagrets tjocklek kan endast göras genom fältundersökningar. Det sker lämpligen i samband med vegetationsanalyser längs bandprofiler. Denna fråga är viktig från övervakningssynpunkt. Det kan därför ifrågasättas om inte det aktiva lagrets tjocklek borde mätas med större frekvens än vad som kan motiveras för vegetationen. Som framgår av avsnitt 4.2 sker exempelvis tjälmätning varje år i en palsmyr i Dovre som ingår i det norska övervakningsprogrammet.

Förekomst av sammanhängande vegetation kan vara en indikator för palsarnas status. Kala, vinderoderade palsar är ofta mer utsatta för nedbrytning än vegetationstäckta sådana. Samtidigt är kala torvtytor, oavsett graden av nedbrytning, betydligt vanligare hos höga, kupolformade palsar än hos låga, flacka palsflak. Palsvegetation kan karteras på flera olika sätt utöver bandprofiler längs transekter, exempelvis genom observationer från luften. Se t.ex. figurerna 88 a-b.

Förekomst av palsar och palsstrukturer i olika faser bör vara en central fråga i varje övervakningsprogram för palsmyrar. Metodutvecklingen inom ramen för detta projekt har i hög grad fokuserat på denna fråga. Palsar och palsstrukturer karteras bäst med hjälp av laserskanning och satellitbilder i kombination. Se t.ex. figurerna 83 c och 84. Även enbart laserskanning eller satellitbilder kan ge användbara data. Se t.ex. höjdmodellerna i avsnitt 2.2.1-8 eller figur 75.

Förekomst av stigar, terrängkörningsspår el. dyl. karteras bäst genom observationer från luften eller marken. Sådana observationer görs lämpligen i samband med besök på eller överflygning av de palsmyrar som ingår i övervakningsprogrammet.

Typiska mossarter och fågelarter karteras lämpligen i fält i samband med de återkommande vegetationsanalyserna. Det kan nämnas att fågellivet i en av de palsmyrar, som ingår i det norska övervakningsprogrammet, inventeras varje år.

5.4 Komponenter i ett övervakningsprogram för palsmyrar

Detta avsnitt har nära kopplingar till och bygger i huvudsak på tidigare delar av rapporten. Det gäller kapitel 3 i fråga om teknik, metodik etc. och avsnitt 5.3 i fråga om parametrar i övervakningsprogrammet. För närmare information om förslagens olika komponenter hänvisas till dessa tidigare delar. Vidare bör framhållas att förslagen innefattar dels vad som ska dokumenteras (status, förändringar etc.), dels hur det ska ske.

Det är viktigt att övervakningsprogrammet får en utformning som gör det möjligt att bedöma bevarandestatusen – och eventuella förändringar av denna – hos ingående palsmyrar liksom för palsmyrar generellt i Sverige

För varje föreslaget inslag i programmet anges angelägenheten enligt en tvågradig skala (prioritet 1 eller 2). Till prioritet 2 förs i första hand åtgärder som utan allvarlig olägenhet kan skjutas upp (t.ex. vissa analyser av insamlade data), är kostsamma i förhållande till den betydelse för övervakningen de representerar eller av andra skäl inte bedöms utgöra en omistlig del av övervakningsprogrammet för närvarande. Vidare bör framhållas att varje diskussion av prioriteringsfrågor försvåras av att den måste innefatta inte bara vilka åtgärder, som skall genomföras, utan också hur omfattande varje åtgärd skall vara och med vilken frekvens den skall utföras. Programförslaget har på denna punkt väglett av principen att vid avvägningen mellan en begränsning av övervakningens innehåll och en minskning av frekvensen för olika insatser ge stor tyngd åt det senare alternativet.

Laserskanning har visat sig vara ett mycket effektivt sätt att dokumentera morfologin i palsmyrar. Det gäller såväl laserskanning enbart som laserskanning i kombination med satellitbilder. Se avsnitt 3.6. Laserskanning är också en kostnadseffektiv metod, särskilt jämfört med tidsödande fältarbeten, även om skanning av samtliga aktuella palsmyrar beräknas kosta ca 0,6 miljoner kronor per gång (såvida inte en samordning med andra uppdrag i fjällen kan ske; kostnaden kan då bli något lägre). Samtidigt kan flygfotografering utföras till en mindre merkostnad.

Det föreslås att övervakningsprogrammet i möjligaste mån baseras på laserskanning. Utgångspunkten är skanningen 2009. Denna borde egentligen följas upp två gånger under perioden fram t.o.m. 2018. Men, med tanke på föreslagna fältbesök i palsmyrarna under de närmaste åren och att snabba förändringar av palsarna inte tycks pågå i någon större omfattning, föreslås laserskanning ske endast vid ett tillfälle. Förslaget är att samtliga palsmyrar – inklusive den tidigare inte skannade Lájvávággie – skannas samordnat under sommaren 2016. Då är tiden till nästa EU-rapportering begränsad och inga kostsamma fältarbeten behöver göras. Viss flexibilitet bör dock finnas för det fall någon palsmyr (t.ex. i Tavvavuoma) skulle visa tecken på markant ökad intensitet i nedbrytningen av palsar. En nedbrytning av den omfattning och hastighet som förekom i Lájvávággie under 1990-talet skulle kräva laserskanning med betydligt tätare intervall för att alla förändringar skall dokumenteras. Flexibilitet bör också visas om möjlighet till kostnadsbesparingar skulle kunna uppstå genom samordning med andra skanningprojekt. Slutligen bör erinras om att laserskanning inte är en lämplig metod för att identifiera embryonala palsar, särskilt inte i de inledande stadierna. Se avsnitt 3.4.2.

Föreslagna fältaktiviteter under perioden 2013 – 2018 sammanfattas i tabell 9.

5.4.1 Inledande dokumentation

Inför starten av övervakningsprogrammet bör en dokumentation av varje enskild palsmyr ske. Syftet bör vara att få en bild av områdets nuvarande status och – om möjligt – av de senaste decenniernas utveckling, bl.a för att lägga en grund för den fortsatta uppföljningen. Av särskilt intresse är att modellera utvecklingen i en palsmyr 20 – 30 år framåt i tiden. Detta bedöms vara möjligt med hjälp av data om den hittillsvarande utvecklingen och jämförelser med utvecklingen i Lájvávággie.

Även om övervakningsprogrammet till betydande del föreslås bli baserat på geomatiska metoder, bedöms det vara nödvändigt att den inledande fasen inkluderar en insats i fält. Denna bör av praktiska och ekonomiska skäl ske under en period av tre år (2013 – 2015).

Samtliga föreslagna åtgärder för att dokumentera de aktuella palsmyrområdena bör om möjligt komma till stånd. Den gjorda prioriteringen får således betydelse först om tillgängliga medel inte räcker för samtliga angivna åtgärder. När det gäller en eventuell prioritering mellan olika områden bör, förutom Tavvavuoma (se nedan), Stordalen, Sirččám, Nuvjávri och Plássá komma i första hand. De är av särskilt intresse i ett övervakningsperspektiv, bl.a.

genom att hysa embryonala eller unga palsar. Flertalet av dem uppvisar också aktiva nedbrytningsprocesser av olika slag.

Den inledande dokumentationen har i princip redan gjorts i Tavvavuoma och Lájvávággie. Betydande dokumentation finns också från Stordalen. Till viss del är så även fallet i Sirččám, Árasjávrre och Vuojturláhko. För övriga områden finns för närvarande endast laserskanning, utdrag ur Lantmäteriverkets vegetationsdata och enstaka fotografier.

Arbete på rummet

Dokumentationen inleds lämpligen med att relevant material för varje enskilt område införskaffas och analyseras på rummet. Detta arbete bör bl.a. inkludera följande:

Prioritet 1

- *Förvärv av aktuella satellitdata*, t.ex. WorldView eller QuickBird, och flygbilder över området. Sådan dokumentation finns redan från Tavvavuoma och Sirččám.
- *Utläggning av representativa transekter över palsarna* med hjälp av laserdata. Syftet är dels dokumentation för att få underlag för framtida jämförelser, dels att underlätta kommande fältarbete då transekterna skall märkas ut i terrängen och studeras närmare.
- *Framtagande av en karta över palsar, vattensamlingar och mellanliggande myrtytor* genom kombination av satellit- och laserdata på sätt som framgår av avsnitt 3.6.3 och figurerna 83 a-c. Med kartan som grund beräknas palsarea och palsvolym. Därmed erhålls kvantitativa, på ett standardiserat sätt framtagna värden på "mängden" pals i en myr vid en viss tidpunkt. Efter nästa laserskanning tas motsvarande värden fram och skillnaden mellan de båda tillfällena ger ett mått på förändringen under den gångna perioden. Sådana förändringar föreslås användas som indikator på utvecklingen i palsmyrar vid t.ex. miljömålsuppföljning och EU-rapportering. Även kartläggningen av vattensamlingar är av intresse i detta sammanhang (jämför figur 76). Fördelen med denna metod är framför allt snabbheten och att den inte kräver fältbesök.
- *Inventering av tillgängliga fotografier och uppläggning av en bilddatabas*. Det är av särskilt intresse att identifiera illustrativa foton som dokumenterar en äldre situation och utgör en grund för att genom förnyad fotografering följa utvecklingen framöver. Se t.ex. figurerna 88 a-b och 91 a-b. Av intresse är också att identifiera nytagna foton som kan utgöra första länken i en kedja av foton som tas med jämna mellanrum framöver för att dokumentera förändringar. Exempel på lämpliga sådana redovisas i figurerna 86, 87 och 89 a (foton tagna från luften) samt i figur 90 a (foto taget från marken). Angeläget är vidare att fotona kan kopplas till geomatiska data. Se figurerna 89 b, 90 b-c och 91 c-e.

Prioritet 2

- *Litteratursökning och genomgång av tillgänglig, relevant litteratur.* Genomgången bör omfatta såväl rent vetenskaplig som olika slags grå litteratur. Se avsnitt 3.1. Detta arbete har till stor del redan genomförts.
- *Genomgång av äldre satellitbilder, flygbilder etc.* för att dokumentera den hittillsvarande utvecklingen. Se t.ex. figurerna 72 a, 90 c och 91 c-d. Sådana studier har redan skett i Tavvavuoma och Lájbávággie.
- *Analys av satellitdata för att identifiera nyttillkomna embryonala palsar* (se figur 73).
- *Framtagande av morfologiska kartor* genom kombination av satellit- och laserdata. Se figur 84.
- *Dokumentation av markanvändning och direkt påverkan* genom i första hand flygbildstolkning i närområdet kring palsmyrarna (se tabell 8). Det är också viktigt att översiktligt kartlägga aktiviteter på större avstånd i avrinningsområdet som skulle kunna påverka palsmyrarna negativt, t.ex. gruvdrift eller vattenreglering.
- *Sammanställning av tillgängliga klimatdata.*

Arbete i fält

Den inledande dokumentationen bör också innefatta fältstudier av varje enskilt område. Dessa bedöms kräva 1 – 3 dagar av 2 – 3 personer, mer ju större, mer komplext och mindre studerat området är. Sirččám bedöms exempelvis kräva mer omfattande insatser, Mannavuoma mindre sådana. Tavvavuoma, Stordalen och Lájbávággie bedöms vara så väl dokumenterade att inget ytterligare fältbesök erfordras i det inledande skedet. Se vidare tabell 9. Fältstudierna bör äga rum under sensommaren eller i början av hösten för att så mycket som möjligt av årets tjäle ska ha försvunnit ur marken. Ett undantag är fågelinventeringar som måste ske under häckningstiden tidigt på sommaren. Syftet med fältstudierna bör vara att samla in data, som inte kan erhållas med hjälp av fjärranalys, och att skaffa underlag för validering av t.ex. satellitdata. Arbetet bör bl.a. inkludera följande:

Prioritet 1

- *Fotografering från luften* på olika höjd, i olika riktningar etc. för att få en översiktlig bild av området. Av särskilt intresse är bilder som kan utgöra första länken i en kedja av foton som tas med jämna mellanrum framöver för att dokumentera förändringar. Likaså är det av särskilt intresse att följa upp äldre foton för att dokumentera förändringar bakåt i tiden. Se avsnitt 3.7. Sådana foton finns från flertalet områden. För Tavvavuoma och Lájbávággie har omfattande bilddatabaser lagts upp.
- *Fotografering på marken* för att dokumentera områdets olika delar, särskilt partier med aktiva nedbrytningsprocesser eller där sådana kan förväntas i framtiden (t.ex. palsar i anslutning till öppet vatten eller blöt myr). Av särskilt intresse är vidare

nybildning eller tillväxt av palsar. Utmärkning bör ske av ett strategiskt urval av de punkter, från vilka fotografering skett, för att motsvarande foton skall kunna tas med jämna mellanrum framöver med syfte att dokumentera förändringar. Det är också av särskilt intresse att följa upp äldre foton för att dokumentera förändringar bakåt i tiden. Se avsnitt 3.8. Sådana foton finns från samtliga områden. Från Tavvavuoma och Lájbávággie har omfattande bilddatabaser lagts upp.

- *Allmän dokumentation och beskrivning av palsarna*, bl.a. morfologi, morfologiska processer (särskilt nybildning) och vegetation.
- *Utmärkning av upprättade transekter i terrängen* och dokumentation av dessa avseende morfologi, vegetation (inklusive typiska mossarter, se tabell 8), mäktighet av aktivt lager m.m. Den inre byggnaden (torvmäktighet, torvtyp, förekomst av mineraljordskärna, mineraljordens kornstorleksfördelning m.m.) behöver inte undersökas annat än då särskilda behov i undantagsfall konstaterats (t.ex. i embryonala palsar). Värdet av sådana data för övervakningen bedöms normalt inte motsvara den höga kostnaden för att ta fram dem. I allmänhet erfordras schaktning och/eller borrhning för att så skall kunna ske. Utlagda transekter finns redan i Tavvavuoma och Lájbávággie samt till viss del i Sirččám och Nuvjávri.

Prioritet 2

- *Allmän dokumentation av naturförhållanden* i området med närmaste omgivningar (topografi, geologi, hydrologi, vegetation m.m.).
- *Dokumentation av fågellivet*, särskilt typiska arter (se tabell 8). Palsmyrar, främst mer vidsträckta sådana, är generellt av stort värde för fågellivet. Sålunda uppvisar t.ex. Tavvavuoma en av de största tätheterna av häckande våtmarksfåglar i de svenska fjällen. Detta förhållande ökar i hög grad det allmänna naturvärdet. En mer ingående fågelinventering bör därför genomföras där som ett led i den inledande dokumentationen. Även för Sirččám är det angeläget att på sikt få till stånd en fågelinventering.
- *Installation av utrustning för automatisk väderregistrering (temperatur, nederbörd, vind m.m.)*. Genom sådan registrering under 2-3 år erhålls en i sig värdefull bild av lokalklimatet som kan användas för att korrelera detta till närbelägna klimatstationer. Klimatdata av detta slag skulle ha ett betydande värde i ett övervakningsperspektiv men är kostsamma att ta fram och bedöms inte kunna prioriteras, särskilt inte i ett inledande skede. De finns dessutom redan från Tavvavuoma och i viss mån Lájbávággie.

5.4.2 Fortlöpande övervakning

Den fortlöpande övervakningen bör bedrivas med efter omständigheterna varierande ambitionsnivå, både när det gäller frekvens och omfattning. Ambitionsnivån bör anpassas efter varje områdes karaktär, t.ex lägre för myrar med låga, flacka, vegetationstäckta palsar än för sådana med högre, kupolformade, kala palsar som är känsligare för nedbrytande krafter. Andra faktorer att beakta är omfattningen av och hastigheten hos pågående morfologiska processer (såväl nedbrytning som nybildning och tillväxt av palsar) samt förekomst av öppet vatten på eller i anslutning till palsarna.

Den fortlöpande övervakningen måste innefatta studier såväl på rummet som i fält. Tyngdpunkten kan dock i betydligt större utsträckning än vid den inledande dokumentationen ligga på fjärranalys som kan ske utan fältbesök, t.ex. kartläggning av palsarea och palsvolym. Detta innebär att behovet av fältstudier blir mindre än vid den inledande dokumentationen. Se tabell 9.

Det föreslås att huvuddragen i ett övervakningsprogram för perioden 2013 - 2018 inledningsvis läggs fast. Slutåret 2018 motiveras med att 2019 skall en EU-rapportering ske (se avsnitt 1.3.2). Denna kräver tid för sammanställning efter det att alla data inrapporterats till Naturvårdsverket. Först sedan den inledande dokumentationen genomförts (enligt förslaget 2015) kan övervakningens frekvens och omfattning fastställas i alla detaljer, givetvis med hänsyn till de ekonomiska ramarna för övervakningsprogrammet. Viss osäkerhet finns också beträffande behovet av fältbesök efter laserskanningen 2016 (se nedan). Beredskap bör hela tiden finnas för att korta intervallerna och/eller öka omfattningen vid t.ex tecken på större eller snabbare förändringar.

När det gäller frekvensen bör övervakningen ske genom ett rullande schema. Varje område bör efter den inledande dokumentationen åtminstone laserskannas en gång under perioden fram till EU-rapporteringen 2019. Det föreslås i samtliga fall ske 2016. För flera av de ingående områdena bör ambitionsnivån vara högre. Den kontinuerliga övervakningen bör i tillämpliga delar upprepa de moment som ingått i den inledande dokumentationen. Undantagen är framför allt åtgärder av engångskaraktär.

Den prioritering som föreslagits i föregående avsnitt (5.4.1) bör också gälla för det fortlöpande arbetet.

Laserskanning kan, som tidigare nämnts, tillsammans med satellitdata ligga till grund för beräkning av palsarea och palsvolym. Laserskanning ger också underlag för höjdmodeller och transekter som kan jämföras med tidigare sådana för att få fram förändringar (se avsnitten 2.2.1-8 samt figurerna 81 och 82). Kombination av laser- och satellitdata kan också ge en bild av inträffade förändringar (se figur 78 som ger en god dokumentation av sådana). Kombination av olika slags data ligger också bakom bilderna i figurerna 83 c och 84 som vid upprepning ger goda möjligheter att dokumentera förändringar.

Som tidigare framhållits innebär detta förslag till övervakningsprogram att dokumentation också sker utan besök i fält (genom laserskanning och analys av laserdata). I de fall fältbesök görs kan väsentliga data erhållas genom observationer och fotografering från luften. På marken gäller detsamma för fotografering från markerade fotopunkter och mätning av det aktiva lagrets tjocklek längs utlagda transekter. Det är också av särskild vikt att dokumentera aktiva morfologiska processer och inträffade förändringar (se figurerna 88 a-b och 91 a-b).

För vart och ett av de i programmet ingående palsmyrområdena redovisas här ett förslag på uppläggning av övervakningen. För samtliga föreslås att laserskanning genomförs 2016. Därutöver föreslås följande:

Tavvavuoma

Med tanke på Tavvavuomas centrala roll i övervakningsprogrammet och de jämförelsevis snabba förändringar, som konstaterats där, bör dess utveckling följas upp genom två fältbesök under perioden. Dokumentationen bör vara så omfattande som möjligt. Lämpligen sker dessa 2014 och 2018. Eventuella förekomster av embryonala palsar bör undersökas särskilt.

Oaggujeaggi

De till synes stabila förhållandena i palsmyren gör att inget fältbesök föreslås efter den inledande dokumentationen 2014.

Mannavuoma

De till synes stabila förhållandena i myren gör att inget fältbesök föreslås efter den inledande dokumentationen 2013.

Stordalen

Stordalen har ett särskilt intresse ur ett övervakningsperspektiv genom att ha varit föremål för en rad studier och uppvisa såväl embryonala palsar som en allmän upptining av permafrosten. Den är också lättillgänglig genom att ligga nära väg. Därför föreslås två korta fältbesök (2014 och 2018). Övervakningen samordnas med pågående forskning från området i den mån lämplig data finns. Utvecklingen av de embryonala palsarna bör följas särskilt.

Sirččám

Sirččám har stort intresse från övervakningssynpunkt genom sin storlek och jämförelsevis rika förekomst av embryonala palsar liksom genom sin komplexa och säregna utformning i övrigt. Därför föreslås en mer omfattande fältinsats i samband med den inledande dokumentationen 2013 liksom ett kortare fältbesök 2018. Utvecklingen av de embryonala palsarna bör följas särskilt.

Nuvjávri

Nuvjávri har betydande intresse från övervakningssynpunkt genom att vara starkt präglad av pågående nedbrytning samtidigt som unga palsar uppträder på flera håll. Därför föreslås, utöver den inledande dokumentationen 2013, ett kortare fältbesök 2017.

Árasjávvre

De till synes stabila förhållandena vad gäller de största palsarna gör att inget fältbesök föreslås efter den inledande dokumentationen 2015.

Vuojturlákhó

De till synes stabila förhållandena vad gäller de största palsarna gör att inget fältbesök föreslås efter den inledande dokumentationen 2015.

Plássá

Plássá har betydande intresse från övervakningssynpunkt genom sitt sydliga läge och sin förekomst av embryonala palsar. Därför föreslås, utöver den inledande dokumentationen 2015, ett kortare fältbesök 2017. Utvecklingen av de embryonala palsarna bör följas särskilt.

Lájjávággi

Lájjávággi karakteriseras av jämförelsevis långsamma processer, i första hand igenväxning av palskar, sedan palsarna nästan helt kollapsat. Detta i förening med att en ingående dokumentation skedde 2012 gör att endast ett fältbesök 2017 föreslås.

I tabell 9 sammanfattas förslaget till fältinsatser under perioden 2013 och 2018. Av praktiska skäl har insatserna fördelats så jämnt som möjligt mellan de aktuella sex åren. Förslaget har en ambitionsnivå, som bedöms vara tillräcklig för att övervakningsprogrammets syfte skall kunna uppnås, samtidigt som kostnaderna ligger på en nivå som bedöms vara realistisk. Den angivna tidsåtgången för varje fältinsats avser endast själva tiden i fält och baseras på en grov uppskattning. Därtill kommer tid för förberedelser samt sammanställningar och analyser av insamlade data. Tidsåtgången för dessa arbetsuppgifter bedöms vara mångdubbelt större än den tid som tillbringas i fält. Laserskanningen är inte knuten till någon fältinsats, men tidsåtgången för det efterföljande arbetet med att analysera laserdata är betydande. Den beror på vilken myr det är fråga om och vilken ambitionsnivå för analyserna som väljs.

Tabell 9. Förslag till schema över fältinsatser under perioden 2013 – 2018

Palsmyr	Inledande fältdok.	Fältbesök	Laserskanning	Fältbesök
Tavvavuoma	Redan genomförd	2014, 3 dagar	2016	2018, 3 dagar
Oaggujeaggi	2014, 1 dag	--	2016	--
Mannavuoma	2013, 1 dag	--	2016	--
Stordalen	2014, 1 dag	--	2016	2018, 1 dag
Sirččám	2013, 3 dagar	--	2016	2017, 1 dag
Nuvjávri	2013, 2 dagar	--	2016	2017, 1 dag
Árasjávvre	2015, 1 dag	--	2016	--
Vuojturlákhó	2015, 1 dag	--	2016	--
Plássá	2015, 2 dagar	--	2016	2017, 1 dag
Lájjávággi	Redan genomförd	--	2016	2018, 2 dagar

6 Litteratur

- Abenius, J. 2010: Monitoring of palsa mires. Presentation at the Nordic Seminar on Monitoring of Palsa Mires in Sigtuna 27-28 October 2010 arranged by the Swedish Environmental Protection Agency.
- Arvidsson, B. 1979: Taavavuoma. Myr och tundra i nordligaste Sverige. Forum.
- Backe, S. 2010: Monitoring of palsa mires in Norrbotten. Presentation at the Nordic Seminar on Monitoring of Palsa Mires in Sigtuna 27-28 October 2010 arranged by the Swedish Environmental Protection Agency.
- Björvall, A. 1975: Tärnasjö-området. Guide utgiven av Svenska Naturskyddsföreningen.
- Forsgren, B. 1964: Notes on some methods tried in the study of palsas. Geografiska Annaler XLVI (3): 343-344.
- Forsgren, B. 1966: Tritium determinations in the study of palsa formation. Geografiska Annaler 48 A (2): 102-110.
- Forsgren, B. 1968: Studies of palsas in Finland, Norway and Sweden 1964-1966. Biuletyn Peryglacialny 17:117-123.
- Grundsten, C. 1979: Vegetationskarta över de svenska fjällen, Kartblad nr 11 Gräsvattnet/Umfors. Naturgeografiska institutionen vid Stockholms universitet och Statens naturvårdsverk.
- Gustavsson, H. et al. 2011 a: Regional klimatsammanställning – Norrbottens län. SMHI Rapport Nr 2011-20.
- Gustavsson, H. et al. 2011 b: Klimatanalys för Norrbottens län. SMHI Rapport Nr 2011-54.
- Hofgaard, A. 2004: Etablering av övervakningsprojekt på palsmyrer. NINA Oppdragsmelding 841.
- Hofgaard, A. 2010: The established Norwegian monitoring programme for palsa mires. Presentation at the Nordic Seminar on Monitoring of Palsa Mires in Sigtuna 27-28 October 2010 arranged by the Swedish Environmental Protection Agency.
- Hofgaard, A. & Myklebost, H.E. 2012: Overvåking av palsmyr. Første gjenanalyse i Goahteluoppal, Vest-Finnmark. Endringer fra 2006 til 2011. NINA Rapport 841.
- Inghe, O. 2010: Klimateffektövervakning i fjällen. Skog & mark 2010 – om tillståndet i svensk landmiljö. Naturvårdsverket.

Karlgård, J. 2008: Degrading palsa mires in northern Europe: changing vegetation in an altering climate and its potential impact on greenhouse gas fluxes. Lund University, Geobiosphere Science Centre, Seminar series nr 154.

Kokko, A. 2010: A national authorities perspective on palsa monitoring and national activities concerning palsa mires in Finland. Presentation at the Nordic Seminar on Monitoring of Palsa Mires in Sigtuna 27-28 October 2010 arranged by the Swedish Environmental Protection Agency.

Lagerbäck, R. & Rodhe, L. 1985: Pingos in northernmost Sweden. *Geografiska Annaler* 67 A (3-4): 239-245.

Lagerbäck, R. & Rodhe, L. 1986: Pingos and palsas in northernmost Sweden – Preliminary notes on recent investigations. *Geografiska Annaler* 68 A (3): 149-154.

Lundgren, S. 1952: Stigglöst land. Fjäll och tundramarker i nordligaste Sverige. *Nordisk Rotogravyr*.

Lundqvist, G. 1951: En palsmyr sydost om Kebnekaise. *Geologiska Föreningens Förhandlingar* 73: 209-225.

Lundqvist, J. 1962: Patterned ground and related frost phenomena in Sweden. *Sveriges Geologiska Undersökning, Serie C, Nr 583*.

Länsstyrelsen i Norrbottens län 1982: Taavavuomaområdet. *Naturinventering. Planeringsavdelningens rapportserie 1982:13*.

Länsstyrelsen i Norrbottens län 2004: Våtmarker i Norrbottens län. *Länsstyrelsen i Norrbottens län, Rapportserie, 6/2004*.

Løbersli, E. 2010: Palsa monitoring in Norway. Presentation at the Nordic Seminar on Monitoring of Palsa Mires in Sigtuna 27-28 October 2010 arranged by the Swedish Environmental Protection Agency.

Naturvårdsverket 2007: Myrskyddsplan för Sverige. Delrapport – objekt I Norrland. *Naturvårdsverket Rapport 5669*.

Naturvårdsverket 2011 a: Palsmyrar. EU-kod: 7320. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. NV-04493-11. Bilaga 2 i denna rapport.

Naturvårdsverket 2011 b: Biogeografisk uppföljning – förslag till variabler, indikatorer och datainsamling för delsystem fjäll. Version 2.4, 2011-12-02.

Naturvårdsverket 2012: <http://www.naturvardsverket.se/Start/Naturvard/Skydd-av-natur/Natura-2000/Vagledning/Naturtyper/>

Nielsen, B. 1982: Naturinventering av Stordalens naturreservat. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Planeringsavdelningens rapportserie nr 12.

Nilsson, A. 2006: Limnological responses to late Holocene permafrost dynamics at the Stordalen mire, Abisko, Northern Sweden. Lunds universitet, Centrum för GeoBiosfärsvetenskap, Examensarbete i kvartärgeologi nr 194.

Nyström, M. 2010: Palsa monitoring in Abisko. Presentation at the Nordic Seminar on Monitoring of Palsa Mires in Sigtuna 27-28 October 2010 arranged by the Swedish Environmental Protection Agency.

Oksanen, P. 2005: Development of palsa mires on the northern European continent in relation to holocen climatic and environmental changes. Academic Dissertation, Faculty of Science, University of Oulu. Oulu University Press.

Pääkkö, E. 2010: Palsa mire inventories in northern Finland. Presentation at the Nordic Seminar on Monitoring of Palsa Mires in Sigtuna 27-28 October 2010 arranged by the Swedish Environmental Protection Agency.

Sannel, B. & Kuhry, P. 2011: Warming-induced destabilization of peat plateau/thermokarst lake complexes. *Journal of Geophysical Research*, Volume 116.

Seppälä, M. 1986: The origin of palsas. *Geografiska Annaler* 68 A (3): 141-147.

Sohlman, A. (red.) 2007: Arter och naturtyper i habitatdirektivet – tillståndet i Sverige 2007. ArtDatabanken, Sveriges lantbruksuniversitet.

von Sydow, U. 1983: Vegetationskarta över de svenska fjällen, Kartblad nr 1 Treriksröset/Naimakka. Naturgeografiska institutionen vid Stockholms universitet och Statens naturvårdsverk.

Ulfstedt, A-C 1976: Geomorfologiska kartbladen 25 E Gräsvattnet och 25 F Umfors – Beskrivning och naturvärdesbedömning. Statens naturvårdsverk PM 731.

Ulfstedt, A-C 1982: Geomorfologiska kartbladen 32 J Treriksröset 32 K Kummavuopio 31 J Råstojaure 31 K Naimakka – beskrivning och naturvärdesbedömning. Naturvårdsverket Rapport 1555.

Wramner, P. 1965: Fynd av palsar med mineraljordskärna i Sverige. *Geologiska Föreningens Förhandlingar* 86: 498-499.

Wramner, P. 1967: Studier av palsmyrar i Laivadalen Lappland. *Meddelanden från Göteborgs universitets geografiska institution* nr 86.

Wramner, P. 1972 a: Palslika bildningar i mineraljord. Några iakttagelser från Taavavuoma, Lappland. Göteborgs universitet, GUNI Rapport 1.

Wramner, P. 1972 b: Tjällyftning i torvjord. En laboratorieundersökning. Göteborgs universitet, GUNI Rapport 2.

Wramner, P. 1973: Palsmyrar i Taavavuoma, Lappland. Göteborgs universitet, GUNI Rapport 3.

Wramner, P. 2003: Tavvavuoma. Tundra och fågelparadis. I Natur i Nord. Nordiska Ministerrådet, Nord 2003:5.

Wramner, P. 2012: Den eviga frostens unika landskap hotas. Skog & mark 2012 – om tillståndet i svensk landmiljö. Naturvårdsverket.

Zuidhoff, F. & Kolstrup, E. 2000: Changes in palsa distribution in relation to climate change in Laivadalen, northern Sweden, especially 1960-1997. Permafrost and Periglacial Processes 11 (1): 55-69.

Zuidhoff, F. 2002: Recent decay of a single palsa in relation to weather conditions between 1996 and 2000 in Laivadalen, northern Sweden. Geografiska Annaler 84 A (2): 103-111.

Bilaga 1. LM Vegetationsdata, legend

LM Vegetationsdata fjäll

PUNKTTYP

- ★ 82 Rik floralokal, kända lokaler
- ◇ 161 Spridda block
- ↗ 290 Dikning ospec.
- V 300 Vatten- och fukt/våtmarksvegetation
- 490 Pals
- 544 Rengärde
- ▲ 671 Deltavegetation
- ◆ 672 Snölegevegetation
- △ 674 Vindblotta/skarp rished
- ▼ 720 Lövbushveg
- ▼ 722 Videbushveg
- // 806 Sump-/fuktskog
- ✱ 910 Enstaka/spridda ospec barrträd
- 930 Enstaka/spridda triviallövträd

Vegetationsskiktet

VEGTYP

- 100 Ytvatten/Vattenvegetation/Snö och is
- 200 Öppen substratdominerad mark; 215
- 300 Kulturmark och exploaterad mark
- 400 Öppen ris-, gräs- och örtvegetation
- 500 Buskvegetation
- 600 Skogsvegetation
- 800 Öppen myrvegetation
- Skannat palsområde

Vegetationskartorna har en ekvidistans av 10 m.

Bilaga 2. Naturvårdsverket, vägledning

Naturvårdsverket

Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1

NV-04493-11

Beslutad: November 2011

Palsmyrar

Palsmyrar

Palsa mires

EU-kod: 7320

Länk: Gemensam text (namn och koder)

http://www.naturvardsverket.se/upload/04_arbete_med_naturvard/vagledning/naturtyper/naturtypergemensam.pdf#2

Beskrivning av naturtypen

Länk: Gemensam text (beskrivning av naturtypen)

http://www.naturvardsverket.se/upload/04_arbete_med_naturvard/vagledning/naturtyper/naturtypergemensam.pdf#2

Utdrag ur EU:s tolkningsmanual

Mire complexes in the northern boreal, orohemiarctic and alpine regions, where the climate is slightly continental and the mean annual temperature is below -1°. The mires are mainly minerotrophic, excluding the palsas, which are peat mounds with sporadic permafrost. The palsas are usually 2-4 metres high, but up to 7 metres high palsas have been found in Finland and Sweden.

Svensk tolkning av definitionen

Öppen blandmyr, med mycket kärrytor och vattenfyllda partier samt förekomst av palsar. Palsar är kull- eller kupolformade bildningar av torv som har en åretruntfrusen kärna. De är vanligtvis 1-4 meter höga. Palsarna på myren befinner sig i olika utvecklingsstadier och varierar då det gäller form och vegetation. Palslaggar, pals-kar och palsgölar är andra morfologiska strukturer som kan förekomma på palsmyren. Habitatet finns i de norra boreala, alpina och subarktiska regionerna där års-medeltemperaturen är under -1°C.

Naturlighetskriterier: Myrens hydrologi och hydrokemi får inte vara starkt generellt påverkad av antropogena ingrepp. Reversibla, mindre ingrepp som orsakat lokal störning i begränsade delar av myren kan medges.

Kommentarer

Palsmyrar förekommer i Sverige endast i alpin region och de svenska palsmyrarna är i kanten av sitt nordliga utbredningsområde. Vanligt förekommer de idag endast i övre delen av Norrbottens län. För att klassas som naturtyp bör palsstrukturer täcka minst 1 ha av området (minsta karteringsenhet anges i flygbildstolkningsmanualen).

Förekomst av palsar är avgörande för att tolka naturtypen som palsmyr. Palsmyr är en prioriterad naturtyp och har, om kriterierna uppfylls, tolkningsföreträde framför andra naturtyper.

Gränsdragning mot andra naturtyper

- Om palsmyren är en del av ett aapamyrrkomplex anges den som undertyp. Enstaka palsar kan dock förekomma i aapamyr (7310).

Viktiga strukturer och funktioner

- Permafrostprocesser
- Opåverkad hydrologi
- Opåverkad hydrokemi
- Intakt vegetationstäck
- Välutvecklade palsar och andra typiska hydromorfologiska strukturer

Typiska och karakteristiska arter

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	K-art	T-art	Grupp	Region
Kärlväxter					
Betula nana	dvärgbjörk	K-art			
Carex rotundata	rundstarr	K-art			
Carex saxatilis	glansstarr	K-art			
Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum	nordkråkbär	K-art			
Eriophorum russeolum	rostull	K-art			
Rhododendron tomentosum	skvattram	K-art			
Vaccinium microcarpum	dvärgtranbär	K-art			
Mossor					
Dicranum elongatum	tät kvastmossa	K-art	T-art		A
Polytrichum strictum	myrbjörnmossa	K-art			
Lavar					
Ochrolechia frigida	nordlig örnlav	K-art			
Cladonia arbuscula	gulvit renlav	K-art			
Cladonia rangiferina	grå renlav	K-art			
Fåglar					
Anser fabalis	sädgås		T-art		A
Calidris alpina	kärrenäppa		T-art		A
Clangula hyemalis	alfågel		T-art		A
Gavia stellata	smålom		T-art		A
Limicola falcinellus	myrsnäppa		T-art		A
Limosa lapponica	myrspov		T-art		A
Numenius phaeopus	småspov		T-art		A
Nyctea scandiaca	fjälluggla		T-art		A
Phalaropus lobatus	smalnäbbad simsnäppa		T-art		A
Philomachus pugnax	brushane		T-art		A
Stercorarius longicaudus	fjällabb		T-art		A
Tringa erythropus	svartsnäppa		T-art		A
Tringa nebularia	gluttsnäppa		T-art		A

Klassificering enligt andra klassificeringssystem

Klassificeringssystem	Naturtypens motsvarighet
VIN:	Saknas
EUNIS:	D3.1 Palsa mires

Utbredning och förekomst

Länk: Gemensam text (utbredning och förekomst)

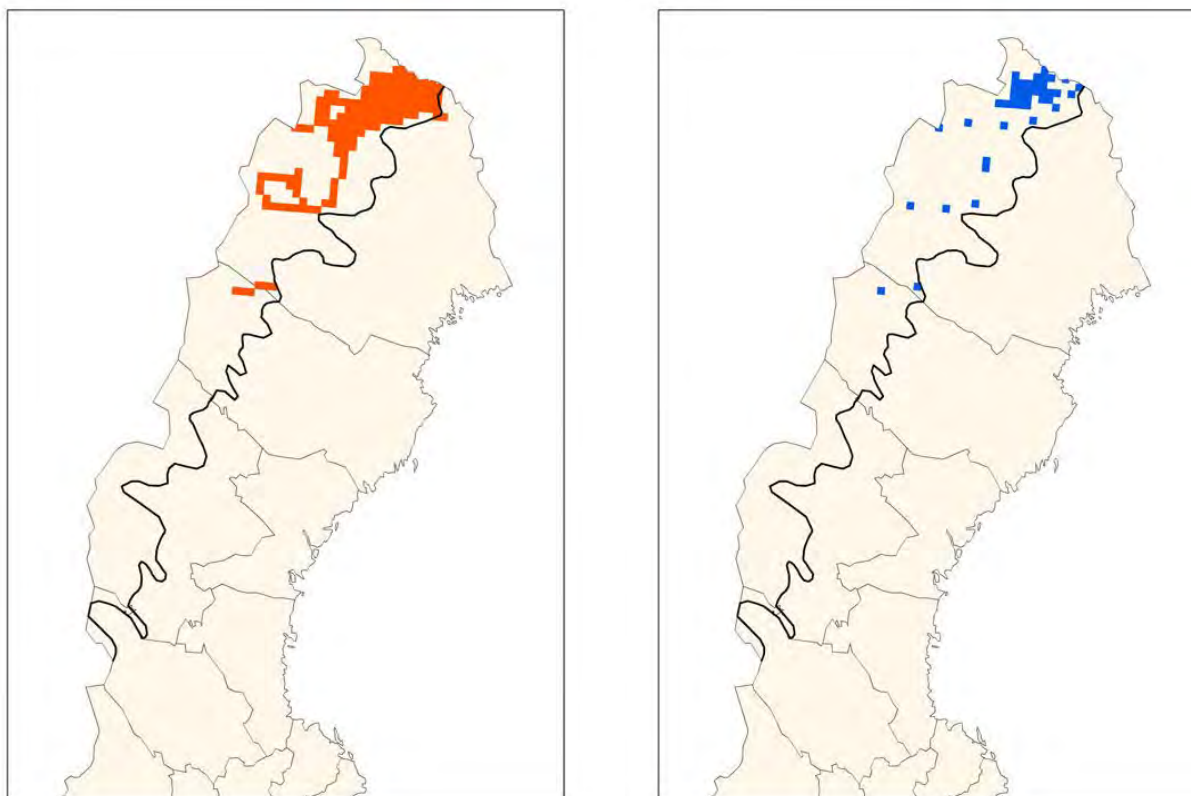
http://www.naturvardsverket.se/upload/04_arbete_med_naturvard/vagledning/naturtyper/naturtypergemensam.pdf#5

Rapporterad nationell bevarandestatus år 2007

Rapporterat 2007	Reg. A	Reg. B	Reg. K	Totalt
Natura 2000-områden Utpekade för naturtypen (st)	13	5		13
Utbredning Aktuellt värde (km ²) Referensvärde (km ²) Bedömning aktuell status Bedömning trend	14 463 14 463 Otillräcklig Försämring			14 463 14 463
Förekomstareal Aktuellt värde (km ²) Referensvärde (km ²) Bedömning aktuell status Bedömning trend	251 251 Otillräcklig Försämring			00 00
Kvalitet Bedömning aktuell status Bedömning trend	Dålig Försämring			
Framtidsutsikt Bedömning aktuell status Bedömning trend	Dålig Försämring			
Samlad bedömning Bedömning aktuell status Bedömning trend	Dålig Försämring			

Kommentarer till rapporterade uppgifter

Skälen till att naturtypen inte bedöms ha gynnsam bevarandestatus är att trots att det aktuella värdet för både utbredning och förekomstareal överensstämmer med referensvärdena görs bedömningen att aktuella värden är otillräckliga på grund av att båda har en minskande trend. Dessutom har palsarna smält i delar av utbredningsområdet. Framtidsutsikterna bedöms som dåliga eftersom klimatförändringar gör att medeltemperaturen stiger, vilket gör att fler palsar kommer att smälta. För att uppnå gynnsam bevarandestatus måste den pågående minskningen stoppas och minst 1995 års arealer och omfattning uppnås.



Figur 1. Svenskt utbredningsområde (till vänster) och förekomstareal (till höger).

Förutsättningar för bevarande

Länk: Gemensam text (förutsättningar för bevarande)

http://www.naturvardsverket.se/upload/04_arbete_med_naturvard/vagledning/naturtyper/naturtypergemensam.pdf#8

De strukturer/formelement (palsar, palslaggar) som karaktäriserar naturtypen kräver kallt klimat med en årsmedeltemperaturen som understiger 0° C, så att permafrostprocesser kan verka i torven. Därutöver behövs en opåverkad hydrologi och hydrokemi för att bevara variationen av övriga strukturer/formelement och så att torv inte oxideras som en följd av antropogen hydrologisk eller kemisk påverkan utan endast som en eventuell följd av naturliga klimatförändringar.

Palsmyrarnas fortlevnad förutsätter ett intakt vegetationstäck. Blottor i vegetationstäck är den initiala fasen till nedbrytning av den enskilda palsen. Nedbrytning och återväxt av palsar är en naturlig process men förutsättningarna för gynnsam bevarandestatus är att den nedbrytande processen inte påskyndas av antropogen påverkan.

Gynnsamt tillstånd/bevarandestatus förutsätter att de typiska arterna inte minskar påtagligt i området respektive på biogeografisk nivå eftersom typiska arter indikerar att naturtypen upprätthåller viss kvalitet och viktiga ekologiska funktioner.

Hotbild

- Klimatförändringar som innebär höjning av årsmedeltemperaturen och förändrade nederbördsmonster med ökat snöfall utgör ett hot, särskilt som de svenska palsmyrarna befinner sig på habitatets utbredningsgräns.
- Atmosfäriskt nedfall som påverkar hydrokemi och påverkar nedbrytningshastighet.
- Samhällsbyggande med nya kommunikationsleder, anläggningar etc kan förstöra eller skada habitatet, framför allt åtgärder som innebär att hydro-logi och eller hydrokemin förändras. Hotet är dock marginellt med tanke på naturtypens geografiska utbredning.

Bevarandeåtgärder

- Gångse åtgärder för att upprätthålla gynnsam bevarandestatus så att inga försämringar för naturtypen sker, (dvs att dess intressen respekteras i fysisk planering, tillståndsprövning, generell naturvårdshänsyn, förvaltning av skyddade områden, artskydd och uppföljning samt övervakning).
- Arbetet mot klimatförändringar är viktigt och bör påskyndas.

Regelverk

Länk: Gemensam text (regelverk)

http://www.naturvardsverket.se/upload/04_arbete_med_naturvard/vagledning/naturtyper/naturtypergemensam.pdf#11

- Naturtypen ingår i art- och habitatdirektivets bilaga 1 och är en prioriterad naturtyp där.
- Regelverk som är särskilt viktigt för naturtypen är markavvattning, terrängkörning och torvtäkt.
- Regelverk som är särskilt viktigt för naturtypens omgivning utöver det som nämns ovan är vattenverksamhet.

Bevarandemål, målindikatorer och uppföljning

Länk: Gemensam text (bevarandemål och uppföljning)

http://www.naturvardsverket.se/upload/04_arbete_med_naturvard/vagledning/naturtyper/naturtypergemensam.pdf#19

På Naturvårdsverkets hemsida om uppföljning i skyddade områden, finns en rapport (6379:2010) om uppföljnings i skyddade områden. Den beskriver arbetet med formulering av mål och användande av målindikatorer för att följa upp målen. Rapporten beskriver det generella arbetet, och uppföljningen i detalj beskrivs i manualer för uppföljning av olika naturtyper. Det finns även manualer för uppföljning av olika naturtypsgrupper. Där finns information om arbetsmetoder, och exempel på olika målindikatorer.

Det finns bland annat manualer för Våtmarker, för Flygbildstolkning och för olika artgrupper.

Litteratur

Länk: Gemensam text (litteratur och kontaktuppgifter)

http://www.naturvardsverket.se/upload/04_arbete_med_naturvard/natur/naturgemensam.pdf#v

Naturtyps- och ekosystemvis litteratur

Backe S (2007): Manual för basinventering av myrar. Version 3.0

Götbrink E (2008). Manual 7. Manual för uppföljning i myrar. Version 2.0

Löfroth, 1991. Våtmarkerna och deras betydelse.

Naturvårdsverket, 1994. Myrskyddsplan för Sverige.

Wramner P (1967): Studier av palsmyrar i Laivadalen, Lappland. Teknik och Natur.

Zuidhoff FS (2003): Palsa Growth and Decay in Northern Sweden: Climatic and Environmental Controls. Doktorsavhandling. Institutionen för geovetenskaper. Uppsala universitet.

Naturtyps- och ekosystemvisa länkar

Naturvårdsverket handledning för miljöövervakning:

<http://www.naturvardsverket.se/sv/Tillstandet-i-miljon/Miljoovervakning/Handledning-for-miljoovervakning/Metoder/Undersokningstyper/Undersokningstyp-Vatmark/>



Länsstyrelsen
Norrbotten