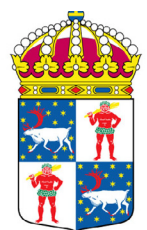




Tavvavuoma

Inledande dokumentation inom
övervakningsprogram för Sveriges palsmyrar



Länsstyrelsens rapportserie nr 20/2015

Länsstyrelsen
Norrbotten

Titel: Tavvavuoma - Inledande dokumentation inom övervakningsprogram för
Sveriges palsmyrar
Länsstyrelsens rapportserie nr 20/2015

Författare: Per Wramner, Kjell Wester, Susanne Backe, Urban Gunnarsson, Niklas
Hahn & Saad Alsam

Omslagsbild: Fältarbete i Tavvavuoma 2011. Foto : Susanne Backe

Kartor: Länsstyrelsen Norrbotten@Lantmäteriet

Kontaktperson: Susanne Backe, Länsstyrelsen i Norrbottens län, 971 86 Luleå
Telefon: 010-225 50 00
E-post: norrbotten@lansstyrelsen.se
Internet: www.lansstyrelsen.se/norrbotten

ISSN: 0283-9636

Tavvavuoma

Inledande dokumentation inom övervakningsprogram för Sveriges palsmyrar

Länsstyrelsens rapportserie nr 20/2015



SWEDISH ENVIRONMENTAL
PROTECTION AGENCY



NATIONELL
MILJÖÖVERVAKNING
PÅ UPPDRAG AV
NATURVÅRDSVERKET



Länsstyrelserna



BRCKMANN GEOMATICS
SWEDEN AB

Förord

I denna rapport presenteras resultatet av det inledande arbetssteget i övervakning av palsmyren Tavvavuoma, en av de myrar som ingår i den nationella miljöövervakningen av våtmarker, inom delprogrammet Klimatrelaterad övervakning. Dokumentationen används för att utvärdera det nationella miljö kvalitetsmålet Myllrande våtmarker och utgör även underlag för rapportering av bevarandestatus för naturtypen Palsmyrar (naturtypskod 7320) enligt art- och habitatdirektivet. Verksamheten finansieras tills vidare genom både nationell miljöövervakning och den s.k. biogeografiska uppföljningen enligt nämnda EU-direktiv.

Naturvårdsverket (NV) har det nationella samordningsansvaret för art- och habitatdirektivet och ansvarar för de terrestra delarna av det uppföljningssystem som ligger till grund för rapportering enligt artikel 17 i direktivet. Havs- och vattenmyndigheten (HaV) ansvarar för de akvatiska delarna och ArtDatabanken (ADb)–SLU har uppdrag av myndigheterna att bistå verksamheten med expertstöd.

Uppdraget som redovisas i denna rapport har genomförts av Brockmann Geomatics Sweden AB på uppdrag av Naturvårdsverket i nära samarbete med Länsstyrelsen i Norrbotten och med medverkan från Länsstyrelsen i Dalarna.

Ansvariga handläggare för medel till denna verksamhet har varit Johan Abenius NV, Erland Lettevall HaV samt Wenche Eide och Eddie von Wachenfeldt ADb.

Johan Abenius

handläggare Naturvårdsverket, Avdelningen för analys och forskning

Innehåll

Sammanfattning.....	8
1. Introduktion	9
1.1 Bakgrund.....	9
1.2 Uppdraget.....	13
1.3 Krav på data för övervakning av palsmyrar.....	16
1.4 Arbetets uppläggning	16
1.5 Rapportens disposition.....	18
1.6 Allmänt om palsar.....	19
2. Tavvavuomas naturförhållanden	22
2.1 Naturgeografi.....	22
2.1.1 Geologi och geomorfologi.....	23
2.1.2 Klimat	24
2.2 Vegetation	27
2.3 Djurliv.....	29
3. De båda utvalda palsmyrområdena och deras status på 1960-talet.....	31
3.1 Palsmyrområde 1.....	31
3.1.1 Den stora palsmyren	34
3.1.2 Palsmyren mellan Goahtemuorjohka och rullstensåsen norr därom	52
3.2 Palsmyrområde 2.....	52
3.2.1 Delområde a.....	53
3.2.1.1 Transekt 5	56
3.2.2 Delområde b	58
3.2.2.1 Transekt 6	60
3.2.2.2 Transekt 7	61
3.2.2.3 Transekt 8	63
3.2.2.4 Transekt 9	64
3.2.2.5 Sammanfattande diskussion av transekterna 6 – 9	64
3.2.2.5 Transekt 10	66
3.2.2.6 Transekt 11	68
3.2.2.7 Transekt 12	69

3.2.3 Delområde c.....	71
3.2.3.1 Transekt 13	71
4. Datakällor och metoder	73
4.1 Satellitdata.....	73
4.2 Laserdata	79
4.3 Flygbilder	81
4.4 Fotografier	87
4.4.1 Fotografering från luften	88
4.4.2 Fotografering på marken	91
4.5 Kombination av data från olika källor	93
4.5.1 Kombination av satellit- och laserdata	93
4.5.2 Kombination av satellitbilder och flygbilder.....	94
4.5.3 Kombination av fotografier från luften med data från andra källor	95
4.5.4 Kombination av fotografier på marken med data från andra källor	97
4.6 Övriga observationer på marken.....	103
5. Kartering av palsar.....	104
5.1 Palsmyrområde 1.....	105
5.2 Palsmyrområde 2.....	106
6. Analys av förändringar	112
6.1 Morfologiska förändringar.....	112
6.2 Förändringar i utbredningen av öppet vatten.....	115
7. Volymen av palsarna i palsmyrområde 1.....	122
8. Transekter över palsmyrområdena 1 och 2 kring 2010	131
8.1 Palsmyrområde 1.....	133
8.1.1 Transekt 1.....	134
8.1.2 Transekt 2.....	136
8.1.3 Transekt 3.....	140
8.1.3 Transekt 4.....	142
8.2 Palsmyrområde 2.....	144
8.2.1 Transekt 5 a.....	146
8.2.2 Transekt 6.....	149
8.2.3 Transekt 7.....	153

8.2.4 Transekt 8.....	156
8.2.5 Transekt 9.....	158
8.2.6 Transekt 10	159
8.2.7 Transekt 11	163
8.2.8 Transekt 12	164
8.2.9 Transekt 13	166
8.2.10 Transekt 14	167
8.2.11 Transekt 15	170
9. Sammanfattande resultat och slutsatser	174
9.1 Palsmyrområde 1.....	174
9.2 Palsmyrområde 2.....	176
10. Palsmyrövervakningens olika aktiviteter och variabler	179
11. Litteratur	180
Bilaga 1. Teckenförklaring till 1960-talets transekter	183
Bilaga 2. Dominerande arter i redovisade vegetationstransekter.....	184
Transekt 1	184
Transekt 2	186
Transekt 5 a	187
Transekt 6	189
Transekt 7	190
Transekt 8	191
Transekt 9	192
Transekt 10	193
Transekt 12	194
Transekt 14	195
Transekt 15	197
Bilaga 3. Start- och slutpunkter för transekter	199
Bilaga 4. Fotograferingspunkter.....	200

Sammanfattning

I denna rapport redovisas den inledande dokumentationen av Tavvavuoma, ett vidsträckt palsmyrkomplex i norra Lappland som tillsammans med sju andra myrar avses ingå i ett övervakningsprogram för svenska palsmyrar. Bakgrunden till detta program är palsmyrarnas stora värde från naturvårdssynpunkt och det hot mot palsarnas existens – genom att deras kärna av ständig tjäle riskerar att smälta bort – som pågående klimatförändringar bedöms innebära.

En inledande dokumentation av detta slag är det första steget i övervakningen av de områden som ingår i programmet. Den omfattar en beskrivning av naturen (morfologi och morfologiska processer, hydrologi, vegetation m.m.) i två delområden (palsmyrområde 1 och 2) som tillsammans ger en representativ bild av Tavvavuomas palsmyrar. Både situationen i dag och på 1960-talet beskrivs (den senare med hjälp av äldre litteratur och fotografier). Därigenom erhålls en bild av den hittillsvarande utvecklingen som har stort värde från övervakningssynpunkt.

Beskrivningen av dagens situation bygger på flygbilder, satellitbilder, laserbaserade höjdmodeller och fältstudier. De senare inkluderade, förutom morfologi- och vegetationsstudier, omfattande fotografering.

Palsarna i båda palsmyrområdena karakteriseras av nedbrytning som fortfarande pågår med varierande intensitet. Förändringar har dokumenterats genom att jämföra äldre och nyare fjärranalysdata, transekter och fotografier med varandra. Över lag har betydande förändringar skett sedan 1960-talet genom att palsar sjunkit ihop och eroderats från sidorna. Till skillnad från situationen på 1960-talet har ingen nybildning eller tillväxt av palsar konstaterats under senare år.

Även om betydande nedbrytning konstaterats är det för närvarande inte möjligt att i större omfattning kvantifiera inträffade förändringar annat än längs ett antal transekter som dokumenterats både på 1960-talet och kring 2010. Så kommer att kunna ske i betydligt större utsträckning efter nästa omdrevsdokumentation som planeras äga rum 2017. Då kan t.ex. den totala palsvolymen i palsmyrområde 1, som kring 2010 uppgick till ca **157 300 m³**, beräknas på nytt. Därigenom kan förändringarna av denna i sammanhanget centrala parameter kvantifieras.

Eftersom palsarna i de båda delområdena präglas av nedbrytning och ingen kompenserande tillväxt tycks ske är det uppenbart att tillståndet för palsmyrarna i Tavvavuoma är ogynnsamt. Till detta kommer att pågående klimatförändringar förväntas ytterligare försämra betingelserna för palsar i hela det svenska utbredningsområdet.

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

I denna rapport redovisas en dokumentation av Tavvavuoma, ett palsmyrområde som utvalts att ingå i ett påbörjat övervakningsprogram för svenska palsmyrar. Läget framgår av figur 1.

Dokumentationen är av pilotkaraktär och inkluderar utvecklingsarbete kring metodiken för dess utförande. Grunderna för utvecklingsarbetet redovisas i denna rapport medan resultatet i form av praktiska riktlinjer för dokumentationen har redovisats i en tidigare rapport

(Undersökningstyp – Övervakning och uppföljning av bevarandestatus för Sveriges palsmyrar; Wester et al. 2015).

Palsmyrar är myrar i vilka palsar uppträder. Palsar är i sin tur kullar eller mer vidsträckta upphöjningar i myrmark med torv i ytan vilka innehåller ständigt tjälad torv och/eller mineraljord och har bildats genom tjällyftning (Wramner 1973).¹

Palshöjden i Sverige varierar från några decimeter upp till 6-7 meter. Palsar förekommer i områden med icke sammanhängande permafrost (permanent frusen mark). Deras utbredning i Sverige framgår av figur 1. Palsmyrar² utgör spektakulära och unika naturfenomen av stort värde från naturvårdssynpunkt och som klimatindikatorer. 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).

Palsarna i Sverige hotas av pågående klimatförändringar. Därför är det angeläget att följa palsmyrarnas fortsatta utveckling inom ramen för miljöövervakningen. Denna rapport är ett led i arbetet med att bygga upp en sådan övervakning.

Lithalsar är palslika bildningar som uppstått på samma sätt som palsar och skiljer sig från sådana enbart genom att sakna torv i ytan (Wramner 1972 a). I Tavvavuoma finns i viss utsträckning lithalsar och framför allt övergångsformer mellan palsar och lithalsar (med såväl torv som mineraljord i ytan). Se Wramner et al. 2012. Likheten mellan palsar och lithalsar liksom den glidande övergången dem emellan gör att även lithalsar har inkluderats i dokumentationen av Tavvavuoma.

Palsmyrar har fått en särskild tyngd i det svenska naturvårdsarbetet genom EU:s art- och habitatdirektiv, ofta benämnt habitatdirektivet (direktiv 92/43/EEG), där ett stort antal naturtyper som skall bevaras inom unionen pekas ut. Vissa av dem, bl.a. palsmyrar, utgör s.k. prioriterade naturtyper. Dessa har bedömts utgöra de mest hotade naturtyperna inom EU och

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 kapillär 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 volymökningen i vertikalled (Wramner 1972 b).

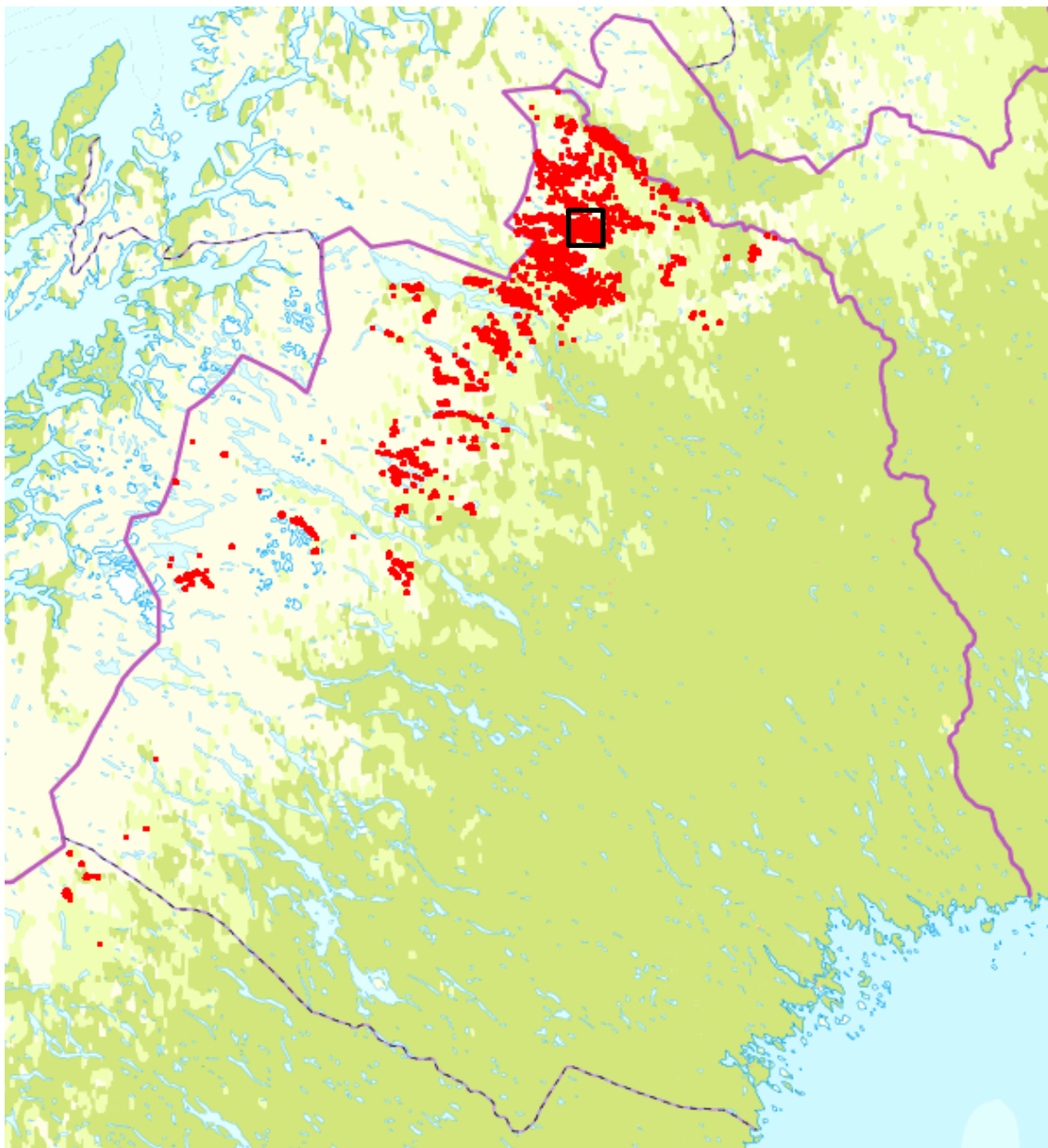
² Den här använda termen palsmyr motsvarar den i Naturvårdsverkets nationella våtmarksinventering använda termen blandmyr av palstyp (Gunnarsson & Löfroth 2009).

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 (Eide 2014).

Ett förslag till övervakningsprogram för Sveriges palsmyrar redovisades vid årsskiftet 2012/13 till Naturvårdsverket (Wramner et al. 2012). Programmet omfattar ett tiotal områden – ett av dem Tavvavuoma – som bedömts vara representativa för palsmyrarna i Sverige. Programförslaget har utformats så att det svarar mot databehovet för uppföljning beträffande palsmyrar av dels bevarandestatusen enligt habitatdirektivet, dels arbetet med att uppfylla det nationella miljömålet Myllrande våtmarker. Förslaget bygger i första hand på fjärranalysbaserade metoder. För varje ingående palsmyrområde föreslås att det första steget i övervakningen blir en inledande, allmän dokumentation.

Därefter har kunskapen om utbredningen av palsmyrar i Sverige utökats avsevärt genom att en nationell kartering av dessa har gjorts (Backe 2014). Se figur 1.³ Vidare har fältarbete och fjärranalysstudier för den inledande dokumentationen, förutom i Tavvavuoma, genomförts i Mannavuoma (2014) och Ouggajueaggi (2014). Fältarbetena 2014 innebar att övervakningsverksamheten togs i löpande drift (se vidare avsnitt 1.2). Som nämndes inledningsvis har på grundval av detta arbete – framför allt det som gjorts i Tavvavuoma – en undersökningstyp för övervakning av Sveriges palsmyrar utarbetats (Wester et al. 2015). I detta dokument preciseras omfattningen av övervakningen och ges praktiska anvisningar för arbetet med såväl den inledande dokumentationen som den senare uppföljningen.

³ Samtliga i rapporten återgivna kartor, flygbilder, höjdmodeller etc. är orienterade med norr uppåt.



Figur 1. Förekomster av palsmyrar i Sverige enligt Backe (2014). Röd yta markerar palsförekomst. Den svarta kvadraten anger läget av Tavvavuoma. Streckade linjer anger länsgränser.

Av Sveriges nationella rapportering till EU 2013, enligt artikel 17 i habitatdirektivet, framgår att landets palsmyrar uppvisar en över lag dålig bevarandestatus och att trenden är klart negativ (Eide 2014). På många håll är palsarna präglade av nedbrytning och riskerar t.o.m. att försvinna helt. Detta är främst en följd av pågående klimatförändringar som för närvarande utgör det enda allvarliga hotet mot de svenska palsmyrarna (Naturvårdsverket 2011). Därför är Sveriges möjligheter att på kort sikt förbättra situationen genom nationella åtgärder begränsade.

Mot den beskrivna bakgrunden bör det direkta arbetet med att bevara palsmyrarna i nuläget främst inriktas på övervakning för att följa utvecklingen och förbättra kunskapen om mekanismerna bakom palsarnas försvinnande. Därigenom kan också mer direkta hot mot palsarna upptäckas.

Det första steget i palsmyrövervakningen är att göra en inledande dokumentation av de myrar som ingår i övervakningsprogrammet. En central del av detta arbete är att identifiera, specificera och dokumentera data som behövs för utvärdering av bevarandestatusen. Det gäller 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 övervakningsprogram för palsmyrar.

Den avgörande betydelsen av pågående förändringar för att bedöma palsmyrars bevarandestatus innebär att ett övervakningsprogram inte bara skall dokumentera dagens situation och följa utvecklingen framöver. Det bör också i möjligaste mån dokumentera den tidigare utvecklingen fram till dagens situation. 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.

Tavvavuoma (se figur 2)⁴ utgör ett vidsträckt myrkomplex som är unikt för svenska palsmyrområden i en rad avseenden. Det gäller bl.a. palsarnas storlek, variation och representativitet liksom omfattningen av tidigare utförda studier. Här finns bl.a. den största koncentrationen av olika palstyper i Sverige liksom de största individuella palsar som beskrivits i vårt land (G. Lundqvist 1951; Wramner 1973; Gretener och Strömquist 1982; Ulfstedt 1982).

⁴ I rapporten används genomgående namnet Tavvavuoma (tidigare Taavavuoma). Detta är i enlighet med officiella kartor som framgår av bl.a. figur 2.

I uppdraget gjordes en schematisk avgränsning av det större undersökningsområdet liksom av palsmyrområdena 1 och 2. Som ett led i implementeringen har efter fältarbetet sommaren 2013 smärre revideringar av gränserna gjorts för att bättre anpassa dem till förekomsten av palsar och naturförhållanden i övrigt samt till täckningen av utförda laserskanningar. Figur 3 visar den anpassade avgränsningen.

Palsmyrområdena 1 och 2 representerar samtliga i Tavvavuoma förekommande palstyper, uppvisar ovanligt välutbildade palsformer – med bl.a. några av de högsta palsar som beskrivits från Sverige – och har studerats mer ingående (avseende morfologi, inre byggnad, vegetation, genes m.m.) liksom under längre tid (cirka 50 år) än något annat palsmyrområde i landet.

Redovisningen av uppdraget skall innefatta (1) en specifikation av databehovet beträffande palsmyrar för uppföljning av dels bevarandestatusen enligt habitatdirektivet, dels arbetet med att uppnå miljö kvalitetsmålet Myllrande våtmarker. För detta mål skall också ett förslag på indikator för uppföljningen redovisas. Naturvårdsverket har dock senare (under hand vid möte 2014-03-28) modifierat uppdraget på denna punkt. Förslaget till miljömålsindikator skall redovisas senare, när större erfarenhet erhållits av arbetet med den inledande dokumentationen av palsmyrar inom ramen för ett övervakningsprogram. Rapporten skall vidare innefatta (2) en handledning (instruktion) för den erforderliga datainsamlingen liksom (3) en första dataleverans för Tavvavuoma. Redovisning av punkt 2 har redan skett genom den tidigare nämnda undersökningstypen (Wester et al. 2015).

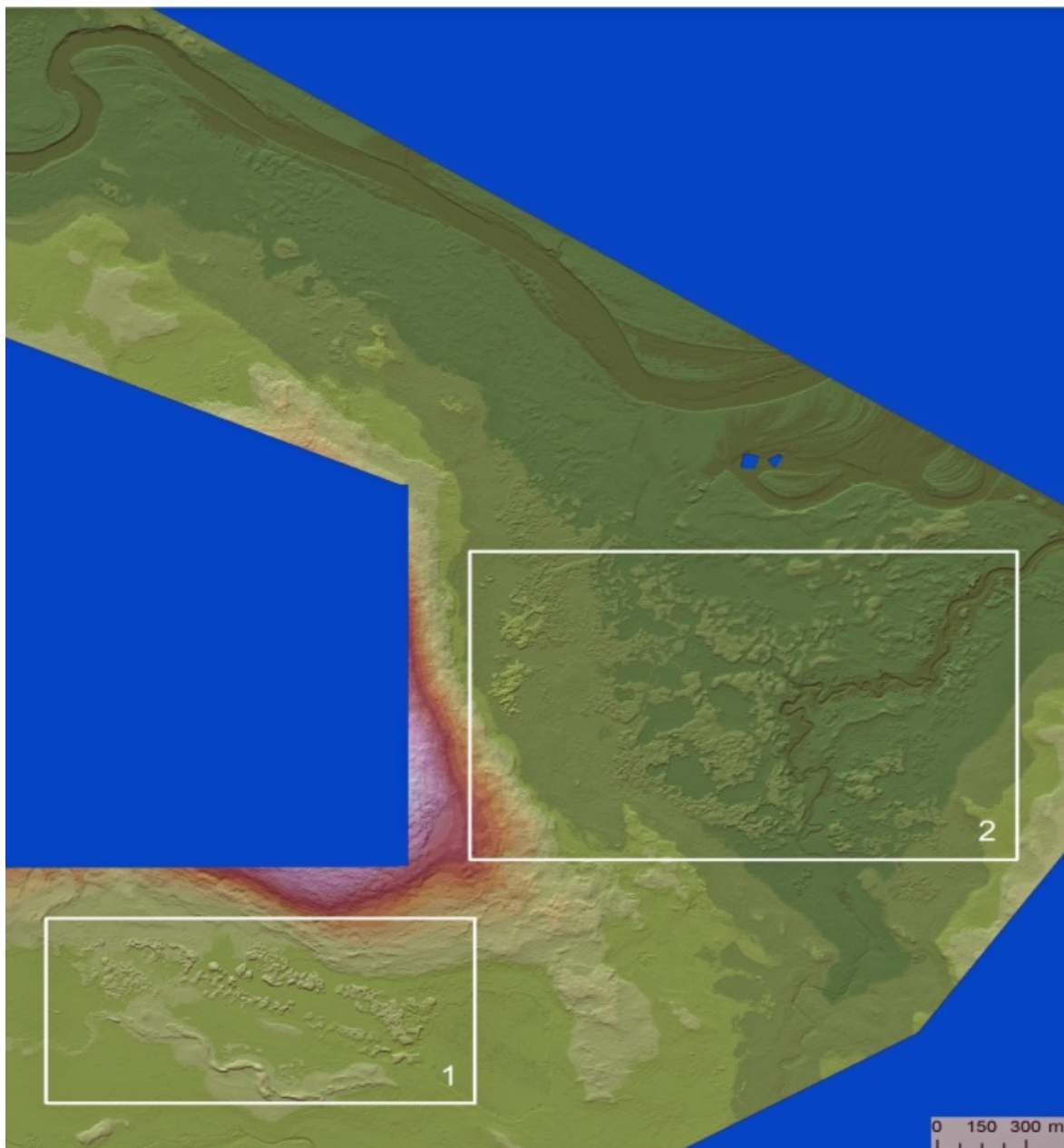
Enligt uppdraget skall för hela undersökningsområdet (se figur 3) göras en analys av förändringar i höjddled mellan 2007 och 2009. Analysen skall baseras på laserskanningar från 2007 och 2009.

De två särskilt utpekade palsmyrområdena 1 och 2 redovisas också i figur 3. Här skall dokumentationen vara mer ingående. Ett antal nya transekter skall läggas ut och dokumenteras vad gäller morfologi, vegetation, djup till tjällytan m.m. Dokumentationen skall dock inte omfatta den inre byggnaden som skulle kräva arbetsinsatser långt utöver vad som rimligen kan ingå i ett övervakningsprogram och är mindre relevant för ett sådant än morfologi, vegetation etc. Det bör dock framhållas att den inre byggnaden finns ingående dokumenterad i ett tiotal transekter över de båda palsmyrområdena som upprättades på 1960-talet (Wramner 1972 a och 1973). Dessa transekter skall ingå i pilotstudien och därför åter dokumenteras (med undantag för den inre byggnaden). Redan i ett av de uppdrag som låg bakom förslaget till övervakningsprogram (Wramner et al. 2012) ingick att "Tillgängliggöra äldre data från undersökningar som utfördes av Per Wramner, Göteborgs universitet under 1960- och 1970-talen i Tavvavuoma-området." Slutligen skall en volymberäkning göras av samtliga palsar i palsmyrområde 1.

I ett tilläggsavtal 2013-11-29⁶ mellan Naturvårdsverket och Brockmann Geomatics Sweden AB utökades uppgiften till att också omfatta förslag – på två olika ambitionsnivåer – till en långsiktig

⁶ Naturvårdsverkets ärendenummer NV-08712-13.

övervakningsinsats för palsmyrar. Den högre ambitionsnivån förutsätter kontinuerlig uppföljning (inklusive en laserskanning per sexårsperiod) av samtliga 10 områden som föreslagits ingå i övervakningsprogrammet. I det lägre alternativet begränsas den fullständiga uppföljningen till Tavvavuoma och Sirččám. Alla i förslagen ingående aktiviteter och kostnader skall redovisas. Med långsiktig övervakningsinsats avses enligt avtalet dels arbetet under perioden 2015 – 2019 med att dokumentera i programmet ingående palsmyrar och påbörja en kontinuerlig övervakning av dessa, dels arbetet med en fortsatt kontinuerlig övervakning under perioden 2020 – 2025. Redovisning enligt tilläggsavtalet har likaså skett genom den fastställda undersökningstypen (Wester et al. 2015).



Figur 3. Höjdmodell (se vidare avsnitt 4.2) över undersökningsområdet med palsmyrområdena 1 och 2 inlagda. Notera att detta område är mindre än det som laserskannats och återges i figur 2.

1.3 Krav på data för övervakning av palsmyrar

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 palsarnas morfologi, morfologiska processer, vegetation, djup till tjäle etc. liksom förekomst av palsrelaterat öppet vatten;
- 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.

1.4 Arbetets uppläggning

Denna rapport bygger till betydande del på tidigare skrifter som behandlar palsmyrar (generellt och i Tavvavuoma). De viktigaste är Wramner (1972 a, 1973, 2003 och 2012) samt Wramner et al. (2012). Data har vidare hämtats från Wramner (1965, 1967 och 1972 b). Hittills icke publicerade data, som tagits fram i samband med dessa tidigare arbeten, har också använts i rapporten. Vidare har omfattande ytterligare analyser gjorts av tillgängliga fjärranalysdata (främst laserskannings- och satellitdata). Den nyligen genomförda totalkarteringen av palsförekomsterna i Sverige (Backe 2014) har avsevärt förbättrat möjligheterna sätta in palsmyrarna i Tavvavuoma i ett vidare nationellt sammanhang.

All tillgänglig litteratur som direkt berör palsmyrarna och Tavvavuomas naturförhållanden i stort har gått igenom och redovisas i rapporten. Det gäller både rent vetenskaplig litteratur och s.k. grå litteratur (inventeringsrapporter, natur- och reseskildringar m.m.). Däremot har det inte ingått i uppdraget att göra en mer ingående genomgång av litteratur om palsfenomenet som sådant.

Slutligen har kompletterande fältdokumentation genomförts i augusti 2013 av Johan Abenius, Susanne Backe, Urban Gunnarsson och Per Wramner. Fältarbetet koncentrerades till palsmyrområde 2 som dessförinnan varit mindre ingående dokumenterat än palsmyrområde 1. Det bestod främst av utläggning och kartering av nya samt omkartering av tidigare utlagda transekter.

Statusen för palsmyrområdena 1 och 2 har dokumenterats vad gäller situationen dels i mitten av 1960-talet, dels kring 2010. För 1960-talets status bygger dokumentationen på tidigare insamlade data samt studier av svartvita ortoflygbilder från 1963. För att få en så komplett bild

av palsarna som möjligt har även parametrar av mindre direkt relevans för övervakningen, t.ex. den inre byggnaden, redovisats i den mån data funnits tillgängliga.

På 1960-talet studerades palsmorfologin genom flygbildsanalys, fotografering (såväl från marken som från lågtgående flygplan) och manuell mätning på marken med hjälp av Wild-tub och latta. Den inre byggnaden dokumenterades genom borrhning. En manuell torvborr användes för ofrusen torv. En SIPRE kärnborr driven av en Partner R 12 motorsågsmotor användes för frusen torv. En Cobra motortjälborr (Atlas Copco) användes för frusen torv och mineraljord. Vegetationen utmed transekterna fältkarterades i en meterbred zon genom konventionell bandprofilanalys.

Transekter (tidigare benämnda profiler) över representativa delar av de studerade palsmyrarna var ett huvudinslag i arbetet med att dokumentera dem på 1960-talet. I denna studie har dessa transekter använts som en av utgångspunkterna för att kunna dokumentera förändringar under det senaste halvsekle. Data om sådana förändringar har bedömts vara av stort intresse i ett övervakningsperspektiv. Därför återges merparten av de äldre transekterna i denna rapport. En teckenförklaring till transekterna återges i bilaga 1.

Dokumentationen av dagens status baseras på högupplösta satellitdata, flygbilder från 2010, högupplöst laserskanning från flygplan (2007 och 2009), foton från helikopter, foton från marken och fältstudier (2009 – 2011 och 2013). Transekterna har, med undantag för den inre byggnaden, åter dokumenterats på 2000-talet med hjälp av laserdata vad gäller morfologi samt genom vegetationskartering (även nu i en meterbred zon) och mätning av det aktiva lagret (djupet till tjälen) i fält.

Arbetet har inriktats på förändringarna under det aktuella halvsekle. Det har framför allt gällt att kartlägga dessa förändringar och jämföra olika sätt att utföra sådana kartläggningar. Det gäller särskilt sådana metoder som är baserade på fjärranalys och andra geomatiska tekniker. Arbetet har fokuserat på frågor som är direkt relevanta för att finna den tekniskt och ekonomiskt optimala metoden för miljöövervakning av palsmyrar med fokus, som tidigare nämnts, på uppföljning av bevarandestatus.

En rad andra frågor, som bedömts vara mindre relevanta för övervakningen, 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, uppföljande beskrivning av palsarnas inre byggnad, analyser av orsakssammanhang m.m. liksom temperatur- och klimatmätningar, närmare studier av snöförhållanden etc.

Merparten av de äldre data, som bedömts ha direkt relevans för övervakningen, har digitaliserats och redovisats i rapporten.

Projektet har genomförts under ledning av Brockmann Geomatics Sweden AB på uppdrag av Naturvårdsverket som också varit huvudfinansiär. Vidare har länsstyrelserna i Norrbottens och Dalarnas län stött projektet.

Följande personer har på olika sätt medverkat i projektet:

- Per Wramner, Brockmann Geomatics Sweden AB – Vetenskaplig ledning och koordinering, litteraturgenomgång, hantering av äldre data och foton, samlade analyser, rapportskrivning, fältarbete.
- Kjell Wester, Brockmann Geomatics Sweden AB – Övergripande projektledning, GIS, datahantering (helkartering, volymberäkning av palsar m.m.), bildhantering.
- Susanne Backe, Länsstyrelsen i Norrbottens län – Foton, vegetationskartering, fältarbete.
- Urban Gunnarsson, Länsstyrelsen i Dalarnas län – Vegetationskartering, foton, fältarbete.
- Niklas Hahn, Brockmann Geomatics Sweden AB – Datahantering, bildhantering, GIS.
- Saad Alsam, Brockmann Geomatics Sweden AB – Datahantering, bildhantering, GIS.

1.5 Rapportens disposition

Dispositionen av rapporten har i möjligaste mån anpassats till den i uppdragsbeskrivningen och den fastställda undersökningstypen (Wester et al 2015). Så har också skett beträffande kapitelrubriceringen.

Efter detta inledande kapitel ges i kapitel 2 en allmän beskrivning av Tavvavuomas naturförhållanden som en introduktion till den närmare behandlingen av de två utvalda palsmyrområdena. Syftet är också att sätta in palsmyrarna i sitt större naturgeografiska och biologiska sammanhang.

I kapitel 3 ges en allmän beskrivning av palsmyrområdena 1 och 2 med betoning av situationen för 45 – 50 år sedan. Beskrivningen utgår till betydande del från ett tiotal utlagda transekter där morfologi och inre byggnad av representativa palsar studerats. Genom tillgången på äldre data från dessa två myrar kan man studera deras utveckling under nästan ett halvt sekel. Detta ger en unik möjlighet – av stort värde för övervakningen – att sätta in den fortsatta utvecklingen i sitt historiska sammanhang. Likaså underlättas därigenom en optimal utformning av övervakningen som fokuserar på de mest relevanta och kostnadseffektiva parametrarna. Det bör framhållas att högupplösta satellit- och laserskanningsdata inte fanns tillgängliga på 1960-talet och därför inte har använts vid de dokumentationer av palsmyrområdena 1 och 2 som gjordes då.

Övriga kapitel redovisar dagens situation och gjorda jämförelser med situationen för 45 – 50 år sedan. Här redovisas dels dokumentationen av de båda palsmyrområdena, dels bagrunden till användningen av de olika datakällorna. Kapitel 4 behandlar allmänt användningen av satellit- och laserskanningsdata liksom data från andra källor. I kapitel 5 och 6 redovisas en helkartering av palsar respektive en förändringsanalys i hela undersökningsområdet. I kapitel 7 redovisas den

totala palsvolymen i palsmyrområde 1. I kapitel 8 redovisas dagens situation i flertalet av de på 1960-talet utlagda transekterna. Vidare redovisas några nya transekter som syftar till att komplettera de befintliga i det fortsatta övervakningsarbetet. I kapitel 9 sammanfattas situationen kring 2010 och utvecklingen sedan 1960-talet i de båda palsmyrområdena på basis av alla tillgängliga data.

1.6 Allmänt om palsar

Här ges en kort sammanfattning av palsfenomenet och de aspekter på detta som är mest relevanta vid palsmyrövervakning. Sammanfattningen bygger i huvudsak på en tidigare rapport från detta projekt (Wramner et al. 2012) och där angivna referenser. För en mer ingående beskrivning hänvisas till denna rapport.

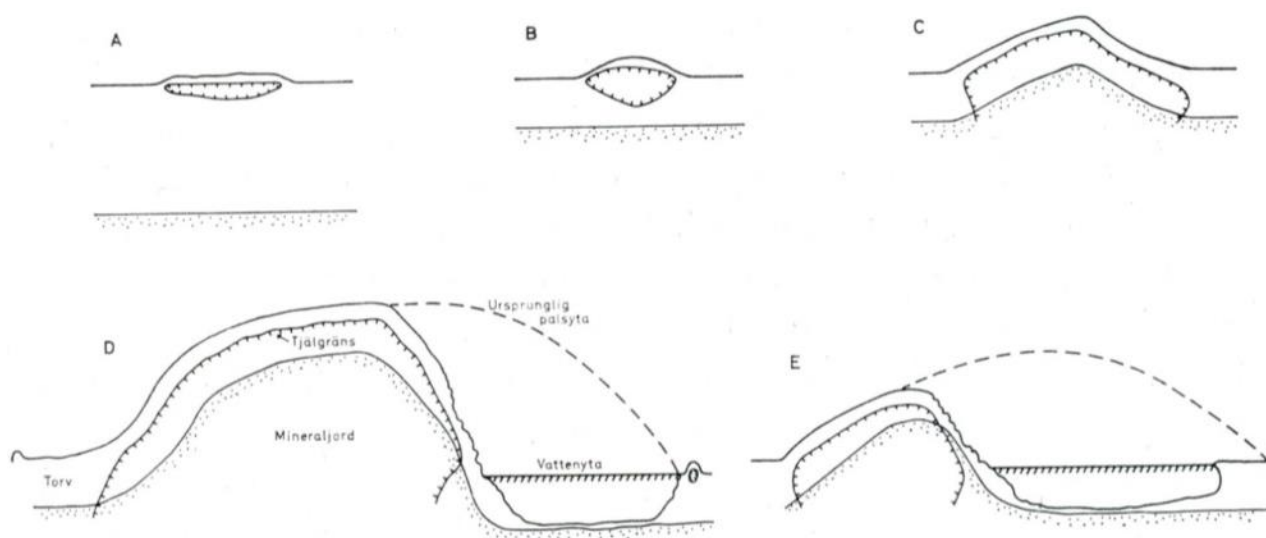
Palsar är i hög grad klimatberoende. De finns i områden med låg temperatur och nederbörd, särskilt vintertid. Enligt J. Lundqvist (1962) förekommer palsar i Sverige inom en zon där temperaturen under mer än 200 – 210 dygn underskrider 0° C och där nederbörden under november – april ligger under 300 mm. Enligt Zuidhoff & Kolstrup (2000) kännetecknas palsarnas utbredningsområde i stort sett av en årsmedeltemperatur lägre än -2 till -3° C och en vinternederbörd under 300 mm. 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. Inom det klimatologiskt bestämda utbredningsområdet är betingelserna för palsbildning på många håll goda. Det gäller särskilt där öppna myrar med finkorniga issjösediment under torven sammanfaller med ett kontinentalt lokalklimat (Wramner 1973 och 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. Ytlagret 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, välutvecklade 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. Däremot kan den spela roll för var palsar över huvud taget bildas (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. Bar torv med tydliga spår av vinderosion är vanligt förekommande på överytorna av högre palsar (Wramner 1973, Zuidhoff & Kolstrup 2000).

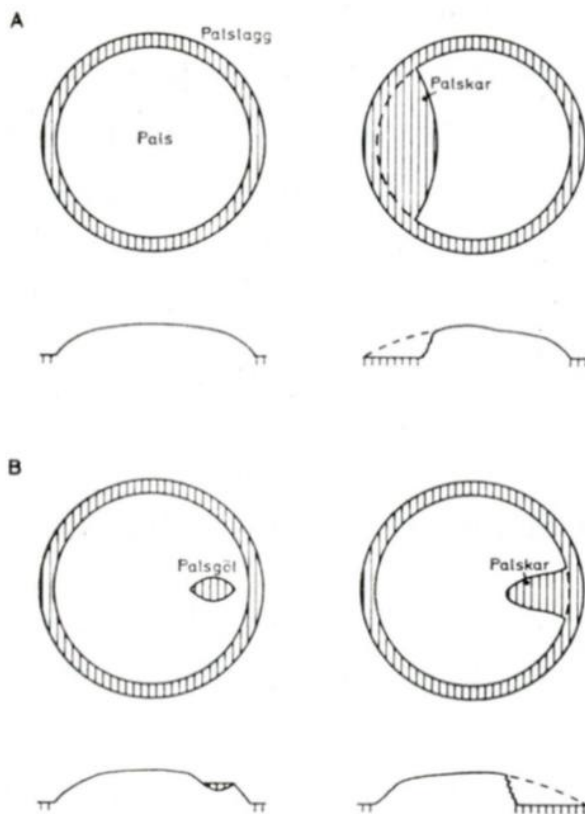
Palstillväxten upphör när permafrosten inte längre växer nedåt i tjälskjutande material och ett moget stadium inträder som kan vara stabilt under lång tid. I många fall inträder dock förr eller senare en nedbrytningsfas. Den kanske vanligaste nedbrytningsprocessen är lateral s.k. blockerosion av palssluttningar med öppet vatten eller blöt myr som en viktig initierande faktor. Den underlättas av att palsarnas överytor i allmänhet är mer eller mindre uppspruckna. Vanligt förekommande, särskilt under det senaste decenniet, är också kollaps av palsöverytor till följd av att den frusna kärnan smälter. Sådan kollaps initierades tidigare i allmänhet av gölbildning och/eller vinderosion men har under senare år i ökande utsträckning konstaterats ske utan sådan koppling. 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. Vatten är därför en ytterst viktig faktor i sammanhanget, både som agent för och resultat av palsnedbrytning (Wramner 1967 och 1973, Wramner et al. 2012). Figur 4 illustrerar de olika stadierna i palsutvecklingen. Stadium A illustreras av figur 20, stadium B av figur 21, stadium C av figur 22 och stadium D av figur 18.



Figur 4. Profiler genom palsar i olika utvecklingsstadier från Tavvavuoma (A och B, 1966) och Laivadalen (C – E, 1964). Efter Wramner (1967).

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. Se vidare Wramner et al. (2012).

På och vid palsar förekommer tre principiellt olika typer av öppet vatten. Genom kopplingen till nedbrytning av palsar har de stor betydelse för övervakningen (se figur 5).



Figur 5. Principskisser som visar palslagg, palsgöl och palskar samt deras förhållande till varandra. Efter Wramner (1967).

I detta sammanhang bör också termen termokarst förklaras. Den används vid beskrivningen av palsmyrområde 2 där lithalsar och tidigare sådana förekommer (bl.a. i avsnitten 3.2 och 8.2). Termokarst betecknar formelementet – i allmänhet fördjupning av något slag – som uppstått genom upptining av permafrost och är ett vidare begrepp än t.ex. palskar. I Tavvavuoma är palskar den vanligast förekommande typen av termokarstbildning. Även palsgölar utgör termokarstbildningar då fördjupningen uppstått genom upptining av den underliggande permafrosten vilket oftast är fallet. Begreppet termokarst diskuteras närmare av Wramner (1972 a).

2. Tavvavuomas naturförhållanden

Detta kapitel innehåller en allmän beskrivning av Tavvavuomas natur och naturvärden. En sådan beskrivning utgör en viktig del av den inledande dokumentation av övervakningsobjekten som föreslås av Wramner et al. (2012). Syftet är att ge en allmän bild av den miljö i vilken palsarna uppträder liksom att sätta in dem i sitt större naturgeografiska och biologiska sammanhang.

Tavvavuoma karakteriseras allmänt av sin rika och omväxlande natur. Detta gäller såväl i ett landskapsperspektiv som inom de olika naturtyperna. Palsmyrarna utgör ett markant och särpräglad inslag i Tavvavuomas natur och karakteriseras i allmänhet av en mosaik av småbiotoper, från öppet vatten till upphöjda och torra palsar, på begränsade ytor. Dessa naturförhållanden ger förutsättningar för ett osedvanligt rikt och varierat växt- och djurliv. Därtill kommer läget i ett vidsträckt fjällområde med ringa mänsklig påverkan.

Tavvavuoma uppfyller i hög grad alla de naturvärdeskriterier – representativitet, storlek, orördhet (ostördhet), mångformighet, raritet och betydelse för forskning – som använts i Naturvårdsverkets nationella våtmarksinventering (Gunnarsson & Löfroth 2007).

Sammanfattningsvis kan sägas att området är unikt i såväl ett svenskt som ett europeiskt perspektiv och representerar mycket stora naturvärden.

Tavvavuoma pekades tidigt ut som ett område av riksintresse för vetenskaplig naturvård i den fysiska riksplaneringen (Civildepartementet 1971). Några år senare (1974) fick området status som en våtmark av internationellt intresse inom ramen för "The International Convention on Wetlands of International Importance", oftast benämnd Ramsarkonventionen (Ramsar Convention and Wetlands International 2013). Vidare har Naturvårdsverket, i nationella planer för nya nationalparker 1989 och 2008, föreslagit att Tavvavuoma ska avsättas som nationalpark (Naturvårdsverket 2008; Wramner & Nygård 2010). Tavvavuoma ingår också i EU:s Natura 2000-nätverk av särskilt värdefulla naturområden (jämför avsnitt 1.1). Avsättningen har skett enligt såväl EU:s art- och habitatdirektiv som EU:s fågeldirektiv (Länsstyrelsen i Norrbottens län 2007).⁷ Genom att Tavvavuoma är både ett Ramsar-område och ett Natura 2000-område har Sverige i två internationella sammanhang förbundit sig att slå vakt om dess naturvärden (säkerställa en gynnsam bevarandestatus enligt EU-terminologin).

2.1 Naturgeografi

Tavvavuoma är ett vidsträckt myrkomplex utmed Tavvaätno i nordligaste Lappland (se figur 1). Det ligger i 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.

⁷ I Tavvavuoma förekommer nio naturtyper som pekats ut enligt art- och habitatdirektivet. Enligt bevarandeplanen för Natura 2000-området (Länsstyrelsen i Norrbottens län 2007) intas störst areal av rishedar ovanför trädgränsen (67 %), palsmyrar (15 %), av EU prioriterad naturtyp) och fjällbjörkskog (5 %).

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.

Lågfjällsområdets högsta topp är Tjåktso (1119 m ö.h.) som höjer sig över en vidsträckt, sjö- och myrdominerad urbergsplatå vilken avgränsar Tavvavuoma mot väster och söder. Mot norr avgränsas Tavvavuoma av vidsträckta platåer med Tavvaskaite (739 m ö.h.) som högsta punkt. I öster skiljer sig en nästan 700 m hög bergsklack Tavvavuoma från Pulsujokis dalgång.

Tavvavuoma avvattnas i huvudsak av Tavvaätno som från nordväst mottar Harrejåkkå och från sydväst Jeutojåkkå. De två största sjöarna, som båda avvattnas mot norr till Tavvaätno, är Tavvajauure (548 m ö.h.) och Jeutojauure (546 m ö.h.). Tavvaätno utgör en mindre fjällälv som öster om området rinner samman med Råstoätno och bildar Lainio älv vilken i sin tur rinner ut i Torne älv. Det innebär att Tavvaätno ingår i det största naturliga och för kraftändamål oexploaterade vattensystem vi har kvar i Sverige.

2.1.1 Geologi och geomorfologi

Berggrunden i och kring Tavvavuoma domineras av gnejser och graniter med växlande sammansättning och ursprung. Här uppträder också smala nord-sydliga stråk av ultrabasisiska gångbergarter. Åldern är ca två miljarder år vilket innebär att berggrunden är betydligt äldre än i fjällkedjan väster om Tavvavuoma. De dominerande bergarterna i området ger upphov till i allmänhet relativt sura och näringsfattiga markförhållanden vilket bl.a. återspeglas i vegetationen. Den relativt flacka topografin är en följd av att berggrunden under mycket lång tid utsatts för nedbrytande krafter. Förekomsten av kalt berg är begränsad (Ulfstedt 1982).

Jordarterna i Tavvavuoma domineras av sandiga isälvsavlagringar och finkorniga issjösediment som i betydande utsträckning överlagras av torv. Moränen har begränsad mäktighet och utbredning (Wramner 1972 a och 1973). Området tycks i första hand ha påverkats av en nordlig isrörelse (Gretener & Strömquist 1982).

Vad gäller de geomorfologiska storformerna kan den dominerande landskapstypen i Tavvavuoma med omgivningar i enlighet med nomenklaturen hos Rudberg (1960) beskrivas som "fjäll med platåer" eller "fjällslätter". Småformerna präglas av dels kvartära avlagringar, framför allt glacifluviala ackumulationer, dels periglaciala bildningar som strukturmarker och palsar (Gretener & Strömquist 1982).

De glacifluviala avlagringarna bildar främst milslånga åsstråk, då och då avbrutna av oregelbundna kullar och sandfält som ofta utgör fossila sandurområden och längst i öster uppvisar dynbildning. De kan också förekomma som terrasser längs dalsidorna. Vanligt förekommande i dessa avlagringar är markanta erosionsfårar som speglar de glacifluviala dräneringsvägarna (Gretener & Strömquist 1982).

Finkorniga glacigena jordarter, i huvudsak issjösediment med rik förekomst av siltpartiklar (0,002 – 0,06 mm), uppträder rikligt på lägre nivåer i Tavvavuoma. De är genom sin tjällyftningsförmåga av särskild betydelse i palssammanhang. Dessa sediment har uppstått genom att smältvatten från den retirerande landisen runnit ut i isdämda sjöar varvid det transporterade materialet sorterats i olika kornstorleksfraktioner och avsatts på sjöbotten. Innehållet av finkornigt material ökar med avståndet från isranden (Wramner 1972 a och 1973, Ulfstedt 1982). Ett komplext system av issjöar av olika ålder och på olika nivå tycks ha funnits i Tavvavuoma (Gretener & Strömquist 1982).

Torvmarker förekommer främst som sammanhängande myrar i Tavvavuomas lägre delar, särskilt där det finns finkorniga issjösediment, men återfinns också mer fläckvis på högre nivåer. Torvmäktigheten varierar starkt men uppgår ofta, främst i centrala delar av större, sammanhängande myrar, till 3 – 4 m (Wramner 1973). Lägre delar av Tavvavuoma intas till stora delar av vidsträckta palsmyrar som i hög grad sätter sin prägel på landskapet. Koncentrationen av stora palsar är unikt hög. Viktiga faktorer bakom detta förhållande, utöver klimatet, är förekomsten av torvmark underlagrad av finkorniga issjösediment (Wramner 1973).

Periglaciala strukturmarksformer är vanligt förekommande i hela Tavvavuoma. Tundrapolygoner finns främst på plana, högt belägna ytor medan flytjordsvalkar är vanliga på sluttningar. Blocksänkor och stengropar finns också över hela området, inte minst på lägre nivåer med tunt torvtäcke (Wramner 1973; Gretener & Strömquist 1982).

2.1.2 Klimat

Inga officiella klimatdata finns från Tavvavuoma eller dess närmaste omgivning, men området har av allt att döma 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 (se avsnitt 1.3 och Wramner 1973). Tavvavuoma bedöms även i dag i huvudsak uppfylla dessa krav.

Tavvavuoma ligger öppet och är starkt påverkat av vinden och dess erosion. Exempelvis är av vind och snödrev starkt tuktad vegetation allmänt förekommande. Vindsår är vanliga på palsar och sandterrasser. Den dominerande vindriktningen syns vara sydvästlig. Detta framgår av vindsårens orientering, snödrevsskador på trädstammar m.m.

Den låga nederbörden vintertid, tillsammans med vinddrift på de vanligt förekommande öppna ytorna, begränsar snötäckets tjocklek. Vegetationen tyder på att snödjupet normalt är 50-70 cm i slutna 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 (Wramner 1973). Enligt en översiktlig bedömning av Gustavsson et al. (2011 b) låg medelvärdet av det största snödjupet vintertid under perioden 1961-90 på 60-80 cm.

Ringa snödjup på myrarna – till följd av ringa nederbörd och starka vindar – tillsammans med låga temperaturer ger gynnsamma förutsättningar för frosten att tränga ned i marken så att permafrost bildas (Wramner 1973).

Närmaste klimatstationer i SMHI:s regi finns i Naimakka (cirka 40 km mot nordost, 402 m ö.h.), i Kattuvuoma (cirka 55 km mot sydväst, 346 m ö.h.) och i Karesuando (cirka 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 Tavvavuomas 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 $-2,6^{\circ}\text{C}$ och medelårsnederbörden 429 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 $1,2^{\circ}\text{C}$ 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.

En kontinuerlig insamling av klimatdata från Tavvajaure pågår fortfarande. Det är givetvis angeläget från övervakningssynpunkt att denna fortsätter som en del av ett övervakningsprogram för Tavvavuoma.

Årsmedeltemperaturen i Tavvavuoma under perioden 1975 – 2002 var $-3,0^{\circ}\text{C}$ och trenden stigande motsvarande cirka $0,7^{\circ}\text{C}$ per decennium. Under samma period var medeltemperaturen i permafrosten (på 1 m:s djup) $-1,1^{\circ}\text{C}$. Trenden var stigande motsvarande cirka $0,4^{\circ}\text{C}$ 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 på samma sätt under 2000-talet. Vid senare mätningar av temperaturen i permafrosten (2007 – 2009) var denna $-0,3^{\circ}\text{C}$, dvs. nära smältpunkten (Sannel & Kuhry 2011).

För att dels visa hur tillgänglig klimatstatistik⁸ kan användas vid miljöövervakning av palsmyrar, dels ge en bild av klimatet i Tavvavuoma och hur detta förändrats under de senaste decennierna har olika klimatdata för Karesuando sammanställts. De redovisas i följande tabeller (1 – 4).

⁸ Alla redovisade klimatdata, där inget annat anges, kommer från SMHI:s databaser (<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/dataserier-2.1102>).

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

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	2001-10	-0,7
1941-50	-1,5		

Tabell 3. Medeltemperatur 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

Tabell 4. Medelårsnederbörd och medelvinternnederbörd (under november – april) i Karesuando för 10-årsperioder sedan 1961.

Period	Medelårsnederbörd (mm)	Medelvinternnederbörd (mm)
1961-70	441	150
1971-80	453	148
1981-90	434	139
1991-00	479	199
2001-10	489	171

Även om viss försiktighet bör iaktas i fråga om slutsatser dragna genom extrapolering av klimatdata från Karesuando, är det uppenbart att klimatet i Tavvavuoma förändrats under de senaste decennierna. Temperaturen har stigit, inte minst under vintern. Nederbörden har likaså ökat, även om så inte varit fallet under det senaste decenniet. Årsmedeltemperaturen tycks nu ligga på gränsen för vad som i stora drag kännetecknar palsarnas utbredningsområde, nämligen under -2 till -3° C (Zuidhoff & Kolstrup 2000). Däremot är nederbörden under vintern klart lägre än den på motsvarande sätt angivna högsta gränsen 300 mm (J. Lundqvist 1962; Zuidhoff & Kolstrup 2000).

Som tidigare framhållits (avsnitt 1.1), är högre temperatur och ökad nederbörd under vintern två påtagliga förändringar som missgynnar palsarna. I båda de närmare dokumenterade delområdena (palsmyrområden 1 och 2) har konstaterats en intensifierad nedbrytning av palsar under de senaste decennierna. Nybildning har inte iakttagits i palsmyrområde 2 under det senaste halvsekle, medan sådan kontinuerligt iakttagits i palsmyr 1 till och med 1980-talet. Någon annan orsak till detta än klimatförändringar är svår att föreställa sig. Inga tecken finns på att andra tänkbara orsaker, t.ex. högre vattenstånd i myrarna eller direkt mänsklig påverkan, kan ha spelat någon roll (Wramner 1972 a och 1973; Wramner et al. 2012).

2.2 Vegetation

Data om Tavvavuomas vegetation redovisas i arbeten av Wramner (1973 och 2003), Landström (1982), von Sydow (1983), Länsstyrelsen i Norrbottens län (2004 och 2007) och Wramner et al. (2012). Detta avsnitt baseras dels på dessa arbeten, dels på de senaste årens fältstudier i området och dels på tidigare opublicerade data insamlade av Wramner på 1960- till 1980-talen.

Tavvavuoma karakteriseras främst av sina myrmarker – framför allt palsmyrar (blandmyrar av palstyp) – som uppträder tillsammans med öppet vatten, videsnår, rishedar, björkskog och kala lågfjäll. Barrträd saknas helt.

Vegetationen är genomgående fattig men inslag av mer krävande arter förekommer (jämför avsnitt 2.1.1.). En schematisk bild av vegetationen ges i figur 6.

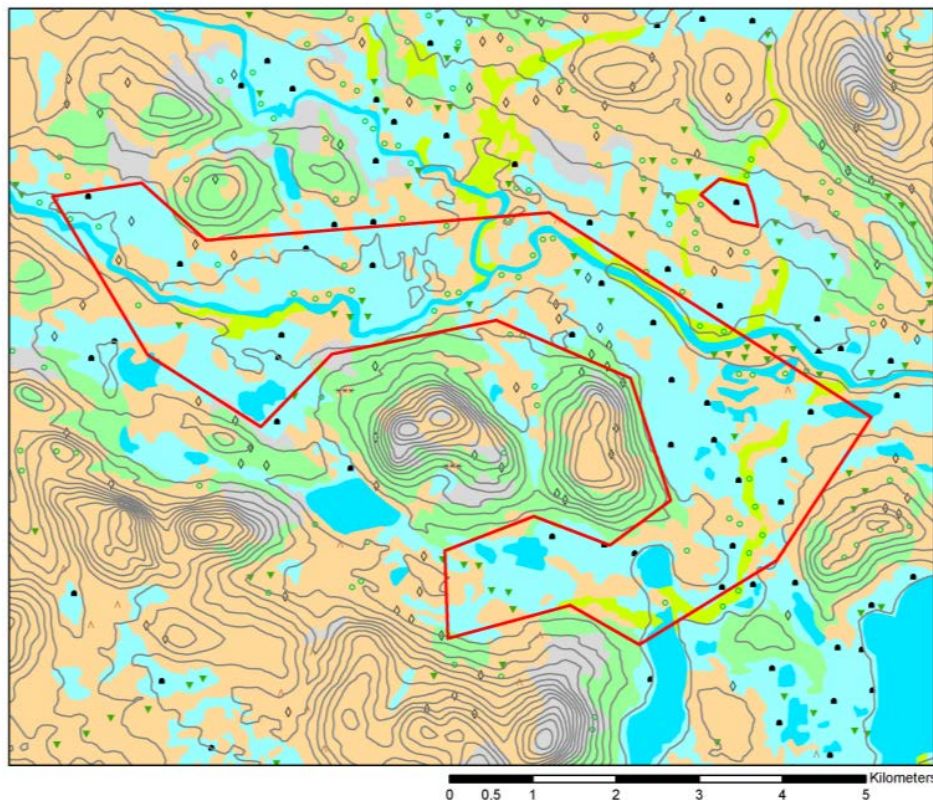
Björkskogen i Tavvavuoma är i allmänhet gles och tydligt präglad av det bistra klimatet. Lav- och mossrik hedbjörkskog dominerar. Den förekommer främst på sluttningar upp till trädgränsen på ca 600 meters höjd. Tendens till s.k. dubbel eller inverterad trädgräns finns här och var på dalbottnarnas lägst belägna fastmarkspartier. Dessa kan nämligen sakna sammanhängande björkskog, medan sådan finns på högre nivåer. Detta tyder på inversionsförhållanden med låga temperaturer.

Kala fastmarkspartier på lägre nivåer liksom omgivande lågfjäll intas till största delen av torra eller friska rishedar.

Myrar utgör det i sammanhanget kanske viktigaste inslaget i Tavvavuomas natur och dominerar till stor del områdets lägre delar. Störst utbredning har topogena fattigkärr, på sina håll med inslag i vegetationen som tyder på något rikare förhållanden. Områdets palsförekomster finns främst i 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.

Mossepartier med dominans av dvärgbjörk, vide, hjortron och vitmossor uppträder – utöver på palsar – i första hand som öar, tuvor, strängar etc. i fattigkärren, särskilt i deras randzoner. Alla övergångar finns till öppna fukthedar. Höga, svårframkomliga videsnår uppträder ofta längs

vattendrag och stränder. Här är torvmäktigheten ringa men svämsediment vanligt förekommande.



Figur 6. Schematisk vegetationskarta över Tavvavuoma upprättad av Lantmäteriverket. Den röda linjen anger i stora drag det område som laserskannades 2007 och 2009. Teckenförklaring se nedan.

Punkttyp

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

Vegetationstyp

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

Vegetationen i Tavvavuomas palsmyrar, bl.a. dess förändringar vid bildning, tillväxt och nedbrytning av palsar, har av Wramner (1973) och Wramner et al. (2012) studerats ingående i framför allt palsmyrområdena 1 och 2. De viktigaste resultaten av dessa studier sammanfattas här.

Vegetationen i de topogena fattigkärren är representativ för denna naturtyp och för Tavvavuomas geografiska läge. Dock varierar vegetationen i fråga om artsammansättning inom myrarna och mellan olika myrar beroende på skillnader i näringsförhållanden, hydrologi m.m. Fältskiktet domineras allmänt av ängsull, polarull och/eller olika starrarter (t.ex. flaskstarr och rundstarr) men täckningsgraden är sällan hög. I fattigkärrens bottenskikt uppträder vitmossor (t.ex. björnvitmossa och klyvbladsvitmossa), krokmosser (i första hand nordlig krokmossa) och trådmossor.

Många gånger, främst i palslaggar och andra blöta partier som är vanligt förekommande i palsmyrar, utgörs vegetationen av mer eller mindre rena mjukmattor, påfallande ofta med dominans av klyvbladsvitmossa. I blöta partier kan man också finna kråklöver, kärrdunört, rostull, gråstarr och rundstarr.

Fynd av hårstarr, björnbrodd, grönyxne och lundarv vittnar om inslag av rikare partier i kärren.

Palsbildning innebär tillskott av helt nya och avvikande vegetationstyper i de myrar där den äger rum. Myrvegetationen ersätts av mer torrmarkspräglad vegetation, i allmänhet ristuvevegetation, när en pals bildas och växer till. När en pals bryt ned och försvinner ersätts den ristuvevegetationen av öppet vatten som så småningom växer igen till myr. Den allmänt förekommande dynamiken i palsmyrar – i Tavvavuoma för närvarande huvudsakligen nedbrytning av palar – innebär att vegetationen hela tiden förändras. Palar i olika utvecklingsstadier – och med därav betingade skillnader i vegetation – uppträder ofta tillsammans. Följden blir ett särpräglat, mosaikartat miniatyrlandskap, där arter med helt olika ståndortskrav växer alldeles intill varandra.

Palsarna i Tavvavuoma har studerats mer eller mindre regelbundet sedan 1964. Under denna period har nybildning och tillväxt av palar huvudsakligen iakttagits, och endast studerats närmare vad gäller vegetationen, i den stora myren i palsmyrområde 1 mellan 1964 och 1981. En sammanfattning av data från dessa studier redovisas i avsnitt 3.1.1.3.

Landström (1982) redovisar en sammanställning av växtarter som påträffats i Tavvavuomas myrar. Den bygger till betydande del på data från Wramner (1973). Artlistorna omfattar cirka 100 kärlväxter, 15 mossor och 7 lavar.

2.3 Djurliv

Tavvavuoma uppmärksammades tidigt för sina mycket höga naturvärden, bl.a. i allmänna natur- och reseskildringar (Lundgren 1949; Curry-Lindahl 1963 a och b; Arvidsson 1979, 1980 och 1981). Naturvärdena betingades av fjällnaturen i stort med sin ringa mänskliga påverkan, palsmyrarna och inte minst fågellivet. Fågeltaxeringar och andra mer ingående studier av fågelfaunan, som därefter genomförts, har bekräftat – och förstärkt – den tidigare bedömningen att Tavvavuoma har ett unikt värde som biotop för i första hand våtmarksfåglar (Arvidsson 1982; Boström 1982).

I Tavvavuoma har observerats ca 80 fågelarter, av vilka flertalet med säkerhet eller betydande sannolikhet häckar (Arvidsson 1982; Boström 1982). Av dessa är 17 arter särskilt utpekade i EU:s fågeldirektiv (Länsstyrelsen i Norrbottens län 2007). Utöver häckande änder, gäss, vadare m.fl. våtmarksarter liksom ett flertal tättingar noteras här regelbundet kungsörn, havsörn, jaktfalk och andra rovfåglar på födosök. Särskilt utmärkande för området är vadarfåglarna med 13 arter inklusive den mycket sällsynta myrspoven. Dvärgbeckasin och smalnäbbad simsnäppa utgör exempel på karaktärsarter för palsmyrarna. Andra för området karaktäristiska vadare är svartsnäppa, mosnäppa och myrsnäppa. Bland andfåglarna kan nämnas alfågel, kricka och stjärtand.

Det är emellertid inte i första hand artantalet utan mer tätheten av häckande fåglar som gör Tavvavuoma unikt som fågelhabitat. Enligt taxeringsresultaten är den totala fågeltätheten nära 400 par/km². Detta är en osedvanligt hög täthet som gäller alla fågelgrupper. Den saknar helt motsvarighet i andra svenska våtmarker och ger Tavvavuoma ett exceptionellt värde från naturvårdssynpunkt (Haapanen & Nilsson 1979; Arvidsson 1982; Boström 1982).

Det är sannolikt flera faktorer som bidrar till Tavvavuomas extremt rika fågelliv. Grundläggande är den omväxlande, många gånger mosaikartade naturmiljön. Det gäller både i ett storskaligt perspektiv, dvs. på landskapsnivå, och i ett mer småskaligt perspektiv, dvs. i de enskilda palsmyrarna. Av särskild betydelse är palsmyrarnas rika förekomster av öppna vattensamlingar med olika storlek, ursprung och karakteristika i övrigt. Därtill kommer att palsar är dynamiska företeelser som ständigt förändras liksom att myrarna präglas av starka kontraster, framför allt mellan fuktiga och torra habitat. Vidare torde de större myrarna vara påverkade av näringsrikt vatten från omgivningarna vilket ökar födotillgången. En låg täthet av predatorer i området skulle också kunna vara en bidragande faktor (Arvidsson 1982; Boström 1982; Wramner 2003).

Som tidigare framhållits är merparten av vattensamlingarna i palsmyrar ett resultat av nedbrytning av palsar. Ökad nedbrytningsintensitet ökar andelen öppet vatten och antalet mindre vattensamlingar, dvs. värdet som fågelbiotop ökar till följd av ett varmare klimat. Detta gäller givetvis bara under en övergångsperiod, eftersom värdet minskar påtagligt efter hand som palsarna bryts ned helt och de uppkomna vattensamlingarna växer igen. Slutfaserna i denna utveckling har studerats i Låjvávággie och beskrivs av Wramner et al. (2012).

Tavvavuomas däggdjursfauna är inte alls unik på samma sätt som fågelfaunan och har ingen direkt koppling till palsmyrarna. Däremot har området en osedvanligt rik fiskfauna (Westrin 2006). Tavvavuoma utgör ett attraktivt och välkänt besöksmål för sportfiskare. Det är inte minst harrfisket i bl.a. Jeutojåkkå som lockar. Av stort intresse är också att lax och havsöring åter går upp i Tavvaätno.

3. De båda utvalda palsmyrområdena och deras status på 1960-talet

I detta kapitel ges dels en allmän beskrivning av palsmyrområdena 1 och 2 (se figur 3) och hur de tedde sig på 1960-talet, dels en mer ingående beskrivning av palsarnas dåvarande status i anslutning till ett tiotal då upprättade transekter. Beskrivningarna innefattar palsmyrarnas morfologi, morfologiska processer, inre byggnad, genes, vegetation m.m. Det bör framhållas att de allmänna beskrivningarna i sina huvuddrag också gäller för situationen i dag, även om enskilda palsar eller palskomplex har påverkats starkt av nedbrytning eller t.o.m. försvunnit. Syftet är främst att ge en bakgrund till och ett underlag för den dokumentation av förändringar som redovisas i kommande kapitel. Beskrivningarna bygger till största delen på tidigare arbeten om Tavvavuoma (framför allt Wramner 1972 a och 1973 varifrån samtliga transekter i detta kapitel hämtats). I viss mån har också använts data från senare års studier i området som skett inom ramen för detta projekt.

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

3.1 Palsmyrområde 1

Detta är sannolikt det palsmyrområde i Sverige som har undersökts mest ingående och under längst tid. Det har en rik förekomst av stora och välutbildade palsar av olika utformning och i olika utvecklingsstadier. De uppträder oftast förenade till vidsträckta palskomplex.

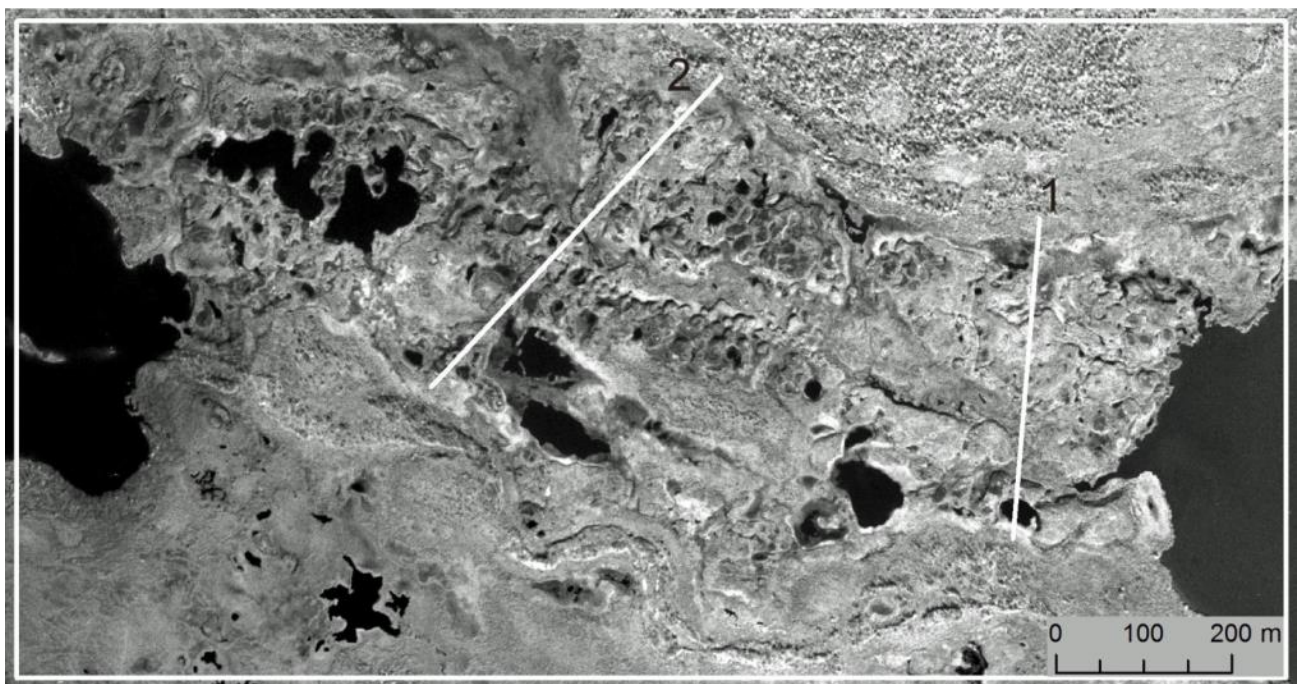
Området valdes ut för mer ingående studier i början av 1960-talet därför att här fanns representativa exempel på de flesta palstyper, palsstorlekar, palsstadier, morfologiska processer, palsrelaterad vegetation m.m. som förekommer i Sverige. Det enda som saknades var låga, mycket vidsträckta palsar med plan överyta, s.k. palsflak (även benämnda palsplatåer eller platåpalsar).

Översikter av området redovisas i en flygbild (figur 7) och foton från luften (figurerna 8 och 9). Därutöver återges området och delar därav på ett flertal andra sätt i detta och följande kapitel.

Palsmyrområde 1 består till stor del av ett topogent fattigkärr med välutvecklade palsar som här benämns den stora palsmyren. Kärret ligger utsträckt i ungefär öst-västlig riktning mellan två småsjöar i sänkan mellan Lulit Surgu och Jievdu. Det begränsas i norr av Lulit Surgus moräntäckta och nedtill björkskogsbevuxna sluttning och i söder av en åsrygg.

Söder om åsryggen uppträder åter myrmark som sträcker sig fram till Jievdus sluttning. En betydande del därav intas av vidsträckta videsnår kring Goahtemuorjohka, men närmast åsen finns öppna starrkärr med enstaka låga palsflak (se figurerna 9, 23 och 24). Övergången myr – fastmark är diffus, särskilt i områdets södra delar, och övergångszoner med mycket tunt torvtäcke förekommer.

Området söder om åsryggen är av mindre intresse från övervakningssynpunkt till följd av att palsarna är få, mycket låga och till betydande del har försvunnit under den senaste 50-årsperioden.



Figur 7. Flygbild (från 1963) över palsmyrområde 1 (avgränsas av en vit ram). De vita linjerna markerar de transekter (1 och 2) som dokumenterades på 1960-talet.



Figur 8. Vy från väster över den stora palsmyren i palsmyrområde 1. Fotot har tagits från flygplan. 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. Öster om karen syns vidsträckta palskomplex på ömse sidor av ett centralt kärrdråg som avvattnar merparten av myren mot sjön i öster. Även dessa palskomplex har en av nedbrytning till stor del präglad morfologi, men palskaren är mindre och i större utsträckning igenvuxna. Högre och mer kupolformade palsar finns närmast det centrala kärrdråget medan lägre palsflak dominerar mot sidorna. Detta foto återges också i figur 65. Foto Per Wramner (september 1964).



Figur 9. Vy från sydsydost över den östra delen av den stora myren i palsmyrområde 1. Fotot har tagits från flygplan. I bildens mitt syns det stora palskar över vilket transekt 1 är dragen (se figur 7). Norr och nordost därom utbreder sig flacka palskomplex (palsflak) med enstaka uppstickande högre palsar. I förgrunden (söder om den mot öster allt flackare och lägre åsryggen) finns en annan palsmyr med låga palsflak (se avsnitt 3.1.2). Foto Per Wramner (augusti 1969).

3.1.1 Den stora palsmyren

Den stora myren i palsmyrområde 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. Palsflak uppträder främst i myrens norra och östra delar som karakteriseras av tunnare torvlager och/eller grövre underliggande mineraljord. Fristående komplex av låga palsflak finns också i myrens sydligaste delar närmast rullstensåsen i söder som också karakteriseras av tunt torvtäcke.

Myrens morfologi är starkt präglad av nedbrytning. Nybildning och tillväxt av palsar konstaterades dock äga rum under perioden 1964 – 1981.

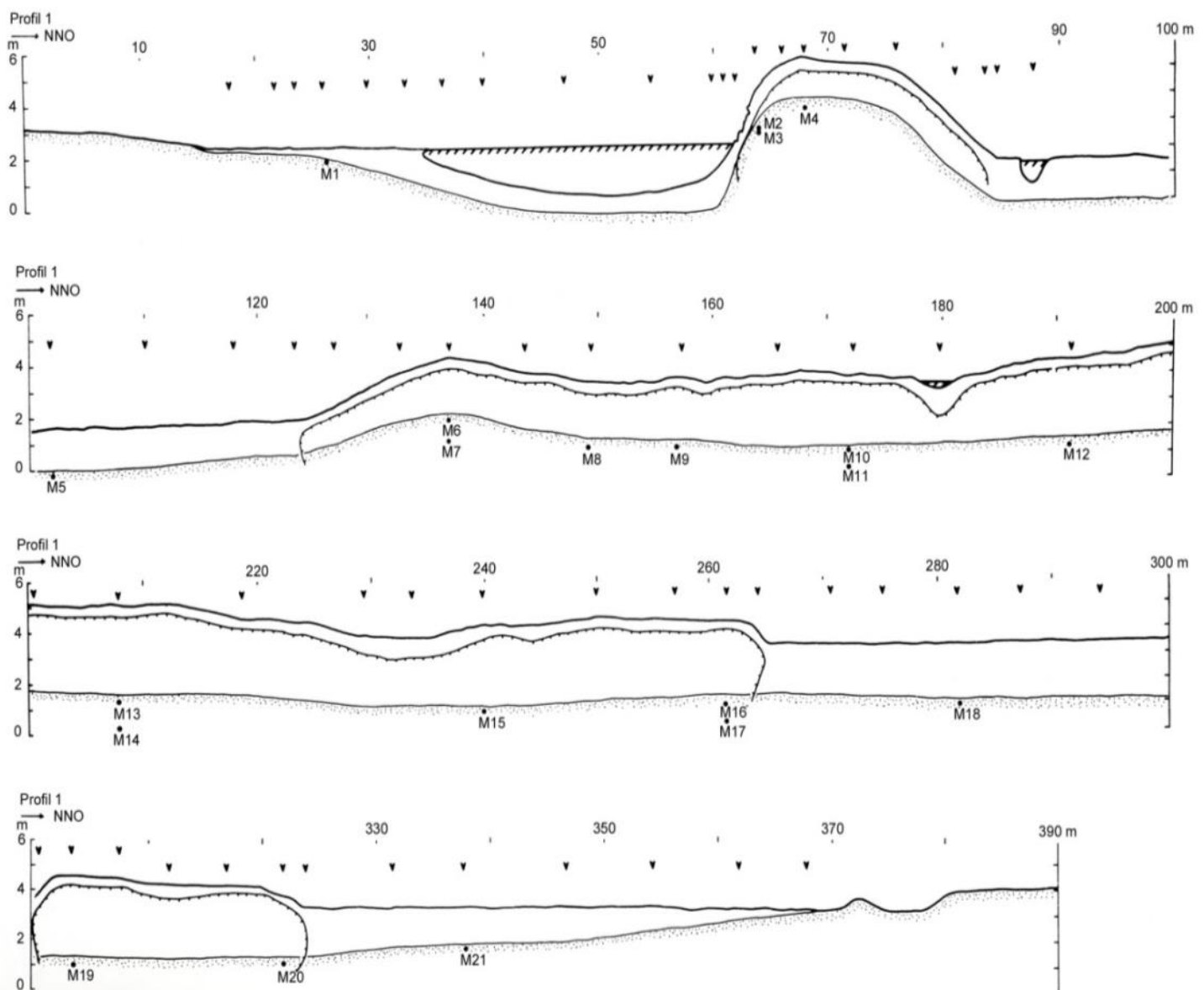
Myrens hydrologi är komplicerad. Avvattnning sker huvudsakligen österut i ett centralt, längsgående stråk av öppen myr genom en bäck, genom framsippring på bred front och genom underjordisk dränering. Längst i öster är det centrala stråket bevuxet med videsnår. I mitten av 1960-talet var stråket mycket blött och innehöll mindre vattensamlingar, även om det var tydligt att igenväxning pågick.

På 1960-talet kunde fem större och ett par mindre palskomplex samt ett antal fristående palsar urskiljas i den stora myren. En närmare beskrivning av denna ges i anslutning till en redovisning av transekterna 1 och 2 som upprättades på 1960-talet (Wramner 1973). De har lokaliserats med syftet att tillsammans ge en representativ bild av palsarna i myren liksom av de morfologiska processer som bestämmer deras utveckling. I kapitlen 4 – 7 redovisas fler data om myrens morfologi på 1960-talet. Ytterligare två transekter (3 och 4), som visar situationen 2007 och 2009, har senare lagts ut i myren (se kapitel 8).

Beskrivningarna i detta kapitel gäller situationen i mitten och slutet av 1960-talet men betonar i möjligaste mån förhållanden som till stor del gäller även i dag (huvuddrag i morfologi och vegetation, lagerföljder i palsar och myr etc.). Beskrivningarna baseras i huvudsak på data från Wramner (1972 a och 1973). I allmänhet refereras inte ytterligare till dessa arbeten.

3.1.1.1 Transekt 1

Transekt 1 (profil 1 hos Wramner 1973) är dragen i riktningen sydsydväst – nordnordost över den östligaste delen av den stora palsmyren. Den börjar på fastmarken söder om det sydöstligaste palskomplexet och slutar på fastmarken norr om myren. Transekten återges i figur 10. Dess läge har markerats på flygbilden i figur 7. Transekten går över komplexets största pals med ett i söder anslutande palskar för att sedan passera det centrala kärrdråget, ett vidsträckt palsflakskomplex och myrens norra ofrusna randzon till fastmarken.



Figur 10. Transekt 1 uppmätt i slutet av augusti 1967. Teckenförklaring se bilaga 1. Läget framgår av figur 7. Från Wramner (1973).

Den sydligaste palsen i transekten ingår i ett komplex av fyra sammanvuxna palsar som ligger i en rad i kanten av myren. De är kupolformigt välvda, har en höjd av ca 3 m (bland de högsta i den östra delen av myren), är till stor del vegetationstäckta och är kraftigt, regelbundet uppspruckna. Transektpalsen är utsatt för nedbrytning genom blockerosion och ett typiskt palskar har utbildats (se figurerna 9 och 11). Palsen dämmer upp karet i förhållande till kärdråget på sin norra sida. Begynnande igenväxning av karet antyder minskande nedbrytningsintensitet. Genom kärdråget rinner en liten, markerad bäck mot öster.



Figur 11. Den sydligaste palsen i transekt 1 fotograferad från sydsydväst. Överytan uppvisar för palsar typisk ristuvevegetation. Pågående blockerosion ger upphov till en rasbrant med bar torv och palskarsbildning. Foto Per Wramner (augusti 1964).

På norra sidan av dråget reser sig ett vidsträckt palskomplex som till övervägande del består av ett fåtal flacka, vidsträckta och inbördes förenade palsflak (se figur 12). Över den jämna ytan, som ligger 1-2 m över myrens nivå, reser sig ett tiotal kullar med en maximal höjd av 2-2 ½ m över palsflaken. De finns främst utmed komplexets östra och sydvästra kanter. Palsytorna är föga uppspruckna och till största delen vegetationstäckta. Bar torv finns främst på de nämnda kullarna som är mer utsatta för vindens verkningar. Ett flertal palsgölar finns på de flacka palsöverytorna, många mer eller mindre igenvuxna och/eller uttorkade. I den norra delen, där palshöjden avtar allt mer, passerar transekten en isolerad förekomst av ofrusen myr i ett palsflak. Den bedömdes ha uppkommit genom smältning och hopsjunkning av palsflaket under en större palsgöl.



Figur 12. Äldre palsar med för sådana typisk ristuvevegetation i den södra delen av transekt 1. I förgrunden syns delar av två kupolformade palsar som hänger samman, har delvis uppsprucket torvtäcke och är påverkade av blockerosion. Inslaget av bar torv och skorplavar är markant. I bakgrunden syns ett palsflak med mer sammanhängande vegetationstäck. Däremellan syns myrens centrala kärldråg som här är smalt och domineras av videsnår. Fotografiet är taget från den sydligaste palsen i transekt 1 mot nordost. Foto Per Wramner (augusti 1966).

Detta palskomplex är den enda del av palsmyrområde 1 där tillväxten av palsar på 1960-talet bedömdes dominera över nedbrytningen. Utvidgning och fördjupning av palsgölar liksom vinderosion konstaterades bara förekomma i mindre utsträckning. Aktiv nedbrytning av palssidor genom blockerosion var ännu ovanligare. Samtidigt skedde nybildning av palsar. På flera ställen längs den norra kanten fanns embryonala och unga palsar i olika utvecklingsstadier (se figur 13). På samma sätt som i andra delar av myren tenderade de att växa samman med det befintliga palskomplexet.



Figur 13. Myrkanten alldeles öster om den nordligaste delen av transekt 1 fotograferad från söder. Den embryonala palsen är belägen 5-10 m öster om transekten. Palsen var helt borta vid ett besök på platsen 1981. Foto Per Wramner (augusti 1967).

Den inre byggnaden av palsarna framgår av transekten (figur 10). Torvlagerföljden varierar något men domineras i allmänhet av medel- till höghumifierad starr- eller starr-vitmossetorv. Den har i allmänhet bedömts vara primär, dvs. ingen omrörning av torven har skett. I vissa fall visar dock borrhningarna att olika torvslag, med ursprung i olika miljöer, uppträder tillsammans. Det gäller framför allt i palskomplexens randzoner. Detta tyder på att torvlagerföljden är sekundär, dvs. där ingår torv som avlagrats i ett palskar vid blockerosion av en pals och sedan kommit att ingå i den nya torvlagerföljd som uppstått vid karets igenväxning. Därefter har en ny pals bildats. Vid laboratorieförsök har framför allt höghumifierad starrtorv från denna myr visat sig ha en icke obetydlig tjällyftningsförmåga (Wramner 1972 b).

Transektens sydligaste, starkast välvda pals har en markant kärna av frusen, finkorning mineraljord med betydande tjällyftningsförmåga. Palsen har uppstått genom tjällyftning i främst mineraljorden men också i den ovanförliggande frusna torven. Palsflaket norr därom uppvisar i söder en viss uppvälvning av och tjällyftning i mineraljorden, men mot norr blir denna allt grövre (sandig morän) och därmed mindre tjällyftande. Mineraljordens roll i palsbildningen minskar således mot norr för att i transektens nordligaste del vara närmast negligerbar. I stället orsakas palsbildningen helt eller till allra största delen av tjällyftning i enbart torv. Torvmäktigheten är ca 2—3 m längs hela profilen.

Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover framgår av tabell 5.

Tabell 5. Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover från transekt 1. I tabellen anges andelen silt och ler, som är avgörande för tjällyftningsförmågan, respektive sand och grus. Från Wramner (1973).

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
M 1	84	16
M 2	66	34
M 3	80	20
M 4	64	36
M 5	70	30
M 6	50	50
M 7	54	46
M 8	39	61
M 9	30	70
M 10	30	70
M 11	30	70

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
M 12	30	70
M 13	25	75
M 14	27	72
M 15	16	84
M 16	21	79
M 17	19	81
M 18	12	88
M 19	14	86
M 20	14	86
M 21	13	87

Vegetationen längs transekt 1 redovisas i tabell 6. Den baseras i huvudsak på en vegetationskartering utförd i augusti 1966. Karteringen ger en representativ bild av vegetationen i den stora myren och har även bedömts vara i stort sett representativ för övriga palsmyrar i Tavvavuoma. Samtliga förekommande växtsamhällen på icke-embryonala palsar utom tuvdunstoppar, som huvudsakligen består av denna art, finns representerade på transekten.

Tabell 6. Vegetationen utmed transekt 1 karterad i augusti 1966. Från Wramner (1973).

Läge på transekten (meter från starten i söder)	Vegetationstyp och viktigaste arter
0 – 15	Fastmark med tuvor be vuxna med dvärgbjörk och ris av grönvide, gråvide och lappvide.
15 – 35	Blött kärr med gråstarr, sumpstarr och ängsull i fältskiktet. I bottenskiktet dominerar tät vitmossa närmast fastmarken; spärrbladig vitmossa längre ut samt kärrkrokmossa, nordlig krokmossa och klyvbladsvitmossa närmast vattnet i norr.
35 – 62	Palskar med öppet vatten.
62 – 67	Aktiv erosionsbrant med skott av fjällbjörk och grönvide. På nedglidande torvblock finns lapprör, dvärgbjörk och nordkråkbär.
67 – 78	Palsens överyta. Naken torv finns på sträckorna 67 – 68 och 72 – 74 samt väster om transekten. I övrigt dominerar en ganska tät matta av nordkråkbär med inslag av lingon, hjortron och rosling. I bottenskiktet dominerar bergkvastmossa och här finns även enbjörnmossa, stor fransmossa m.m. Den vanligaste bland ett flertal lavar är grå renlav. I det kala partiet väster om transekten finns en tydlig tuvdunstuva.
78 – 85	Palssluttningsdominerad av dvärgbjörk som blir högre och kraftigare mot basen. Kråkbärsriset på krönet ersätts successivt av lingon, blåbär och rosling. Hjortron och enstaka exemplar av nätvide finns över hela sluttningen men ökar mot basen. I bottenskiktet dominerar enbjörnmossa och här finns även bergkvastmossa och stor fransmossa. Längst ned vid den våta palslaggen växer fyrtandsmossa och rostvitmossa.
85 – 87	Blöt palslagg utan öppet vatten. I fältskiktet finns sterila starrarter, kråklöver, kärrdunört och madrör. I bottenskiktet dominerar spärrvitmossa och – i de blötaste lägena – fransvitmossa.
87 – 89	Bäck med öppet vatten.
89 – 115	Blött videsnår med täta, cirka 1 ½ m höga videbuskar. De dominerande arterna är grönvide och lappvide. I det dåligt utbildade fältskiktet finns vasstarr m.fl. starrarter, lapprör och enstaka exemplar av Kung Karls spira, lappblågull, slätterblomma m.m. Bottenskikt saknas till stor del.
115 – 118	Blött öppet kärr med ängsull, gråstarr och kråklöver som dominerande i fältskiktet. Bottenskiktet domineras av spärrvitmossa.
118 – 122	Öppet kärr med ett tunt (2-3 dm) tjälat lager 3-4 dm under markytan i augusti 1966 och 1967. En nätt och jämnt märkbar höjning av kärrets överyta har ägt rum. Vegetationen är likartad den i de omgivande, icke tjälade kärrpartierna, men gråstarr dominerar mer i fältskiktet och polarull har delvis ersatt ängsull. Vidare har spärrvitmossan delvis dött och enstaka exemplar av enbjörnmossa kommit in på den högsta delen av palsembryot.
122 – 124	Se 115 – 118.
124 – 136	Palssluttningsdominerad längst ned helt dominerad av dvärgbjörk som mot krönet blir lägre och spelar en allt mindre roll. Nordkråkbär ökar däremot mot krönet medan hjortron, lingon, odon och rosling finns i samma omfattning längs hela sluttningen. I bottenskiktet dominerar enbjörnmossa och bergkvastmossa.
136 – 143	Flack palsöveryta som består av en torr lav-rished med nordkråkbär och hjortron som dominerande arter i fältskiktet. I bottenskiktet finns enbjörnmossa, renlavar, isländslavar m.m. Vegetationen skiljer sig i första hand från den i transektens nästa del (143 – 177) genom att dvärgbjörk i stort sett saknas.

143 – 177	Flack palsöveryta som består av en lav-rished som täcker stora ytor och har en mycket likformig vegetation. Ytor med bar torv förekommer men är så små att de inte har mätts in på transekten. Fältskiktet domineras av nordkråkbär och hjortron som finns överallt, ofta med hög täckningsgrad. Hjortron kan även förekomma i enstaka exemplar på för övrigt kala ytor. Dvärgbjörk spelar också en viktig roll, främst i sprickor och småsänkor. Allmänt förekommande men med lägre täckningsgrad är odon, lingon och rosling. Vidare finns enstaka exemplar av skogsfräken, revlummer och blåbär. Små tuvdunstuvor finns här och var, ibland med inblandning av starrarter. Lavar spelar en större roll än mossor i bottenskiktet. På vindutsatta ställen finns ofta sterila skorplavar på ett underlag av enbjörnmossa m.fl. mossor omväxlande med naken torv. Bland lavarna bör nämnas grå renlav, gulvit renlav, pigglav, kochenillav, snölav, smal islandslav och nordlig örnlav. Utöver enbjörnmossa finns bl.a. tät kvastmossa och myrsmaragdmossa.
177 – 182	Palsgöl med lav-rishedvegetation ända fram till vattenkanten, där täta ruggar av ängsull växer tillsammans med nordlig krokmossa och klyvbladsvitmossa.
182 – 227	Lav-rished likartad den söder om gölen med undantag för mindre förekomst av dvärgbjörk på de högsta delarna. Vidare finns en i det närmaste kal torvyta på avsnittet 210 – 217.
227 – 238	Uttorkad palsgöl med kal torv och döda vitmossor.
238 – 264	Torr lav-rished med samma arter som längre söderut men med ett mer markant inslag av lavar, bl.a. renlavar.
264 – 265	Palssluttnig med hjortron och dvärgbjörk som dominerande inslag.
265 – 300	Blött kärr som utgör en isolerad ö i ett vidsträckt palsflak. Fältskiktet domineras av ängsull med inslag av kråklöver, polarull och starrarter. Bottenskiktet domineras av nordlig krokmossa och här finns också klyvbladsvitmossa m.fl. vitmossor.
300 – 320	Lågt, flackt palsflak med total dominans av hjortron. I övrigt förekommer samma arter som längre söderut.
320 – 324	Palssluttnig med dvärgbjörk och hjortron som dominerar i fältskiktet och enbjörnmossa i bottenskiktet. Närmast kärret i norr spelar rostvitmossa en allt större roll.
324 – 326	Våt palslagg med klyvbladsvitmossa och fransvitmossa.
326 – 370	Blött kärr med mot fastmarken i norr allt mindre torvmäktighet. Fältskiktet domineras av ängsull och här finns även polarull, gråstarr, kråklöver, kärrdunört, madrör m.fl. arter. I det bitvis dåligt utbildade bottenskiktet finns nordlig krokmossa, klyvbladsvitmossa, blek skedmossa m.fl. mossarter. Närmast fastmarkskanten finns buskar av grönvide och lappvide.

1.1.2 Transekt 2

Transekt 2 (profil 2 hos Wramner 1973) är dragen i riktningen sydväst – nordost över ett representativt område i den centrala delen av den stora palsmyren. Den börjar på fastmarken söder om det sydvästligaste och mest vidsträckta palskomplexet, passerar detta och slutar på fastmarken norr om myren. Transekten återges i figur 15. Dess exakta läge har markerats på flygbilden i figur 7. Dess sydvästra och centrala delar återges på fotografiet från luften i figur 14.

Transekten passerar över ett flertal palsar av olika storlek och typ. Tillsammans med transekt 1 ger den en representativ bild av palsarna i den största palsmyren. De har en morfologi som representerar de flesta uttryck som palsfenomenet kan ta sig, inklusive höga, rundade och starkt välvda palsar som vid tillväxten förenats till komplex. Palsarna är starkt präglade av nedbrytning,

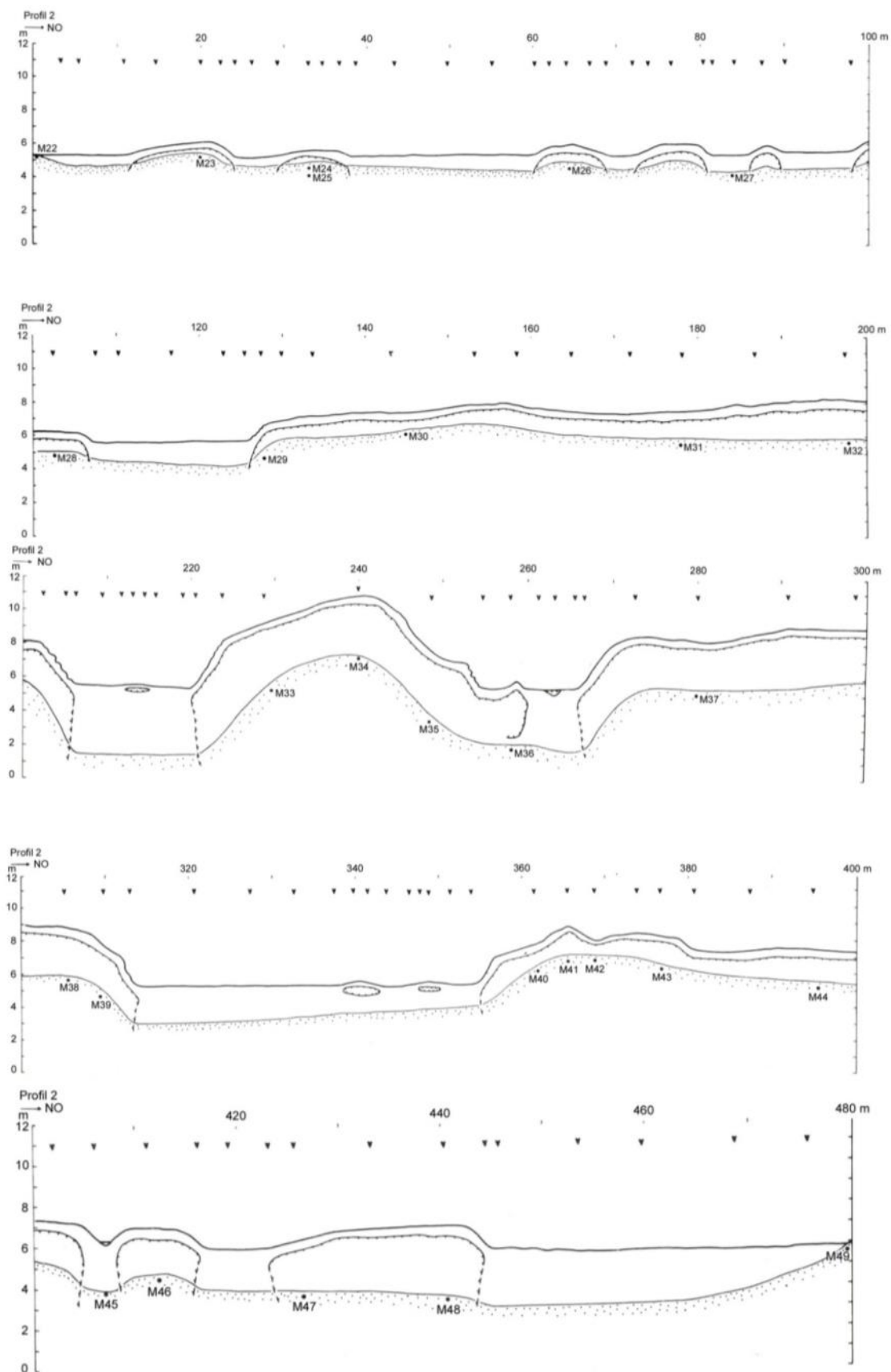
framför allt genom blockerosion och palskarsbildning, även om nybildning och tillväxt också förekommer. Nedbrytning dominerar helt på komplexets södra sida medan uppbyggnad mest sker på den norra (senast noterat 1981). En orsak till detta kan vara att palskomplexet dämmer upp vatten på sin södra sida.



Figur 14. Vy över den centrala delen av den stora myren i palsmyrområde 1 från nordväst. Fotot har tagits från flygplan. Här finns höga, kupolformade palsar som bildar till stor del sammanhängande komplex på ömse sidor av ett centralt kärrdråg. Fotot ger en allmän bild av palsarnas läge och den av nedbrytning präglade morfologin med djupa inskränningar i palskomplexen. Den pågående nedbrytningen var dock inte särskilt intensiv vid fotograferingstillfället. Transekt 2 går från fastmarken strax höger om mitten i bildens övre kant snett ner och passerar över den högra av de båda stora palsarna i bildens nedre del. Detta foto återges också i figur 63. Foto Per Wramner (augusti 1964).

Transekten börjar med ett blött myrparti med tunt torvtäcke och flera fristående, mycket låga och flacka palsar. Den mest vidsträckt palsen sträcker sig mellan metersiffrorna 60 och 80 i transekten. I mitten finns en uttorkad palsgöl under vilken ingen tjäle finns kvar. Torven underlagras av finkorniga sediment och palsbildningen syns till största delen ha skett genom tjällyftning i dessa. Mot nordost ökar torvmäktigheten och torven syns ha spelat en större roll för palsbildningen.

Efter 130 m når transekten ett vidsträckt palsflak. Det börjar med en låg, flack pals som efter hand blir högre. Torvmäktigheten ökar och samtidigt blir den underliggande finkorniga mineraljorden allt mer uppvälvd till följd av tjällyftning. I sina södra delar är palsen starkt vinderoderad. I transekten avslutas den mot nordost av en erosionsbrant ned i ett till stor del igenvuxet palskar vars överyta sannolikt motsvarar den ursprungliga myröverytan. I dess centrum finns en embryonal pals. Se figurerna 16 och 17.



Figur 15. Transekt 2 uppmätt i slutet av augusti 1966 och 1967. Läget framgår av figur 7. Teckenförklaring se bilaga 1. Från Wramner (1973).



Figur 16. Det sydvästligaste palsflaket i transekt 2 och angränsande till stor del igenvuxna palskar från öster. I bildens mitt är myren tjälad och en svag upphöjning syns. Foto Per Wramner (augusti 1966).



Figur 17. Det sydvästligaste palsflaket i transekt 2 från nordost. Bilden är tagen från den högsta palsen på transekten. Foto Per Wramner (september 1964).

På andra sidan palskaret höjer sig en av de största palsarna i myren (se figur 18). Den är uttalat kupolformad, drygt 5 m hög och till stor del ett resultat av tjällyftning i den kraftigt uppvälvda mineraljorden. Dess sydvästra sida är kraftigt vinderoderad och uppvisar även pågående blockerosion och ett öppet palskar närmast palssidan. Mot norr och nordost stupar palsen brant ned i det centrala kärrdråget som här är smalt och avvattnas mot sydost av en mindre bäck. Vid basen av palsslutningen finns en låg pals som genom permafrost är förbunden med den stora palsen. Den är av vegetationen att döma mycket ung.



Figur 18. Den största palsen i transekt 2 från sydväst. Foto Per Wramner (augusti 1964).

Nordost om kärrdråget reser sig ett nytt palsflak som är lägre, flackare och mer vidsträckt än det föregående. Även detta har en markant mineraljordskärna och är i sin södra del kraftigt vinderoderat. Nordost därom passerar transekten ett område med otjälad myr som bedömts vara ursprungligt, dvs. inte ha uppkommit genom igenväxning av ett palskar. Här finns två embryonala palsar i det allra första utvecklingsstadiet.

Transekten fortsätter över en ca 3 m hög, vidsträckt och relativt flack pals – palsflak – som efter hand blir lägre. Dess överyta är ojämn vilket beror på fläckvis förekommande stark vinderosion. Palsen har en mineraljordskärna som mot nordost blir allt mindre utpräglad och därför spelat allt mindre roll för palsbildningen. En isolerad vattensamlig utan underliggande permafrost och på

ungefär samma nivå som den omgivande myren indikerar en tidigare palsgöl som givit upphov till en total avsmältning av ett palsparti.

Slutligen passerar transekten över ett lågt palsflak som ingår i ett komplex och bildats genom tjällyftning enbart eller huvudsakligen i torv.

De torvlagerföljder som studerats närmare och bedömts vara primära, bl.a. i den högsta palsen, har över lag dominerats av medel- till höghumifierad starrtorv. Sådan torv har viss tjällyftningsförmåga (Wramner 1972 b).

Transekten visar – liksom transekt 1 – på ett samband mellan mineraljordsbeskaffenhet och torvdjup å ena sidan, palstyp och palsstorlek å den andra. I dess sydvästra och centrala delar underlagras torven av finkorniga issjösediment med betydande tjällyftningsförmåga. Här spelar tjällyftning i mineraljord den största rollen för palsbildningen. Mot nordost blir mineraljorden grövre, får sämre tjällyftningsförmåga och betyder allt mindre för palsbildningen.

Torvmäktigheten är ringa i transektens sydvästra delar för att sedan öka starkt mot nordost och fortfarande vara betydande ända fram till kanten av myren.

De högsta och starkast välvda palsarna finns i myrens centrala del där mäktiga torvskikt underlagras av starkt tjällyftande mineraljord. Mot myrens randzoner blir palsarna lägre och flackare. Detta förhållande kan i sydväst kopplas till den ringa torvmäktigheten, i nordost till den grovkorniga mineraljorden.

Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover framgår av tabell 7.

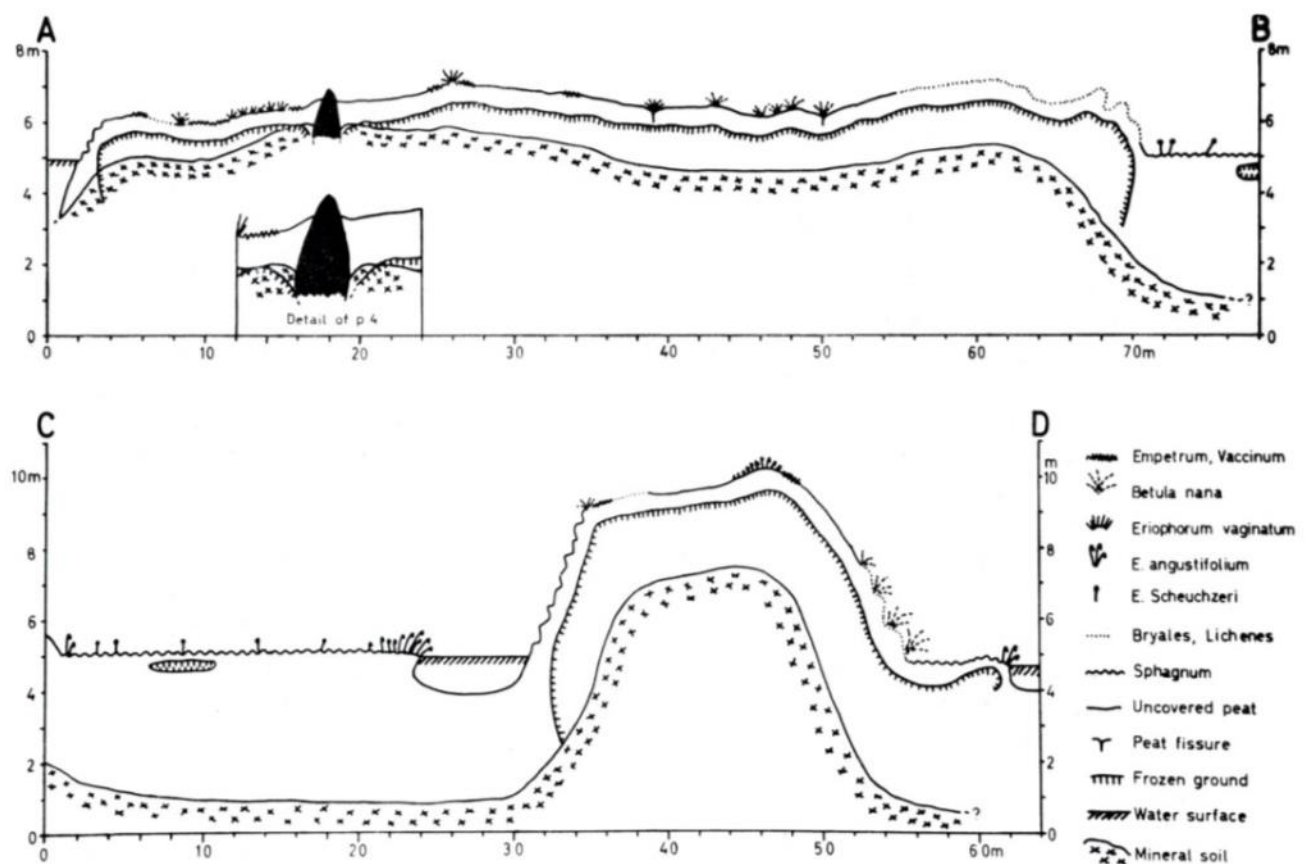
Tabell 7. Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover från transekt 2. I tabellen anges andelen silt och ler, som är avgörande för tjällyftningsförmågan, respektive sand och grus. Från Wramner (1973).

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
M 22	80	20
M 23	75	25
M 24	78	22
M 25	78	22
M 26	79	21
M 27	80	20
M 28	78	22
M 29	94	6
M 30	96	4
M 31	90	10
M 32	92	8
M 33	92	8
M 34	92	8
M 35	89	11

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
M 36	89	11
M 37	57	43
M 38	51	49
M 39	58	42
M 40	46	54
M 41	46	54
M 42	45	55
M 43	43	57
M 44	38	62
M 45	31	69
M 46	34	66
M 47	27	77
M 48	30	70
M 49	25	75

Det kan tilläggas att de samband mellan palstyp, mineraljordsbeskaffenhet och torvmäktighet, som tycks finnas i denna transekt och till viss del i transekt 1, enligt Wramner (1973) gäller mer eller mindre generellt. Ett undantag behandlas i avsnitt 3.2.3. Höga, kupolformade palsar förekommer främst i myrar med en torvmäktighet större än cirka 1-1 ½ m och starkt tjällyftande mineraljord under torven. Låga palsflak förekommer främst i myrar med tunt torvtäcke (< 1-1½ m) och/eller mineraljord med dålig tjällyftningsförmåga.

Någon detaljerad vegetationskartering motsvarande den av transekt 1 har inte gjorts för transekt 2. Däremot ges en schematisk bild av vegetationstyperna längs transektens södra del i figur 19.



Figur 19. Vegetationen utmed två profiler i nära anslutning till transekt 2 enligt kartering i augusti 1964 (från Wramner 1973). Profilerna låg 5-10 m väster om transekten. Profil C-D är en direkt fortsättning av A-B men riktningen ändrades något för att profilen skulle passera över den största palsens högsta punkt. Profilen passerar över ett större stenblock förankrat i den frusna mineraljorden.

3.1.1.3 Vegetationsutveckling vid bildning, tillväxt och nedbrytning av palsar

Vegetationens förändringar när palsar bildas, tillväxer och senare bryts ned har studerats i palsmyrområde 1 (Wramner 1973) under den period då nybildning fortfarande ägde rum. I detta avsnitt redovisas resultaten av dessa studier i kort sammanfattning.

När en pals bildas och höjer sig över kärrytan vissnar den ursprungliga fuktighetspräglade vegetationen för att efter hand ersättas av allt mer hedpräglad sådan. Figur 20 visar det första steget i denna utveckling – vissnad kärrvegetation på en nybildad embryonal pals. Den motsvarar stadium A i figur 4. Ett något senare stadium visas i figur 13.



Figur 20. Vissnad kärrvegetation på en embryonal pals i den stora myren i palsmyrområde 1, strax väster om transekt 2, från söder. Palsen var helt försvunnen 1991. De omgivande högre och äldre palsarna har för sådana typisk ristuvevegetation med dvärgbjörk, nordkråkris och skorplavar liksom insprängda ytor med bar torv. Foto Per Wramner (augusti 1981).

När en embryonal pals nått en höjd av en knapp halvmeter, och något torrare förhållanden uppstått, börjar arter knutna till ristuvevegetation vandra in. Det är en för palsar karakteristisk vegetationstyp. Inledningsvis är det i första hand fråga om mossor, ofta enbjörnmossa och myrkvastmossa. De utgör båda typiska palsmossor som ofta dominerar bottenskiktet på palsar, inte bara i de inledande utvecklingsstadierna. I fältskiktet brukar hjortron vara en pionjärart. Figur 21 visar pågående kolonisation av mossor, hjortron och ris på en sådan pals. Den motsvarar stadium B i figur 4.



Figur 21. Pågående kolonisation av mossor och hjortron på en relativt nybildad, låg pals i den västra delen av den stora myren i palsmyrområde 1. Fortfarande består ytan till betydande del av bar torv. Palsen är belägen strax öster om det stora palskaret i områdets västra del och är fotograferad från söder. Den återges också i figur 67. Foto Per Wramner (augusti 1966).

Efter hand som en pals tillväxer och överytan blir torrare sker sedan en successiv övergång till den typiska, mer eller mindre ristuvepräglade palsvegetationen. Nu utvecklas ett fältskikt där hjortron från början spelar en viktig roll. Andra vanliga arter är rosling, dvärgbjörk, odon, lingon och dvärgtranbär. I botten-skiktet förekommer, utöver enbjörnmossa och myrkvastmossa, främst myrbjörnmossa, andra kvastmossor, vitmossor (t.ex. tallvitmossa), renlavar och snölav. Figur 22 visar en låg pals som befinner sig i detta skede i utvecklingen.



Figur 22. Typisk palsvegetation på en låg, enligt Wramner (1973) relativt ung pals i det centrala kärdråget i den stora myren i palsmyrområde 1. Utvecklingsstadiet motsvarar C i figur 4. Ristuveprägel är nu tydlig med bl.a. rik förekomst av skorplavar och därgbjörk. Palsen är fotograferad från väster. Den var helt försvunnen 45 år senare. Foto Per Wramner (augusti 1966).

Det sista steget i utvecklingen av den typiska palsvegetationen är att nordkråkris kommer in och ofta dominerar fältskiktet tillsammans med hjortron och dvärgbjörk. Flera ljungarter blir också mer framträdande. Nordkråkris växer främst i torrare lägen, hjortron främst i fuktigare lägen och dvärgbjörk främst i snöskyddade lägen (tillsammans med bl.a. odon, blåbär och rosling). Vanligt förekommande är också tuvull, bl.a. som skyddande hätta på palstoppar (i vissa fall sannolikt fågelgödslade). Nu blir även inslaget av kal torv liksom sprickor allt mer markant. Förekomsten av kala ytor hänger till stor del samman med vindpåverkan. Äldre och till stor del vegetationstäckta palsar visas i figur 12.

Figur 11 visar en större pals med nästan helt vegetationstäckt överyta och pågående blockerosion med palskarsbildning från sidan. Palsen ingår i ett större palskomplex och befinner sig i det stadium som motsvarar D i figur 4.

Vegetationen på palsar med mycket tunt torvtäcke eller på palslika bildningar i ren mineraljord – lithalsar – avviker i viss mån från den här beskrivna, framför allt genom ett större inslag av gräs. Sådana bildningar finns i palsmyrområde 2.

När den typiska palsvegetationen utvecklats fullt ut tycks den inte primärt förändras av att palsen tillväxer ytterligare eller blir äldre och inträder i ett mer stabilt stadium som kan vara under lång tid. I stället är det andra faktorer, främst vinden jämte den därav beroende snöfördelningen samt palsens uppsprickning och nedbrytning som blir avgörande för vegetationens utveckling. De flesta palsar är regelbundet uppspruckna och saknar helt eller delvis vegetation på vindutsatta ytor. Sprickbildning och vinderosion blir mer uttalat allt eftersom palsen övergår i ett nedbrytningsstadium. Sådana äldre palsar visas i t.ex. figurerna 18 och 20 (de äldre palsarna).

Oavsett hur nedbrytningen går till – lateral blockerosion, smältning under palsgölar eller smältning och hopsjunkning av mer vidsträckta palsöverytor – resulterar den i allmänhet i ett palskar. Därigenom uppstår helt nya förutsättningar för vegetationen.

Nedbrytningen av en enskild pals fortsätter ofta tills palsen är helt borta och endast ett rundat palskar återstår som sedan i allmänhet växer igen. Flertalet palsar i Tavvavuoma – liksom i andra områden – uppträder emellertid förenade med varandra till palskomplex. Därigenom skyddas palsarna i viss mån mot nedbrytande krafter, särskilt i de inre delarna av komplexen. Följden blir att palsar med stora skillnader vad gäller utvecklingsstadium, morfologi m.m. – och därmed olika vegetation – uppträder tillsammans. Typiskt för palskomplexen i palsmyrområde 1 är rik förekomst av djupa, rundade inskränningar i form av mer eller mindre igenvuxna palskar. Det tycks som om nedbrytningen minskar i intensitet allt eftersom den når djupare in i palskomplexen (se figurerna 8 och 14).

I allmänhet växer palskar så småningom igen så att en myryta återskapas och palsbildning ånyo kan ske. Vegetationen på sålunda återskapade myrtytor skiljer sig emellertid, särskilt till att börja med, från den ursprungliga myrens, främst genom ett större – många gånger dominerande – inslag av vitmossor (bl.a. klyvbladsvitmossa). Även torvlagerföljden avviker från den ursprungliga genom den omrörning av torvmaterial som i allmänhet sker vid nedbrytning, särskilt när torvblock genom blockerosion rasar ned i vattensamlingar vid eller på palsar.

Den döda myrvegetationen på embryonala palsar som uppstått i en primär myr skiljer sig således från den på embryonala palsar som uppstått där palsar tidigare funnits. Efter hand som palsarna växer och palsvegetation vandrar in minskar emellertid denna skillnad för att så småningom helt upphöra.

Det kan tilläggas att palsar i viss utsträckning också kan uppstå i tuvor eller strängar. Början till sådan palsbildning har i något enstaka fall studerats i både palsmyrområde 1 och palsmyrområde 2, men tillgängliga data tillåter inte några närmare slutsatser om vegetationsutvecklingen. Även i detta fall tycks en utveckling mot typisk palsvegetation ske, men förändringarna blir mindre dramatiska än i de två första fallen.

Vegetationen i palsrelaterade vattensamlingar (palskar, palsgölar och palslaggar som beskrivs i figur 5) varierar. Palsgölar kan vara fyllda av vegetation eller vara helt vattenfyllda. Vegetationen uppträder oftast som lösbottnar eller mjukmattor med flytande vitmossor eller brunmossor. Kärleväxter är i allmänhet sparsamt förekommande. Palskar innehåller vegetation i varierande utsträckning, mycket beroende på hur lång tid de haft på sig att växa igen. Vegetationen liknar den i det omgivande kärret, men med högre andel öppet vatten, lösbottnar eller mjukmattor. Vegetationen i palslaggar varierar på liknande sätt som den i palskar

3.1.1.4 Övriga palsar i den stora myren

Låga palsar eller grupper av sådana, som inte behandlas vid beskrivningen av transekterna eller vid jämförelser mellan 1960-talet och 2010-talet, finns på flera ställen i myrens randzoner, framför allt mot söder. Dessa palsar har inte studerats närmare men utgörs främst av vegetationstäckta palsflak och tycks vara jämförelsevis stabila. Vidare finns rundade, mer eller mindre igenvuxna vattensamlingar eller spår av sådana på flera ställen, främst i myrens västra delar, som tyder på att palsar tidigare funnits där. På fotografiet från luften i figur 23 syns vidsträckta palsflak av detta slag i den stora palsmyrens södra randzon, längs den åsrygg som begränsar myren mot söder. En del av samma område visas på markbilden i figur 24. Lägg märke till det rundade palskaret med pågående blockerosion som syns på båda bilderna. Detta är ett av få exempel på aktiv nedbrytning av dessa palsar som dokumenterats.



Figur 23. Vy från sydost över de centrala och västra delarna av den stora palsmyren. Fotot har tagits från flygplan. Norr om åsryggen utbreder sig låga palsflak. Foto Per Wramner (augusti 1964).



Figur 24. Lågt palsflak i den sydligaste delen av den stora palsmyren fotograferat från söder. I bakgrunden syns myrens centrala palskomplex. Palskaret i förgrunden syns i figur 23 alldeles bortom den del av åsryggen där sand går i dagen. Foto Per Wramner (augusti 1966).

3.1.2 Palsmyren mellan Goahtemuorjohka och rullstensåsen norr därom

Palsmyren sträcker sig från Jievddujávris norra strand i en smal zon (cirka 75 – 150 m bred) mot väster norr om videzonen utmed Goahtemuorjohka. Den utgör ett blött starrkärr med ett tunt torvtäcke som uppvisar betydande likheter med de delar av den stora palsmyren som ligger strax norr därom, på andra sidan rullstensåsen. Delar av myren syns i figurerna 9 och 23.

I kärret finns glest spridda palsar som alla är likartade. De är fristående, låga (höjden i allmänhet 0,5 – 1 m), regelbundet rundade eller ovala, begränsade till ytan (diameter eller längd oftast 10 – 30 m) och har plana överytor. Palsarna är alla täckta av typisk palsvegetation med ett markant inslag av dvärgbjörk och nordkråkbär och saknar till stor del tydliga sprickor. De omges av tydliga laggar i form av blöt myr men öppet vatten saknas. Palsarna uppvisar få spår av nedbrytning.

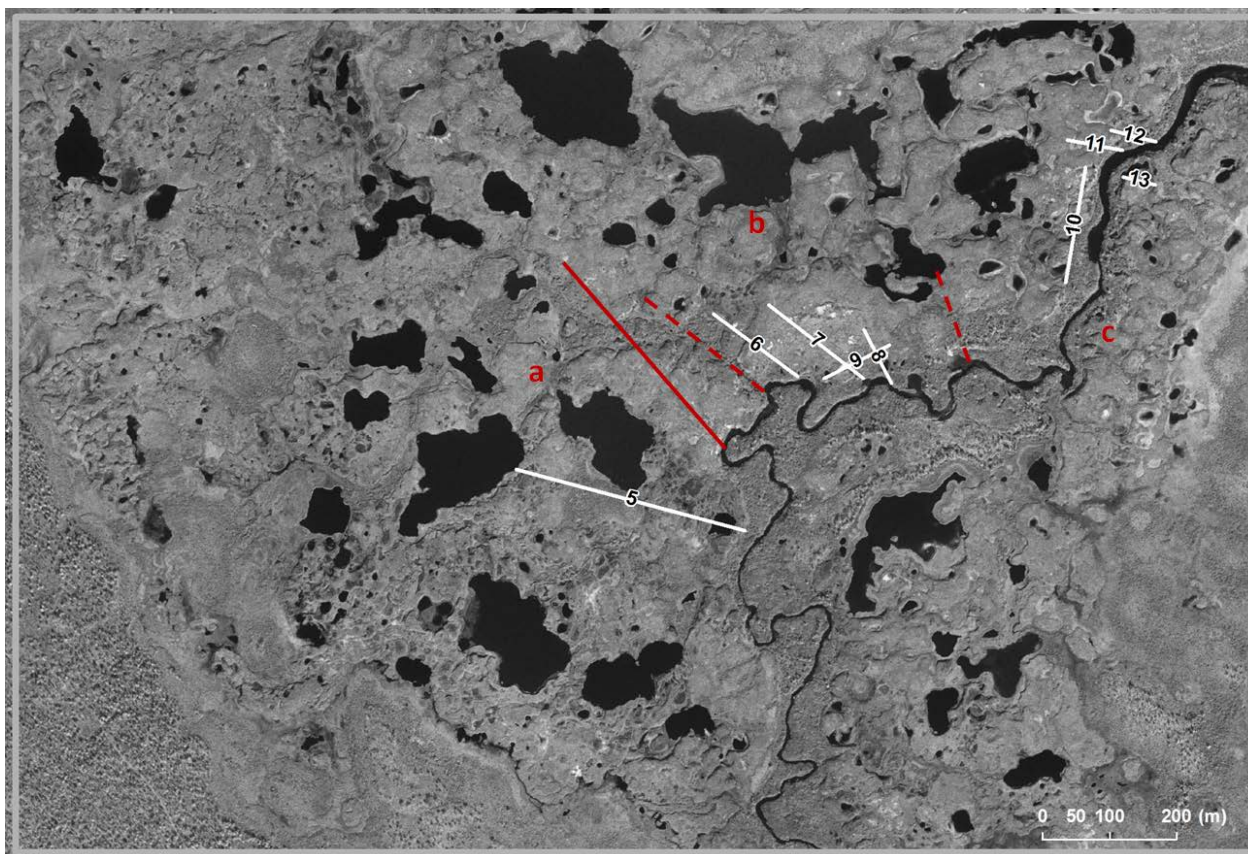
En transekt har lagts ut över ett par palsar i myrens centrala del (profil 3 hos Wramner 1973). Transekten återges inte här och föreslås inte ingå i övervakningsprogrammet. Den bedöms nämligen ha ett begränsat värde i ett övervakningsperspektiv. Dels passerar transekten över mycket låga och helt vegetationstäckta palsar, som är svåra att identifiera vid fjärranalys och i flera fall redan tycks ha försvunnit, dels råder osäkerhet om dess exakta läge i terrängen.

3.2 Palsmyrområde 2

Detta är ett stort ($> 3 \text{ km}^2$) palsmyrområde med en betydande variation vad gäller palsarnas storlek, utformning, genes etc. Här finns vidsträckta palskomplex liknande dem i palsmyrområde 1 men med större dominans av låga palsflak. Här finns också – till skillnad från i palsmyrområde 1 – palsar med extremt tunt torvtäcke, palsliknande bildningar i ren mineraljord (lithalsar) och alla övergångar mellan dessa. Tydliga termokarstformer i mineraljord tyder på att lithalsar tidigare funnits i större utsträckning. Området är unikt för Tavvavuoma och sannolikt även för Sverige genom att alla dessa former uppträder tillsammans. Ofta är gränserna mellan dem glidande. Studierna på 1960-talet inriktades i första hand på dessa bildningar som då var i stort sett okända för vetenskapen. De förekommer främst utmed Jeutojåkkå, ett vattendrag som avvattnar huvuddelen av området mot Tavvaättno.

Palsmyrområde 2 har delats in i tre delområden (a – c) med utgångspunkt från de väl studerade förhållandena närmast Jeutojåkkå. Den schematiska avgränsningen framgår av figur 25.

Delområdena a och c beskrivs av Wramner (1973), delområde b av Wramner (1972 a). Någon mer ingående kartering av vegetationen, som längs transekt 1 i palsmyrområde 1, gjordes inte i palsmyrområde 2 på 1960-talet.



Figur 25. Flygbild (från 1963) över palsmyrområde 2. De vita linjerna markerar de transekter (5 – 13) som dokumenterades på 1960-talet. På bilden har också markerats delområdena a och b (röd heldragen linje), uppdelningen av delområde b (röda streckade linje) och delområde c (öster om Jeutojåkkå).

3.2.1 Delområde a

Delområdet är utsträckt mellan Jeutojåkkå i öster, den fastmarksdominerade gränsen för palsmyrområde 2 i söder och Lulit Surgu i väster. Gränsen mot delområde b är dragen från Jeutojåkkå mot nordväst men blir efter hand allt mer diffus genom att skillnaderna mellan de båda delområdena gradvis försvinner. Därför har ingen gräns markerats i den norra delen av palsmyrområde 2, där en mosaik av palsflak, öppet vatten och fastmark dominerar. Inga mer ingående fältstudier har gjorts i denna norra del.

Delområde a domineras av palsar som i vissa avseenden skiljer sig från dem som är vanligast i Tavvavuoma. Det gäller framför allt att de bildar en till betydande del sammanhängande palsyta. Endast begränsade arealer intas av otjälad myr. Denna är ofta blöt och uppträder främst i randzonerna och som smala stråk mellan palsarna. Vidare finns stora ytor med öppet vatten. De utgör palskar (särskilt de större vattensamlingarna) eller palsgölar. Delområdet karakteriseras också av flera fastmarksholmar i myrmarken. Figurerna 26 – 28 ger översiktliga bilder av delområdet.

Den dominerande palstypen är vidsträckta palsflak med en höjd av 1-1½ m ur vilka enstaka högre partier sticker upp. Högre, kupolformade palsar finns i myrens sydvästra – västra och östra

randpartier. I väster ingår de i stora palskomplex liknande dem i palsmyrområde 1. Ofta övergår de högre palsarna mot myrens centrum utan avbrott i lägre palsflak. I öster vid Jeutojåkkå ligger en rad sammanvuxna palsar med en utpräglad mineraljordskärna vars östra sidor stupar brant ned i videsnåren längs bäcken. Transekt 5 går över den nordligaste av dessa.

Palsarna har över lag ett sammanhängande torvlager i ytan. Torvmäktigheten i myren är ytterst varierande men tenderar att vara störst i de västra randzonerna, där de högsta palsarna finns. Där uppgår den ställvis till drygt 4 m medan den över stora ytor i övrigt är ca 1 m. Den underliggande mineraljordens beskaffenhet varierar likaså. Tjällyftningsförmågan tenderar dock att vara störst närmast Jeutojåkkå i öster. Hydrologin är komplicerad och myren avvattnas i första hand genom mindre bäckar till Jeutojåkkå men också direkt till Tavvaättno.

Morfologin är starkt präglad av de många palskaren som i många fall syns ha uppstått ur palsgölar. I flera av karnen pågår fortfarande blockerosion och de begränsas mer eller mindre fullständigt av erosionsbranter. En nedbrytning sker således inifrån myrens centrala delar, dvs. med utgångspunkt från palskaren, vilket skiljer sig från förhållandet i många andra palsmyrar. I andra fall är igenväxningen betydande och erosionsintensiteten har minskat. Detta nedbrytningsmönster innebär att palskar i form av trågformiga inskränningar från sidorna i palsarna till stor del saknas i merparten av området.

De högre palsarna, särskilt i myrens västra randzoner, är också utsatta för nedbrytning. I första hand sker denna emellertid genom blockerosion från sidorna på det sätt som är vanligt i palsmyrområde 1.

De flacka palsflaken är till största delen täckta av vegetation, i allmänhet sådan som är typisk för palsar, medan högre palsar i betydande utsträckning är vinderoderade. Kala, vinderoderade ytor finns dock fläckvis också på palsflaken, främst i söder.

Nybildning av palsar har inte konstaterats ske annat än i något enskilda fall och då från markanta tuvor i myrens nordvästra randzon. En anledning till detta kan vara att förekomsten av öppna myrtytor, där nybildning i första hand skedde på andra håll i Tavvavuoma, är starkt begränsad.



Figur 26. Vy från sydväst över den västra delen av delområde a med vidsträckta palsflak. Foto Per Wramner (augusti 1966).



Figur 27. Vy från sydost över Jeutojåkkå och den södra delen av delområde a med palsflak, enstaka högre palsar och palskar. Fotografiet är taget från flygplan. Transekt 5 passerar över palskaret närmast Jeutojåkkå i bildens högra del och fortsätter mot västnordväst (se figur 25). Foto Per Wramner (augusti 1966).



Figur 28. Palsflak i den centrala delen av delområde a från söder. Notera den kupolformade palsen i bildens vänstra del. Foto Per Wramner (augusti 1969).

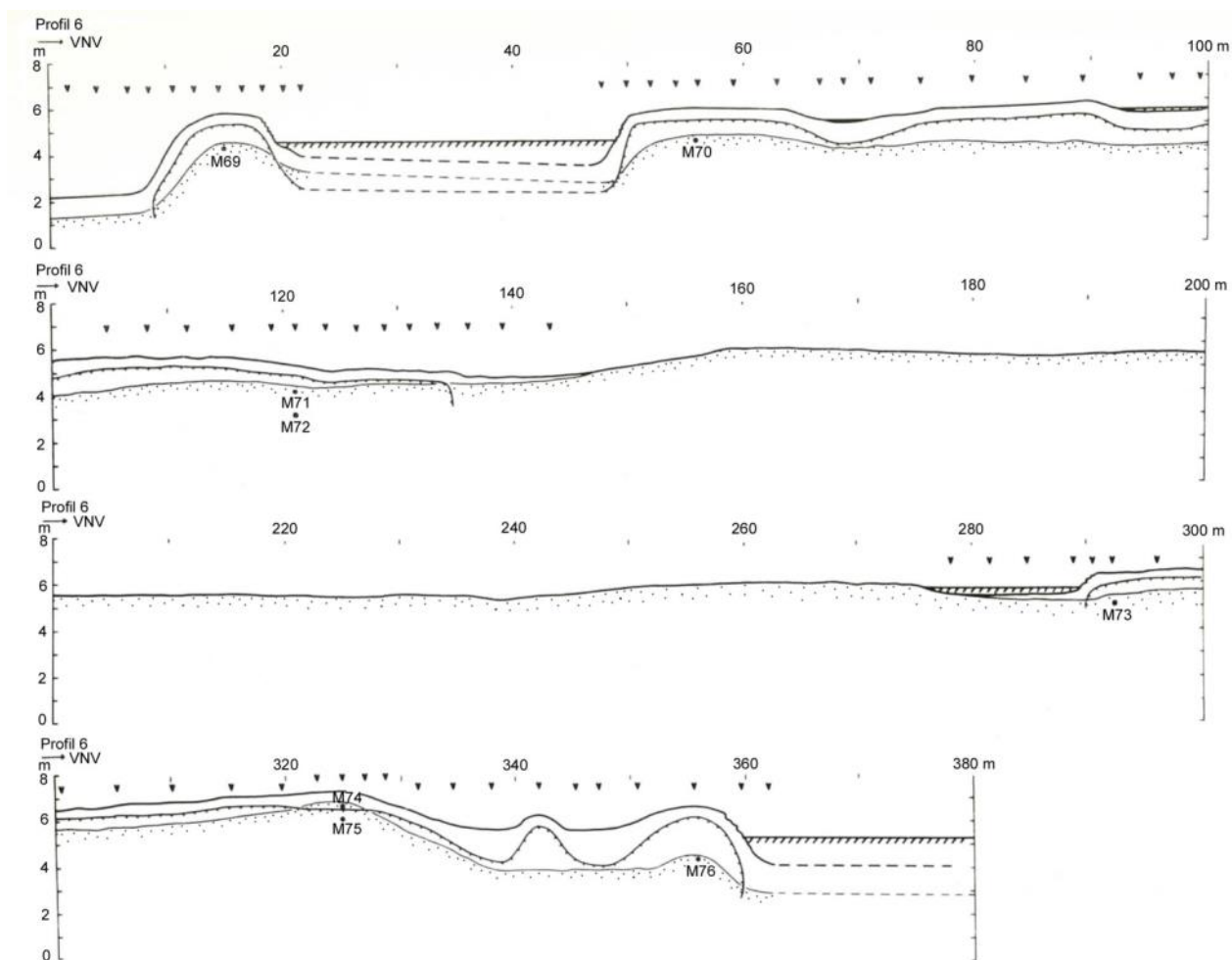
Transekt 5 (profil 6 hos Wramner 1973) ger en representativ bild av delområdets centrala och västra delar. Den sträcker sig från Jeutojåkkå till ett större palskar (se figurerna 25, 27 och 29). På andra sidan palskaret fortsatte den i form av ytterligare en profil (profil 7 hos Wramner 1973) i samma riktning till fastmarken vid basen av Lulit Surgus sluttning. Den senare profilen återges inte här eftersom den bedömts ha ett begränsat värde i ett övervakningsperspektiv, främst till följd av att det råder viss osäkerhet om dess exakta läge i terrängen.

3.2.1.1 Transekt 5

Transekt 5 (profil 6 hos Wramner 1973) är dragen i riktningen sydost – nordväst över ett representativt parti av delområdets östra del. Den börjar i videsnåren vid Jeutojåkkå och slutar i ett stort palskar i delområdets centrala del. Transekten återges i figur 29. Dess läge har markerats på flygbilden i figur 25.

Transekten börjar i videsnår cirka 15 m från Jeutojåkkå. Den passerar först över en pals med en markant mineraljordskärna som uppstått genom tjällyftning i både mineraljord (finkorniga sediment) och torv (medelhumifierad starrtorv). Väster om palsen finns en vattensamling omgiven av aktiva erosionsbranter. Den bedömdes 1969 vara underlagrad av tjäle och var således definitionsmässigt en palsgöl (se figur 29).

På andra sidan palsgölen följer ett vidsträckt palsflak som är representativt för de centrala delarna av delområdet. I väster är det starkt vinderoderat. Efter hand avtar höjden liksom torvmäktigheten och mineraljorden blir grövre (dvs. mindre tjälskjutande) och spelar mindre roll för palsbildningen. Palsflaket övergår successivt i en flack fastmarksrygg med grovkornig mineraljord utan tjäle som också den är representativ för området.



Figur 29. Transekt 5 uppmätt i slutet av augusti 1969. Läget framgår av figur 25. Teckenförklaring se bilaga 1. Från Wramner (1973).

Efter fastmarksryggen följer ett nytt palsflak med aktiv blockerosion och ett palskar mot öster. Det sträcker sig fram till det stora palskar där transekten slutar. Närmast detta kar blir palsen mer undulerande, torvmäktigheten ökar markant och en tendens till mineraljordskärna uppträder igen.

Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover framgår av tabell 8.

Tabell 8. Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover från transekt 5. I tabellen anges andelen silt och ler, som är avgörande för tjällyftningsförmågan, respektive andelen sand och grus. Från Wramner (1973).

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
M 69	41	59
M 70	38	62
M 71	50	50
M 72	37	63

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
M 73	25	75
M 74	17	83
M 75	12	88
M 76	33	67

Sammanfattningsvis kan sägas att transekten visar på varierande förhållanden i fråga om morfologi, torvmäktighet, mineraljordsbeskaffenhet m.m. Palsarna tenderar att bli lägre och flackare ju tunnare torvtäcket är, medan sambandet med mineraljordens beskaffenhet är mer osäkert till följd av att antalet analyserade mineraljordsprover är begränsat.



Figur 30. Vy från nordost över delområdena a (nordöstra delen) och b (sydvästra delen) med transekt 5 i bildens centrala del. Den börjar hitom det palskar som ligger närmast Jeutojåkkå. Fotografiet är taget från helikopter. Foto Per Wramner (augusti 1981).

3.2.2 Delområde b

Delområdet ligger väster och norr om Jeutojåkkå. Gränsen mot söder går alldeles norr om transekt 5 och i norr sammanfaller den med palsmyrområdets gräns. Översiktssbilder från luften visas i figurerna 30, 31 och 39.

Delområde b är komplext och karakteriseras av varierande torvmäktighet, förekomst av lithalsar och successiva övergångar mellan palsar och lithalsar. Det har därför i sin tur delats in i tre delar som beskrivs var för sig (se figur 25).

Den sydligaste delen

Som nämnts i föregående avsnitt går transekt 5 över den nordligaste av de typiska palsar som i en sammanhängande rad följer Jeutojåkkå. Norr därom uppträder morfologiskt likartade bildningar men de saknar helt eller till stor del torv i ytan. Därför är de inte vanliga palsar utan lithalsar (Wramner et al. 2012) eller övergångsformer mellan dessa båda frostmarksformer.

Alldeles norr om palskomplexet i transekt 5 finns ett kärrdråg som utgör en naturlig gräns mellan delområdena a och b. Norr därom uppträder flacka sandkullar eller platåer med brant stupande sluttningar ned i videsnåren utmed Jeutojåkkå. I de få fall där detta har undersökts var dessa tjälade på ett djup av 1½ – 2½ m. Markytan syns ha höjts genom tjällyftning. Mot väster övergår de successivt i flacka palsar genom att ett allt mer sammanhängande torvtäcke uppträder. Väster därom belägna kärrytor ligger betydligt över Jeutojåkkås nivå vilket tyder på att de är uppdämda av bildningarna utmed vattendraget.

Kullarna har en risheds- eller lav-rishedshedsvegetation av utpräglad torrmarkskaraktär med ofta glest fältskikt. Vinderosionen är betydande och på stora ytor går mineraljorden i dagen. Skog saknas och endast enstaka björkar finns i skyddade lägen i sänkor. Detta gäller även för liknande bildningar längre norrut. Liknande vegetation finns på den närbelägna sandplatå som visas i figur 31.

Ingen transekt har lagts över denna del av området.

Den mellersta delen (kring transekterna 6-9)

Efter cirka 200 m kommer en mindre bäck i en markant ravin, som avvattnar delar av myrarna väster därom till Jeutojåkkå, och norr därom ett nytt fastmarksparti. Detta har formen av en ovalformad platå eller bred rygg, som kan följas utmed Jeutojåkkå cirka 300 m mot nordost, där den skiljs från liknande bildningar längre norrut av videsnår och ett smalt kärrdråg. Den största bredden (ungefär i mitten) uppgår till cirka 200 m. Den högsta höjden över Jeutojåkkå är cirka 8 m för att avta mot nordost. Platån har en brant sluttning ner i videsnåren utmed vattendraget, medan dess flacka överyta sakta stiger mot nordväst. Den syns tydligt på flygbilden i figur 25.

På den sydvästra delen av platån finns närmast bäcken ett halvt dussin låga kullar (cirka 1-1½ m höga) som saknar torvtäcke eller i vissa fall har ett tunt, fragmentariskt sådant. Vidare finns här ett drygt dussin gropar eller sänkor (i de flesta fall vattenfyllda och omgivna av låga vallar). I motsvarande läge på den nordöstra delen av platån finns endast små vattenfyllda gropar och ett smalt kärrparti. Groparna utgör typiska termokarstformer, uppkomna genom smältning av permafrost (se figur 31).⁹

Platån gränsar i nordväst (utom i den nordostligaste delen) till en serie låga, flacka och delvis sammanhängande kullar. De har närmast platån sand i ytan men får mot nordväst ett allt mäktigare och mer sammanhängande torvlager och begränsas åt detta håll av typiska palssluttningar ner i ett blött kärrdråg (se figur 31).

⁹ Uppkomstsättet framgår av morfologin (bl.a. instörtningssstrukturer), kopplingen till permafrost (bl.a. palsar) och de förändringar som dokumenterats i denna rapport. Genesen diskuteras vidare i avsnitt 3.2.2.5.



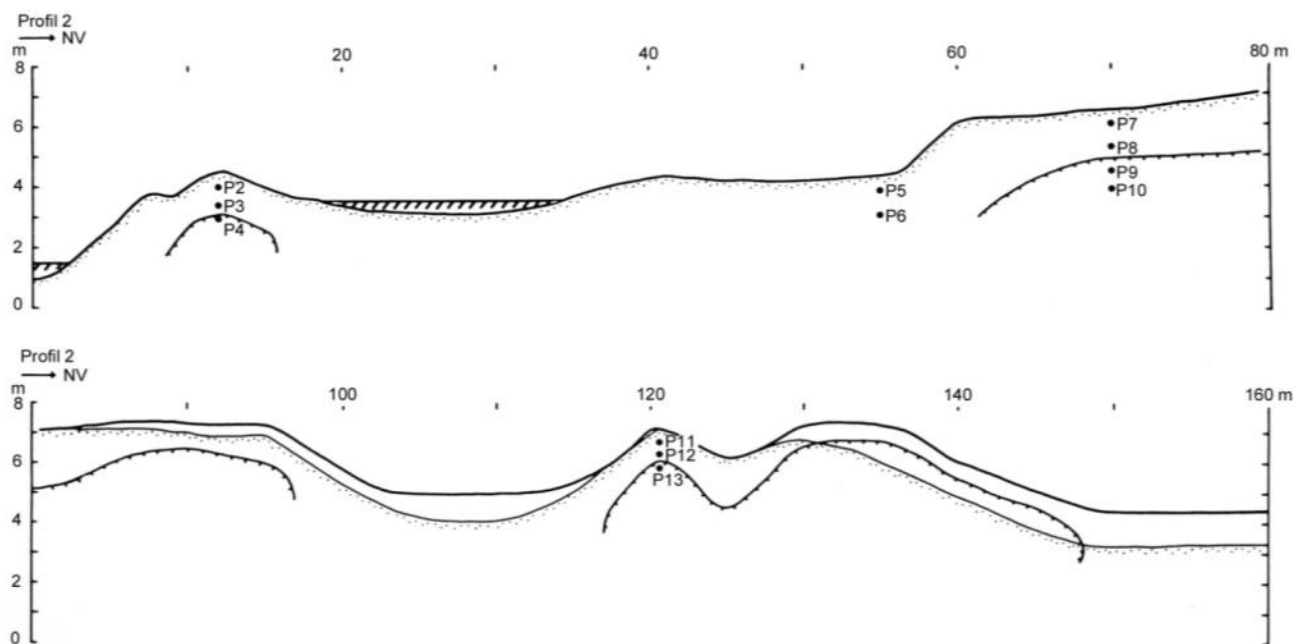
Figur 31. Vy från sydsydost över den sandplatå där transekterna 6 – 9 lagts ut. Närmast Jeutojåkkå i förgrunden finns en rad termokarstgropar som i de flesta fall är vattenfyllda. Den största av dessa är den centralt belägna grop som återges i transekterna 7 och 9. Den ligger i bildens centrala del. Mot norr begränsas platån av flacka kullar med fläckar av kal torv i ytan. Notera de vinderoderade ytorna med kal sand eller torv. Observera att detta foto togs (från helikopter) drygt 10 år efter det att fältdokumentationen gjordes. Foto Per Wramner (augusti 1981).

Transekterna 6 – 9 (profilerna 2 – 5 hos Wramner 1972 a) har lagts ut över platån. Eftersom de ligger i ett begränsat och likformigt område behandlas dessa transekter i ett sammanhang. De återges i figurerna 32, 33, 35 och 36. Deras sträckning har markerats på flygbilden i figur 25. En delförstoring av denna över platåns centrala del redovisas i figur 59. Transekterna 6 – 8 har dragits från Jeutojåkkå i ungefär nordvästlig riktning, medan transekt 9 dragits parallellt med vattendraget mot nordost så att den korsar transekterna 7 och 8.

Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover (i transekterna 6 – 8) framgår av tabellerna 9 – 11.

3.2.2.1 Transekt 6

Transekt 6 (profil 2 hos Wramner 1972 a) återges i figur 32. Den börjar i Jeutojåkkå, passerar över en till stor del nedbruten övergångsform mellan pals och lithals, dock fortfarande tjälad närmast vattendraget, når sedan en lithals som efter hand går över i en pals och blir starkt påverkad av nedbrytning och hopsjunkning. Transekten avslutas med en palssluttning ned i ett otjälät myrparti. Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover framgår av tabell 9.



Figur 32. Transekt 6 uppmätt i augusti 1967. Läget framgår av figur 25. Teckenförklaring se bilaga 1. Notera den gradvisa övergången lithals – pals liksom att tjälen är begränsad till de delar av transekten där marken syns vara upphöjd. Från Wramner (1972 a).

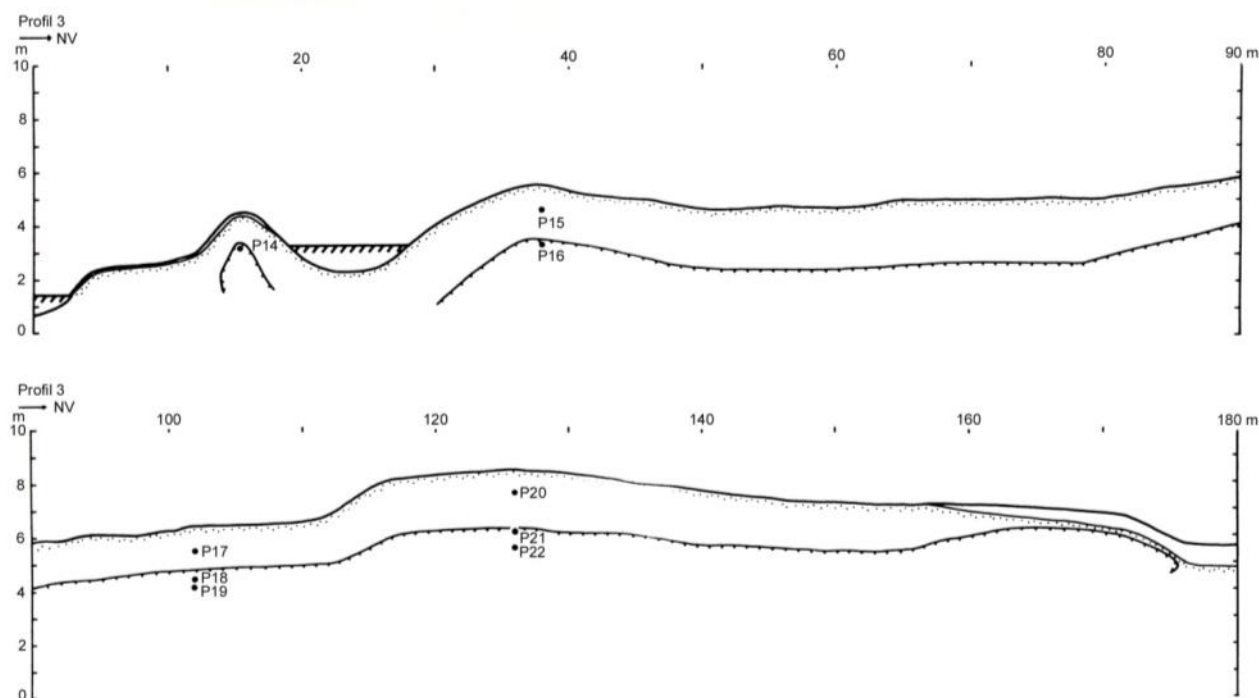
Tabell 9. Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover från transekt 6. I tabellen anges andelen silt och ler, som är avgörande för tjällyftningsförmågan, respektive sand och grus. Notera det grova materialet närmast markytan längs hela transekten, förekomsten av tjälskjutande material på större djup och de stora variationerna i vertikalled. Från Wramner (1972 a).

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
P 2	7	93
P 3	58	42
P 4	14	86
P 5	12	88
P 6	41	59
P 7	10	90

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
P 8	67	33
P 9	15	85
P 10	67	33
P 11	16	59
P 12	46	54
P 13	66	34

3.2.2.2 Transekt 7

Transekt 7 (profil 3 hos Wramner 1972 a) återges i figur 33 och är likartad transekt 6 i fråga om sträckning och geomorfologi. Den skiljer sig dock i ett viktigt avseende genom att på en längre sträcka innehålla permafrost – utan tydlig koppling till lithalsbildning – och vara till synes opåverkad av nedbrytning och hopsjunkning i sin nordvästra del. Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover framgår av tabell 10.



Figur 33. Transekt 7 uppmätt i augusti 1967. Läget framgår av figur 25. Teckenförklaring se bilaga 1. Notera den gradvisa övergången lithals – pals liksom att tjäle förekommer även i de delar av transekten (50-110 m) där markens upphöjning syns vara begränsad eller obefintlig. Från Wramner (1972 a).

Tabell 10. Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover från transekt 7. I tabellen anges andelen silt och ler, som är avgörande för tjällyftningsförmågan, respektive sand och grus. Notera förekomsten av tjälskjutande material på större djup i de delar av transekten där upphöjning av marken syns ha ägt rum. Från Wramner (1972 a).

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
P 14	53	47
P 15	25	75
P 16	48	52
P 17	18	82
P 18	21	79

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
P 19	16	84
P 20	18	82
P 21	29	71
P 22	33	67

Den markanta termokarstgropen i transekt 7 (som även skärs av transekt 9) återges på fotot i figur 34 liksom i figurerna 31 och 59. Det framgår tydligt vid en jämförelse mellan flygbilden från 1963 (se figur 59) och dokumentationen i fält från 1967 (se figur 34) att gropen har utvidgats betydligt under den mellanliggande fyraårsperioden. Fotot från luften i figur 31 tyder på att utvidgningen fortsatt under perioden 1967 – 1981.

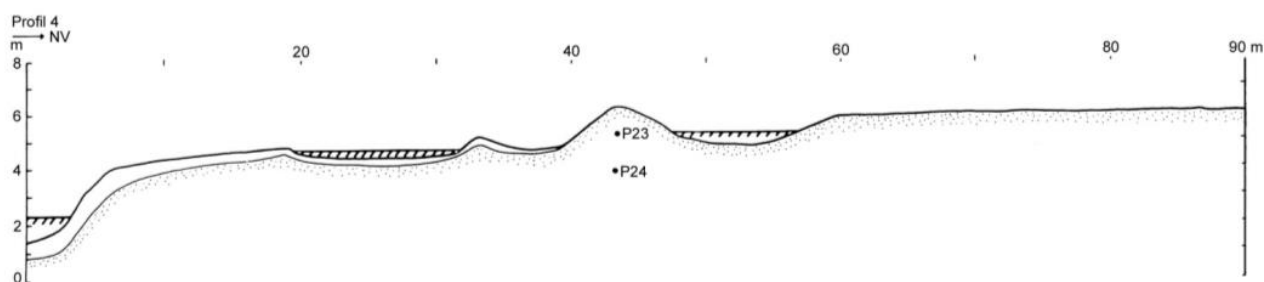


Figur 34. Den största av de vattenfyllda termokarstgroparna i den platå, där transekterna 6 – 9 lagts ut, fotograferad från västnordväst. Gropen ligger nära Jeutojåkkå, syns i mitten av fotografiet i figur 31 och korsas av transekterna 7 och 9. I bildens nedre högra del finns bar sand som också syns i gropens nordvästra sluttning i figur 31. Sprickor i sluttningarna och dränkt torrmarksvegetation på botten tyder också på att instörtning ägt rum. Foto Per Wramner (augusti 1967).

3.2.2.3 Transekt 8

Transekt 8 (profil 4 hos Wramner 1972 a) återges i figur 35. Den liknar transekterna 6 och 7 i fråga om sträckning, geomorfologi och beskaffenhet hos mineraljorden, även om den slutar redan uppe på platåns sanddominerade ovansida. Den skiljer sig dock markant från dessa genom att helt sakna permafrost. Däremot finns tydliga spår av tidigare sådan i form av två vallomgärdade vattensamlingar som uppenbarligen utgör rester av en pals respektive en lithals. De återges längst till höger på fotot i figur 31 (en oval vattensamling närmast Jeutojåkkå och en rundad strax ovanför).

Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover framgår av tabell 11.



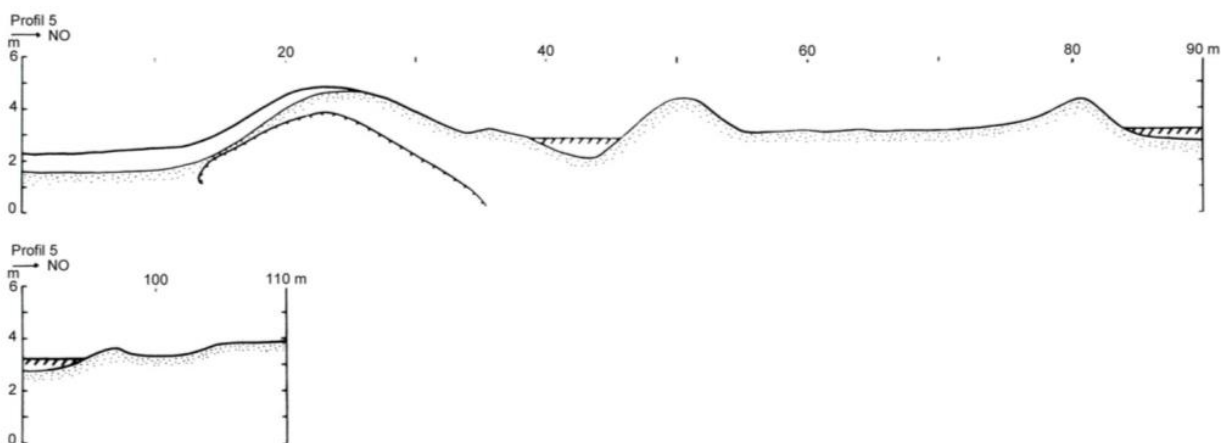
Figur 35. Transekt 8 uppmätt i augusti 1967. Läget framgår av figur 25. Teckenförklaring se bilaga 1. Från Wramner (1972 a).

Tabell 11. Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover från transekt 8. I tabellen anges andelen silt och ler, som är avgörande för tjällyftningsförmågan, respektive sand och grus. Notera den tydliga skillnaden mellan grovkornigheten i ytan och finkornigheten längre ned. Från Wramner (1972 a).

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
P 23	19	81
P 24	55	45

3.2.2.4 Transekt 9

Transekt 9 (profil 5 hos Wramner 1972 a) återges i figur 36. Den börjar i videsnåren utmed Jeutojåkkå, passerar över den till stor del nedbrutna palsen/lithalsen och därigenom uppkomna termokarstgropen i transekt 6, fortsätter över platån och den nordvästra termokarstgropen i transekt 8 för att sluta strax nordost därom. Permafrost saknas helt med undantag för den första palsen/lithalsen. Mineraljorden har inte undersökts närmare.



Figur 36. Transekt 9 uppmätt i augusti 1967. Läget framgår av figur 25. Teckenförklaring se bilaga 1. Från Wramner (1972 a).

3.2.2.5 Sammanfattande diskussion av transekterna 6 – 9

Som framgår av transekterna innehöll kullarna närmast Jeutojåkkå tjäle vid undersökningstillfällena (mitten – slutet av augusti 1967 och 1969) utom i de nordöstra delarna av platån (se transekterna 8 och 9). Där var nivåskillnaderna mindre och tydliga kullar saknades.

Palsarna längs platåns nordvästra kant innehöll naturligt nog också tjäle liksom merparten av själva platån i övrigt (utom i dess nordöstra del).

Platån har sand i ytan (ofta med inslag av grus) som på cirka en meters djup, ställvis efter viss växellagring, ersätts av finkorniga jordar, sannolikt issjösediment. Frusna borrhöjningar av dessa sediment har över lag uppvisat tydlig isskiktning vilket tyder på tjällyftning.

Transekterna visar entydigt att kullarna närmast Jeutojåkkå utgör lithalsar. De är palsar i alla avseenden utom att de saknar torv i ytan och har således bildats genom tjällyftning i enbart mineraljord. Även de flackare delarna av platån, som uppvisar permafrost, kan ha höjts på motsvarande sätt, men här är tolkningen mer osäker.

Det är naturligt att vallomgärdade termokarstgropar uppstår när lithalsar smälter och försvinner. Höjningen av markytan i samband med att den perenna tjälen tillväxer mot djupet vid lithalsbildningen orsakar nämligen rörelser i de lösa jordlagren vars effekter kvarstår sedan isen smält. En mer ingående förklaring finns hos Wramner (1972 a).

Exakt hur lithalsbildningen gått till är dock svårt att avgöra. Den kan ha skett i fuktig mineraljord utan torv i ytan. Därvid kan riklig tillgång på grund- och ytvatten som rör sig mot Jeutojåkkå liksom förekomsten av ytliga sandlager, som i viss mån kan verka isolerande på den underliggande mer finkorniga och tjälskjutande mineraljorden, vara faktorer av betydelse. Lithalsar kan också ha uppstått ur palsar vars torvlager genom vinderosion, oxidering m.m. helt eller delvis försvunnit. Förekomsten av övergångsformer mellan lithalsar och palsar liksom torvfragment på flera lithalsar talar för att de, åtminstone delvis, har uppstått på detta sätt. Ett exempel på detta visas i figur 37.



Figur 37. Pals i den mellersta delen av delområde b med tunt torvtäcke som delvis eroderats bort och frilagt mineraljorden. Bilden är tagen från sydväst. Foto Per Wramner (augusti 1966).

Den nordostligaste delen

Nordost om den i föregående avsnitt beskrivna platån vidtar ett komplext uppbyggt område med delvis friliggande kullar av olika typ. De är i flera fall kraftigt uppvälvda med en högsta höjd av 5 –

6 meter. I allmänhet är de mindre vidsträckta än bildningarna längre söderut. Kullar med heltäckande torvlager i ytan (palsar) uppträder omväxlande med rena mineraljordskullar (lithalsar) och övergångsformer dem emellan med fläckvisa torvförekomster. Samtliga kullar var tjälade vid undersökningstillfällena med undantag för ett halvdussin låga, flacka moränholmar med sten och block i ytan. Morfologin präglas till stor del av nedbrytning och termokarstgropar är vanligt förekommande.

Mellan kullarna finns stråk av fuktig mark med inget eller mycket tunt torvtäcke omväxlande med ren torvmark. Dessa stråk når ställvis fram till Jeutojåkkå och via dem avvattnas de längre västerut belägna myrmarkerna. I höjd med den sydligaste av de meanderbågar, som kan urskiljas på flygbilden i figur 25, viker området av mot väst och nordväst för att snart övergå i typiska palsmyrar och fastmark. Utmed Jeutojåkkå uppträder vidsträckta videsnår.

Jordarterna i området är heterogena såväl till beskaffenhet som ursprung. Till stor del är förhållandena likartade dem längre söderut utmed Jeutojåkkå (finkorniga sedimentjordar överlagrade av sand och grus). Närmast meanderbågarna tycks dock endast grovkorniga fluviala avlagringar förekomma tillsammans med de tidigare nämnda moränholmarna.

3.2.2.5 Transekt 10

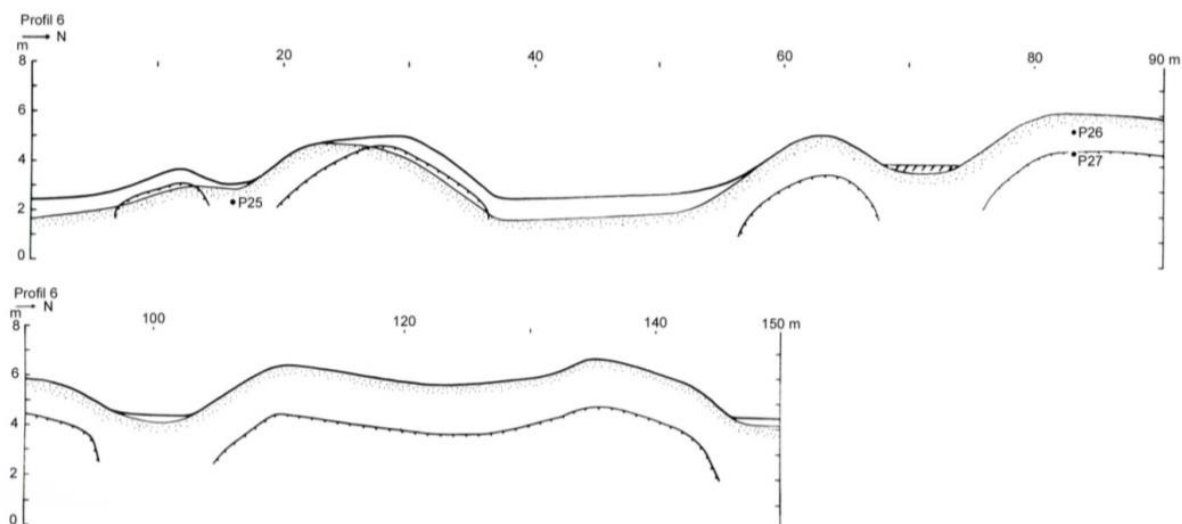
Transekt 10 (profil 6 hos Wramner 1972 a) återges i figur 38. Den har lagts ut i ungefär nord – sydlig riktning utmed Jeutojåkkå och passerar över eller invid tre kullar av olika typ. De åtskiljs av smala myrparier och innehåller alla permafrost. Ett foto från luften återges i figur 39.

Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover framgår av tabell 12.

Den sydligaste kullen utgörs till största delen av en typisk pals med en torvmäktighet av $\frac{1}{2}$ - 1 m och bildad genom tjällyftning i finkornig mineraljord. Mot nordväst (ej täckt av transekten) finns en erosionsbrant med pågående blockerosion och ett palskar. Det enda som avviker från den typiska palskaraktären är en rund, djup, periodvis delvis vattenfylld grop i övre delen av den södra sluttningen med sand i dagen på sin norra sida. Den underlagras av otjälad mineraljord, omges av sprickor och utgör en typisk termokarstgrop.

På andra sidan ett blött kärrdrag höjer sig en markant pals/lithals med sand i ytan som underlagras av finkornig mineraljord. Torv finns bara på nedre delen av sluttningarna. Vegetationen är torrmarksbetonad och långt ifrån heltäckande. I södra delen av det flacka krönet finns en rund, djup, delvis vattenfylld grop som underlagras av otjälad mineraljord. Även denna utgör en typisk termokarstgrop.

På andra sidan ett smalt kärrparti reser sig en nästan identisk bildning, dock med mer uttalad lithalskaraktär. På krönet finns en svagt markerad och starkt vinderoderad svacka som bedömts vara en begynnande termokarstbildning.



Figur 38. Transekt 10 uppmätt i augusti 1967. Läget framgår av figur 25. Teckenförklaring se bilaga 1. Från Wramner (1972 a).

Tabell 12. Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover från transekt 10. I tabellen anges andelen silt och ler, som är avgörande för tjällyftningsförmågan, respektive sand och grus. Från Wramner (1972 a).

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
P 25	84	16
P 26	45	55
P 27	48	52



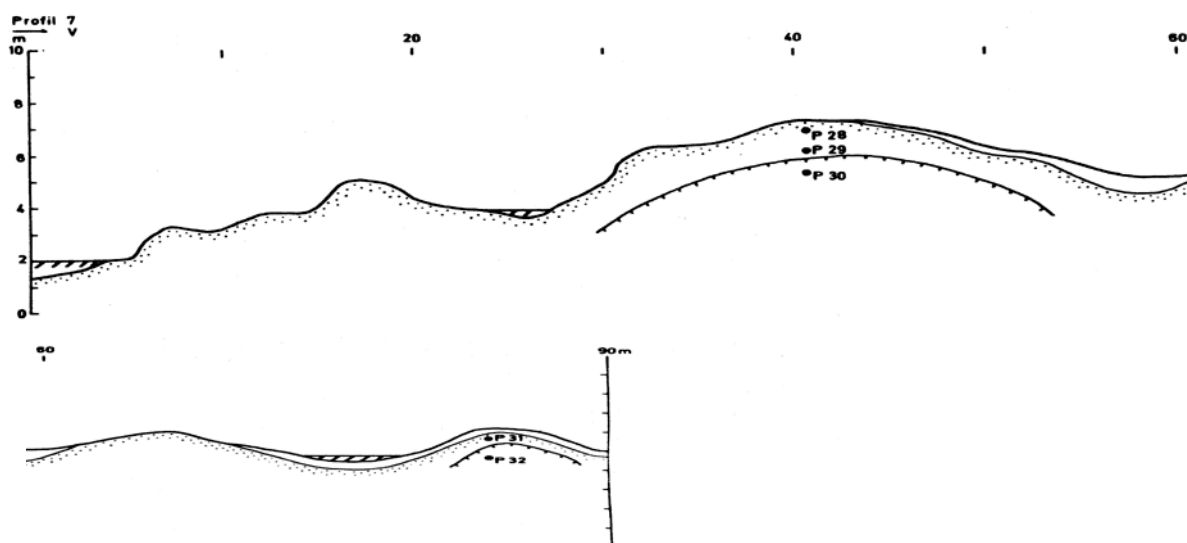
Figur 39. Vy från nordost över de närmare studerade områdena vid Jeutojåkkå. Fotot har tagits från helikopter och visar i sin högra del transekt 10 (längs vattendraget). I bildens centrala del syns bl.a. transektens sydligaste pals/lithals med pågående blockerosion med palskarsbildning från två håll. Den ligger alldeles bortom Jeutojåkkå, strax höger om bildens mitt. I detta perspektiv erhålls ett påtagligt intryck av att smältning och upptining är den dominerande processen. Foto Per Wramner (augusti 1981).

I den norra delen av det aktuella delavsnittet är inslaget av palsar och framför allt övergångsformer mellan palsar och lithalsar större. De uppträder i större utsträckning som högre, mer kupolformade och ofta fristående kullar. Likaså är nedbrytningsgraden något högre, genom såväl bildning av palsgölar eller motsvarande termokarstformer i mineraljord som blockerosion från sidan. Här har två representativa transekter (11 – 12) lagts ut från Jeutojåkkå mot väster. Läget framgår av flygbilden i figur 25.

3.2.2.6 Transekt 11

Transekt 11 (profil 7 hos Wramner 1972) återges i figur 40. Den passerar först över en stor termokarstgrop i en låg, oregelbunden sandterrass utan tjäle utmed Jeutojåkkå. Sedan följer en flack, tjälad kulle med sand i ytan utom på den västra sluttningen som har ett tunt torvtäcke. Sanden underlagras på cirka en meters djup av finkornig mineraljord i vilken den tjällyftning ägt rum som ligger bakom uppkomsten av kullen. Transekten avslutas i väster med en i fråga om både morfologi och inre byggnad liknande kulle som dock skiljer sig genom att en långtgående nedbrytning ägt rum. Den kan närmast sägas bestå av en central vattenfylld termokarstgrop omgiven av en bred ringformad vall. I öster saknar vallen torv och var inte tjälad vid undersökningstillfället.

Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover framgår av tabell 13.



Figur 40. Transekt 11 uppmätt i augusti 1967. Läget framgår av figur 25. Teckenförklaring se bilaga 1. Från Wramner (1972 a)

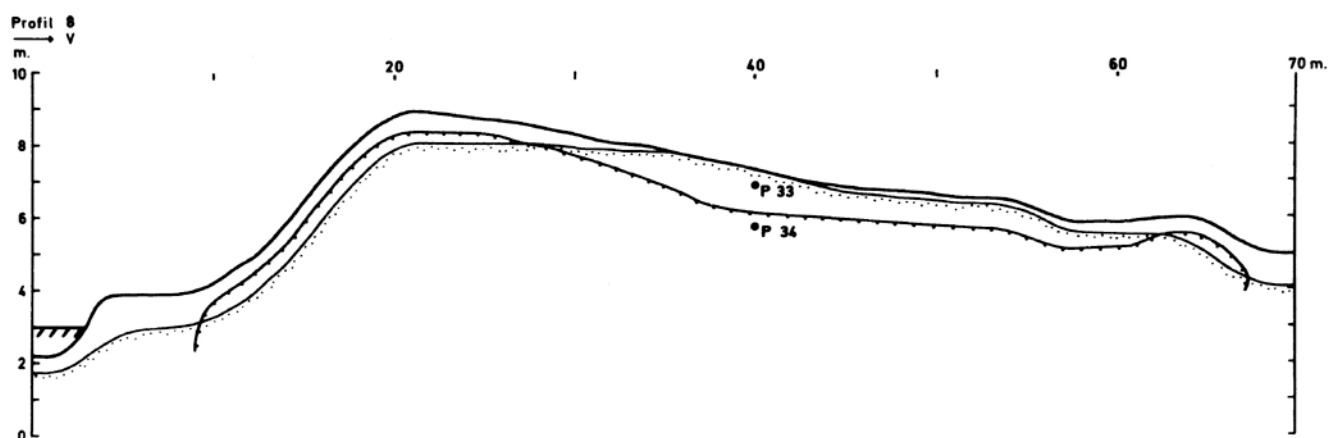
Tabell 13. Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover från transekt 11. I tabellen anges andelen silt och ler, som är avgörande för tjällyftningsförmågan, respektive sand och grus. Från Wramner (1972 a).

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
P 28	14	86
P 29	53	47
P 30	45	55
P 31	15	85
P 32	47	53

3.2.2.7 Transekt 12

Transekt 12 (profil 8 hos Wramner 1972 a) återges i figur 41. Den är lagd över en fristående, i sin östra del hög och markant pals med tunt, ej heltäckande torvtäcke. Palsen är långsträckt i transektens riktning, till stor del vegetationstäckt och på alla sidor omgiven av kärrmark. Palsbildningen orsakas enbart av tjällyftning i mineraljorden som är finkornig och tjälskjutande under ett ytligt sandlager. Torvlagret saknas på en del av palsens mot väster sluttande överyta som ligger i för vinden utsatt läge. Här går sanden i dagen, sannolikt till följd av vinderosion som tydligt präglar vegetationen. Palsen är också påverkad av blockerosion, framför allt på den norra sidan där aktiv palskarsbildning pågår.

Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover framgår av tabell 14. Foton på palsen visas i figurerna 42 och 43.



Figur 41. Transekt 12 uppmätt i augusti 1967. Läget framgår av figur 25. Teckenförklaring se bilaga 1. Från Wramner (1972 a).

Tabell 14. Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover från transekt 12. I tabellen anges andelen silt och ler, som är avgörande för tjällyftningsförmågan, respektive sand och grus. Från Wramner (1972 a).

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
P 33	11	89
P 34	42	58



Figur 42. Vy över Jeutojåkkå från sydväst med större delen av palsen i transekt 12 till vänster om vattendraget och en del av palsen i transekt 13 till höger därom. Foto Per Wramner (augusti 1966).



Figur 43. Huvuddelen av palsen i transekt 12 från sydväst. Foto Per Wramner (augusti 1966).

3.2.3 Delområde c

Delområde c består av en i det närmaste sammanhängande palsmyr som är utsträckt i en långsmal nord – sydlig zon mellan Jeutojåkkå i väster och öppen fastmark med risvegetation i öster. Fastmarken övergår mot öster och sydost i lågfjället Silkis sluttningar. Huvuddelen av området återges på flygbilden i figur 25 medan en mindre del därav syns på fotot från luften i figur 39.

I södra hälften av palsmyren finns låga och inte särskilt vidsträckta palsflak med enstaka upp till 2 m höga toppar. Mot norr blir inslaget av högre och mer kupolformade palsar efter hand större. I den centrala delen av myren finns närmast Jeutojåkkå ett tiotal på rad liggande 4-5 m höga palsar som har en karakteristisk form med plan överyta och branta sidor. De är fristående eller i vissa fall förenade med varandra genom låga palsryggar. Öster därom uppträder palskomplex med lägre men kupolformade palsar. Längst i norr dominerar åter låga palsflak utom närmast Jeutojåkkå där palsarna över lag är högre. I delområdets centrala del finns en flack sandrygg närmast vattendraget.

Myren karakteriseras av att torvmäktigheten är ringa och att palsbildningen skett genom tjällyftning i enbart eller huvudsakligen mineraljord. Rena lithalsar har emellertid inte observerats i nämnvärd omfattning. Vidare förekommer på många håll nedbrytning, främst blockerosion, av högre palsar och smältning i anslutning till palsgölar på palsflak. Nedbrytningen har givit upphov till ett stort antal termokarstbildningar, i allmänhet vattenfyllda men i många fall mer eller mindre igenvuxna. Även om dessa i hög grad präglar delområdet bedömdes intensiteten i den vid slutet av 1960-talet pågående nedbrytningen vara låg.

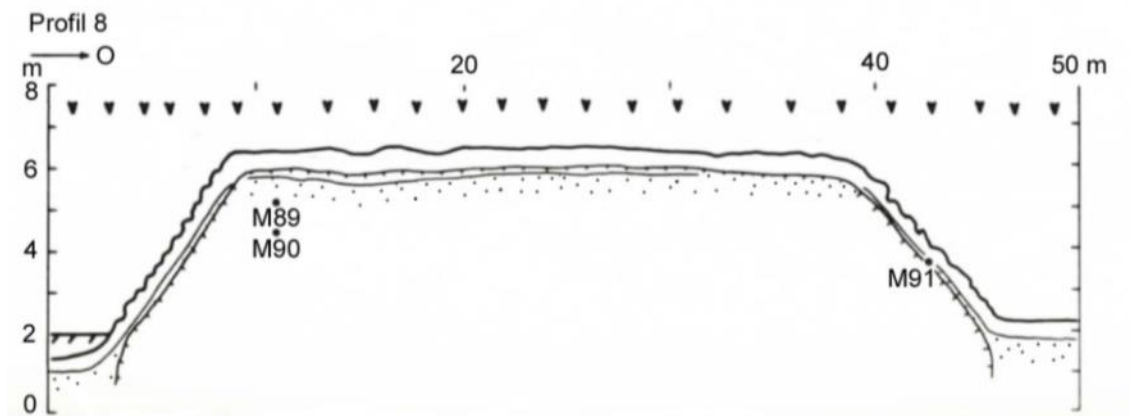
Betydande likheter finns mellan detta delområde och det närbelägna delområdet b (se avsnitt 3.2.2) på västra sidan av Jeutojåkkå. Det gäller främst palsflakens morfologi och förekomsten av högre palsar eller lithalsar närmast Jeutojåkkå (inklusive de sannolika orsakerna därtill).

3.2.3.1 Transekt 13

Transekt 13 (profil 8 hos Wramner 1973) återges i figur 44. Den har lagts i östlig riktning tvärs över en av de karakteristiska, höga palsarna längs Jeutojåkkås östra sida. Palsen är platåbergsformad och utsträckt i nord – sydlig riktning. Den har ett extremt tunt torvlager som är praktiskt taget helt upptinat sommartid. Palsen har således bildats genom tjällyftning i enbart mineraljorden som är finkornig och har god tjällyftningsförmåga.

Palsen är till stor del vegetationstäckt, har regelbundet uppspruckna sidor och omges av en välutbildad palslagg mot väster och söder där blockerosion äger rum. Vegetationen avviker från den på palsar vanliga genom ett markant inslag av tuvdun och lapprör som uppträder tillsammans.

Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover framgår av tabell 15. Foton på palsen i transekten visas i figurerna 42 och 45. Palsen syns också på den förstörade flygbilden i figur 61.



Figur 44. Transekt 13 uppmätt i augusti 1966. Läget framgår av figur 25. Teckenförklaring se bilaga 1. Från Wramner (1973).

Tabell 15. Kornstorleksfördelningen hos undersökta mineraljordsprover från transekt 13. I tabellen anges andelen silt och ler, som är avgörande för tjällyftningsförmågan, respektive sand och grus. Från Wramner (1973).

Prov nr	Silt & ler (%)	Sand & grus (%)
M 89	48	52
M 90	53	47
M 91	49	51



Figur 45. Palsen i transekt 13 fotograferad från nordväst. I förgrunden syns Jeutojåkkå och närmast palsen skymtar en välutbildad palslagg vid vilken viss blockerosion pågår. Foto Per Wramner (augusti 1966).

4. Datakällor och metoder

I detta kapitel beskrivs olika datakällor och metoder som använts i Tavvavuoma. Det sker i mer generella termer men med exempel från och tillämpning i de båda palsmyrområdena i Tavvavuoma.

Riktlinjer för användning av olika datakällor vid palsmyrövervakning redovisas i undersökningstypen (Wester et al. 2015).

Observationer på marken (inkluderande fotografering, kartering, provtagning, mätning, borring, vegetationsanalys m.m.) utgör i allmänhet en huvudkomponent vid forskning om palsmyrar. Av praktiska och ekonomiska skäl måste de dock minimeras i ett övervakningsprogram, särskilt sedan den inledande dokumentationen väl gjorts. Detta underlättas av att de parametrar som är optimala vid övervakning i betydande utsträckning kan studeras genom fjärranalys.

Denna rapport, liksom den tidigare (Wramner et al. 2012), visar att övervakningen till stor del kan bygga på fjärranalys. Jämfört med fältdokumentation kan därigenom erhållas data som är enklare och billigare att ta fram och många gånger av högre kvalitet.

Dokumentationen av dagens situation i Tavvavuoma baseras på data från olika källor. Grundläggande betydelse har (1) högupplösta satellitdata, huvudsakligen i form av satellitbilder, (2) högupplösta laserskanningsdata, som underlag för höjdmodeller, transekter, olika analyser m.m., samt (3) olika slags flygbilder. Dessa datakällor har visat sig mycket lämpliga att använda vid miljöövervakning av palsmyrar och har förutsättningar att bli en huvudkomponent i den framtida övervakningen. Även andra typer av data kan ha stor betydelse. Det gäller bl.a. fotografier från luften (såväl nya som äldre). De senare spelar en viktig roll i Tavvavuoma. Vidare finns olika sätt att kombinera och jämföra data från olika källor som också beskrivs i detta kapitel. Därigenom kan mer information erhållas än vid användning av källorna var för sig.

Samtidigt erfordras fältbesök med jämna mellanrum för validering av fjärranalysdata och insamling av fältdata som inte kan erhållas genom fjärranalys. Sådana fältdata erhålls genom t.ex. mätning av djup till tjälytan, vegetationskartering och fotografering på marken. Genom optimal användning av fjärranalys kan dock frekvensen och omfattningen av sådana fältbesök reduceras avsevärt.

4.1 Satellitdata

Följande mycket högupplösta satellitdata från Tavvavuoma finns tillgängliga och har på olika sätt använts i detta projekt:

- IKONOS, 2 juli 2003
- KOMPSAT-2, 20 juli 2009
- KOMPSAT-2, 4 augusti 2009

- QuickBird, 9 augusti 2009
- WorldView-2, 17 augusti 2010

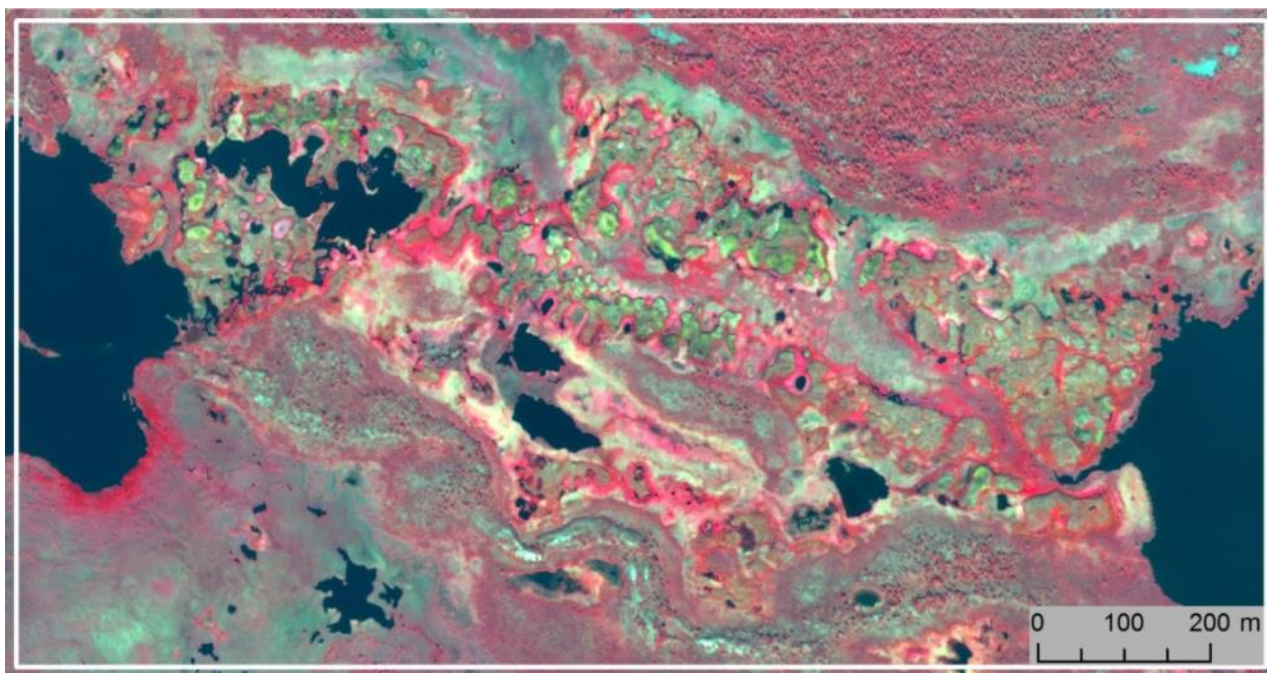
Närmare information om dessa satelliter ges i följande tabell:

Tabell 16. Karakteristika för satelliter vars data använts i projektet.

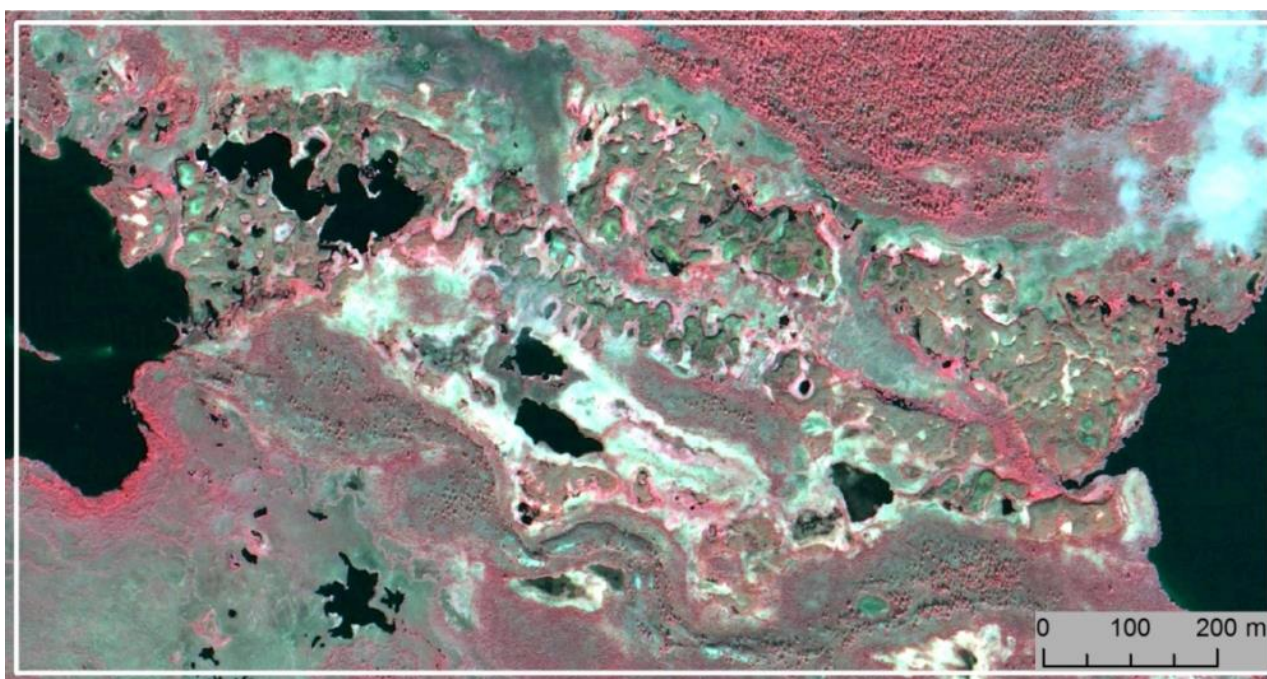
Satellit	Geometrisk upplösning (m)		Stråkbredd (km)
	Pankromatisk	Multispektral	
IKONOS	1	4	13
Kompsat-2	1	4	15
QuickBird	0,6	2,4	16,5
WorldView-2	0,5	2	16,5

De satellitdata som använts i denna rapport finns i två varianter, pankromatisk (svartvit) och multispektral (färg). Genom att kombinera dessa i ett särskilt bildbehandlingsprogram (s.k. merged resolution) erhålls bilder som till stor del förenar den svartvita bildens högre upplösning med den multispektrala bildens färgåtergivning (se tabell 16). Samtliga satellitbilder i rapporten har behandlats på detta sätt.

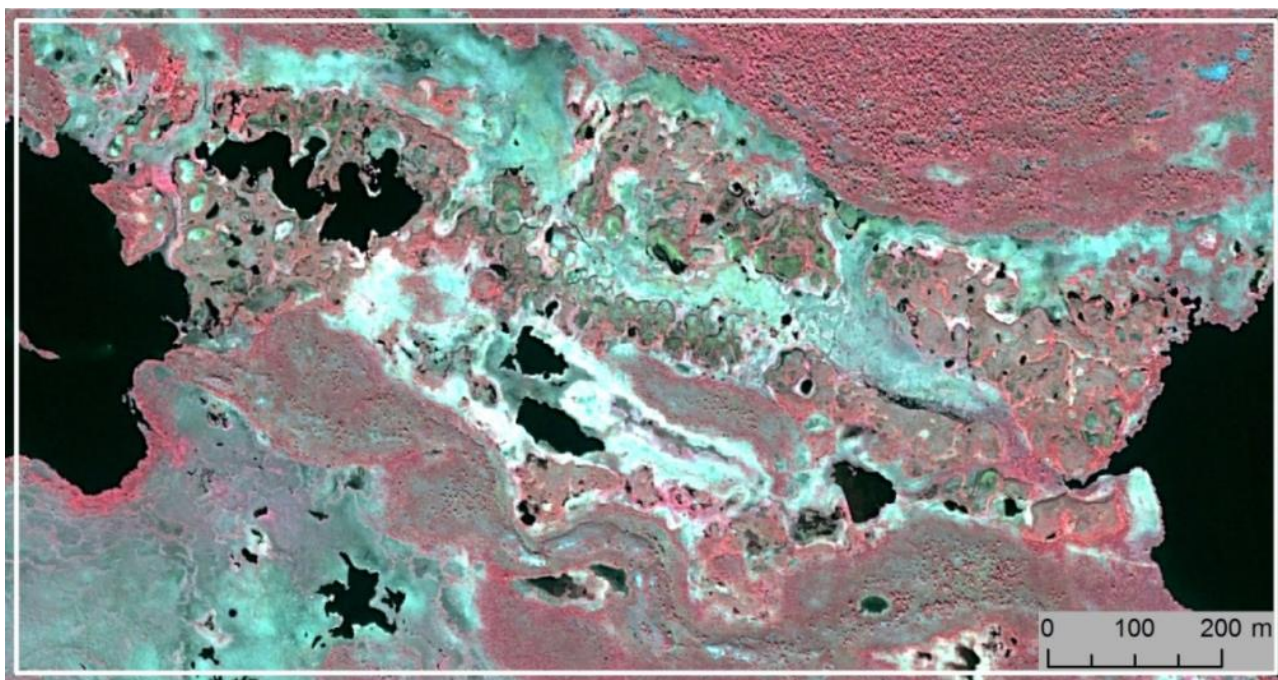
Figurerna 46 – 48 visar tre olika satellitbilder – baserade på data från WorldView, QuickBird respektive IKONOS – över palsmyrområde 1. Figurerna 49 – 51 visar motsvarande bilder över palsmyrområde 2. Dessa sex bilder har använts vid det utvecklingsarbete som redovisas i denna rapport och i den tidigare (Wramner et al. 2012).



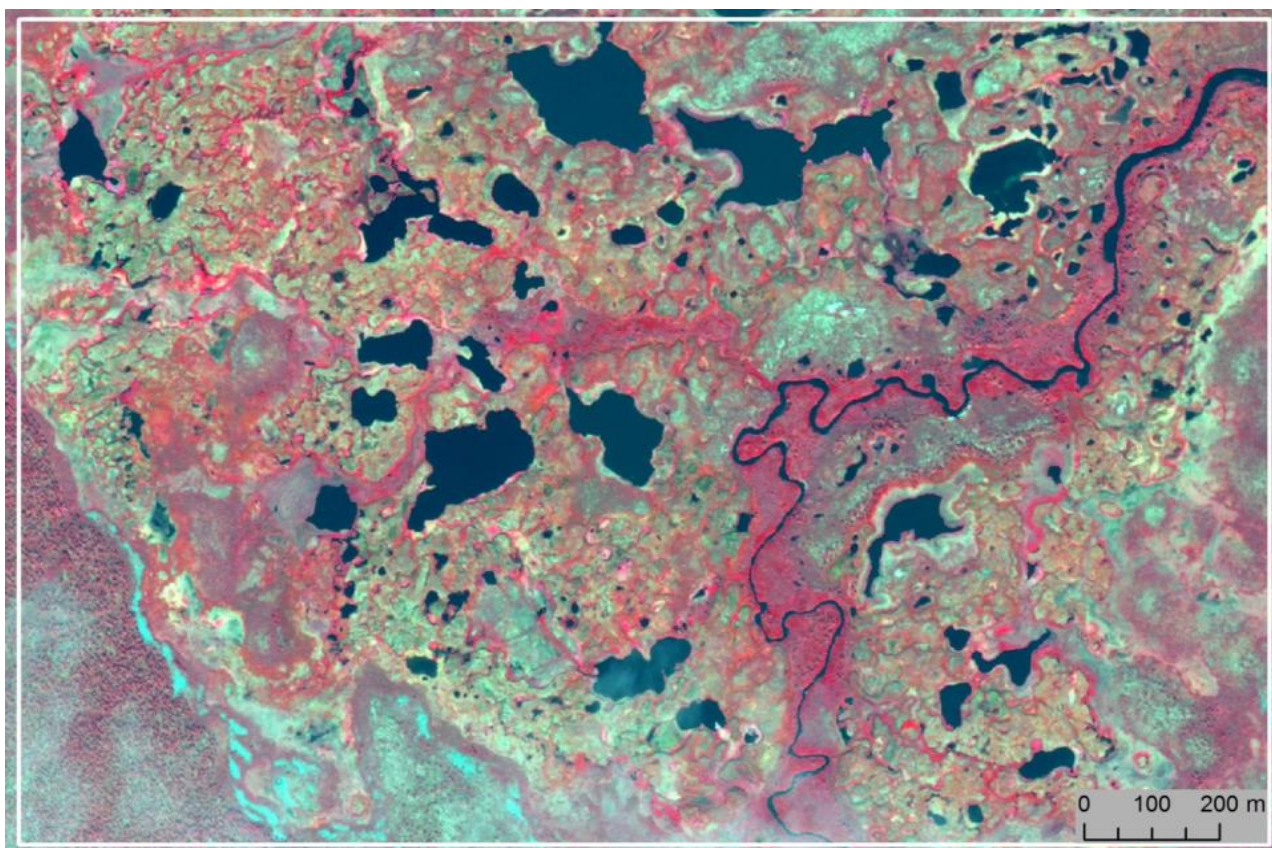
Figur 46. Satellitbild över palsmyrområde 1 (WorldView-2, 2010).



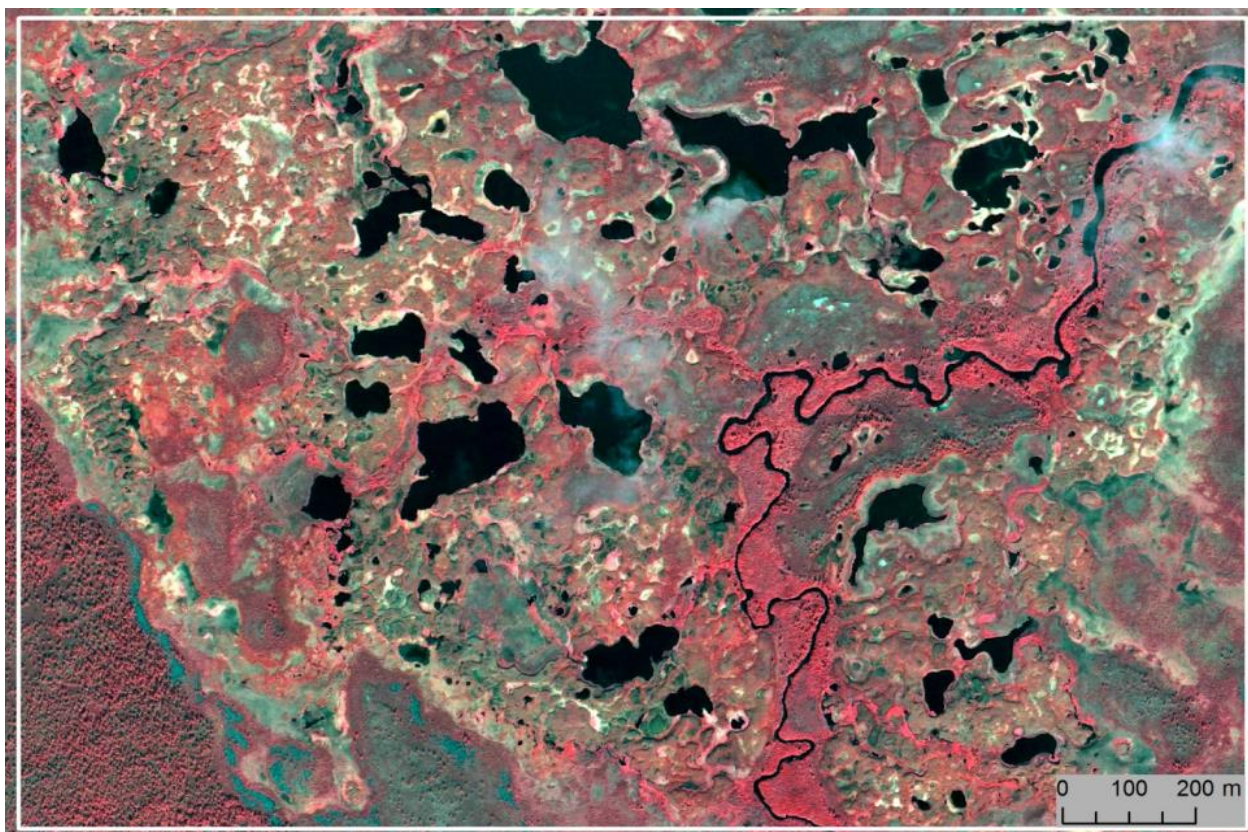
Figur 47. Satellitbild över palsmyrområde 1 (QuickBird, 2009).



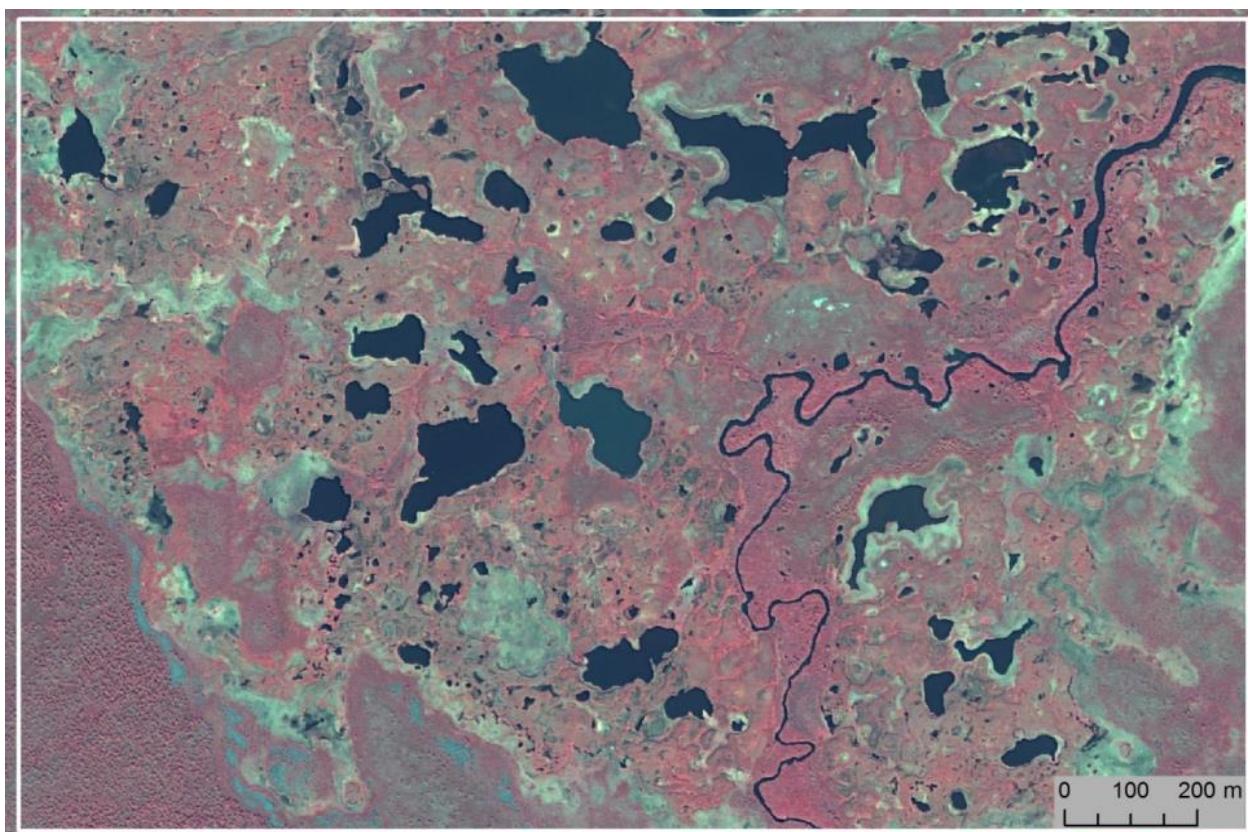
Figur 48. Satellitbild över palsmyrområde 1 (IKONOS, 2003).



Figur 49. Satellitbild över palsmyrområde 2 (WorldView-2, 2010).



Figur 50. Satellitbild över palsmyrområde 2 (QuickBird, 2009).



Figur 51. Satellitbild över palsmyrområde 2 (IKONOS, 2003).

De tidigare metodstudierna i Tavvavuoma (Wramner et al. 2012) har haft tyngdpunkten på utvärdering av satellitdata (inklusive klassificeringsförsök, kalibrering och praktiska test) 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 s.k. ML-klassning av ytvatten och unga palsar.

Testerna har visat att data från QuickBird och WorldView-2 ger en god allmän överblick av palsmyrarna liksom mer detaljerade underlag för analyser av öppet vatten, vegetation m.m. Se figurerna 47 och 50 som visar QuickBird-bilder över palsmyrområdena 1 och 2. Bilden av palsarnas morfologi blir dock tydligare om QuickBird-data kombineras med data från laserskanning (se vidare avsnitt 4.5 och kapitel 5).

Det har visat sig vara fullt möjligt att på QuickBird- och WorldView-bilder visuellt skilja palsar från den omgivande myren med hjälp av vegetationen. Det har också visat sig möjligt att kartlägga frekvens, läge, storlek och form liksom graden av igenväxning hos vattensamlingar i anslutning till palsar. Därigenom får man en god bild av palsarnas status, framför allt i fråga om nedbrytning.

De något mindre högupplösta satellitbilderna (IKONOS och KOMPSAT) har visat sig ge ungefär samma allmänna översikt av palsmyrar som de mer högupplösta QuickBird- och WorldView-bilderna. De har också visat sig likvärdiga när det gäller automatisk klassning av vattensamlingar och i liknande sammanhang som kan bli aktuella vid övervakning av palsmyrar. Se figurerna 48 och 51 som visar IKONOS-bilder över palsmyrområdena 1 och 2. Däremot är de mest högupplösta bilderna bäst för visuell tolkning och avgränsning av palsar.

Frågan om att använda satellitdata för att följa förändringar av vegetationen i palsmyrar har behandlats i den tidigare rapporten (Wramner et al. 2012). Det har vid försök i Tavvavuoma visat sig vara fullt möjligt att på satellitbilder, t.ex. QuickBird- och WorldView-bilder, inte bara visuellt skilja palsar från den omgivande myren med hjälp av vegetationen utan också i grova drag identifiera olika typer av palsvegetation, inklusive bara torvtytor. Detta har framgått tydligt vid klassificeringstester och utvärderingar av QuickBird-data som tolkats 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. En sådan metodik måste bl.a. ge möjlighet att skilja mellan tillväxande, stabila och degenererande palsar.

Det har inte varit möjligt att i Tavvavuoma studera embryonala palsar eller unga palsar under tillväxt, eftersom nybildning av palsar inte har iakttagits där under senare år. Embryonala palsar har emellertid kunnat identifieras på satellitbilder (WorldView) över Sirččám (Wramner et al. 2012).

Slutsatsen av dessa försök är att sådan automatisk klassning för att identifiera olika palsstadier, som hittills prövats i Tavvavuoma, för närvarande inte kan ingå i ett övervakningsprogram. Därför bygger den dokumentation av och de förslag beträffande vegetation, som redovisas i denna rapport, huvudsakligen på fältkartering.

Det kan dock inte uteslutas att ytterligare utvecklingsarbete i områden, där nybildade palsar i olika utvecklingsstadier förekommer, särskilt om mer högupplösta satellitdata blir tillgängliga, skulle kunna resultera i metoder för att identifiera olika palsstadier med hjälp av skillnader i vegetation. Frågan bör därför studeras ytterligare, till att börja med i samband med förberedelserna för en kommande dokumentation av palsmyrarna i Sirččám. Förekomst av embryonala palsar gör Sirččám mer lämpat för utvecklingsarbete av detta slag än Tavvavuoma.

4.2 Laserdata

Högupplöst skanning med röd laser från helikopter eller flygplan (i fortsättningen benämnd laserskanning) används i allt större utsträckning för att generera höjdmodeller med hög upplösning. Tekniken möjliggör snabb inmätning av stora områden med en mycket hög detaljrikedom och precision. Erhållna data kan redovisas i form av bl.a. digitala höjdmodeller och därpå grundade transekter som visar markens morfologi i detalj. Denna mätmetod har också fördelen att man inte fysiskt behöver ta sig till de objekt eller områden som ska mätas in.

Det går inte att med hjälp av enbart satellitdata dokumentera morfologin i palsmyrar med den noggrannhet som krävs i ett övervakningsprogram. Därför behövs en kompletterande metod för att samla in sådana data. Högupplöst laserskanning har visat sig vara en lämplig metod för detta ändamål, bl.a. därför att palsmyrar till stor del saknar störande träd- och högre buskvegetation. Palsmyrområdena 1 och 2 laserskannades i juli 2007 och i augusti 2009.

Den använda lasertekniken återger mark- och vattenytan med hög noggrannhet. Dess geometriska upplösning är 0,5 m. Teknikens noggrannhet gör att erhållna höjdmodeller i Tavvavuoma, enligt erfarenheter från tillämpningen av tekniken i området, har avvikelser i höjdled som håller sig inom intervallet 5-10 cm. I figur 52 redovisas resultatet av laserskanning 2007 och 2009 längs en transekt i palsmyrområde 2. Någon aktiv blockerosion pågick inte längs transekten och någon annan form av nedbrytning bedöms inte ha förekommit mellan de båda skanningstillfällena. Graden av överensstämmelse tyder på hög noggrannhet i skanningen och hög precision i lokaliseringen av transekten vid de båda skanningarna.

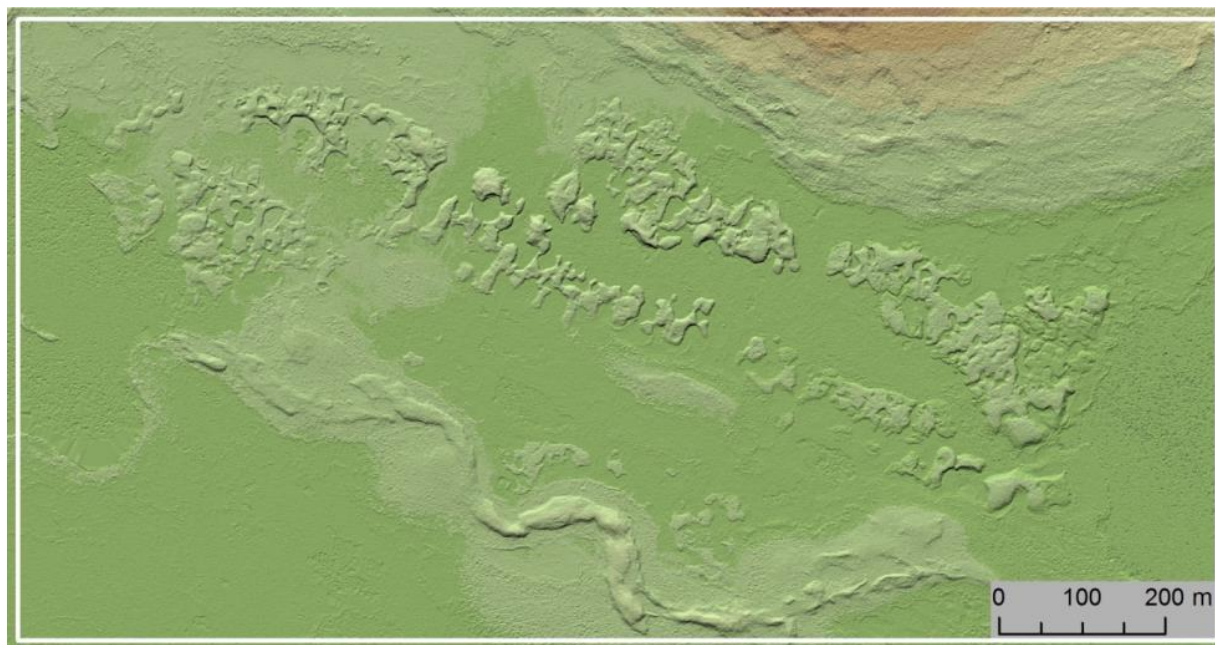


Figur 52. Laserskanning av en drygt 40 m lång transekt i palsmyrområde 2 åren 2007 och 2009. Varje streck på x-axeln motsvarar 5 m i terrängen. Y-axeln anger meter över havet.

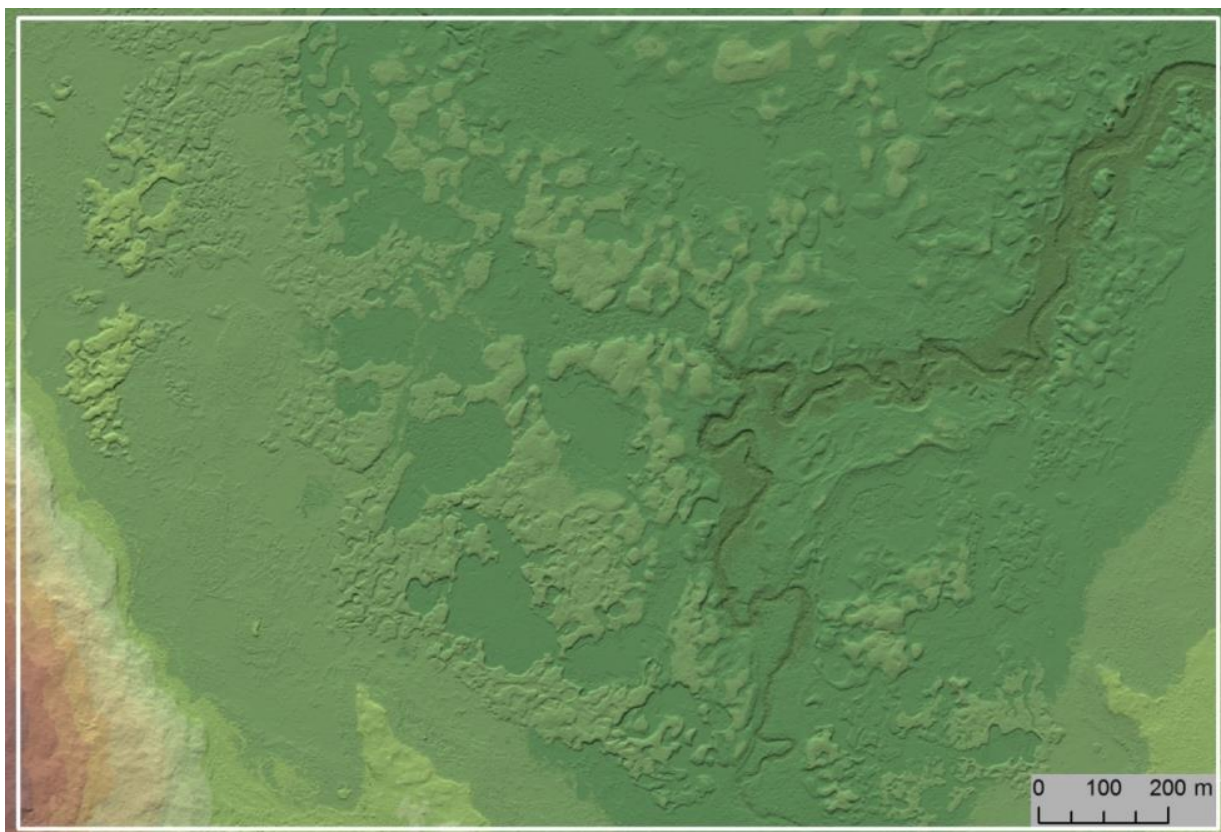
Störande faktorer vid laserskanning är i första hand träd och annan högre vegetation som till stor del saknas i palsmyrar. Därför ger högupplöst laserskanning säkrare resultat i sådana myrar än i många andra naturtyper. Vissa störningar kan dock uppstå genom palsmyrarnas rika förekomster av dvägbjörk och andra låga buskar, särskilt när dessa bildar täta bestånd. Det gäller särskilt på palssluttningar, i eller kring vattensamlingar och i övergångszoner till fastmark. Transekterna i kapitel 8 visar vissa oväntade ojämnheter, särskilt i vattenytter, som bedöms hänga samman med punktvisa förekomster av tätare vegetation.

Figurerna 53 och 54 visar laserbaserade höjdmodeller av de båda palsmyrområdena. Samtliga transekter som visar dagens situation i de båda områdena är baserade på 2009 års laserskanning. Dessa transekter redovisas i kapitel 8.

Laserdata kan på olika sätt kombineras med data från andra källor, t.ex. satellitdata, vilket kan ge information utöver vad som finns i en laserbaserad höjdmodell. Se vidare avsnitt 4.5.



Figur 53. Höjdmodell av palsmyrområde 1 baserad på laserskanning 2009. Palsarna och palskomplexen avtecknar sig tydligt. Detsamma gäller för rullstensåsen, som beränsar den stora palsmyren mot söder, och slutningen av Lulit Surgu i det övre högra hörnet.



Figur 54. Höjdmodell av palsmyrområde 2 baserad på laserskanning 2009. Flertalet palsar och palskomplex framgår tydligt liksom vattensamlingar och vattendrag. Däremot är flackare lithalsar utmed Jeutojåkkå i bildens centrala delar svårare att urskilja utom där nedbrytningen gett upphov till termokarstgropar omgivna av markerade vallar.

4.3 Flygbilder

Flygbilder av olika slag är ett viktigt instrument för övervakning av palsmyrar. Det gäller särskilt för möjligheten att erhålla data från en period som sträcker sig ett halvt sekel bakåt i tiden, alltså långt mer än vad som gäller för högupplösta satellitbilder. Sådana historiska data är av stort värde i detta sammanhang.

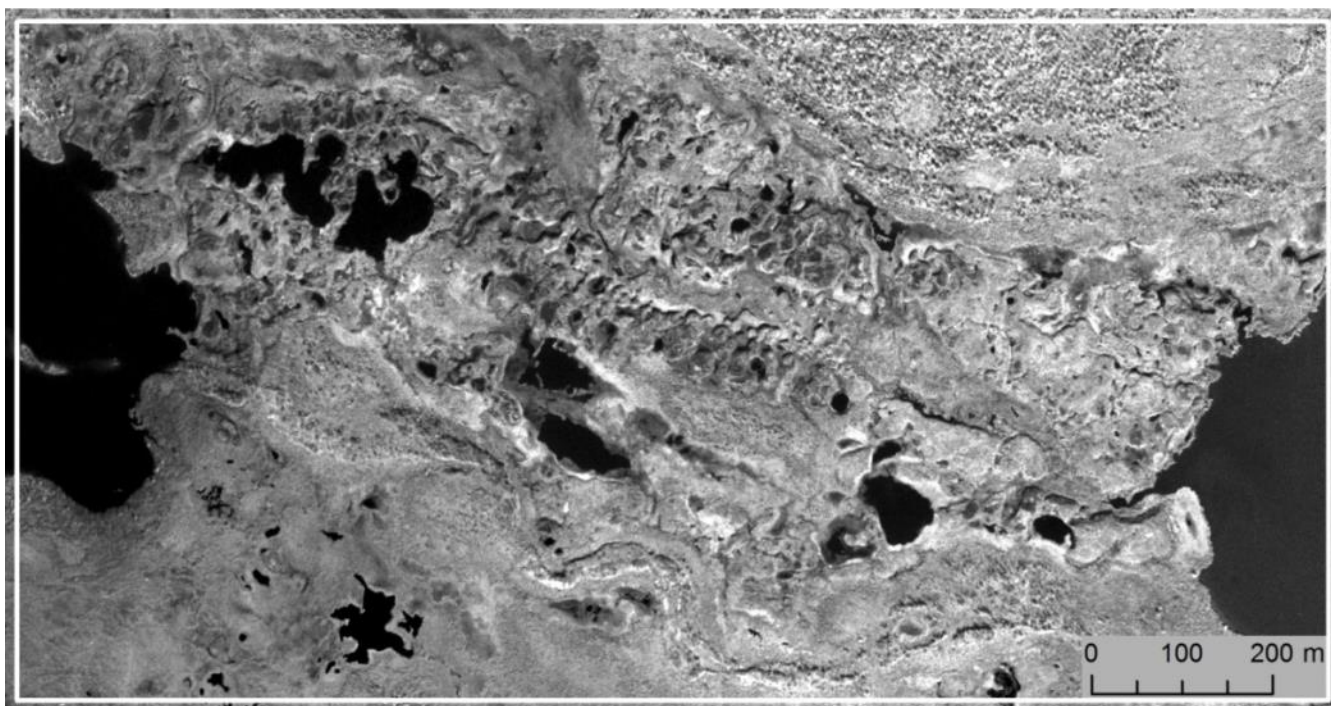
Flygbilder (svartvita, färg och IR) har använts som stöd vid avgränsning av palsar och ger information om palsmorfologi, palsvegetation och nedbrytningsprocesser. Möjligheten att urskilja vattensamlingar är av särskild betydelse i sammanhanget genom att dessa kan ge en bild av nedbrytningens omfattning och intensitet. Vidare kan färgbilder ge mer detaljerad information som kan jämföras med den som erhålls genom satellitbilder. Flygbilder kan också med fördel användas för att kartlägga förekomsten av palsmyrar. Se vidare Backe (2014).

Följande flygbilder över Tavvavuoma har använts:

- Svartvita ortorektifierade bilder från 1963 i skala 1:30 000
- Svartvita ortorektifierade bilder från 1975 i skala 1:60 000
- Analog ortorektifierade IR-färgbilder från 1980 i skala 1:60 000
- Digitala ortorektifierade färgbilder från 2010 med 0,5 m upplösning

Flygbilder från 1963 och 2010 har spelat en viktig roll vid dokumentationen av palsmyrarna i Tavvavuoma. De ger en allmän bild av situationen vid två tillfällen med nästan 50 års mellanrum som i sig har stort värde och dessutom kan användas för olika jämförelser, analyser etc. Särskilt bör framhållas betydelsen av 1963 års flygbilder. De representerar de äldsta tillgängliga översiktsskilderna av de båda palsmyrområdena och utgör utgångspunkten för merparten av den dokumentation av utvecklingen under det senaste halvsekl som skett inom ramen för detta projekt. Flygbilder har också använts i rapporten för att tillsammans med andra fjärranalysdata dokumentera ett eller flera steg i de olika palsmyrarnas utveckling. Slutligen bör framhållas värdet av äldre flygbilder för att kunna återfinna platser varifrån äldre foton tagits.

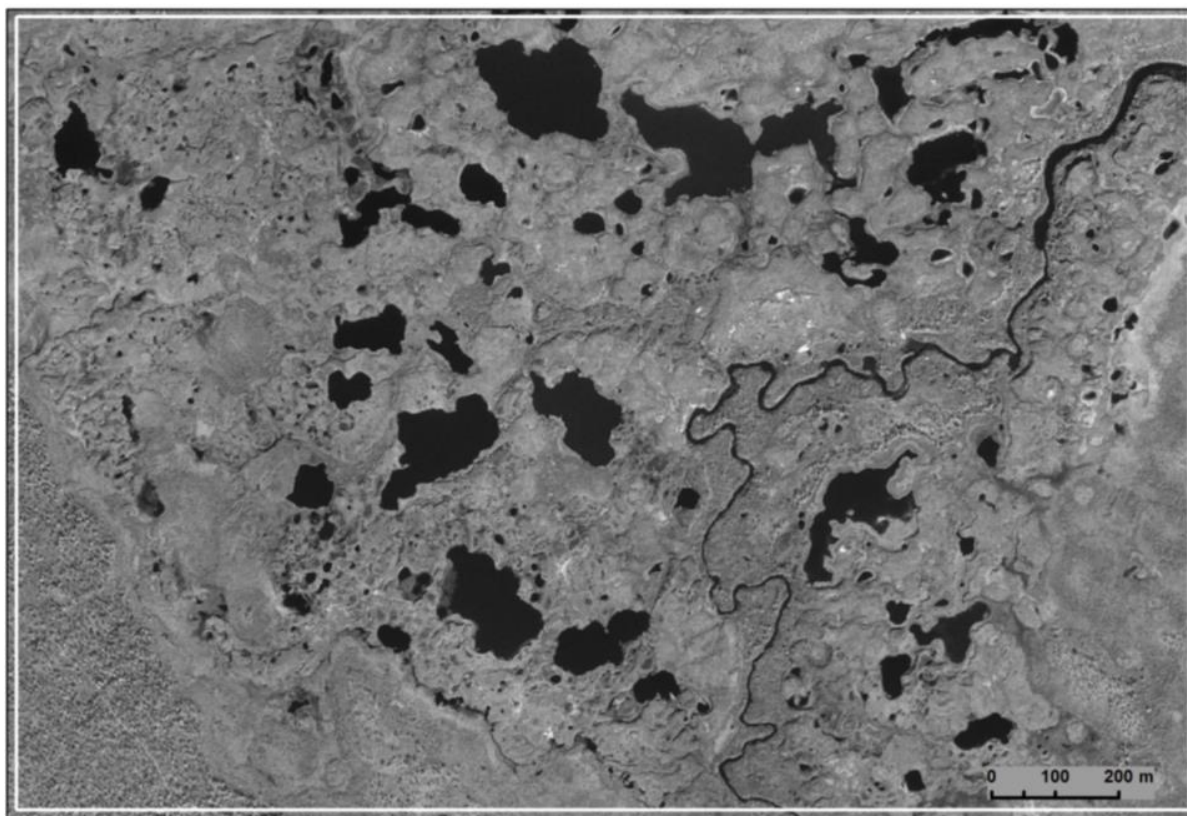
Som framgår av figurerna 55 – 58 erhålls mer detaljerade och exakta data om palsmyrar från 2010 års flygbilder än från 1963 års. De nyare bilderna kan i dessa avseenden närmast mäta sig med bilder som tagits fram genom att kombinera satellitdata med laserdata. Se vidare avsnitt 4.5.



Figur 55. Flygbild över palsmyrområde 1 från 1963.



Figur 56. Flygbild över palsmyrområde 1 från 2010.



Figur 57. Flygbild över palsmyrområde 2 från 1963.

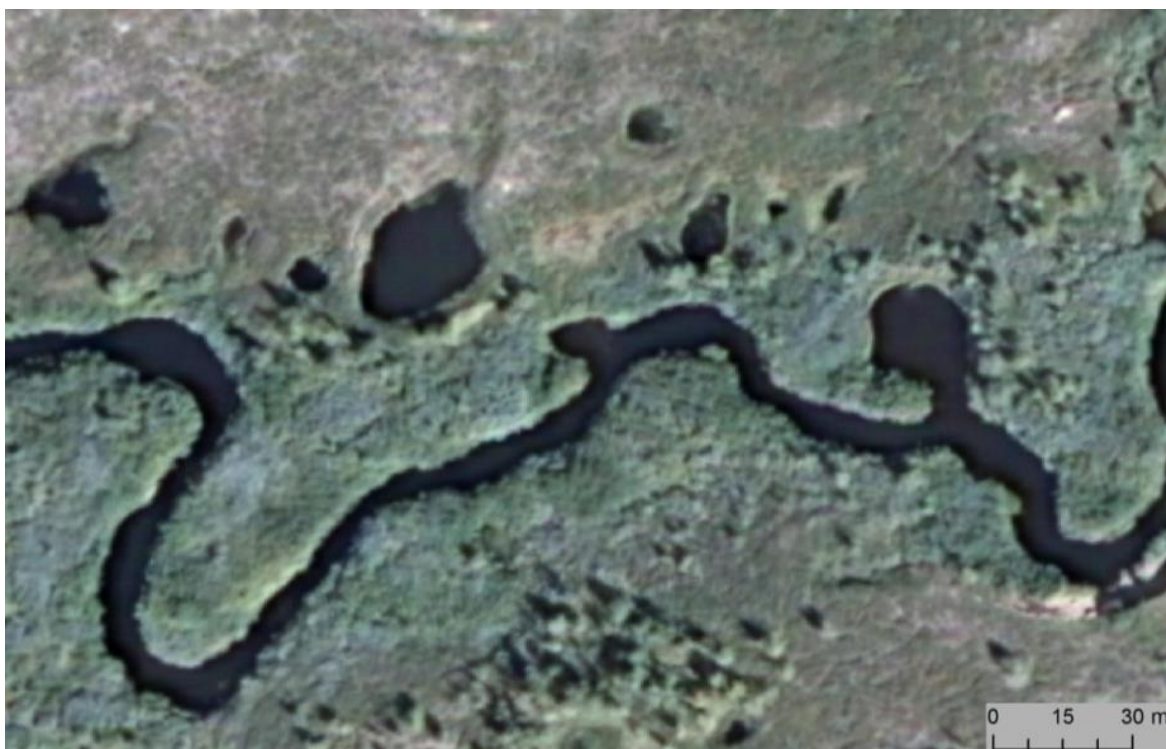


Figur 58. Flygbild över palsmyrområde 2 från 2010.

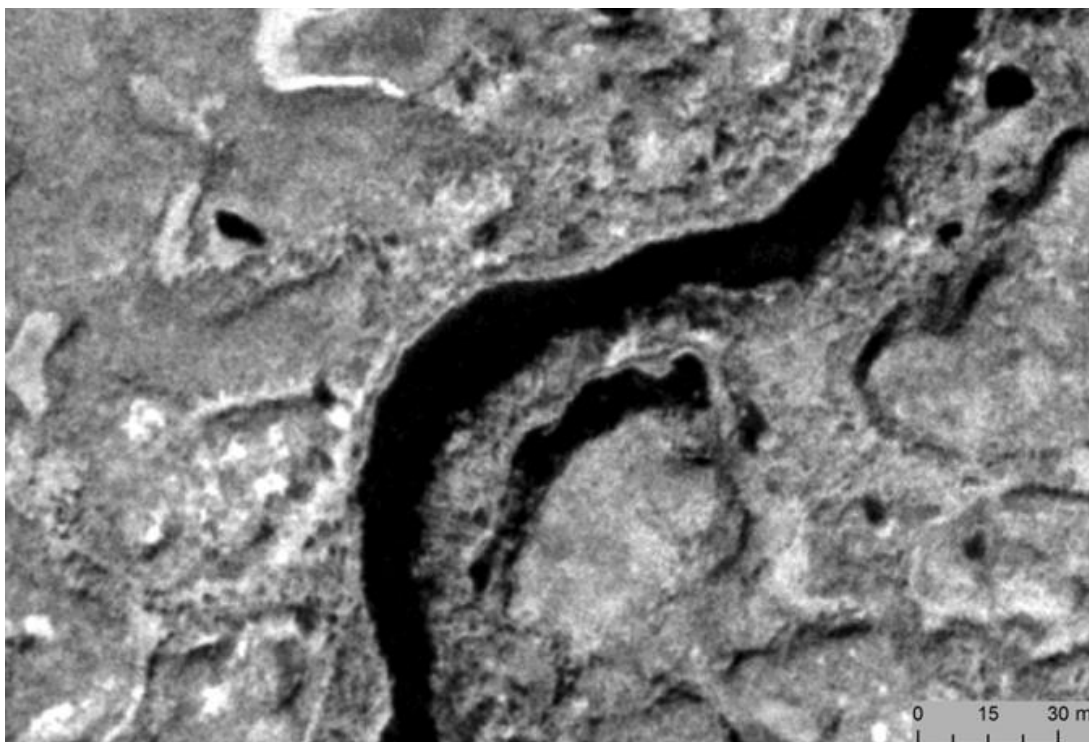
Figurerna 59 – 62 visar hur förstörade flygbilder från 1963 och 2010 kan användas för att i detalj dokumentera utvecklingen i särskilt intressanta delar av palsmyrområde 2. Se vidare avsnitt 8.2.



Figur 59. Förstörad flygbild från 1963 över det område där huvuddelen av transekterna 6 – 9 är utlagda.



Figur 60. Förstörad flygbild från 2010 över samma område som i figur 59. En jämförelse med flygbilden från 1963 visar bl.a. förändringar vad gäller vattensamlingarna.



Figur 61. Förstorad flygbild från 1963 över det område där transekterna 11 – 13 är utlagda. Jämför figur 130. Palsarna och lithalsarna i transekterna framträder tydligt.



Figur 62. Förstorad flygbild från 2010 över över samma område som i figur 61. Palsarna/lithalsarna i transekterna 11 och 12 är till stor del borta. De har ersatt av rundade palsrester och öppet vatten. Palsen i transekt 13 har minskat i utbredning. Samtidigt har dess palslagg/-kar i väster och norr delvis vuxit igen. Se vidare avsnitten 8.9 – 8.11.

I de följande delarna av rapporten ges en rad exempel på hur flygbilder använts vid dokumentation av palsmyrarnas utveckling i Tavvavuoma. Det gäller såväl användning av enbart flygbilder, t.ex. för dokumentation av förändringar mellan olika fotograferingstillfällen, som användning av flygbilder i olika slags kombinationer med t.ex. satellitbilder. Inte minst jämförelser av äldre flygbilder med nyare satellitbilder ger i övervakningssammanhang värdefull information om den historiska utvecklingen i en palsmyr.

Digitala flygbilder spelar således en viktig roll vid miljöövervakning av palsmyrar, ensamma eller i kombination med andra verktyg. Det senare gäller inte minst i Tavvavuoma där omfattande data från andra källor finns tillgängliga. I vissa sammanhang är flygbilder dock mindre lämpade. De finns i allmänhet bara från specifika fotograferingstillfällen som upprepas med långa intervall. Detta gör det svårt att kontinuerligt följa utvecklingen mer i detalj och dokumentera förändringar. Satellitdata kan däremot erhållas från i princip varje önskad tidpunkt.

4.4 Fotografier

Fotografier från luften eller på marken, i första hand för att dokumentera fältobservationer, ger data av stort värde för övervakning av palsmyrar, bl.a. för att illustrera förändringar som sker. Det gäller särskilt för observationer från luften. Fotografering från luften eller på marken har därför varit ett viktigt inslag i dokumentationen av palsmyrarna i Tavvavuoma. Sådan fotografering ger information av värde i de flesta sammanhang, särskilt om koordinatsättning av bilderna sker.

Ett stort antal foton från Tavvavuoma (totalt cirka 4.000 av vilka knappt hälften än så länge finns i digital form) har lagts upp i ett arkiv. De flesta av foton är tagna i palsmyrområdena 1 och 2. Motiv och/eller fotograferingsplats har i allmänhet lokaliserats, åtminstone på ett ungefär. Merparten är historiska (främst från 1960-talet) men många bilder är tagna under de senaste fem åren.

En mindre del av dessa foton återges i denna rapport och avses ingå i övervakningen. Syftet är dels att visa på de möjligheter dokumentation genom fotografering erbjuder, dels att redovisa eller illustrera för övervakningen viktiga företeelser på marken (morfologi, morfologiska processer, hydrologi, vegetation etc.). Foton av mer principiell eller metodologisk betydelse redovisas i detta kapitel medan övriga återges i anslutning till beskrivningarna av de båda palsmyrområdena (inklusive transekterna).

4.4.1 Fotografering från luften

Observationer från luften har givit en överblick över palsarna i Tavvavuoma som inte kan erhållas från marken. De har också givit värdefulla data som kompletterar fjärranalysdata och data från markobservationer. Många gånger ger sådana observationer mer detaljerad och direkt information om förhållandena på marken än man kan få genom fjärranalys. Vidare har de givit möjlighet att utvärdera och validera framför allt geomatiska data. Det i praktiken enda sättet att dokumentera sådana observationer är genom fotografering. Foton från luften är också av värde i informationssammanhang.

Ett antal foton tagna från luften redovisas tidigare i rapporten (figurerna 8, 9, 14, 23, 27, 30, 31, och 39). Tillsammans med ett flertal längre fram återgivna sådana foton (figurerna 63 – 66, 73, 131, 136, 158 och 174) visar de vilken betydelse fotografering från luften har haft för dokumentationen av Tavvavuoma.

Sådan fotografering har givit värdefulla allmänna översiktsbilder av morfologin och de morfologiska processerna i Tavvavuomas palsmyrar liksom de illustrerat och dokumenterat specifika företeelser på marken. Det bör dock framhållas att möjligheten att använda sådana foton från luften vid dokumentation av palsmyrar i hög grad beror på om de korreleras med förhållandena på marken, t.ex. genom andra data (som i figur 73) eller morfologin i stort (som i figur 65).

Vid dokumentation av palsmyrarna i Tavvavuoma har också foton som återger en viss situation eller företeelse givit värdefull information. Det gäller särskilt om fotograferingen senare upprepas men också i andra fall.

Även om bilderna vid upprepad fotografering inte stämmer helt överens kan de anpassas till varandra genom bildbehandling (i första hand rektifiering) i dator, åtminstone i tillräcklig grad för att kunna användas för jämförande dokumentation. Så har skett i t.ex. figurerna 63 och 64. Dessa figurer ger en vy över den centrala delen av den stora myren i palsmyrområde 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.

Även i de fall då fotografier från luften tagna vid olika tidpunkter är långt ifrån sammanfallande har värdefulla jämförelser gjorts i Tavvavuoma. Detta är främst en följd av den överblick och det ovanifrånperspektiv som sådan fotografering ger. Exempel på jämförelse av detta slag är figurerna 65 och 66.



Figur 63. Vy över centrala delen av den stora myren i palsmyrområde 1 från nordväst. Fotot har tagits från flygplan. Morfologin är präglad av nedbrytning med djupa inskärningar i palskomplexen i form av palskar. Nedbrytningen var dock inte särskilt aktiv vid fotograferingstillfället. 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 vissnen (grå) vegetation i det nedre högra hörnet av bilden som orsakas av kvarvarande tjäle. Detta foto återges också i figur 14. Foto Per Wramner (augusti 1964).



Figur 64. Samma vy som i figur 63 men 46 år senare. Fotot har tagits från helikopter. Nedbrytningen har ökat påtagligt och pågår på flera ställen med hög intensitet, särskilt i anslutning till öppna palskar. Huvuddragen i palsmyrens morfologi kvarstår dock i stort sett oförändrade. Det centrala kärdråget har vuxit igen och partiet med vissnen vegetation i det nedre högra hörnet av bilden har minskat i utbredning. Kvarvarande tjäle i myren noterades inte detta år (men året före). De låga palsflak som 1964 skymtade i bildens övre delar, dvs. i myrens södra randzon, har försvunnit eller minskat i utbredning. Ytorna med öppet vatten har i många fall ökat genom nedbrytning av palsar men i vissa fall minskat genom igenväxning. Beträffande transekt 2 hänvisas till figur 122. Foto Susanne Backe (augusti 2010).



Figur 65. Vy från väster över den stora palsmyren i palsmyrområde 1. Fotot har tagits från flygplan. 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 anger motsvarande punkter i figurerna 65 och 66. Detta foto återges också i figur 8. Foto Per Wramner (augusti 1964).



Figur 66. Vy över palskaren i figur 65 från nordväst. Dessa är nu (2010) förenade till ett större kar. Även i övrigt syns hur nedbrytningen fortskridit. T.ex. har palsryggar ut i vattnet m.el.m. försvunnit 2010 och palskar uppkomna ur palsgölar tillkommit. a anger motsvarande punkter i figurerna 65 och 66. Transekt 3 ligger i karets södra del (se figur 95). Foto Susanne Backe (augusti 2010).

4.4.2 Fotografering på marken

Ett 60-tal fotografier tagna på marken i Tavvavuoma redovisas i denna rapport. De återfinns i samtliga kapitel utom inledningen.

Fotograferingen på marken i Tavvavuoma har haft flera syften som i allmänhet överlappar varandra. Det mest grundläggande är att dokumentera förhållandena i en palsmyr vid en viss tidpunkt. Skalan har varierat från översiktliga landskapsbilder till detaljbilder av morfologi, morfologiska processer, vegetation, ändpunkter för transekter etc.

Av särskilt intresse vid dokumentationen har varit väl dokumenterad fotografering från utvalda fotopunkter som lätt kan upprepas vid senare besök. Ett annat viktigt syfte med markfotona är att illustrera beskrivningar och underbygga tolkningar, slutsatser etc. Slutligen bör framhållas vikten av att fotografera företeelser som riskerar att försvinna, t.ex. embryonala palsar eller palsar i perifera delar av utbredningsområdet.

Som exempel på hur upprepad fotografering har använts för att dokumentera förändringar visas två foton av ett igenvuxet palskar i västra delen av den stora myren i palsmyrområde 1. De är fotograferade från öster 1964 respektive 2011. Karet ligger alldeles öster om det östra av de två stora palskaren i figur 8 (samma foto återges i figur 65). Det syns (med en öppning mot norr) nästan exakt på mittpunkten av fotografiet i figuren. I karet fanns 1964 en låg, ung pals (se figur 67) som tidigare återgivits i figurerna 4 (B) och 21. Denna pals var 2011 helt borta (se figur 68). Även om palsen nu är borta är det angeläget att de två foton följts upp framöver genom regelbunden omfotografering så att bl.a. en eventuell palsnybildning kan dokumenteras.

Informationsvärdet av fotografier tagna på marken kan i allmänhet öka påtagligt om de kan jämföras med eller på annat sätt kopplas till andra data från samma område. Det kan vara foton från luften eller olika slags fjärranalysdata. Se vidare avsnitt 4.5.4.



Figur 67. Låg, ung pals i västra delen av den stora myren i palsmyrområde 1 fotograferad från öster. I bakgrunden syns det stora palskaret. Palsen återges också i figur 21. Foto Per Wramner (augusti 1966).



Figur 68. Samma vy som i figur 67. Den låga palsen är helt försvunnen. Dess läge indikeras av ett parti med blöt myr (bevuxet med polarull). De låga palsryggarna mellan den tidigare palsen och det stora palskaret i bakgrunden har också till stor del sjunkit ihop. Foto Susanne Backe (augusti 2011).

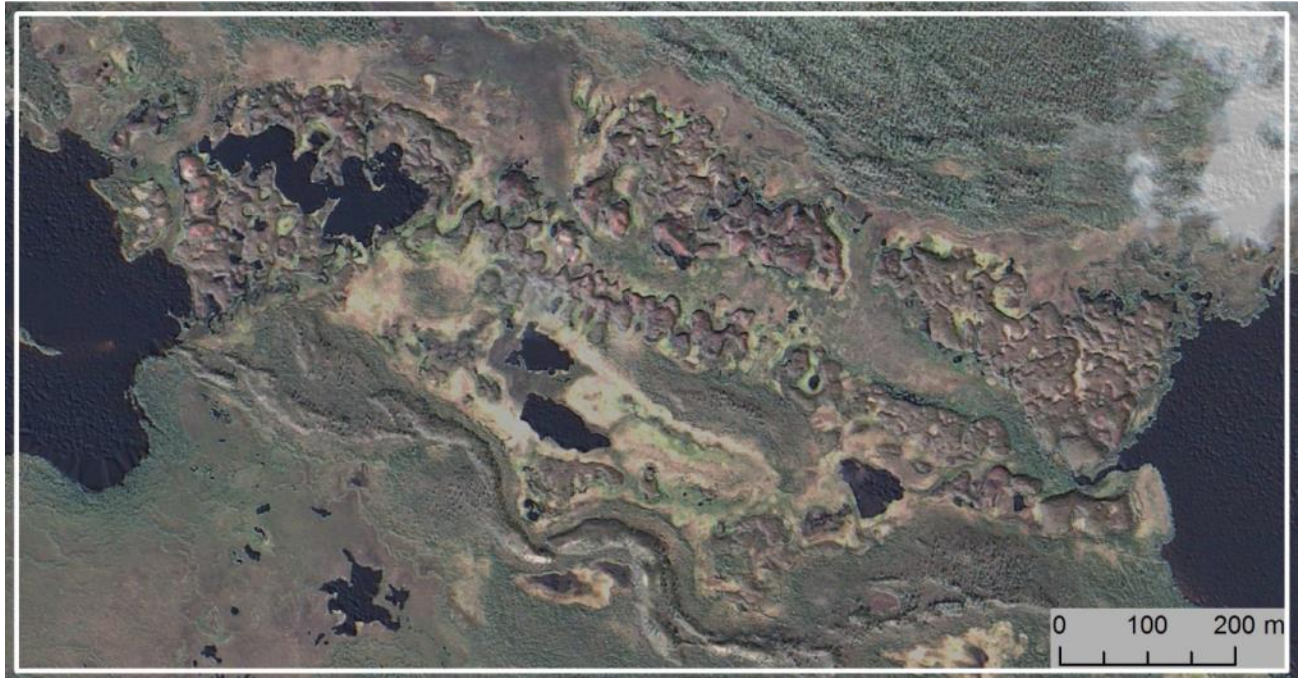
4.5 Kombination av data från olika källor

4.5.1 Kombination av satellit- och laserdata

En kombination av satellitdata och laserskanningsdata ger betydande synergieffekter. Denna fråga har ägnats stort intresse i det inledande utvecklingsarbetet kring palsmyrövervakning (Wramner et al. 2012). Det har gällt att få fram bilder som förenar satellitbildens redovisning av öppet vatten, vegetation m.m. med den på laserskanning baserade höjdmodellens redovisning av morfologin. Kombinationsprodukter med samtidigt stor mängd data och stort informationsvärde har därvid utvecklats.

En kombination av satellit- och laserskanningsdata ger oftast en tydligare och mer illustrativ bild av en palsmyr än vad endera av dessa båda dataslag ensam kan ge. Resultatet av en sådan kombination i Tavvavuoma redovisas i figurerna 69 och 70. Bilderna bygger på QuickBird satellitdata och data från laserskanning, 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 görs satellitbilden halvtransparent.

Vidare har en kombination av satellit- och laserdata använts vid den kartering av palsar, öppet vatten och ofrusen myr som redovisas i kapitel 5.



Figur 69. Bild över palsmyrområde 1 i som tagits fram genom att kombinera data från laserskanning 2009 med QuickBird satellitdata från samma år.

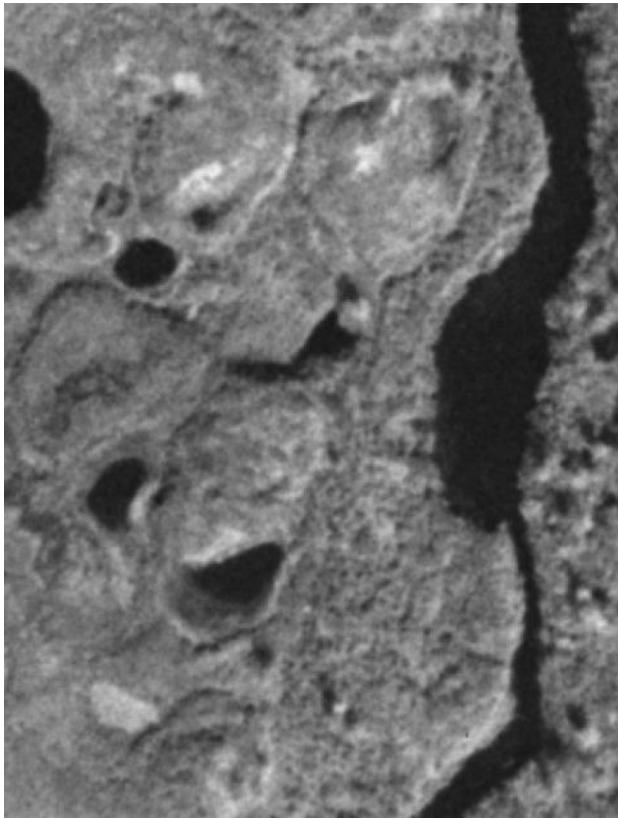


Figur 70. Bild över palsmyrområde 2 i som tagits fram genom att kombinera data från laserskanning 2009 med QuickBird satellitdata från samma år.

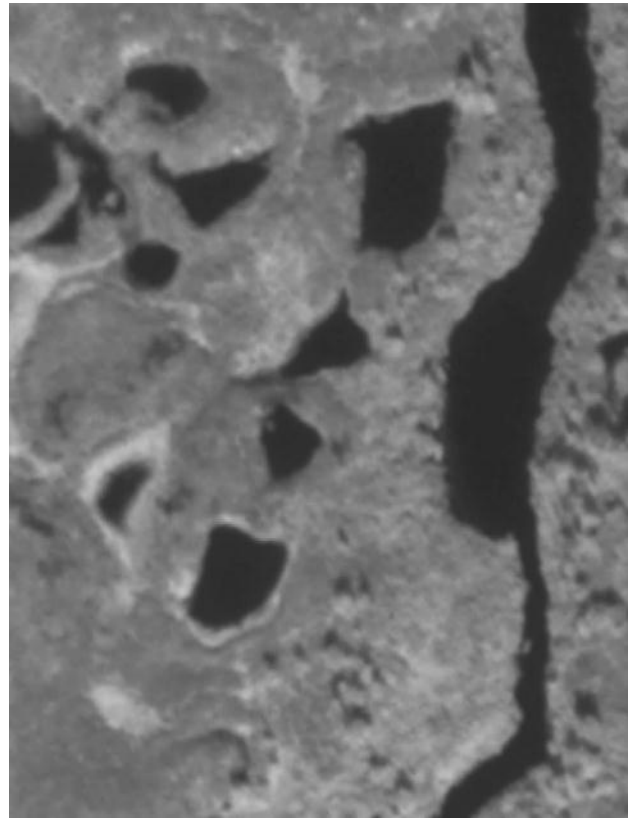
4.5.2 Kombination av satellitbilder och flygbilder

Vid dokumentationen av Tavvavuoma har det varit av stort värde att studera både satellitbilder och flygbilder över ett område. Genom att på olika sätt använda dem tillsammans erhålls mer data erhållas än om de används var för sig. Exempelvis kan flygbilder komplettera satellitbilder genom att innehålla dokumentation av äldre perioder från vilka inga satellitbilder existerar. På liknande sätt kan satellitbilder komplettera flygbilder genom sin kontinuerliga produktion som täcker in de långa intervallen mellan varje enskild flygbildsfotografering.

Ett exempel på sådan kombination av satellitbilder och flygbilder från Tavvavuoma ges i figurerna 71 och 72 som visar utvecklingen av området kring transekt 10 mellan 1963 och 2010. Jämför figur 159 där samma område återges på ett foto från luften.



Figur 71. Flygbild från 1963 över området kring transekt 10. Närmast Jeutojåkkå finns lithalsar som mot väster gradvis övergår i palsar. Viss nedbrytning pågår. Vattensamlingarna är termokarstgropar som uppstått genom kollaps av palsar/lithalsar.



Figur 72. WorldView satellitbild från 2010 över samma område som i figur 71. Betydande nedbrytning/smältning har skett sedan 1963. De vattenfyllda termokarstgroparna har blivit fler och utvidgats. Se vidare avsnitt 8.2.6.

4.5.3 Kombination av fotografier från luften med data från andra källor

Fotografier från luften i Tavvavuoma har – utom i de fall fotograferingen har skett från hög höjd – korrelerats med data för samma område från andra källor (satellitbilder, flygbilder, laserskanning liksom olika kombinationer av dessa). Genom att kombinera och jämföra dessa båda typer av data får man dels positiva synergieffekter vad gäller erhållen mängd information, dels en lägesbestämning av foton som blir av stort värde för den fortsatta övervakningen. I princip samtliga foton från luften i denna rapport kan på detta sätt kopplas till andra typer av data. Så kan också ske retrospektivt om det senare skulle uppstå behov av att titta närmare på utvecklingen av något specifikt objekt eller någon specifik process.

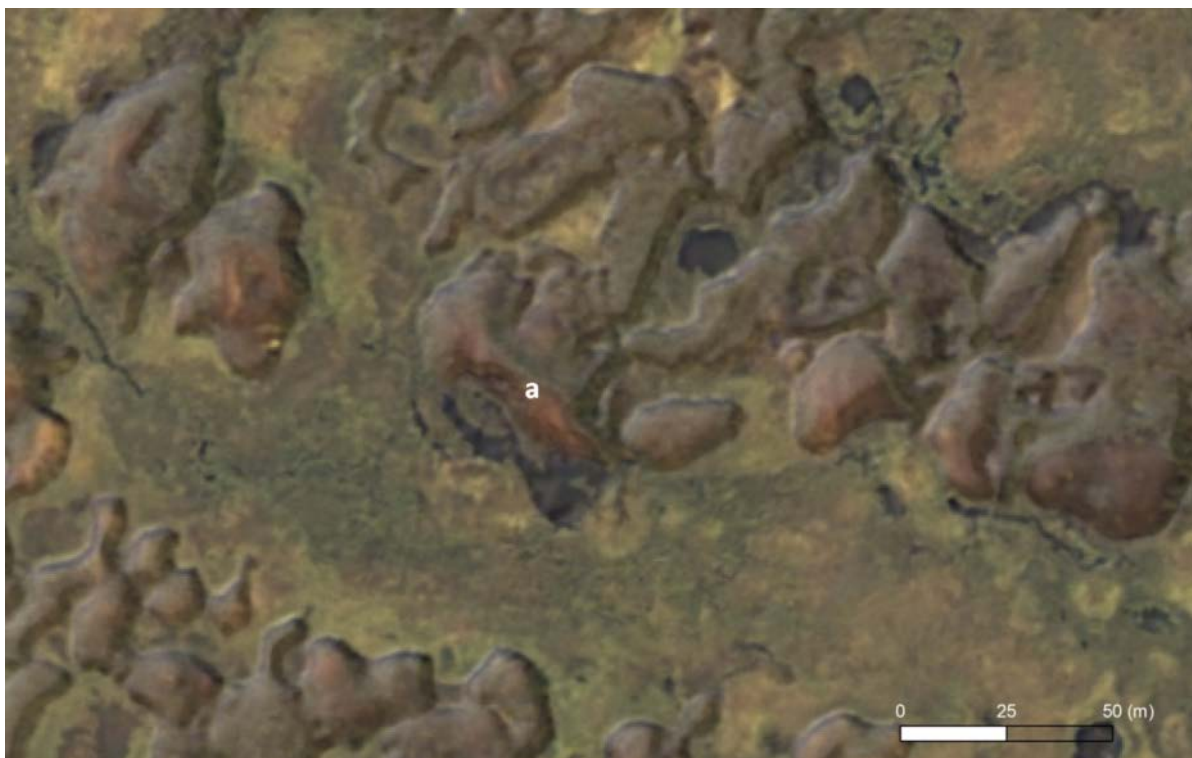
Som exempel på detta visas i figurerna 73 och 74 ett foto taget från helikopter på låg höjd över ett mindre område med aktiv nedbrytning i den centrala delen av den stora myren i palsmyrområde 1 respektive en bild över samma område baserad på satellitdata och laserdata.

Bilderna visar hur man på detta sätt i detalj kan dokumentera morfologin, vegetationen och pågående morfologiska processer i en palsmyr och samtidigt sätta in det fotograferade området i ett större sammanhang i myren.



Figur 73. Foto över ett palskomplex i den centrala delen av den stora myren i palsmyrområde 1 taget på låg höjd från sydväst 2010. I förgrunden syns aktiv blockerosion med palskarsbildning i en hög kupolformad pals. På 1960-talet skedde också nedbrytning i anslutning till en djup palsgöl som resulterade i att den sydvästra delen av palsen kollapsade och så småningom ersattes av det nu delvis igenvuxna palskaret. Se vidare Wramner (1973, figur 16).¹⁰ Bakom den höga palsen 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 denna figur och i figur 74. Foto Susanne Backe (augusti 2010).

¹⁰ Denna process kan också följas på de förstörade flygbilderna i figurerna 80 – 82. Den med a markerade punkten i figurerna 73 och 74 har också markerats på figur 80. Där framgår att den stora palsen i figur i 73 var stort sett intakt 1963 men hade en markant palsgöl på ovansidan. Figur 80 visar att denna palsgöl 1980 hade fördjupats, utvidgats och fått en kraterlik form men att palsens sluttningar mot myren fortfarande var i huvudsak intakta. Figur 81 visar att hela palsen runt palsgölen 2010 hade kollapsat och ett stort palskar bildats. Det syns till höger i figur 73.



Figur 74. Bild framtagen genom att kombinera data från laserskanning med QuickBird satelliddata, båda från 2009 (förstoring av del av figur 69). I sin centrala del visar bilden samma område som i figur 73. a anger motsvarande punkt i figurerna 73 och 74.

4.5.4 Kombination av fotografier på marken med data från andra källor

På motsvarande sätt som beskrivits i föregående avsnitt (4.5.3) har fotografier på marken korrelerats och jämförts med data för samma område från andra källor. Även i detta fall får man genom att kombinera dessa båda typer av data positiva synergieffekter vad gäller erhållen mängd information som bl.a. illustrerar förändringar. Vidare underlättas en lägesbestämning av foton. Flertalet markfoton i denna rapport har på detta sätt kopplats till andra typer av data. Så kan också ske retrospektivt om det senare skulle uppstå behov av att titta närmare på utvecklingen av något specifikt objekt eller någon specifik process.

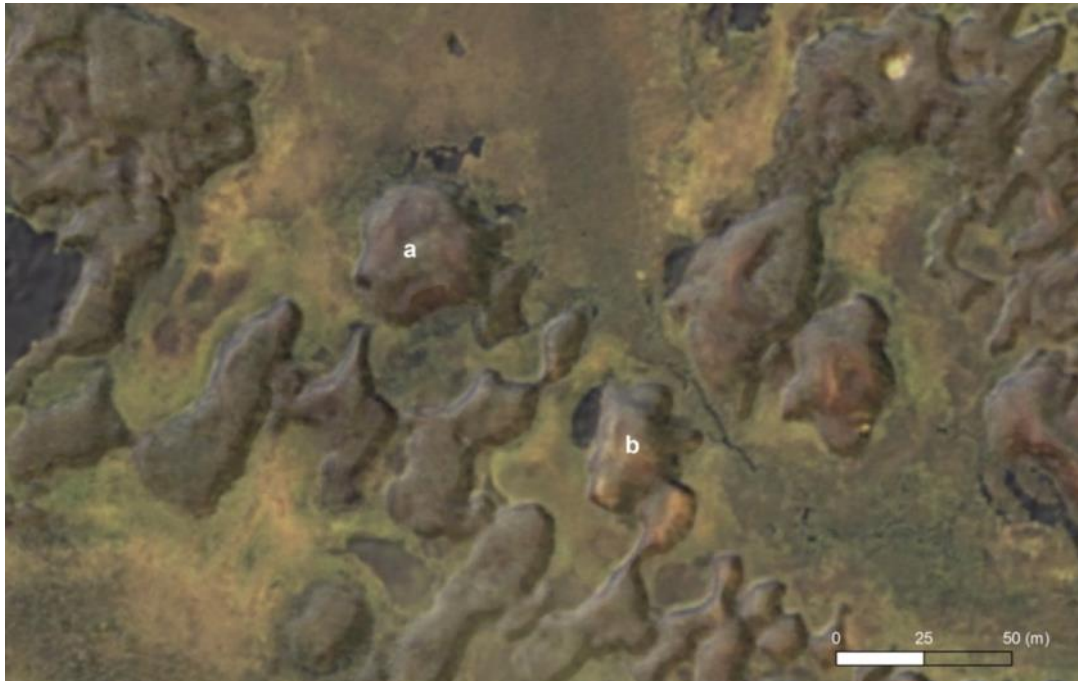
Olika exempel på hur markfoton från Tavvavuoma kombineras med data från andra källor redovisas i detta avsnitt. Syftet är att visa hur sådan kombination av data kan göras för att maximal synergieffekt skall erhållas. Därutöver har strävan vid urvalet varit att få med foton som är representativa och illustrativa vad gäller morfologi, morfologiska processer, vegetation m.m. och samtidigt lätta att följa upp framöver genom förnyad fotografering. Det bör nämnas att här redovisas endast en bråkdel av de flera tusen foton från Tavvavuoma som tagits under den senaste 50-årsperioden.

Figur 75 visar en bild av ett representativt område i västra delen av den stora myren i palsmyrområde 1. Den visar en vy över en grupp palsar som bedöms vara intressanta i detta sammanhang, bl.a. därför att aktiv nedbrytning genom blockerosion pågår. Deras utveckling

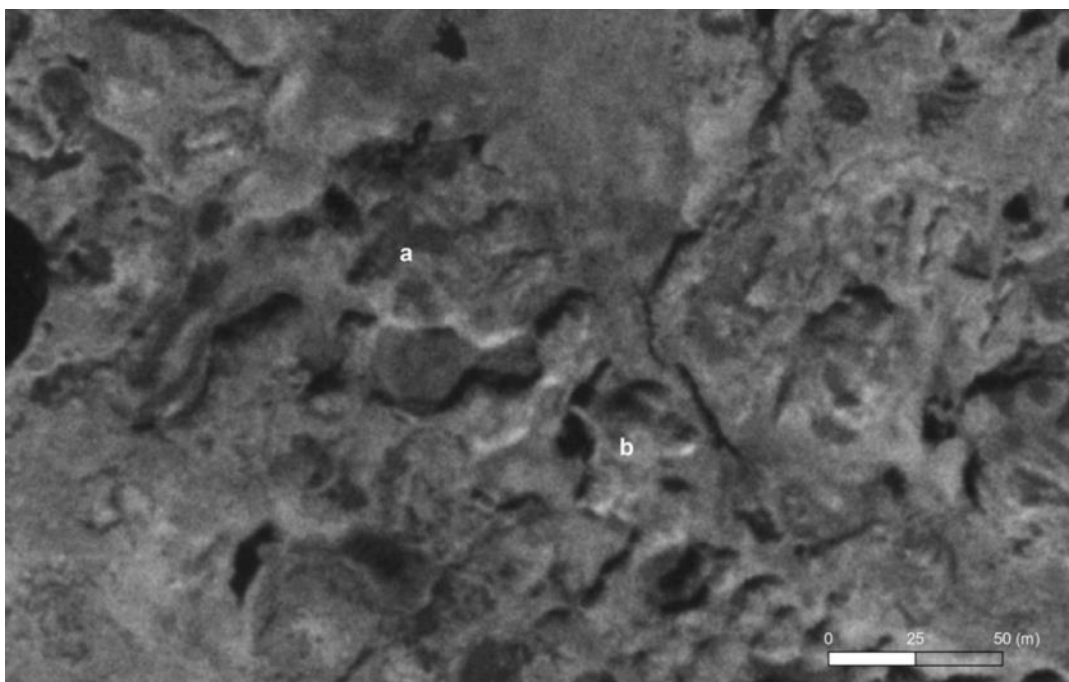
framöver bör därför dokumenteras genom att fotograferingen upprepas med jämna mellanrum. Figur 76 innehåller en kombinerad satellitbild och höjdmodell från 2009 som dels visar läget av området i figur 75, dels ger en bild av dess morfologi. Även de närmast omgivande delarna av palsmyren täcks av denna bild. Bilderna visar hur man på detta sätt i detalj kan dokumentera morfologin, vegetationen och pågående morfologiska processer i en palsmyr. Figur 77 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 76.



Figur 75. Vy från nordväst över en grupp höga (upp till 4-5 m), kupolformade palsar i västra delen av den stora myren i palsmyrområde 1. Läget framgår närmare av figur 76. I bakgrunden syns lägre flacka palsar. Palsen i förgrunden (a), från vilken fotot är taget, och den högsta palsen i bildens övre del (b) är utsatta för aktiv blockerosion med palskarsbildning. Punkterna a och b är också markerade på figurerna 76 och 77. Foto Susanne Backe (augusti 2010).



Figur 76. Bild framtagen genom att kombinera QuickBird satelliddata med laserdata, båda från 2009 (förstoring av del av figur 69). a och b anger läget av motsvarande bokstäver i figurerna 75 och 77.



Figur 77. Flygbild från 1963 över samma område som i figur 76. a och b anger läget av motsvarande bokstäver i figurerna 75 och 76. En jämförelse med figurerna 75 och 76 visar att såväl fortsatt nedbrytning (t.ex. kring a) som igenväxning av palskar (t.ex. kring b) har ägt rum mellan 1963 och 2009.

En annan serie bilder har tagits fram med utgångspunkt från två markfoton tagna 1964 (figur 78) respektive 2011 (figur 79). Fotona återger samma vy över den centrala delen av den stora myren

i palsmyrområde 1. De visar hur en grupp fristående 2-3 m höga palsar i det centrala kärrdråget praktiskt taget helt försvunnit mellan 1964 och 2011. Riktning och plats (pilens början) för de båda fotograferingarna anges av pilarna i figurerna 80 – 83.



Figur 78. Vy från väster över en grupp fristående 1-3 m höga palsar i det centrala kärrdråget i den stora myren i palsmyrområde 1. Palsarna bedömdes vara relativt unga och under tillväxt. Läget framgår av figurerna 80 – 83. Foto Per Wramner (augusti 1964).

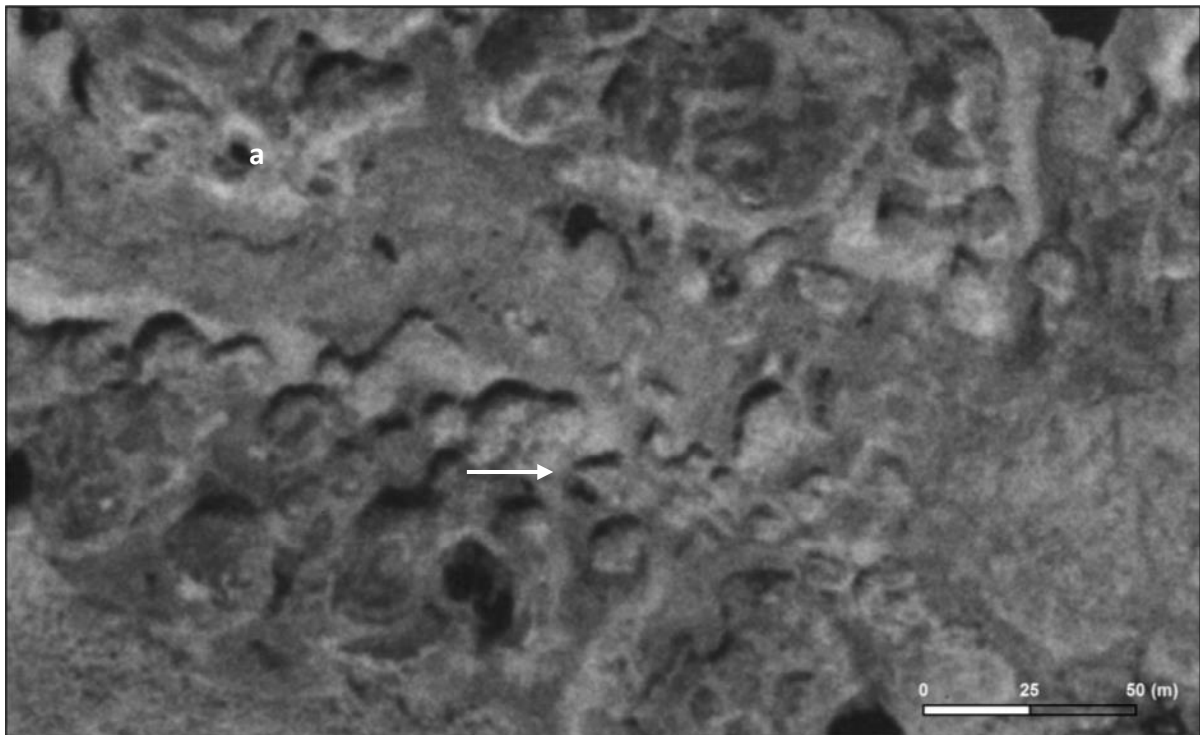


Figur 79. Samma vy som i figur 78 fotograferad från samma plats 2011. Palsarna är helt borta och kan endast spåras i form av igenväxande palskar. De två vattensamlingarna närmast fotografen är i det närmaste helt igenvuxna. Läget framgår av figurerna 80 – 83. Foto Susanne Backe (augusti 2011).

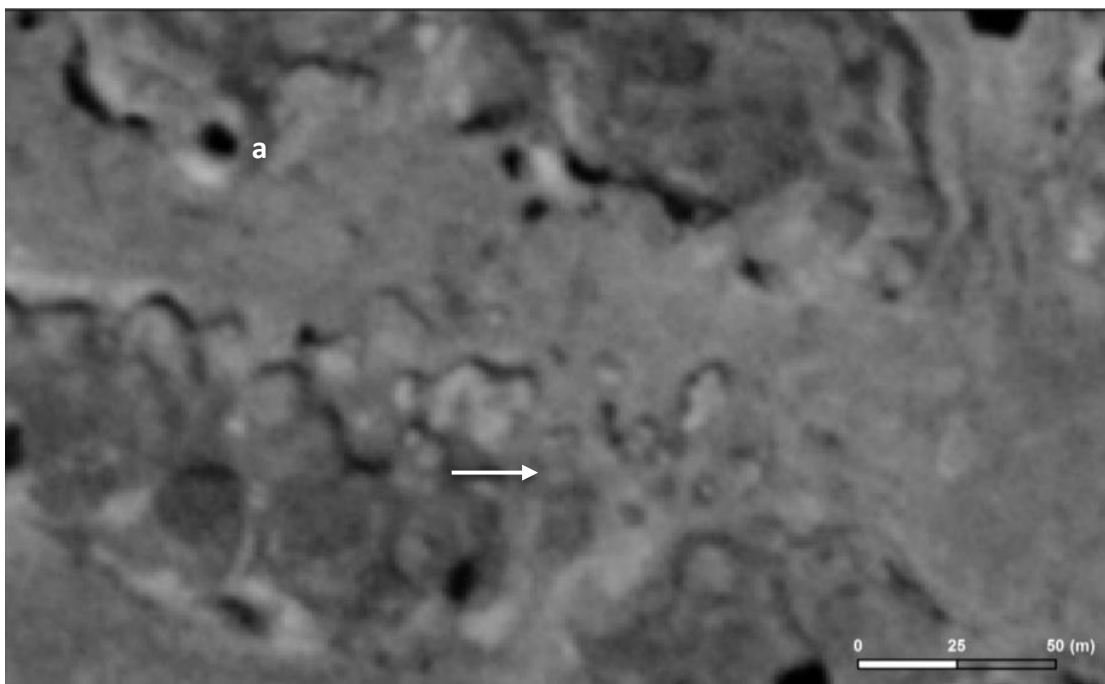
Det framgår av de båda fotona att betydande förändringar skett mellan 1964 och 2011. Resten av bildserien (figurerna 80 – 83) visar att värdefull information, utöver den som de båda fotona ger, kan erhållas genom komplettering och jämförelse med fjärranalysdata.

Figurerna 80 – 82 visar flygbilder över det aktuella området från 1963, 1980 respektive 2010, medan figur 83 visar motsvarande område på en bild som erhållits genom att kombinera QuickBird satellitdata från 2009 med laserdata från samma år. Pilen i figurerna 80 – 83 visar riktning och plats för fotograferingarna.

Denna serie av bilder visar hur äldre fotografier och flygbilder har använts för att kartlägga palsarnas utveckling under en period av nästan 50 år. Även om palsarna nu är nästan helt borta är det angeläget att följa upp de två fotona framöver genom regelbunden omfotografering så att bl.a. en eventuell nybildning av palsar kan dokumenteras.



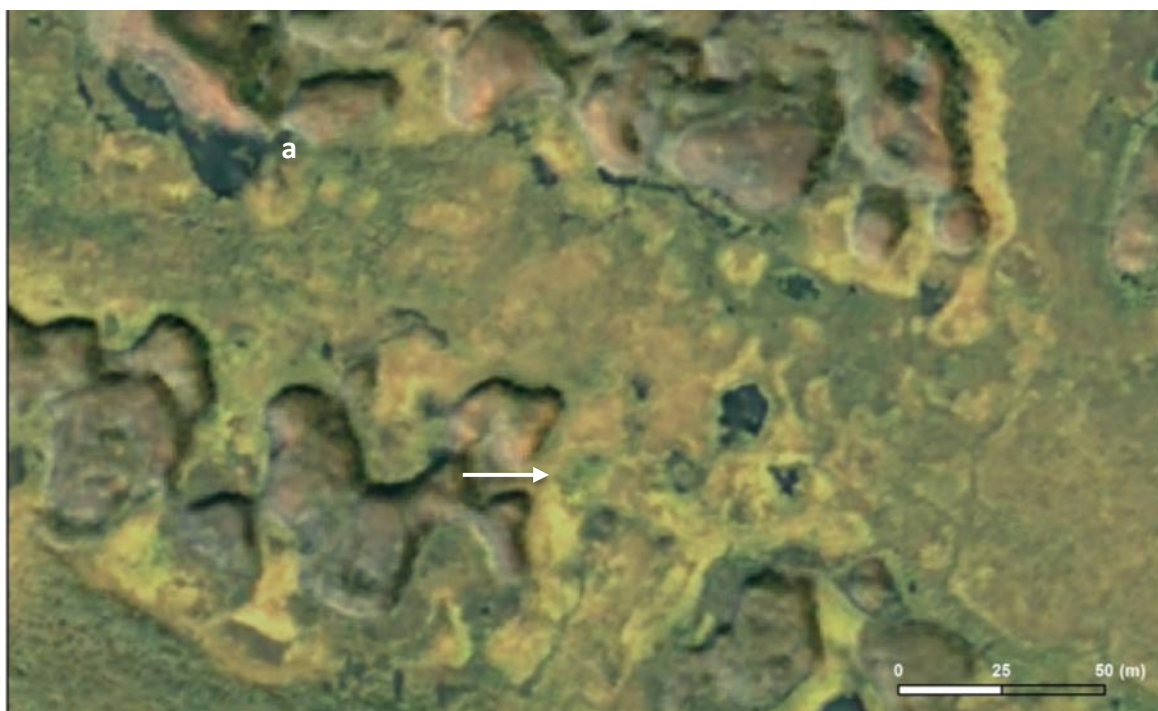
Figur 80. Flygbild från 1963 över den centrala delen av den stora myren i palsmyrområde 1. Gruppen av fristående palsar i figur 78 syns väl liksom vattensamlingen vid den triangelformade palsen närmast fotografen och det låga palskomplex vars nordligaste del skymtar i fotografiets högra kant. Pilen visar fotograferingsriktningen i figurerna 78-79. a anger en annan pals av intresse som återges i figurerna 73 och 74.



Figur 81. Flygbild från 1980 över samma område som i figur 80. Palsarna i den aktuella gruppen har minskat i utbredning och volym. Se t.ex. den största enskilda palsen i gruppens nordligaste del (på vilken en person står i figur 78). Vidare har ett par palskar tillkommit. Den sämre skärpan jämfört med figur 80 beror på den mindre skalan (1:60 000). Pilen och a förklaras i figur 80.



Figur 82. Flygbild från 2010 över samma område som i figurerna 80 och 81. Gruppen av fristående palsar är helt borta men spår av dem syns i form av igenvuxna eller igenväxande palskar. Det största av dessa finns på platsen för den pals på vilken en person står i figur 78. Ytterligare rundade strukturer i myrens vegetation syns i bilden. De utgör av allt att döma spår av tidigare försvunna palsar vars palskar vuxit igen helt. Pilen och a förklaras i figur 80.



Figur 83. Samma område som i figurerna 80 – 82 på en bild som erhållits genom att kombinera QuickBird satellitdata med laserdata, båda från 2009. Överensstämmelsen med figur 82 är närmast total.

De redovisade bilderna visar värdet av att på olika sätt kunna kombinera data av skilda slag. Det gäller inte minst kopplingen mellan fotografier på marken och fjärranalysdata. Det framgår att såväl nya flygbilder som bilder framtagna genom att kombinera högupplösta satellitdata med laserdata kan användas för detta ändamål. Figurerna 82 och 83 ger i stort sett samma information. Möjligen återger flygbilden vegetationsstrukturerna något bättre, medan kombinationsbilden är något tydligare i fråga om morfologin.

4.6 Övriga observationer på marken

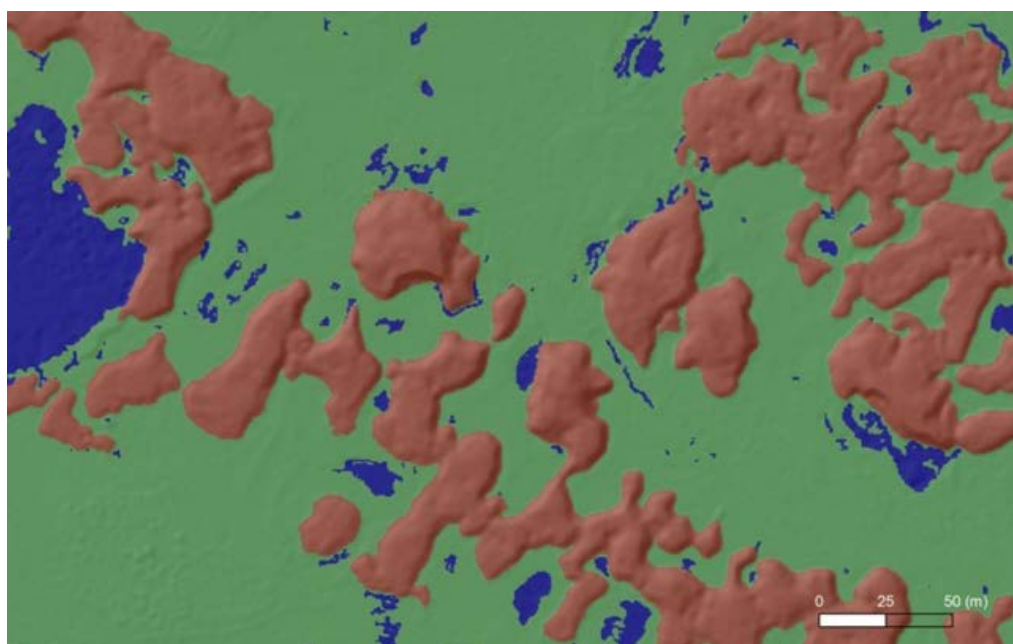
Övriga observationer på marken har i första hand skett i anslutning till de transekter som lagts ut i de båda palsmyrområdena. De utgör tillsammans med kompletterande beskrivningar av morfologi m.m. en viktig del av den inledande dokumentation av Tavvavuoma som redovisas i denna rapport. Transekterna från 1960-talet, som upprättats genom manuell mätning i fält, redovisas i kapitel 3. Transekterna från 2010-talet, som upprättats med hjälp av laserdata, redovisas i kapitel 8.

Vegetationen utgör också en viktig parameter vid den inledande dokumentationen. Detsamma gäller djupet till tjälytan, dvs. det aktiva lagrets tjocklek. Den har karterats i fält – både på 1960-talet och kring 2010 – längs ett urval av transekterna och redovisas i anslutning till dessa. Se vidare kapitel 8.

5. Kartering av palsar

Enligt uppdraget skall för de båda palsmyrområdena göras en kartering av palsar, öppet vatten och ofrusen myr med hjälp av tillgängliga laserskannings- och satellitdata. Karteringen skall bl.a. ge underlag för upprättande av en s.k. palsmask.¹¹ Denna är utgångspunkten för beräkning av palsarea och palsvolym. Se kapitel 7.

Metodiken för en sådan kartering utvecklades som en del av arbetet med att utarbeta ett förslag till övervakningsprogram för Sveriges palsmyrar. I redovisningen av detta arbete (Wramner et al. 2012) ingick en kartering av pilotkaraktär som täckte ett område i den centrala och västra delen av palsmyrområde 1, där de flesta palsar är höga och väl avgränsade från omgivande myr. Figur 84 visar resultatet av denna kartering.



Figur 84. Kartering av palsar, öppet vatten och ofrusen myr i den centrala och västra delen av den stora myren i palsmyrområde 1. Karteringen är baserad på QuickBird satellitdata och data från laserskanning, båda från 2009. Brun=pals, blå=öppet vatten och grön=ofrusen myr.

Metodiken redovisas närmare i undersökningstypen (Wester et al 2015) och har tillämpats i Tavvavuoma. Den innebär att utbredningen av palsar kartas genom visuell tolkning av en satellitbild (alternativt flygbild) i kombination med höjdkurvor från en laserbaserad höjdmodell som läggs över varandra i datorn. Utbredningen av vatten kartas också genom visuell tolkning. Resterande ytor klassificeras som myr såvida de inte till följd av höjdförhållanden eller av andra skäl uppenbarligen utgör fastmark. Förekomster av tjälad myr under sensommaren eller av embryonala palsar kan utgöra en komplikation vid karteringen men har inte konstaterats i de

¹¹ Med palsmask menas en kartbild som visar den yttre begränsningslinjen för samtliga palsar/palskomplex i ett område.

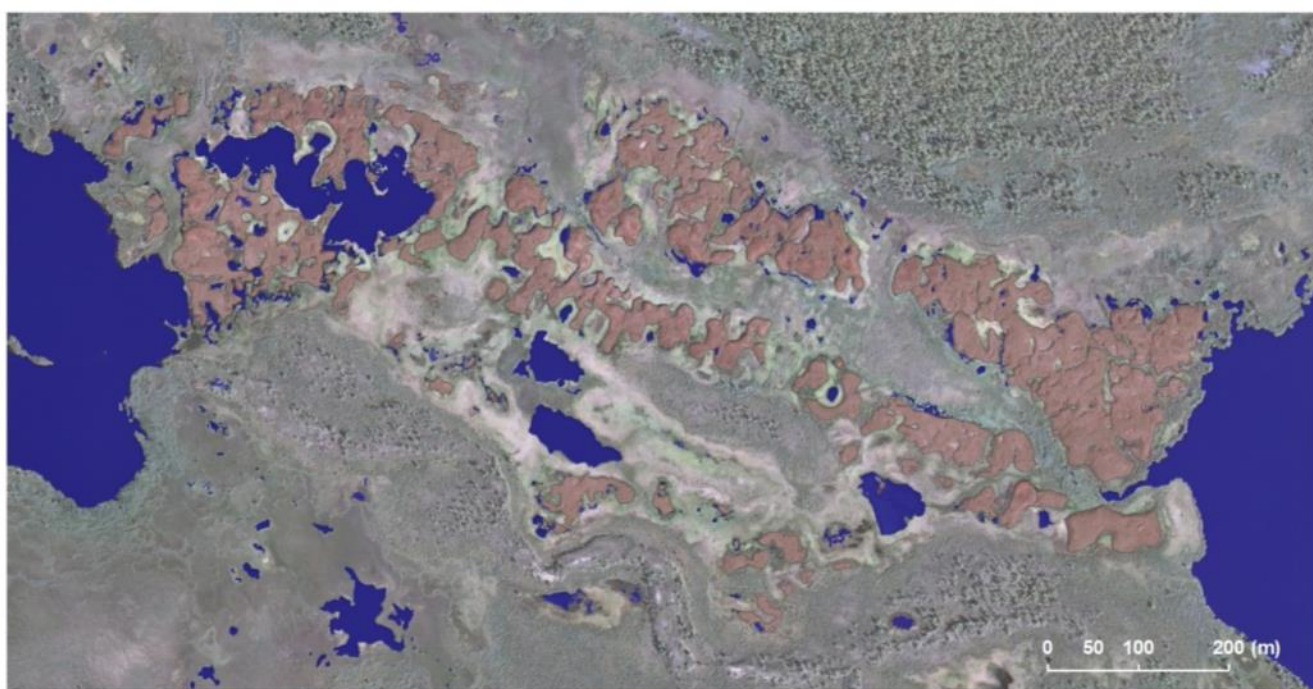
båda palsmyrområdena under senare år, till skillnad från förhållandena under 1960-talet. Se figurerna 63 och 64.

Resultaten av karteringen redovisas i ett antal bilder eller kartor som på olika sätt återger de aktuella parametrarna. Redovisningen omfattar bilder eller kartor över dels palsmyrområdena 1 och 2 i sin helhet, dels representativa delar av palsmyrområde 2 i större skala.

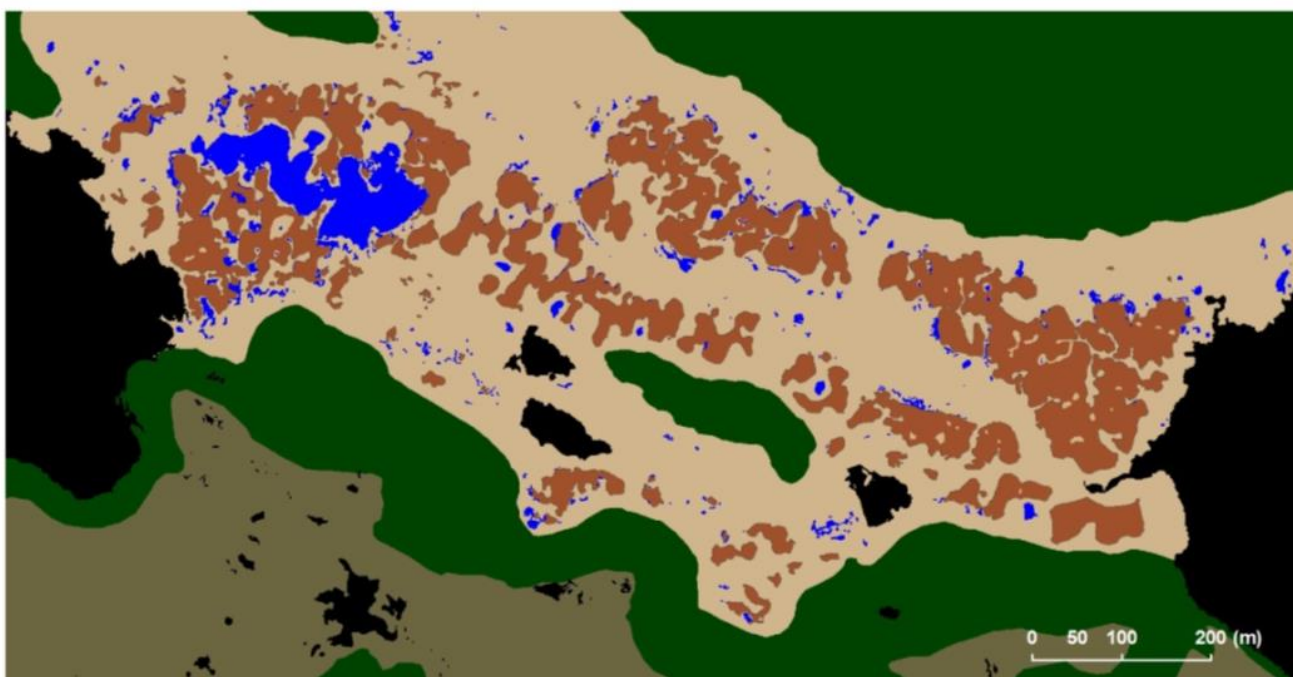
Redovisningen kan göras antingen i en mer verklighetsnära form, där satellitbilden eller flygbilden ligger med som underlag (se figur 85), eller i en mer schematisk form som i sin helhet återger en tolkning av verkligheten (se figur 86). Den förstnämnda redovisningsmodellen, som i huvudsak används i detta kapitel, ger mer information men kräver också mer av betraktaren, t.ex. för att skilja ofrusen myr från fastmark.

5.1 Palsmyrområde 1

Karteringen av palsar i palsmyrområde 1 redovisas på båda de sätt som beskrivs ovan. Mer detaljerade redovisningar av palsarnas morfologi (som inkluderar höjddata) ges i kapitel 7 där palsvolymen i området behandlas.



Figur 85. Kartering av palsarna i palsmyrområde 1. Med en flygbild från 2010 som bakgrund återges den stora myren med palsar (brun färg) och öppet vatten (blå färg) markerade. Karteringen baseras på visuell tolkning av flygbilden från 2010 i kombination med en laserbaserad höjdmodell (från 2009).



Figur 86. Kartering av palsar i palsmyrområde 1. På kartan har formelementen i den stora myren markerats med följande färger: pals – ljusbrun, ofrusen myr – beige, palsrelaterat vatten (huvudsakligen palskar) – blå, icke palsrelaterat vatten – svart och fastmark – grön. Inga formelement söder om rullstensåsen utom öppet vatten har markerats. Karteringen baseras på visuell tolkning av en flygbild (från 2010) i kombination med en laserbaserad höjdmmodell (från 2009). Kartan återges också i figur 106.

Karteringen av palsar i figurerna 85 och 86 har kunnat göras med stor noggrannhet. Det beror dels på att detta område i stort karakteriseras av plana terrängformer, dels på att palsarna i allmänhet är distinkta och lätta att avgränsa genom sin höjd, branta sluttningar och skarpa gräns mot omgivande myr. Även de lägre och flackare palsar, som till viss del också förekommer, uppvisar ofta sådana skarpa gränser. Likaså kan gränsen mellan myr och fastmark (den senare ofta skogbevuxen) i allmänhet urskiljas utan svårighet. Att myren var ofrusen 2013 framgick av sonderingar med stickborr och avsaknad av viss vegetation (se vidare Wramner 1973).

Den i detta avsnitt redovisade karteringen utgör en av utgångspunkterna för den beräkning av palsvolymen i palsmyrområde 1 som redovisas i kapitel 7. Där diskuteras bl.a. noggrannheten i karteringen och den viktiga frågan om hur kvantitativa mått på förändringar skall kunna erhållas.

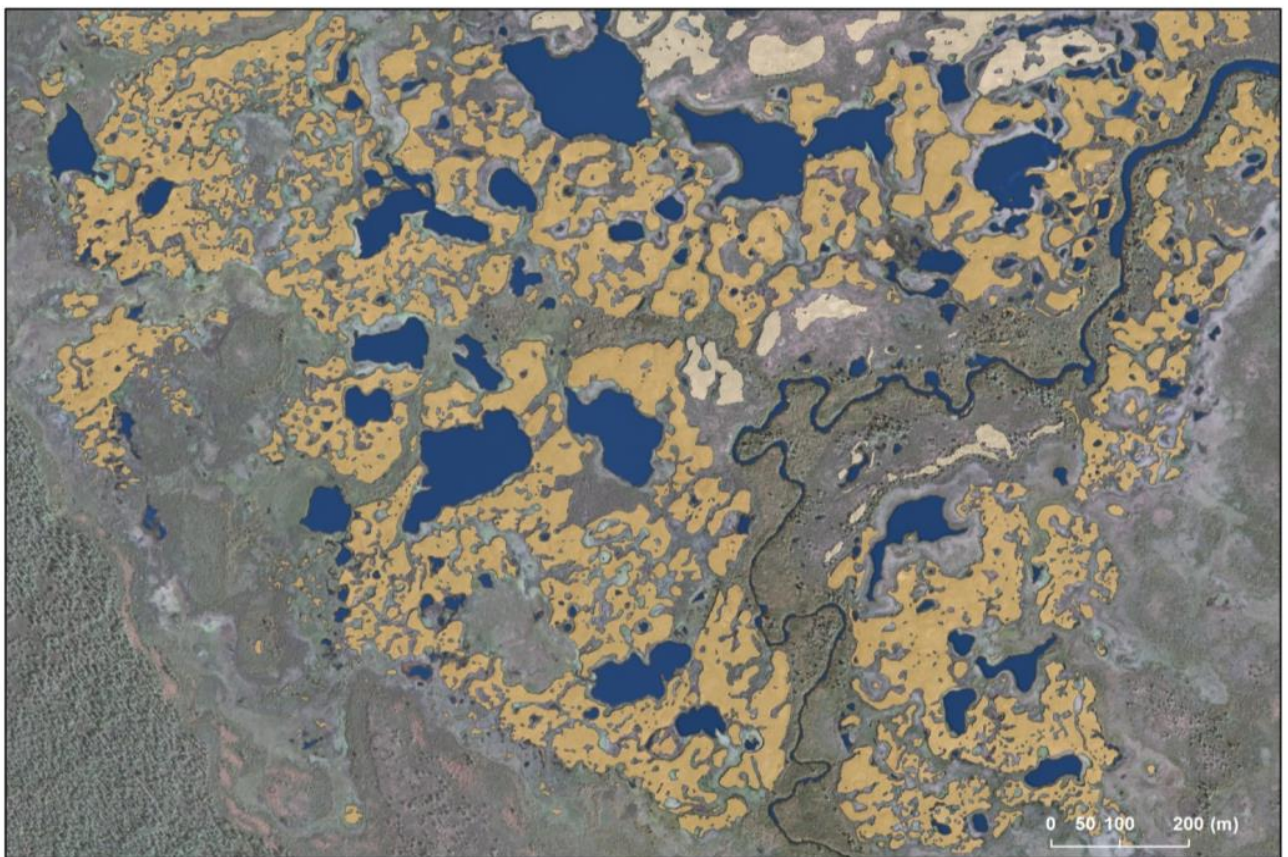
5.2 Palsmyrområde 2

Karteringen av palsar i palsmyrområde 2 redovisas på samma sätt som i figur 85. Som tidigare nämnts finns här också lithalsar. Dessa har karterats på motsvarande sätt som palsar och har i redovisningen fått en särskild färg. Övergångsformer mellan dessa båda formelement redovisas som palsar. Karteringen presenteras genom en bild över hela området och sex mer detaljerade bilder över delområden av särskilt intresse i ett övervakningsperspektiv.

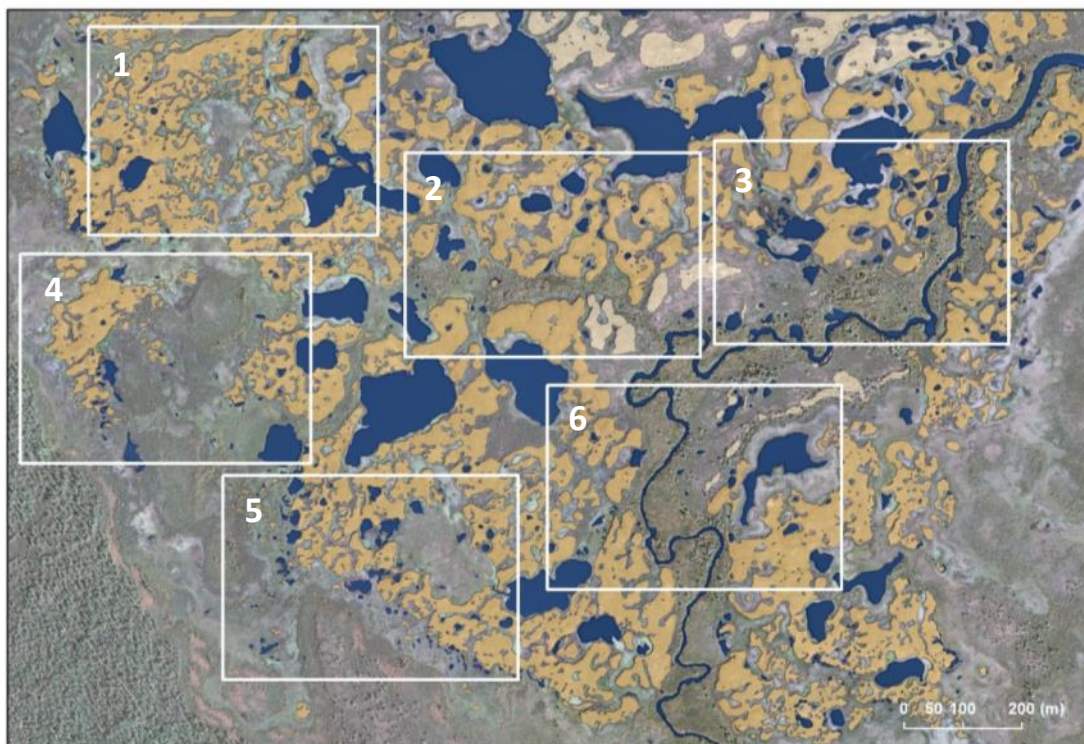
Palsmyrområde 2 skiljer sig från palsmyrområde 1 på avgörande punkter. Det karakteriseras av lutande terrängformer (se figur 98). Med undantag för de västligaste delarna, som påminner mer om palsmyrområde 1, är vidare palsarna över lag lägre och flackare. Mångformigheten och komplexiteten är betydligt större. Tydliga avgränsningar (mellan pals – myr, pals – lithals, myr – fastmark etc.) saknas till stor del. I stället är diffusa gränser och successiva övergångar legio. Detta försvårar en kartering av palsar med hjälp av fjärranalys. Tidsåtgången blir betydligt större och resultaten mer osäkra än vid karteringen i palsmyrområde 1.

Tack vare en omsorgsfull kartering är dock noggrannheten tillräckligt hög för att osäkerheten av allt att döma håller sig inom vad som bedöms vara tillräckligt i ett övervakningsperspektiv. Denna bedömning grundar sig på jämförelser av karteringens resultat med andra tillgängliga data (transekter, fotografier, fältanteckningar m.m.).

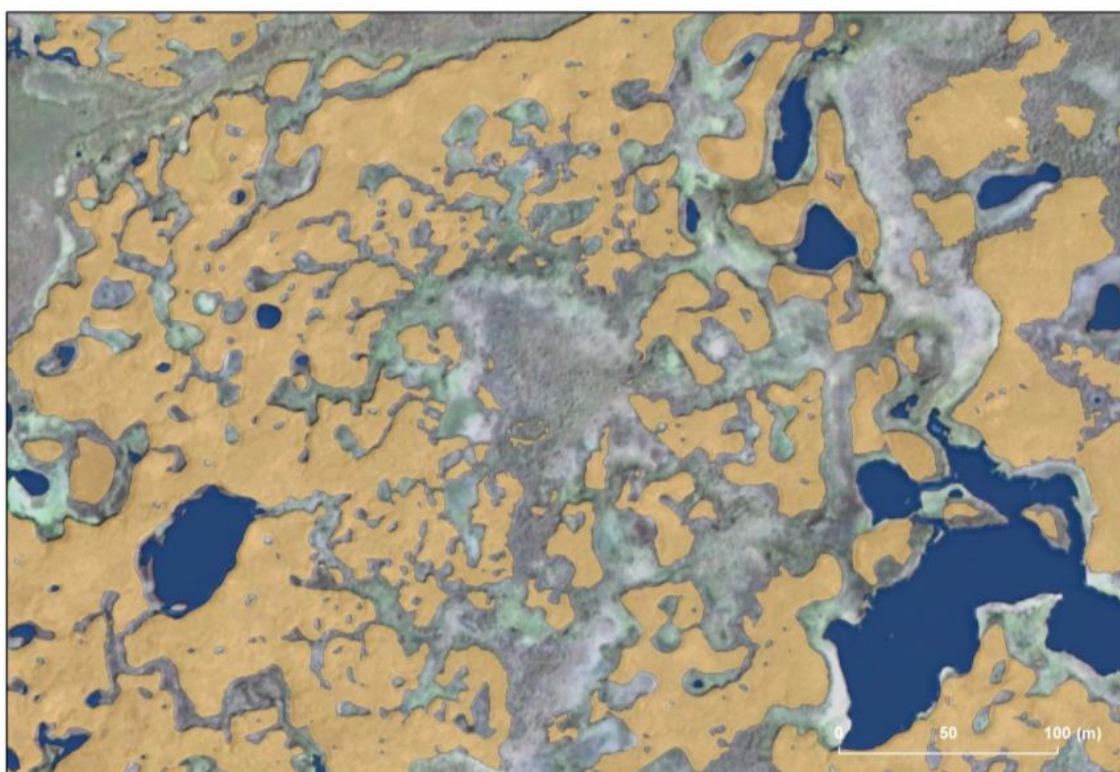
Figur 87 visar resultatet av karteringen av palsar (och lithalsar) i hela palsmyrområde 2. För sex områden (se figur 88), som valts ut därför att de är särskilt representativa och/eller intressanta, visas också mer detaljerade bilder i större skala (figurerna 89 – 94).



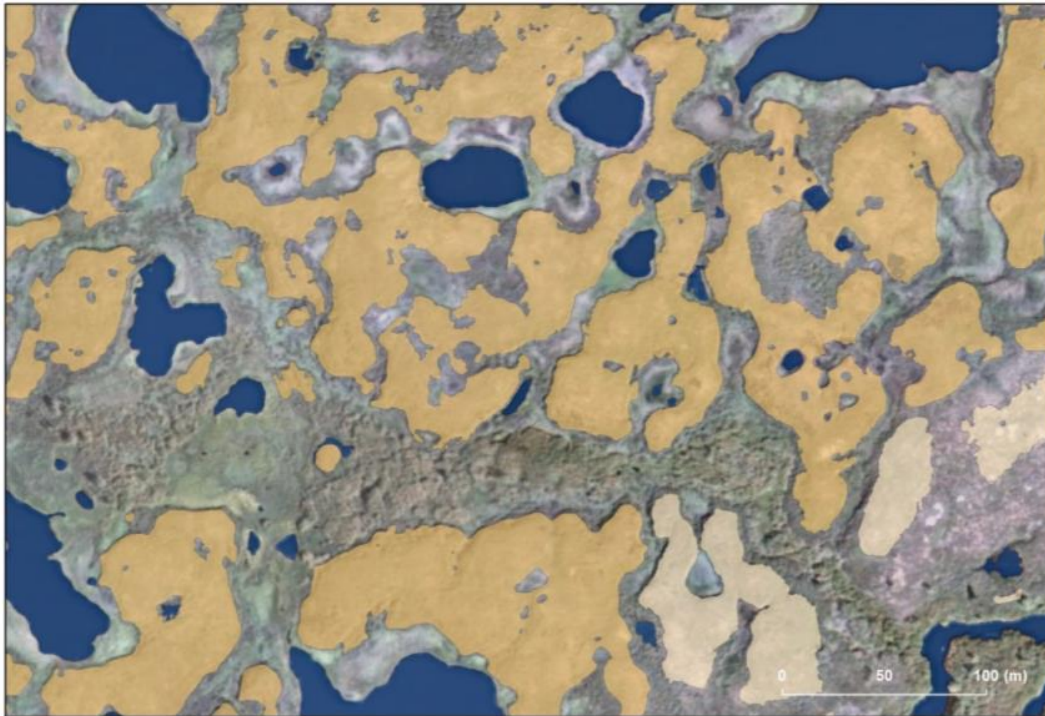
Figur 87. Kartering av palsar (och lithalsar) i palsmyrområde 2. Med en flygbild från 2010 som bakgrund återges hela delområdet med palsar (brungul färg), lithalsar (beige färg) och öppet vatten (blå färg) markerade. Samtliga vattensamlingar som uppträder i anslutning till palsar eller lithalsar bedöms ha uppstått genom nedbrytning av dessa. Karteringen baseras på visuell tolkning av flygbilden i kombination med en laserbaserad höjdmodell (från 2009).



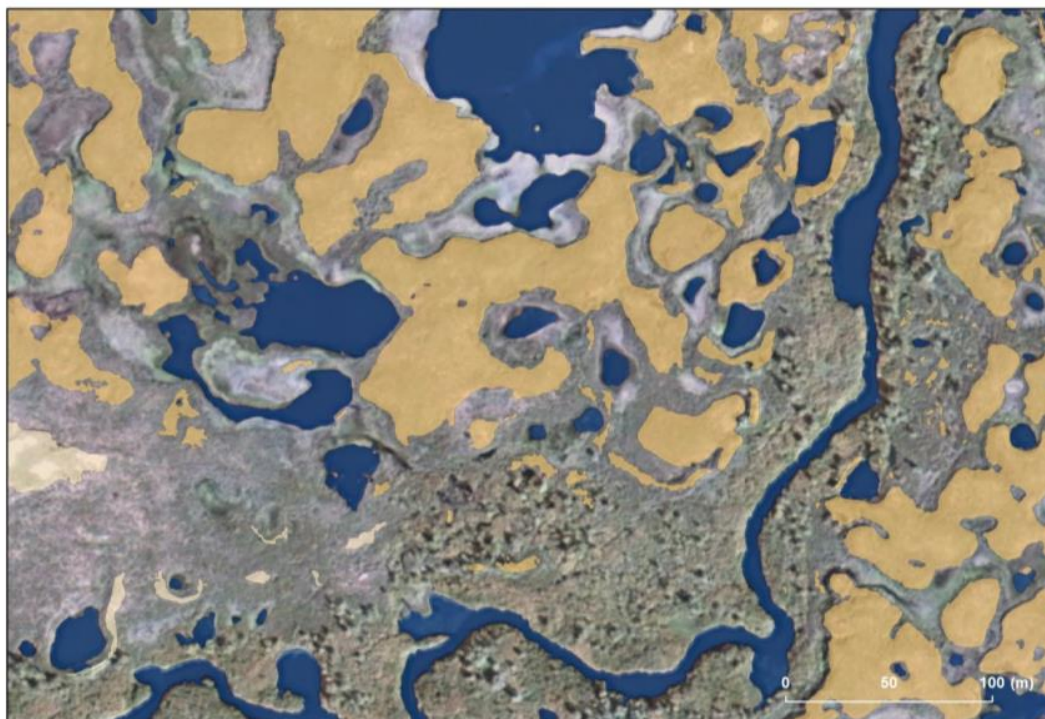
Figur 88. Samma bild som i figur 87 med sex delområden markerade som i större skala återges i figurerna 89 – 94.



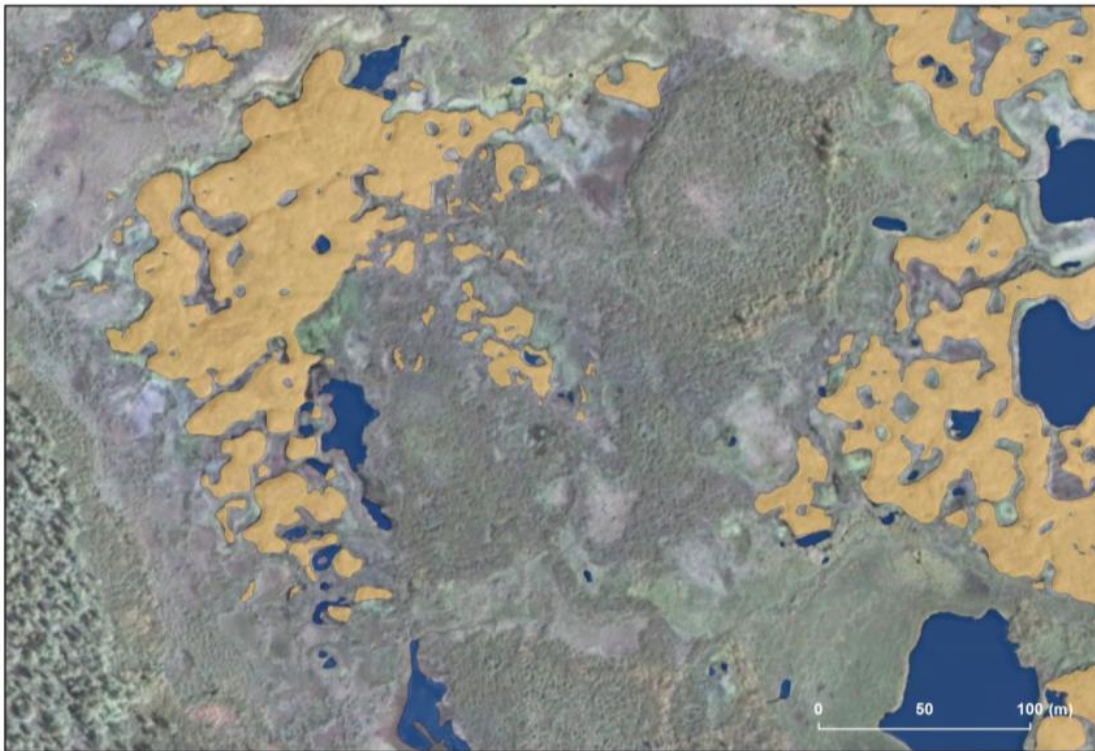
Figur 89. Förstorad bild av delområde 1 i figur 88. Palsarna är låga, flacka, sammanhängande över större områden och starkt flikiga. Morfologin är präglad av tidigare nedbrytning. Mellan palsarna finns ofrusen myr. Transekt 15 löper i ungefär nord-sydlig riktning i bildens centrala delar (se figur 131).



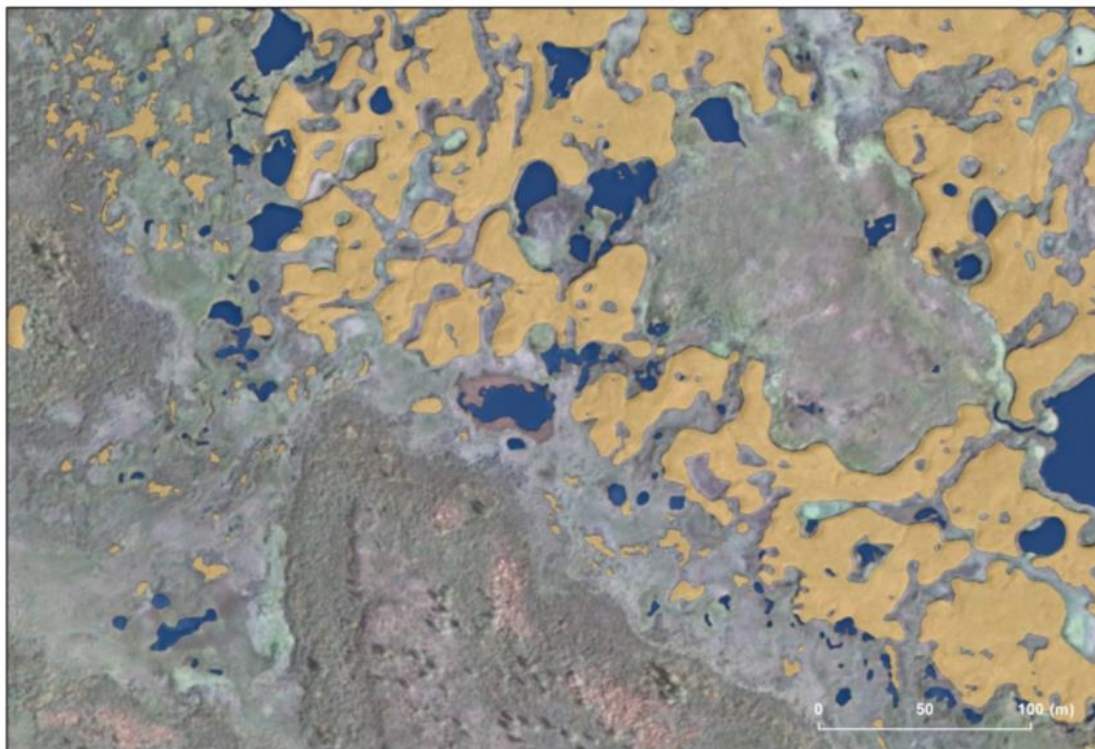
Figur 90. Förstorad bild av delområde 2 i figur 88. Palsarna är låga och flacka. Närmast Jeutojåkkå i sydost övergår de i lithalsar. Transekt 6 löper i ungefär nordväst-sydöstlig riktning i bildens sydöstra hörn (se figur 131).



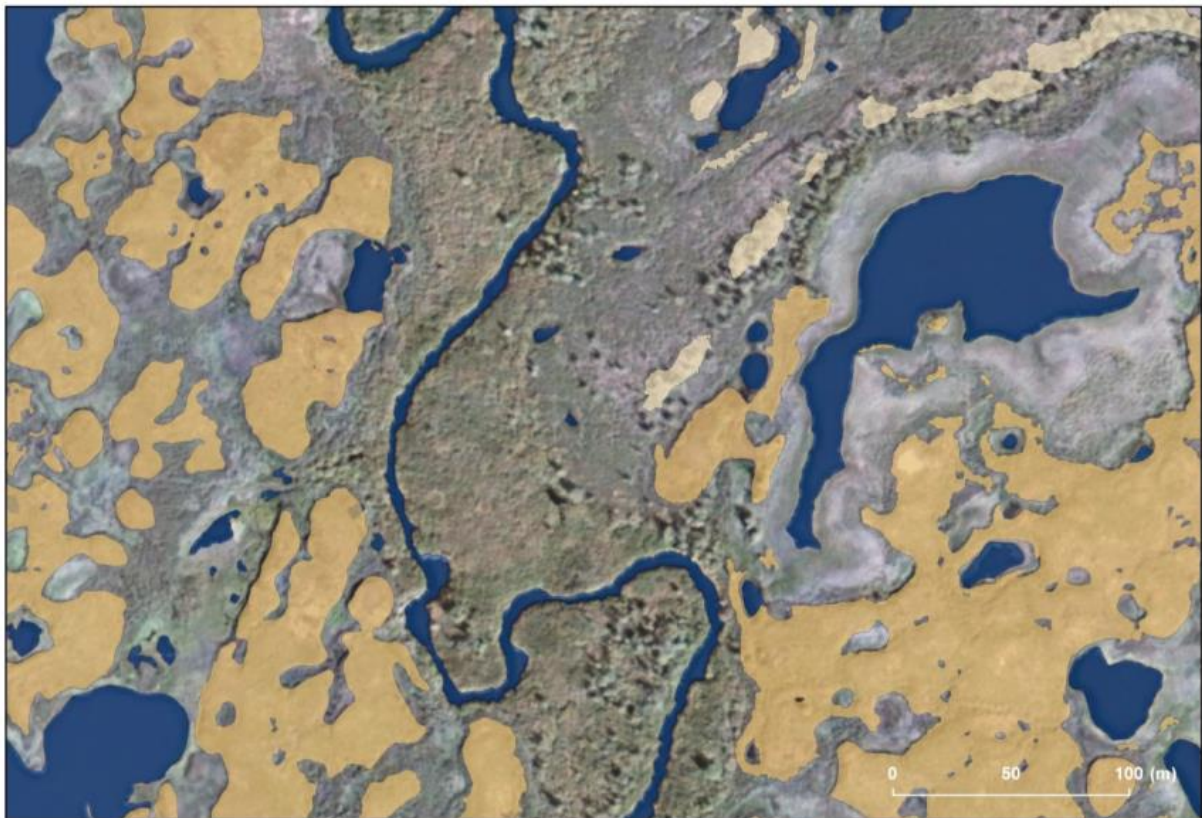
Figur 91. Förstorad bild av delområde 3 i figur 88. Området domineras av låga och flacka palsar utom närmast Jeutojåkkå, där situationen är komplex med mer eller mindre nedbrutna palsar, lithalsar och vattenfyllda termokarstgropar liksom höga palsar öster om vattendraget. Här är transekterna 7 – 10 och 13 utlagda (se figur 131).



Figur 92. Förstorad bild av delområde 4 i figur 88. Palsarna är i allmänhet låga och flacka med enstaka något högre partier. Transekt 14 löper i ungefär ost-västlig riktning i bildens centrala del (se figur 131).



Figur 93. Förstorad bild av delområde 5 i figur 88. Palsarna är i allmänhet låga och flacka. Morfologin är präglad av nedbrytning och ett större, numera igenvuxet palskar (se avsnitt 6.2).



Figur 94. Förstorad bild av delområde 6 i figur 88. Palsarna är i allmänhet låga och flacka utom närmast Jeutojåkkå där de är högre och mer kupolformade. Transekt 5 a är dragen i ungefär sydost-nordvästlig riktning i bildens nordvästra del (se figur 131).

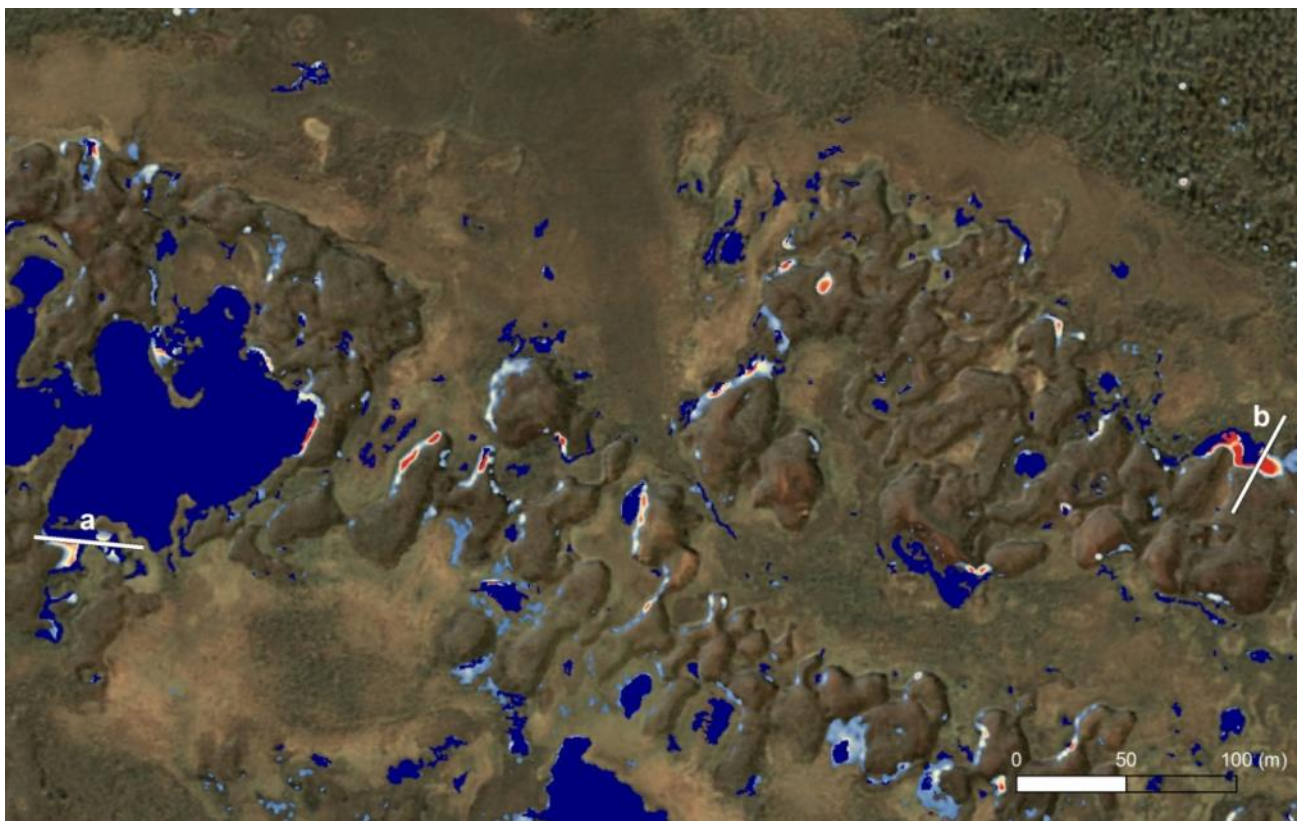
Figurerna 87 – 94 ger sammantaget en god bild av situationen i palsmyrområde 2, även om de inte kommer att ligga till grund för framtida bedömningar av kvantitativa förändringar av palsarna i området.

6. Analys av förändringar

6.1 Morfologiska förändringar

Enligt uppdraget skall för hela undersökningsområdet (se figur 3) göras en analys av förändringar i höjdlid mellan 2007 och 2009. Analysen skall baseras på laserskanningar från 2007 och 2009¹².

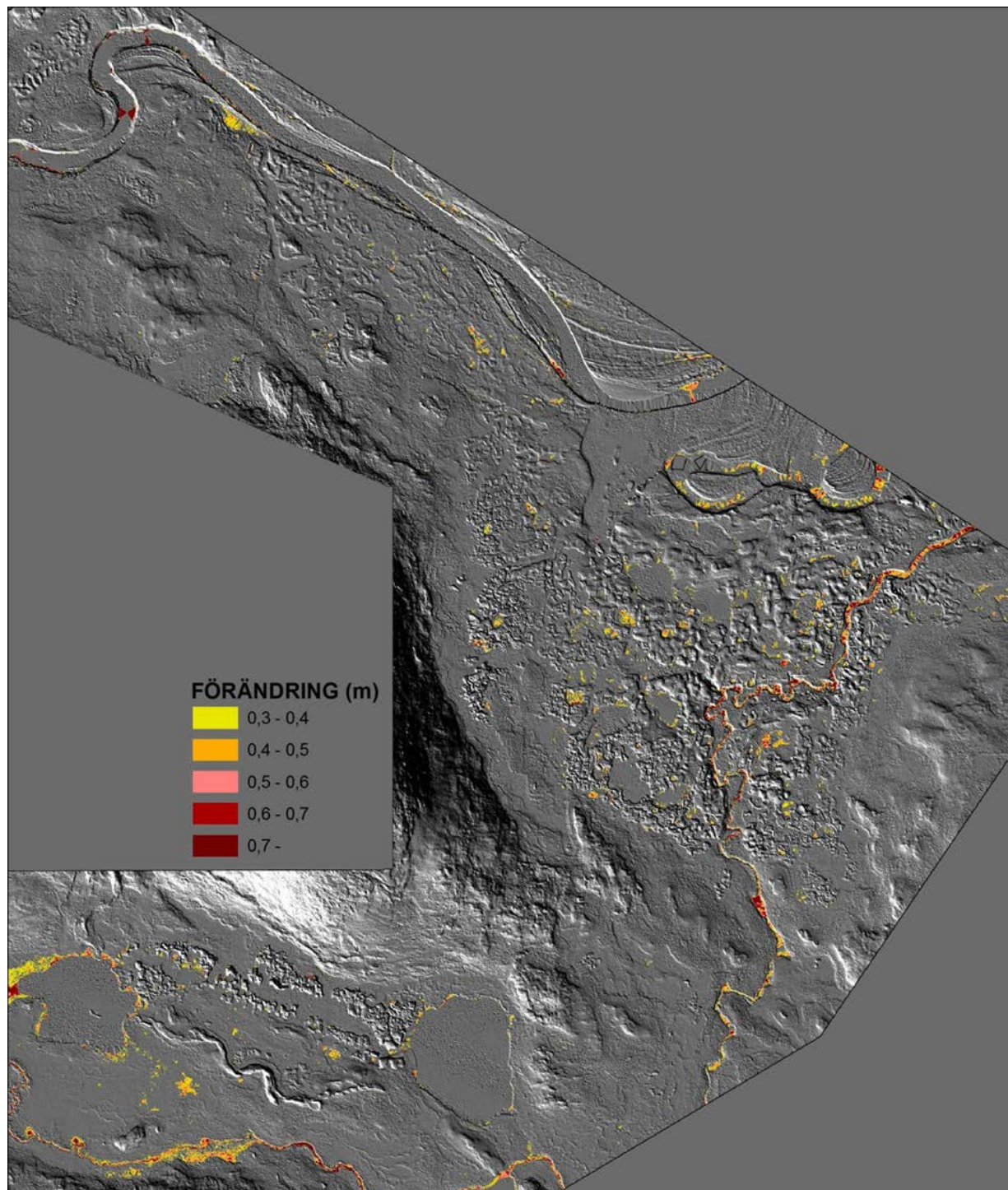
Metoden för sådan analys utvecklades som en del av arbetet med att utarbeta förslaget till övervakningsprogram för Sveriges palsmyrar. I redovisningen av detta arbete (Wramner et al. 2012) ingick en analys av pilotkaraktär som täckte den centrala och västra delen av den stora palsmyren i palsmyrområde 1. Analysen presenterades på en bakgrund som även byggde på satellitdata. Se figur 95.



Figur 95. Karta över den centrala och västra delen av den stora palsmyren i palsmyrområde 1. 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 höjdlid, i praktiken oftast hopsjunkning, av en palsövertya eller blockerosion av en pals 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. Linjerna a och b har lagts över partier med stora förändringar och återges i kapitel 8 som transekterna 3 respektive 4.

¹² Den här redovisade analysen av förändringar mellan 2007 och 2009 har skett inom ramen för pilotstudien och ska inte förväxlas med den förändringsanalys som redovisas i undersökningstypen (Wester et al. 2015).

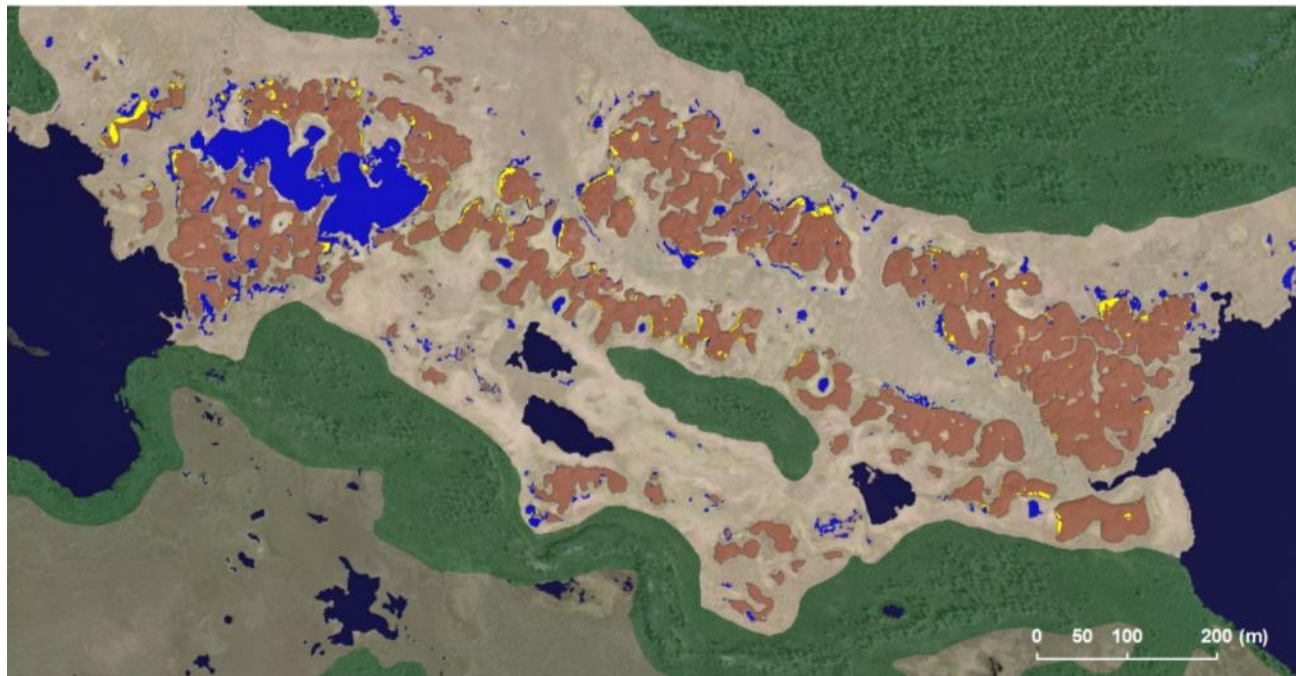
I figur 96 redovisas den analys av förändringar som genomförts i enlighet med uppdraget. Den utgår från laserbaserade höjdmodeller från 2007 och 2009. Förändringar mellan dessa två år har dokumenterats genom jämförelse i dator. Presentationen sker direkt i 2009 års höjdmodell.



Figur 96. Förändringar i höjdlägen inom hela undersökningsområdet mellan 2007 och 2009. Mest relevanta är förändringar – i praktiken hopsjunkning – av palsar (och lithalsar). Analysen är baserad på laserskanningar 2007 och 2009. Notera att en betydande del av förändringarna avser vattenståndet i vattendrag eller vattensamlingar.

Färgmarkeringarna anger förändringar i höjdlid mellan 2007 och 2009. Det kan vara fråga om både höjning och sänkning. Många av förändringarna avser öppet vatten där vattenståndet kan ha varierat både uppåt och nedåt. Sådana förändringar är i allmänhet inte relevanta i detta sammanhang. Det är i stället förändringar – i praktiken oftast hopsjunkning – av palsar (och lithalsar) som är angelägna att dokumentera inom ramen för ett övervakningsprogram. Det framgår av figur 96 att sådan hopsjunkning – i många fall med 3-4 dm – har inträffat på ett flertal ställen i båda palsmyrområdena.

En mer detaljerad analys, som endast omfattar de vid karteringen (se kapitel 5) avgränsade palsarna i den stora myren i palsmyrområde 1, redovisas i figur 97. Den är likaså baserad på jämförelser av laserdata från 2007 och 2009. De palsytor, som sjunkit minst 20 cm mellan de båda laserskanningarna, är markerade med gult. Även om resultaten bör tolkas med viss försiktighet pekar de på att nedbrytning pågår i stora delar av myren. Den tycks vara koncentrerad till palsarnas sidor och där öppet vatten förekommer. Uppenbart sker nedbrytningen till stor del genom blockerosion, även om hopsjunkning av sammanhängande palsytor också finns dokumenterad i figur 97. Dess allmänna bild av nedbrytningen i palsmyrområde 1 är helt i enlighet med resultaten av övriga studier i området. Det kan tilläggas att de västra-nordvästra palssidorna tycks vara mest utsatta för nedbrytning. Detta kan vara en följd av uppdämning, eftersom myren lutar svagt nedåt mot ost-sydost, och vindpåverkan.



Figur 97. Resultat av analys av förändringar i den stora myren i palsmyrområde 1 baserad på laserskanningar 2007 och 2009. Gul färg anger palsytor som sjunkit ihop minst 20 cm mellan dessa båda skanningar. Övriga färger anger pals (brun), ofrusen myr (beige), öppet vatten (blå) och fastmark (grön) enligt den i figur 86 redovisade karteringen.

Resultaten tyder på att den metodik för sådana analyser, som baseras på upprepad laserskanning, fungerar väl. Det gäller även för dokumentation av de begränsade förändringar som inträffat under en tvåårsperiod.

Som framgår av avsnitt 4.2 har analysmetoden en hög noggrannhet. Avvikelserna i höjdled överstiger normalt inte intervallet 5-10 cm.

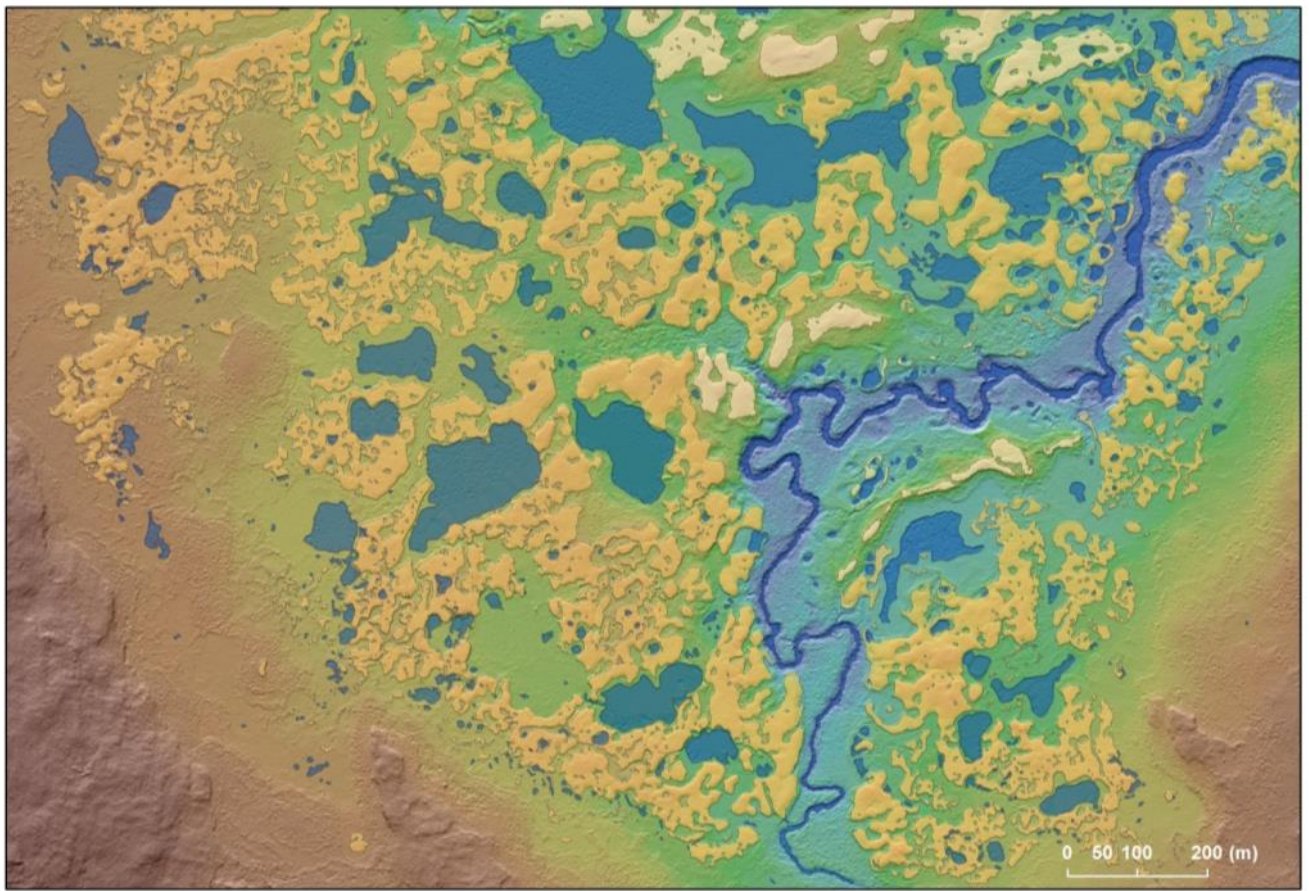
Mer detaljerad information om förändringar i de båda palsmyrområdena redovisas i kapitel 8. Här jämförs ett antal transekter baserade på laserdata från 2009 med motsvarande transekter uppmätta i fält på 1960-talet.

6.2 Förändringar i utbredningen av öppet vatten

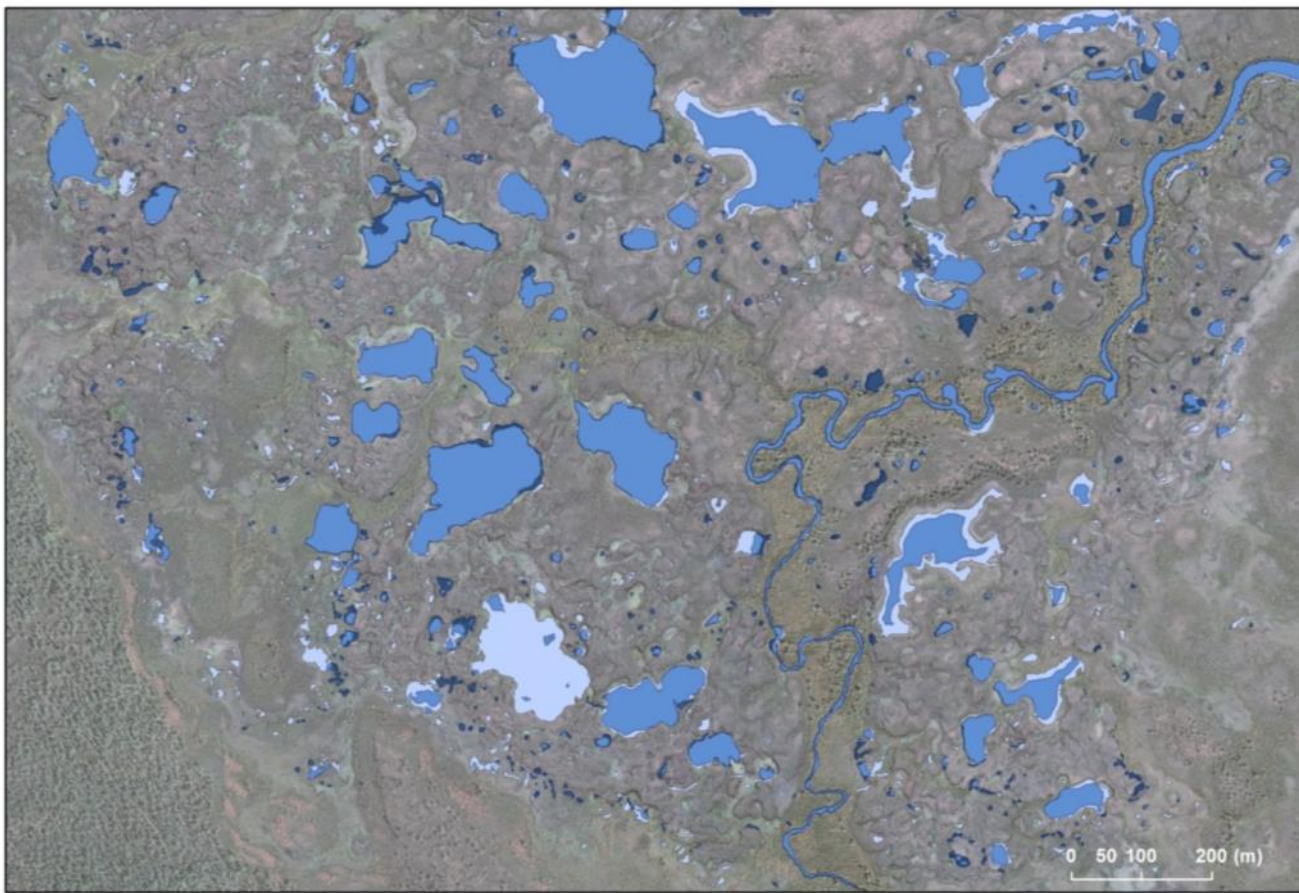
Öppet vatten är en vanligt förekommande och från övervakningssynpunkt viktig förekomst i palsmyrar. Vatten är en viktig faktor i palsmyrarnas dynamik, såväl som en agent för och som ett resultat av palsnedbrytning. Se avsnitt 1.6. Därför ger förekomst av öppet vatten, och särskilt förändringar av denna, viktig information om statusen av en palsmyr.

Betydande förändringar vad gäller öppet vatten har ägt rum sedan 1960-talet i palsmyrområde 2. Dessa har därför studerats särskilt genom jämförelser av flygbilder från 1963 och 2010.

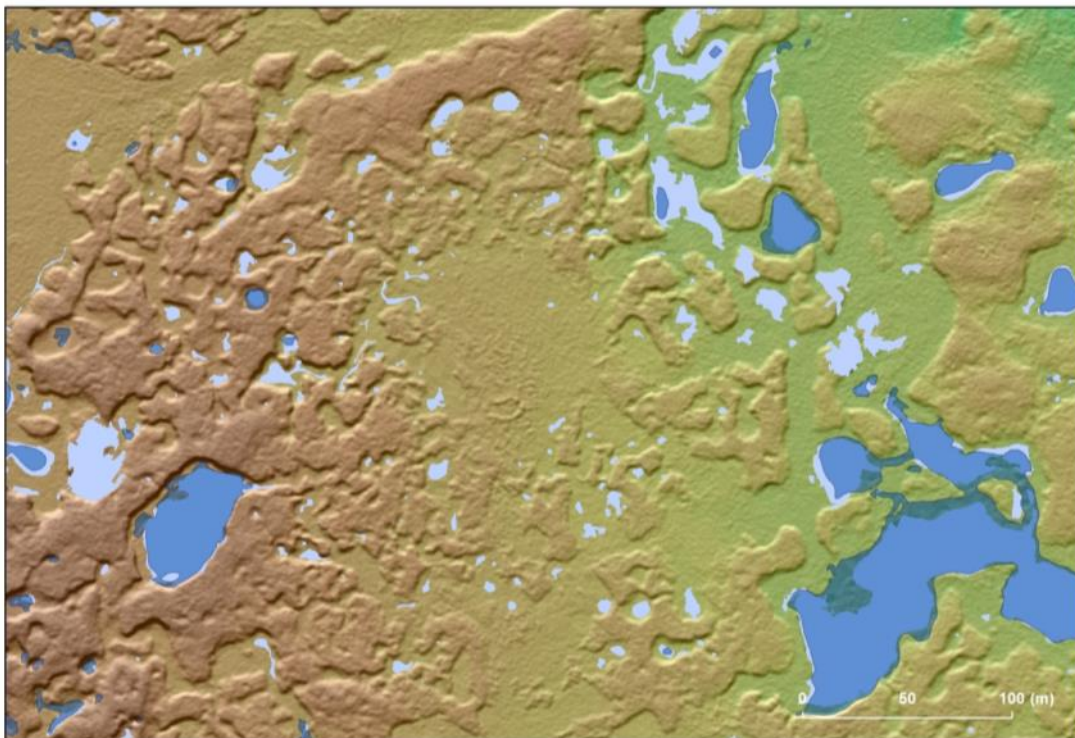
Figur 98 visar förekomster av öppet vatten 2010 i palsmyrområde 2 och sätter in dessa förekomster i sitt naturgeografiska sammanhang. Karteringen av förändringar vad gäller förekomst av öppet vatten mellan 1963 och 2010 redovisas på en bild över hela palsmyrområdet (figur 99). För sex delområden av särskilt intresse i ett övervakningsperspektiv redovisas också mer detaljerade bilder av förändringarna (figurerna 100 – 105). Dessa sex delområden är identiska med dem i figur 88.



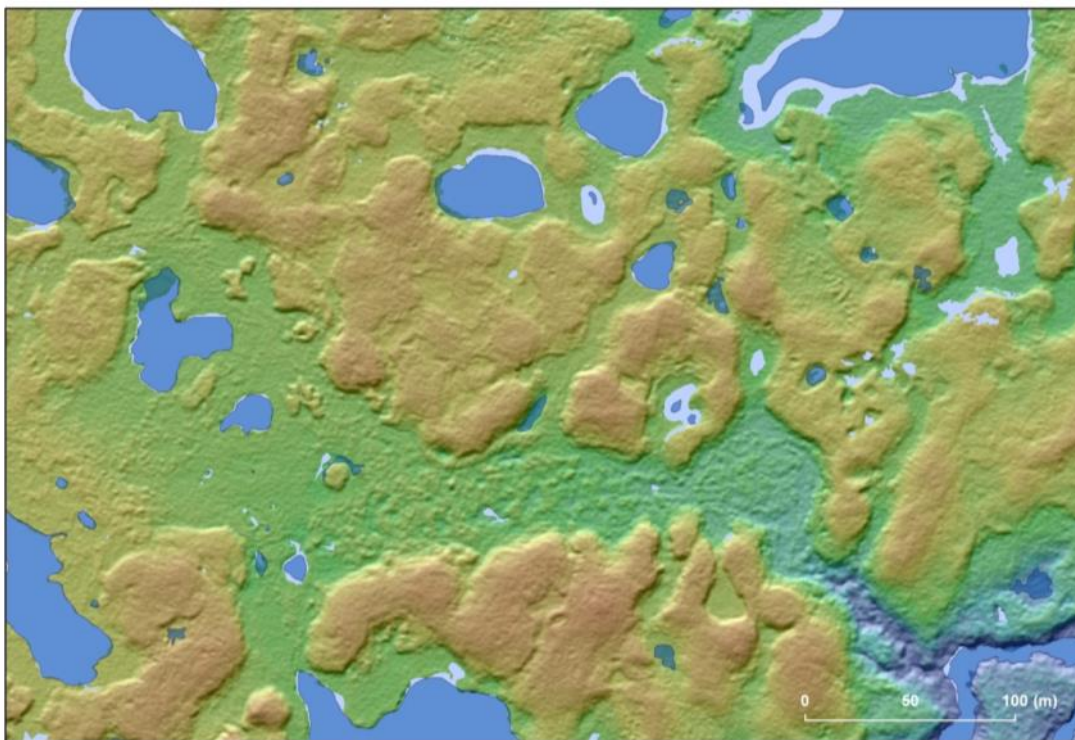
Figur 98. Förekomster av öppet vatten i palsmyrområde 2 2010. Bilden är en skuggad höjdmodell som också visar områdets höjdförhållanden liksom förekomster av palsar och lithalsar. Vatten anges med blå, palsar med gulbrun och lithalsar med beige färg. För att topografin skall framgå har olika nivåer markerats med olika färger där blå är lägst och endast förekommer utmed Jeutojåkkå. Bilden är baserad på 2010 års flygbild och 2009 års laserskanning.



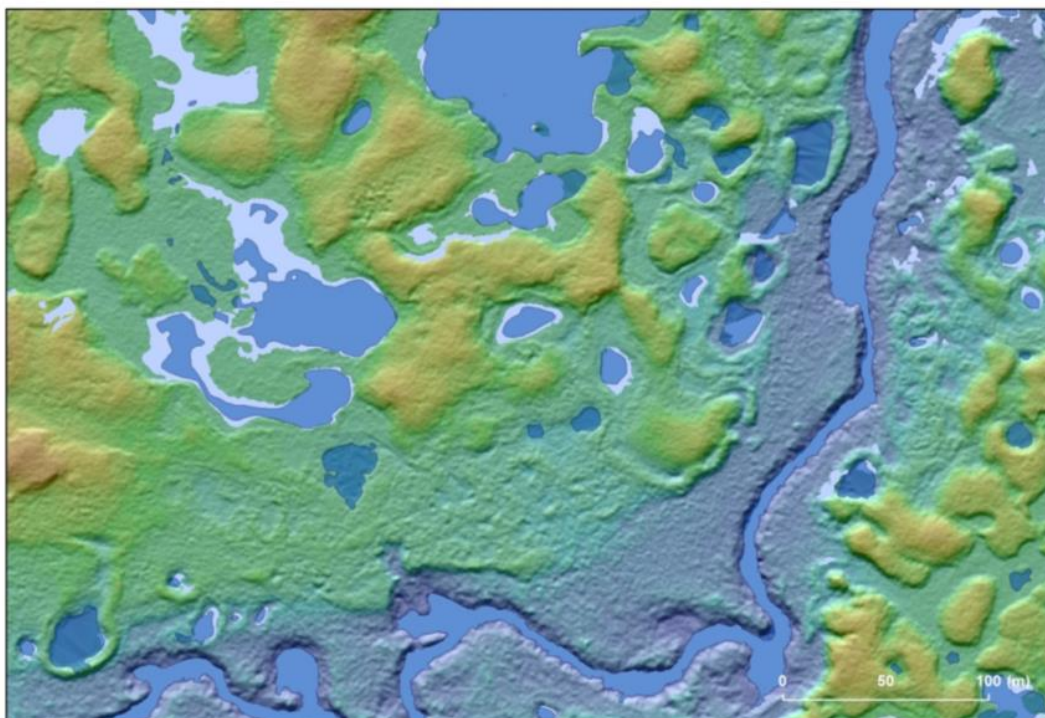
Figur 99. Förändringar av förekomsten av öppet vatten i palsmyrområde 2 mellan 1963 och 2010. Mörkblå färg visar vattenytor som uppkommit mellan 1963 och 2010. Klarblå färg visar vattenytor som existerade både 1963 och 2010. Ljusblå färg visar vattenytor som existerade 1963 men var försvunna 2010 (i de flesta fall till följd av igenväxning).



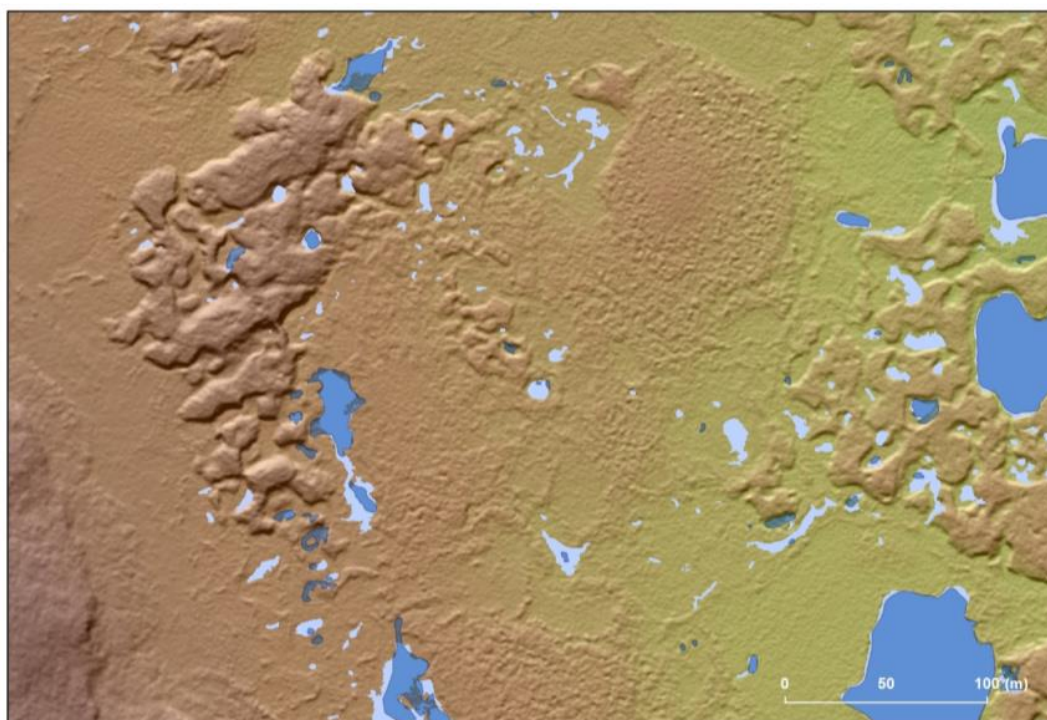
Figur 100. Förstorad bild av delområde 1 i figur 88. Morfologin präglas av tidigare nedbrytning men palskaren har i stor utsträckning vuxit igen under perioden 1963 – 2010. Teckenförklaring för vattenytorna finns i figur 99 och för morfologin i övrigt i figur 98.



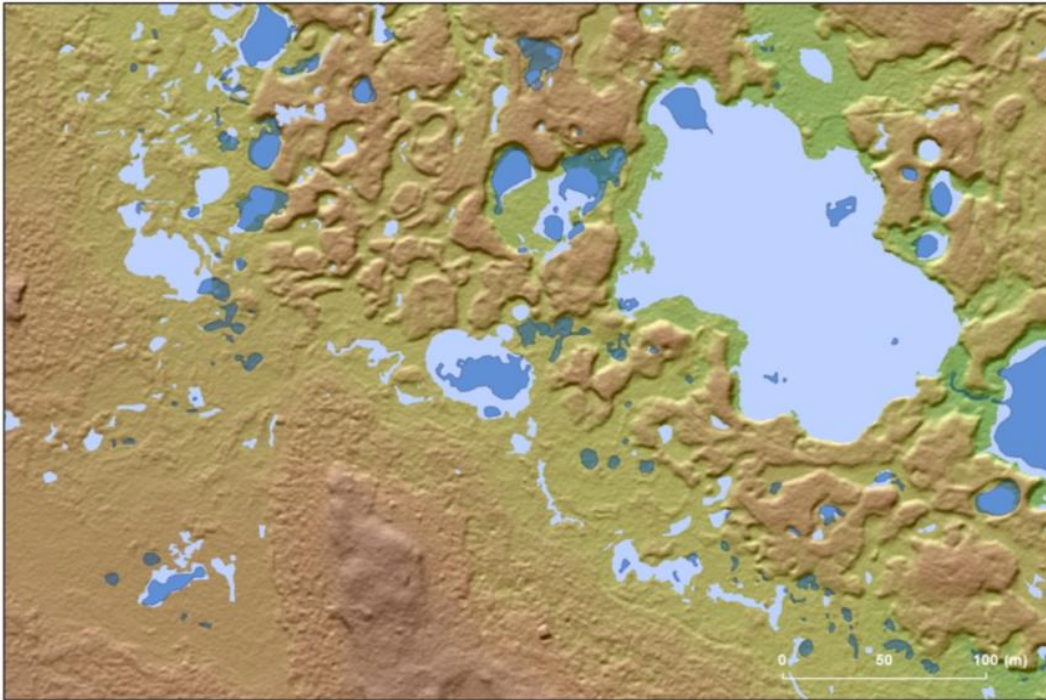
Figur 101. Förstorad bild av delområde 2 i figur 88. Området tycks vara jämförelsevis stabilt. Viss igenväxning av palskar har ägt rum och ett fåtal nya kar har uppstått under perioden. Teckenförklaring för vattenytorna finns i figur 99 och för morfologin i övrigt i figur 98.



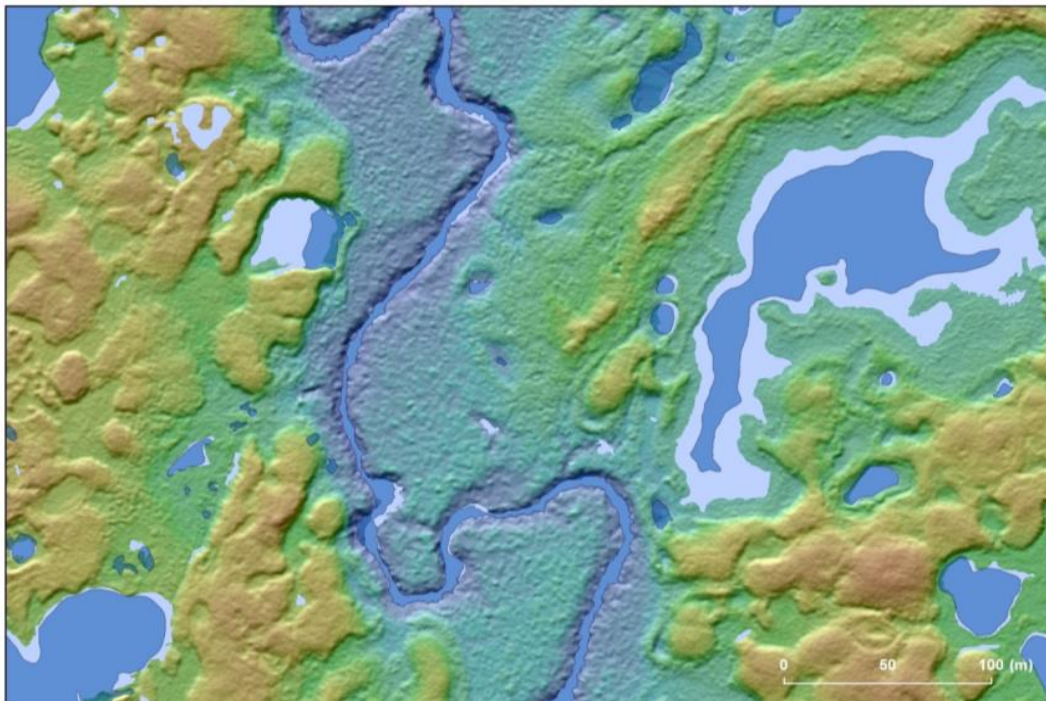
Figur 102. Förstorad bild av delområde 3 i figur 88. Området präglas av nedbrytning och termokarstbildning närmast Jeutojåkkå. Betydande förändringar har skett under perioden. Samtidigt har betydande igenväxning av palskar skett i den nordvästra delen. Jämför figurerna 59-60, 61-62 och 159. Teckenförklaring för vattenytorna finns i figur 99 och för morfologin i övrigt i figur 98.



Figur 103. Förstorad bild av delområde 4 i figur 88. Morfologin präglas av tidigare nedbrytning men de mindre palskaren har i betydande grad vuxit igen under perioden. Teckenförklaring för vattenytorna finns i figur 99 och för morfologin i övrigt i figur 98.



Figur 104. Förstorad bild av delområde 5 i figur 88. Morfologin präglas av tidigare nedbrytning. Många palskar var igenvuxna 1963 och igenväxningen har därefter fortsatt. Viss palskarsbildning har också skett. En nästan total igenväxning har skett av ett mycket stort palskar. Orsaken är troligen tappning till följd av upptining av permafrost. Teckenförklaring för vattenytorna finns i figur 99 och för morfologin i övrigt i figur 98.



Figur 105. Förstorad bild av delområde 6 i figur 88. Morfologin präglas av tidigare nedbrytning men igenväxning har dominerat under perioden även om viss palskarsbildning har skett. Teckenförklaring för vattenytorna finns i figur 99 och för morfologin i övrigt i figur 98.

Förekomsten av palsrelaterade vattensamlingar (frekvens, typ, storlek, grad av igenväxning etc.) ger en god allmän bild av statusen hos en palsmyr. Ändringar av den totala arealen palsrelaterat vatten är däremot mindre relevant som mått på förändringar i en palsmyr. Som framgår av figurerna 99 – 105 har de öppna vattenytorna i palsmyrområde 2 under perioden 1963 – 2010 karakteriserats av såväl utökning (genom nedbrytning och smältning av palsar) som minskning (genom främst igenväxning). Detsamma tycks gälla för palsmyrområde 1 liksom för palsmyrar generellt. Till följd av att två processer med motsatt effekt på förekomsten av öppet vatten uppträder samtidigt är det inte lämpligt att använda förändringar av denna förekomst som kvantitativt mått på utvecklingen i en palsmyr. Därför har inga sådana beräkningar gjorts för palsmyrområde 2. Det gäller i första hand för den sammanlagda ytan öppet vatten vid olika tidpunkter som har förts fram som en tänkbar indikator i sammanhanget. Detta innebär inte att förekomst av vatten (areal, läge, typ etc.) saknar betydelse i ett övervakningsperspektiv. Tvärtom kan denna faktor i hög grad bidra till den allmänna bild av status och pågående utvecklingstendenser hos en palsmyr som är ett huvudsyfte med övervakningen.

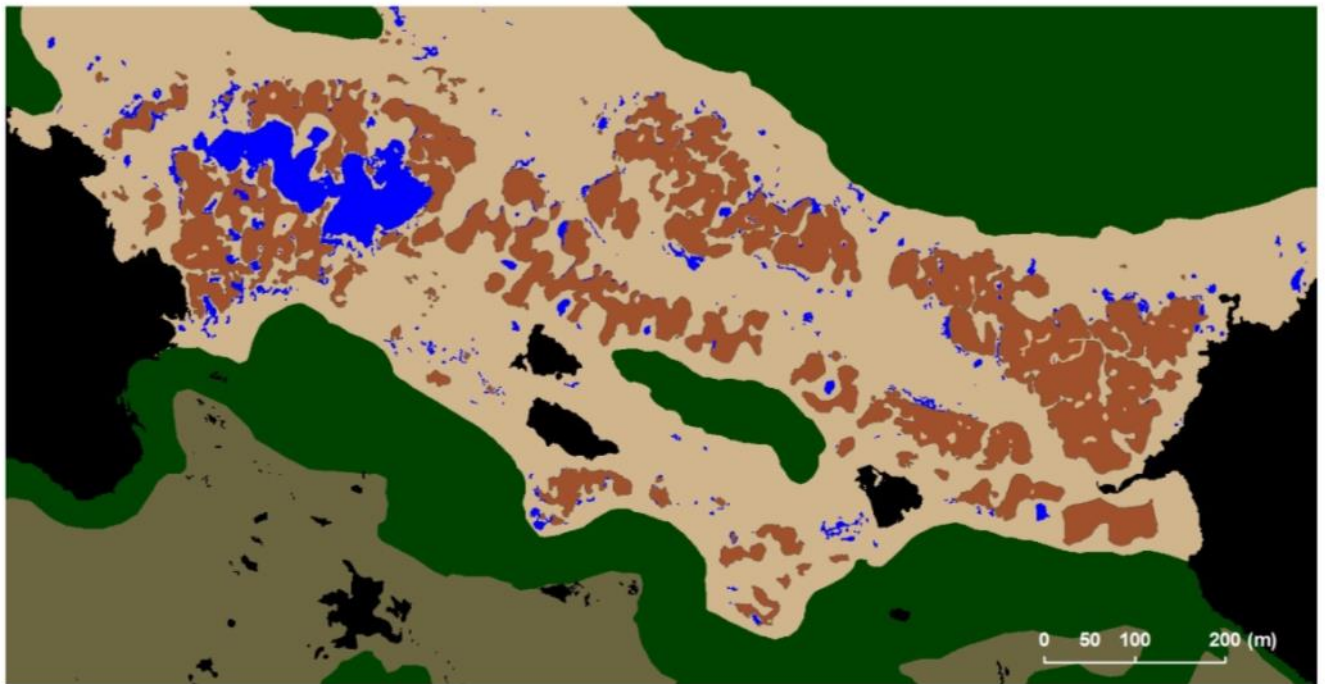
Det bör däremot vara möjligt att kartera tillkomsten av nya palsrelaterade vattenytor under en viss tidsperiod. Den sammanlagda arealen av sådana ytor i ett visst område kan ge en indikation på hur omfattande nedbrytningen av palsar och lithalsar varit i det aktuella området under perioden i fråga. Eventuella samband mellan förändringar av arealen palsrelaterat vatten och palsvolymen skulle vara av stort intresse att studera närmare. Här erbjuds möjligheter att utveckla kvantitativa mått av intresse i ett övervakningsperspektiv, som kan tas till vara i det fortsatta arbetet, t.ex. efter nästa laserskanning.

7. Volymen av palsarna i palsmyrområde 1

Enligt uppdraget skall för palsmyrområde 1 göras en volymberäkning av samtliga palsar. Metodiken redovisas närmare i undersökningstypen (Wester et al. 2015) och har tillämpats i Tavvavuoma. Palsvolym är en parameter av största betydelse vid övervakning av palsmyrar.

En utgångspunkt för studien är karteringen av palsar, öppet vatten och ofrusen myr (se kapitel 5). Figur 106 visar resultatet av detta första steg för merparten av palsmyrområde 1. De ytor som intas av palsar bildar den s.k. palsmasken som ligger till grund för beräkning av palsareal och palsvolym.

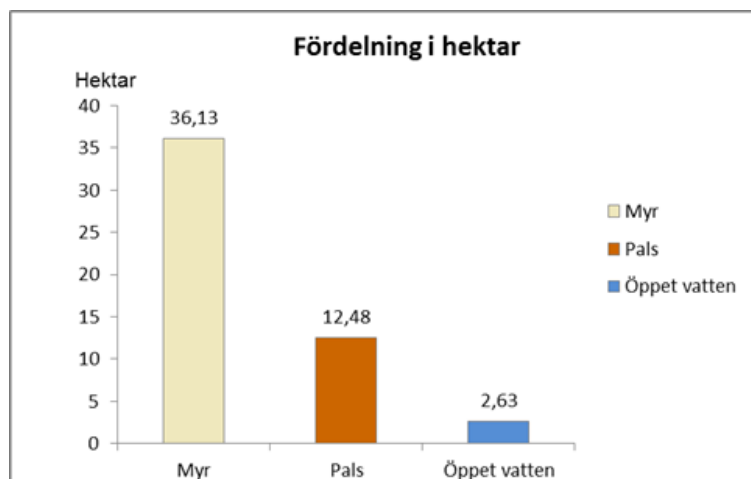
Den närmare karteringen har enligt uppdraget begränsats till den stora myren i palsmyrområdet. De låga palsrester som finns utanför denna (söder om åsryggen) har bedömts vara av mindre intresse i detta sammanhang på grund av sin obetydliga volym och jämförelsevis höga stabilitet.



Figur 106. Kartering av palsar i palsmyrområde 1. På kartan har formelementen i den stora myren markerats med följande färger: pals – ljusbrun, ofrusen myr – beige, palsrelaterat vatten (huvudsakligen palskar) – blå, icke palsrelaterat vatten – svart och fastmark – grön. Inga formelement söder om åsryggen utom vattensamlingar har markerats. Karteringen baseras på semiautomatisk tolkning av en flygbild (från 2010) i kombination med en laserbaserad höjdmodell (från 2009). Kartan återges också i figur 86.

Vidare har icke palsrelaterat vatten i eller i anslutning till den stora myren fått en särskild markering i figur 106 och har inte närmare behandlats i detta kapitel. Endast palsrelaterat vatten är av intresse i sammanhanget. Det är vatten som förekommer på eller i anslutning till palsar eller har uppstått genom nedbrytning av sådana.

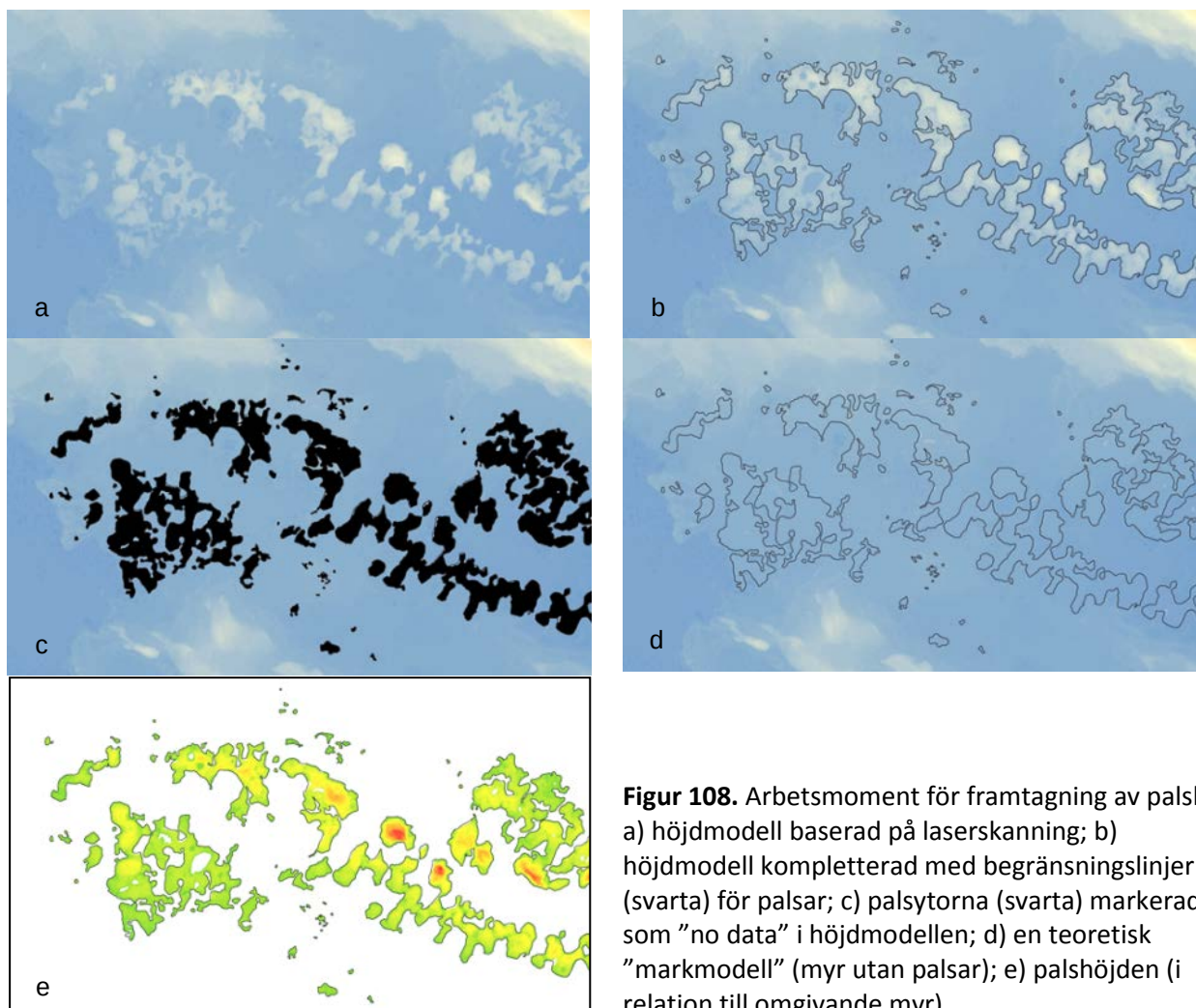
Med hjälp av data från karteringen av palsar, öppet vatten och ofrusen myr har den totala arealen av dessa formelement i den stora myren beräknats i dator. Resultaten redovisas i figur 107. Det bör betonas att värden på dessa tre parametrar inte krävs för att räkna ut palsvolymen. Här är det i stället palsmasken som är central. De nämnda parametrarna kompletterar emellertid den allmänna bilden av palsmyrområde 1 och är intressanta i sig. Det gäller i första hand palsarealen men även arealen öppet vatten. Förekomst av öppet vatten i palsmyrområde 2 och förändringar därav behandlas i avsnitt 6.2.



Figur 107. Arealen ofrusen myr, pals och öppet, palsrelaterat vatten i den stora palsmyren i palsmyrområde 1. Beräkningen avser situationen 2010.

Nästa steg i arbetet med att fastställa palsvolymen är att bestämma höjden av de i palsmasken avgränsade palsarna. Därefter kan volymen räknas ut. Utgångspunkten för detta arbete är den höjdmodell som tagits fram med hjälp av data från laserskanningen 2009 (se figur 53). Det erfordras beräkningar i flera steg för att kunna fastställa palshöjden. De olika momenten i detta arbete sammanfattas och illustreras i figur 108. Samtliga dessa beräkningar görs i datorn.

Det första momentet i arbetet med att bestämma palshöjden är att ta fram en höjdmodell över den aktuella palsmyren (figur 108 a). Därefter läggs den genom karteringen erhållna palsmasken över höjdmodellen så att denna kompletteras med begränsningslinjer för palsarna i myren (figur 108 b). Nästa moment är att de av palsar täckta ytorna tas bort från modellen genom att läggas som "no data" i denna (figur 108 c). Därefter beräknas en teoretisk "markmodell", dvs. myr utan palsar, genom att interpolera fram den teoretiska höjden inom "no data"-ytorna (dvs. palsarna) med hjälp av höjdvärden från de omgivande otjälade myrytorna (figur 108 d). Slutligen beräknas palshöjden – i förhållande till omgivande myrmark – genom att subtrahera "markmodellen" från den ursprungliga höjdmodellen (figur 108 e).

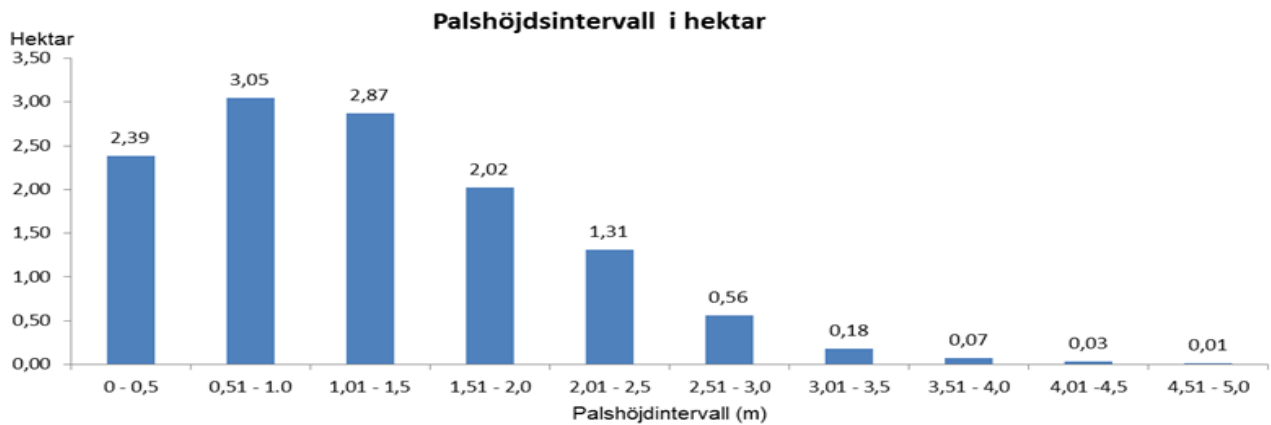


Figur 108. Arbetsmoment för framtagning av palshöjd. a) höjdmodell baserad på laserskanning; b) höjdmodell kompletterad med begränsningslinjer (svarta) för palsar; c) palsyterna (svarta) markerade som "no data" i höjdmodellen; d) en teoretisk "markmodell" (myr utan palsar); e) palshöjden (i relation till omgivande myr).

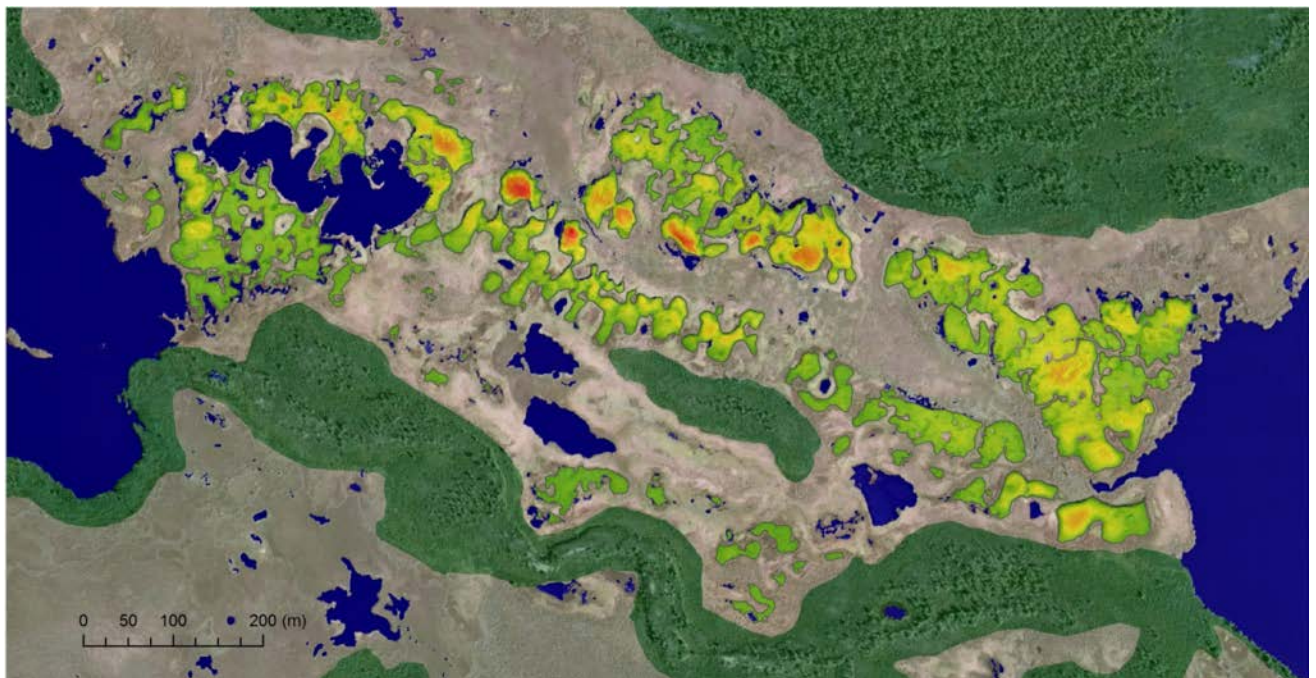
De erhållna värdena på palshöjden redovisas i figur 109. För varje halvmeters höjdintervall anges den totala palsytan. En karta över den stora myren i palsmyrområde 1 med palsar och palshöjd angivna visas i figur 110.

Ytterligare parametrar har beräknats på liknande sätt. Viktigast är medelvärdet av palshöjden som används vid den slutliga uträkningen av palsvolymen. Detta värde uppgår till 1,26 m och är klart lägre än det intryck man får vid besök i området. Det har sin förklaring i de stora arealerna låga palsar (se figur 110).

Den högsta palshöjd som konstaterats är 4,93 m och gäller för en fristående pals i västra delen av myren. Se figur 110. Liknande höjd har den högsta palsen i transekt 2 där transekten dock är dragen ett stycke nordväst om palsens topp. Medianvärdet av palshöjden är 1,14 m.



Figur 109. Total palsyta i hektar (jämför figur 107) fördelad på halvmeters höjdsintervall. Redovisningen avser den stora myren i palsmyrområde 1.



Figur 110. Karta över palsmyrområde 1 med palsarna i den stora myren och deras höjd redovisade. Stigande höjd anges med färgskalan grön – gul – orange. I botten av bilden finns flygbilden från 2010. Mörkgrön färg anger fastmark och blå öppet vatten. Det bör noteras att de högsta palsarna över lag ligger närmast myrens centrala kärndrag där torvmäktigheten är betydande och den underliggande mineraljorden finkornig.

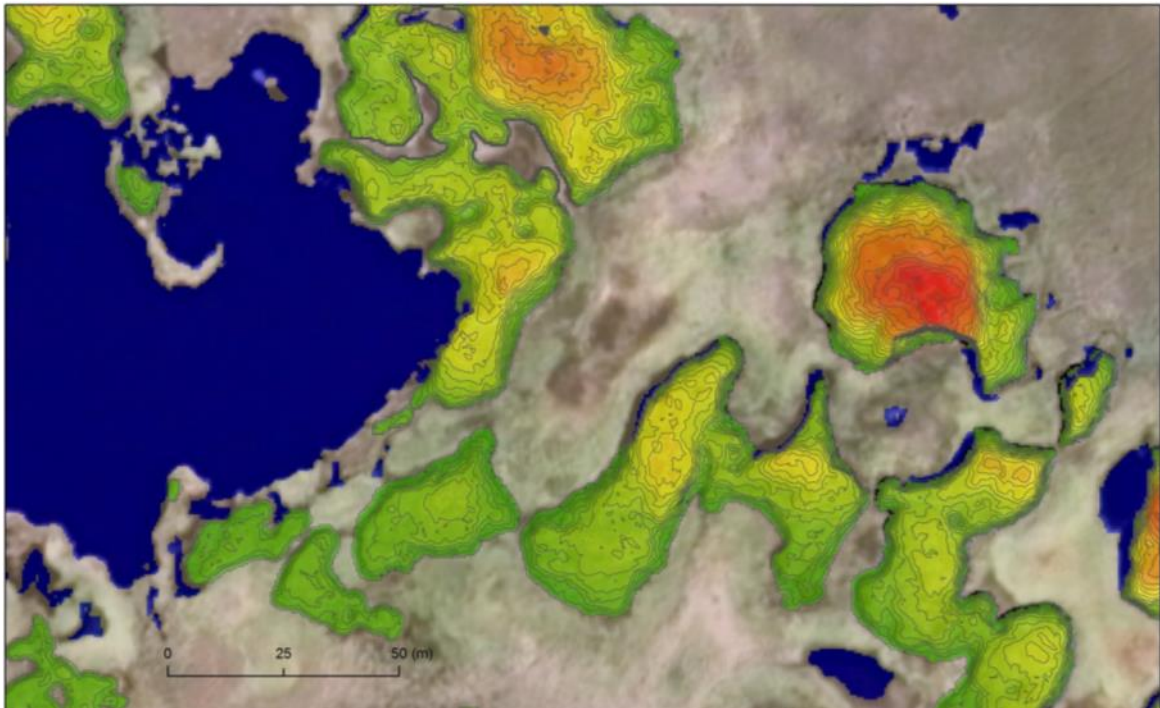
Det sista steget i arbetet med att fastställa palsvolymen är att multiplicera den genomsnittliga palshöjden med palsarealen. Den totala palsvolymen i den stora myren i palsmyrområde 1 har på detta sätt beräknats till ca **157 300 m³**. Som tidigare nämnts baseras beräkningen på 2009 års laserbaserade höjdmodell och 2010 års flygbild.

Genom att upprepa proceduren med laserskanning och därpå grundad volymberäkning vid senare tillfällen kan man räkna ut förändringen av den totala palsvolymen mellan skanningstillfällena. Därigenom erhålls ett kvantitativt och relevant mått på utvecklingen i palsmyrområdet under en bestämd period, något som bedöms kunna bli av stort värde i den fortsatta palsövervakningen. Genom att de utgår från laserskanningen 2009 blir framtida volymberäkningar relativa i förhållande till denna. Noggrannheten i beräkningen av volymförändringen beror på precisionen hos de laserbaserade höjdmodellerna som är ca 5-10 cm. Beräkningen av volymförändringen bedöms ha en avvikelse som högst uppgår till $\pm 5\%$.

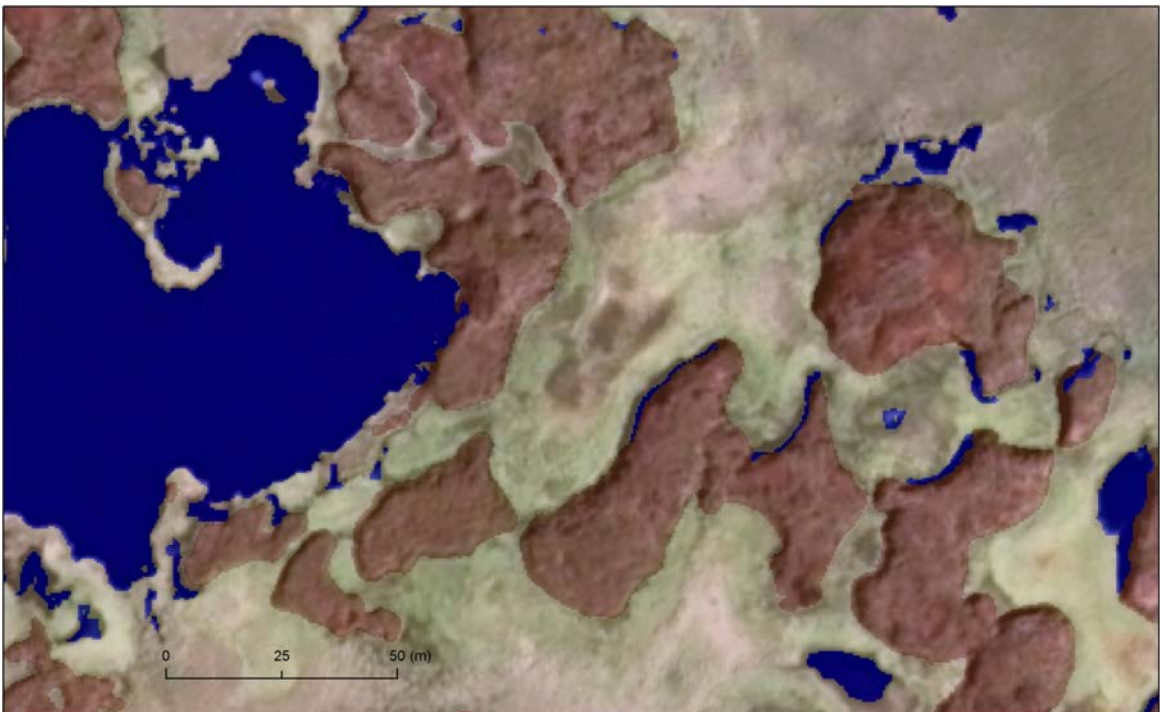
Frågan har väckts om att också beräkna den totala palsvolymen för 2007 på grundval av laserskanningen detta år med syfte att få fram förändringen mellan 2007 och 2009. Ett sådant arbete påbörjades men visade sig vara föga meningsfullt och har därför inte slutförts. Orsaken är att förändringen under denna korta period är så liten i förhållande till den totala palsvolymen att den ligger inom felmarginalen för beräkningsmetoden. Något signifikant kvantitativt mått på förändring av den totala palsvolymen kan därför svårligen erhållas. Den mest meningsfulla jämförelsen mellan 2007 och 2009 syns i stället vara den förändringsanalys som redovisas i figur 97.

I figurerna 111 – 118 visas två serier förstoringar av utvalda delområden på kartan i figur 110. De ger en mer detaljerad bild av företeelser som bedömts ha särskilt intresse i detta sammanhang och kompletterar varandra så att en mer heltäckande bild av palsmyrområde 1 erhålls. Det gäller dels förstoringar med inlagda höjdkurvor (ekvidistans 0,5 m, hämtade från höjdmodellen), dels motsvarande förstoringar med palsar brunmarkerade men utan höjdkurvor och höjdangivelse i färg. På de senare framträder den i kartan inlagda flygbilden tydligare än på de förra varigenom mer detaljerade och åskådliga bilder av palsarnas morfologi erhålls. Förstoringarna visar också att den använda metodiken för kartering av palsar gör det möjligt att arbeta med hög detaljeringsgrad.

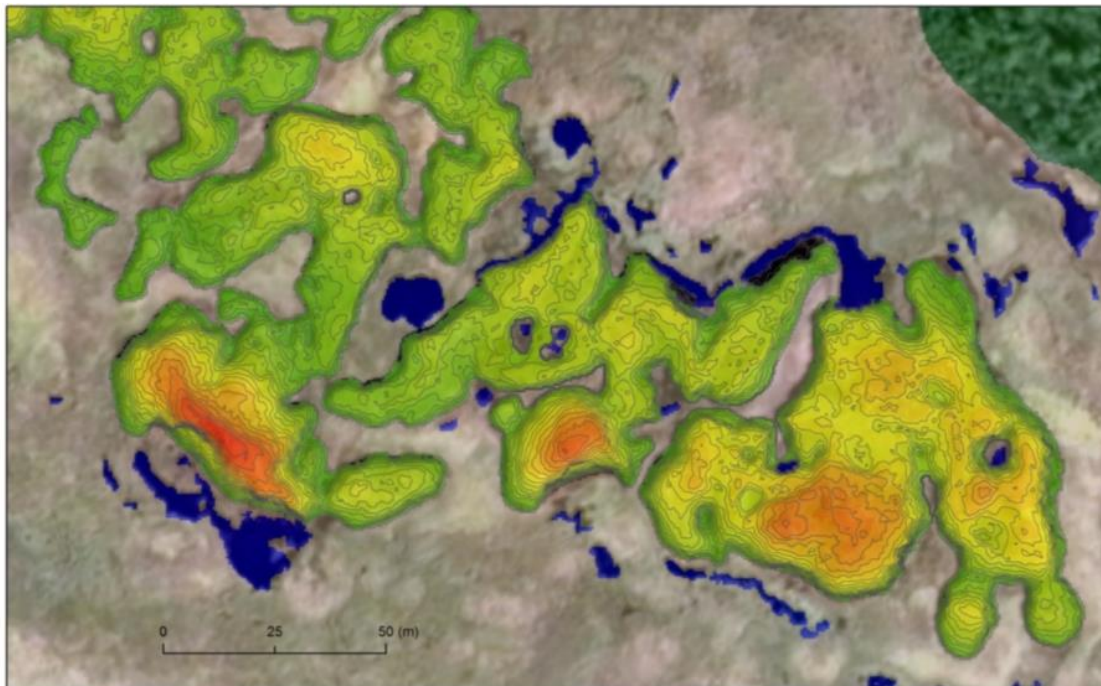
Givetvis kan senare vid behov, exempelvis om stora förändringar inträffar, ytterligare delområden i den stora myren i palsmyrområde 1 väljas ut för mer detaljerade studier, baserade på liknande förstoringar, av hur situationen tedde sig 2009. Det bör understrykas att beräkning av palsvolym för delar av myren på motsvarande sätt kan göras retrospektivt. Detta kan få stor betydelse i framtiden med tanke på den nyckelroll palsvolymen bedöms kunna få som parameter i övervakningen.



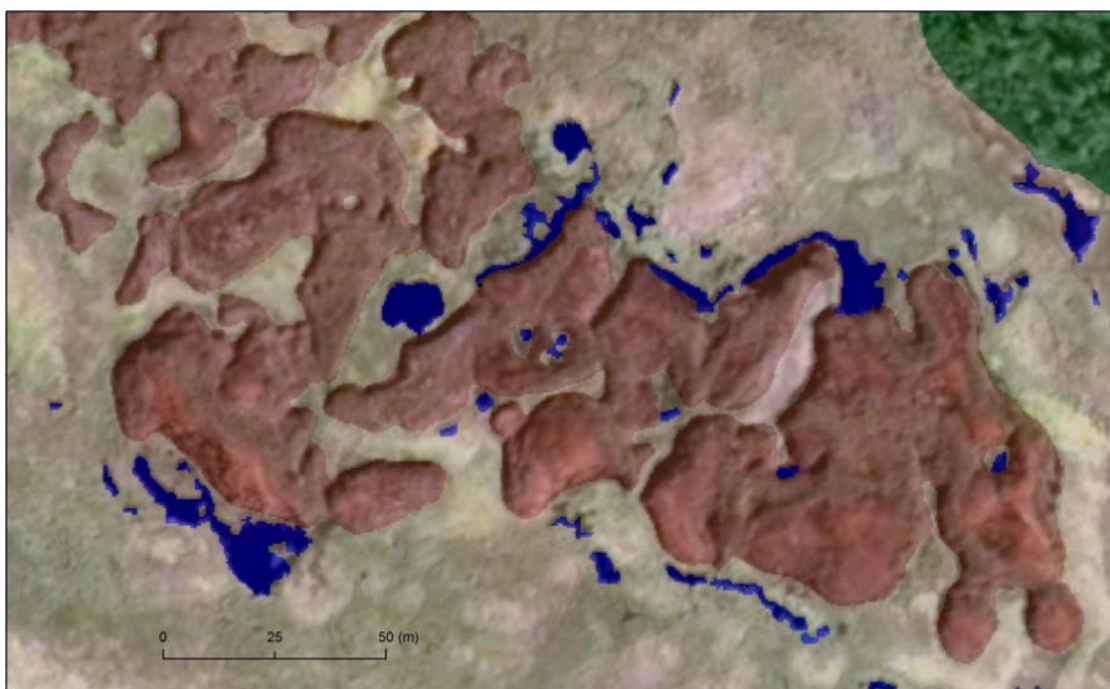
Figur 111. Palsar öster om det största palskaret i palsmyrområde 1. Förstoring av delområde på kartan i figur 110. I bildens högra del syns områdets högsta pals som ligger närmast myrens centrala kärdråg. De lägre och flackare palsarna närmast det stora palskaret uppvisar flera mindre gropar som uppstått genom smältning och kan bli utgångspunkter för fortsatt nedbrytning. Ekvidistans 0,5 m.



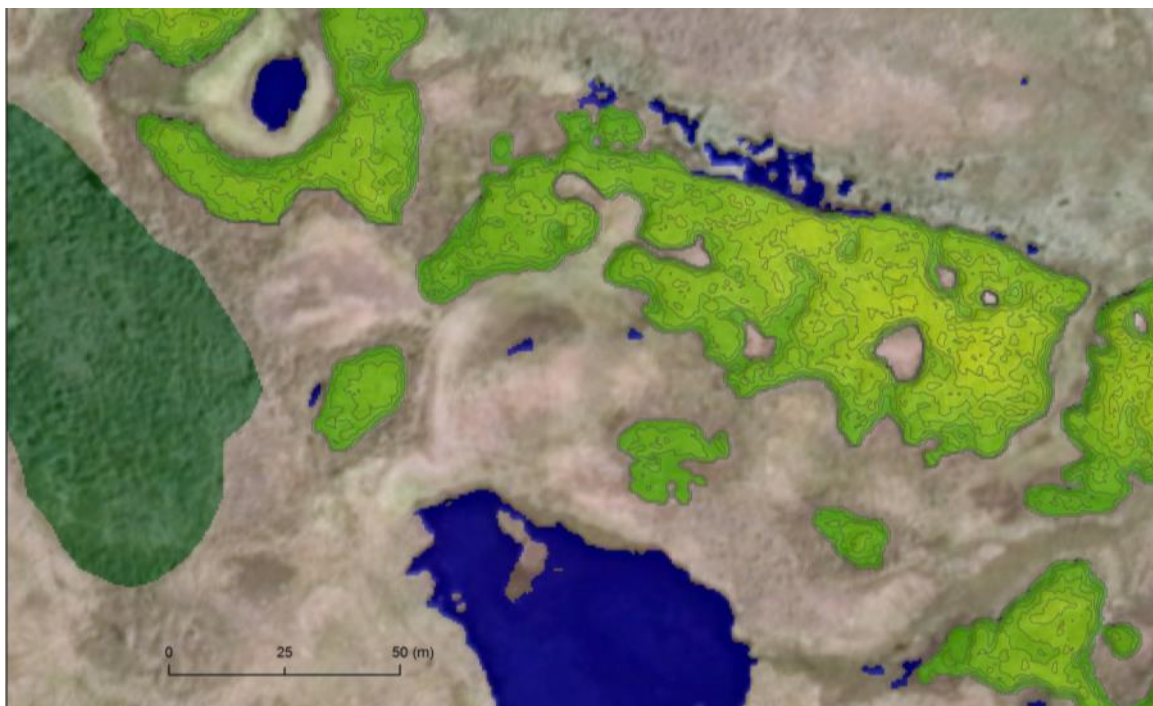
Figur 112. Samma bild som i figur 111 men med palsar brunmarkerade och utan höjdkurvor och höjdangivelse i färg. Jämfört med föregående bild kan fler detaljer i palsmorfologin urskiljas samtidigt som den redovisas på ett mer åskådligt sätt.



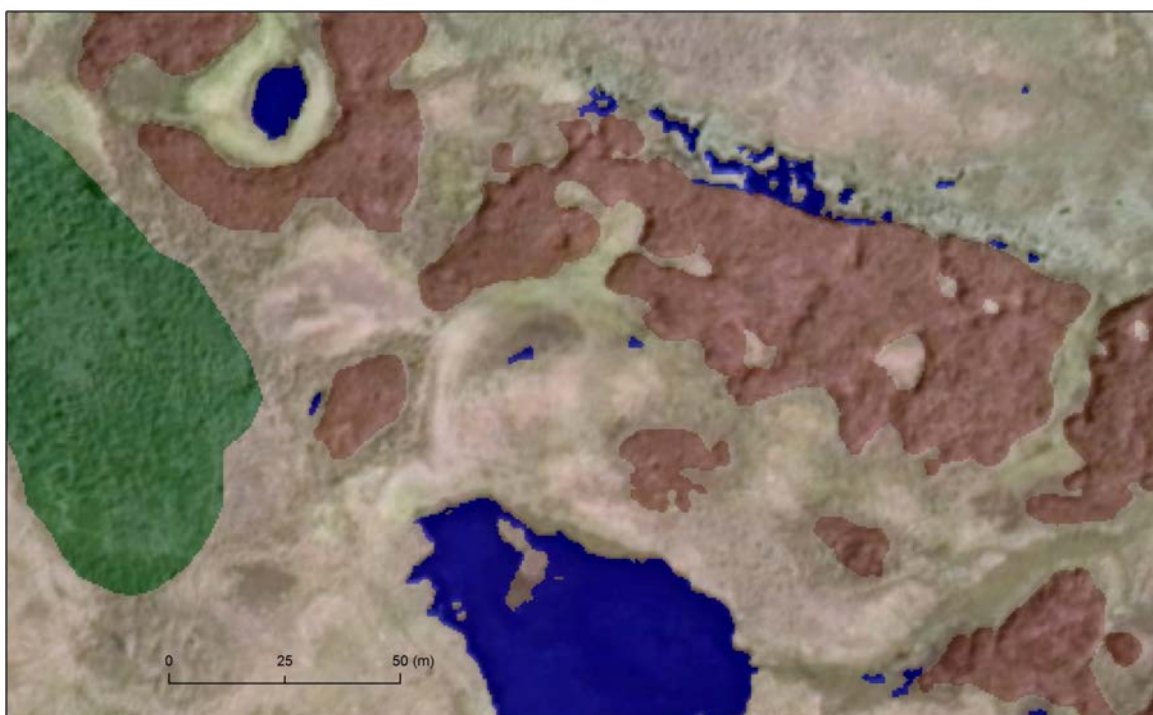
Figur 113. Vålutvecklat men av nedbrytning – såväl pågående som tidigare – präglat palskomplex i den mellersta delen av palsmyrområde 1, norr om det centrala kärdråget. Förstoring av delområde på kartan i figur 110. Nedbrytningen sker genom lateral blockerosion med palskarsbildning men också genom smältning under palsgölar. I flera fall har därigenom gropen fördjupats ned i nivå med den omgivande myren och den underlagade permafrosten försvunnit. Palskaret i den nedre vänstra delen av bilden har delvis bildats på detta sätt. Se vidare figur 73. Ekvidistans 0,5 m.



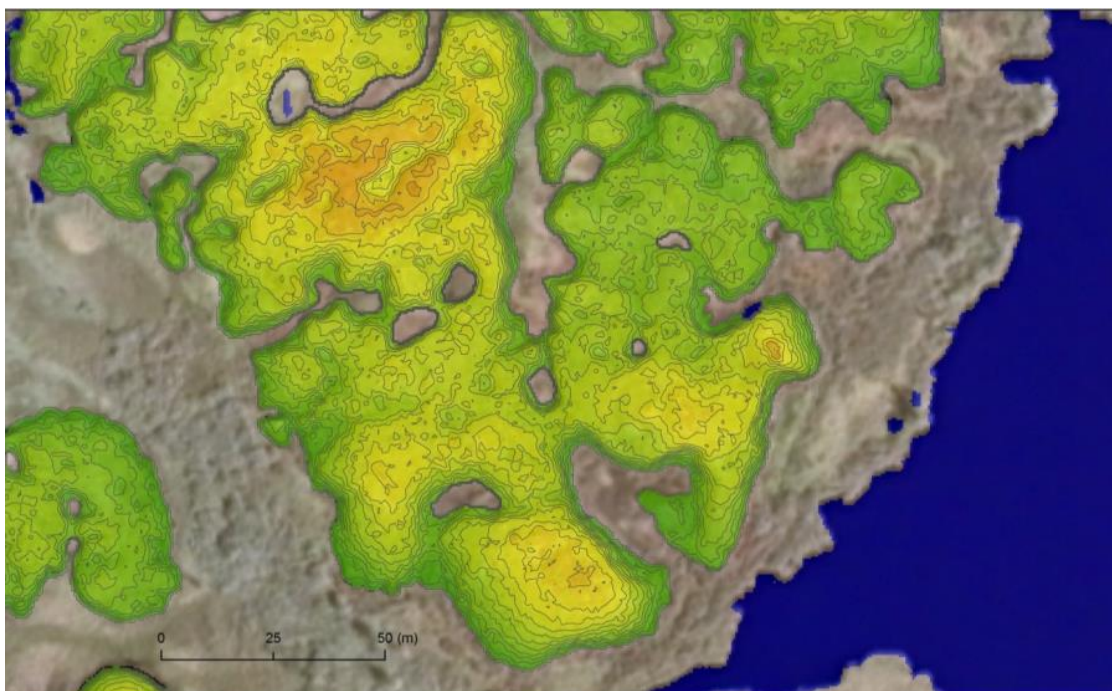
Figur 114. Samma område som i figur 113 men med palar brunmarkerade och utan höjdkurvor och höjdangivelse i färg. Betydligt fler former orsakade av nedbrytning än i föregående bild kan urskiljas, t.ex. en erosionsbrant vid palskaret i den nedre vänstra delen av bilden.



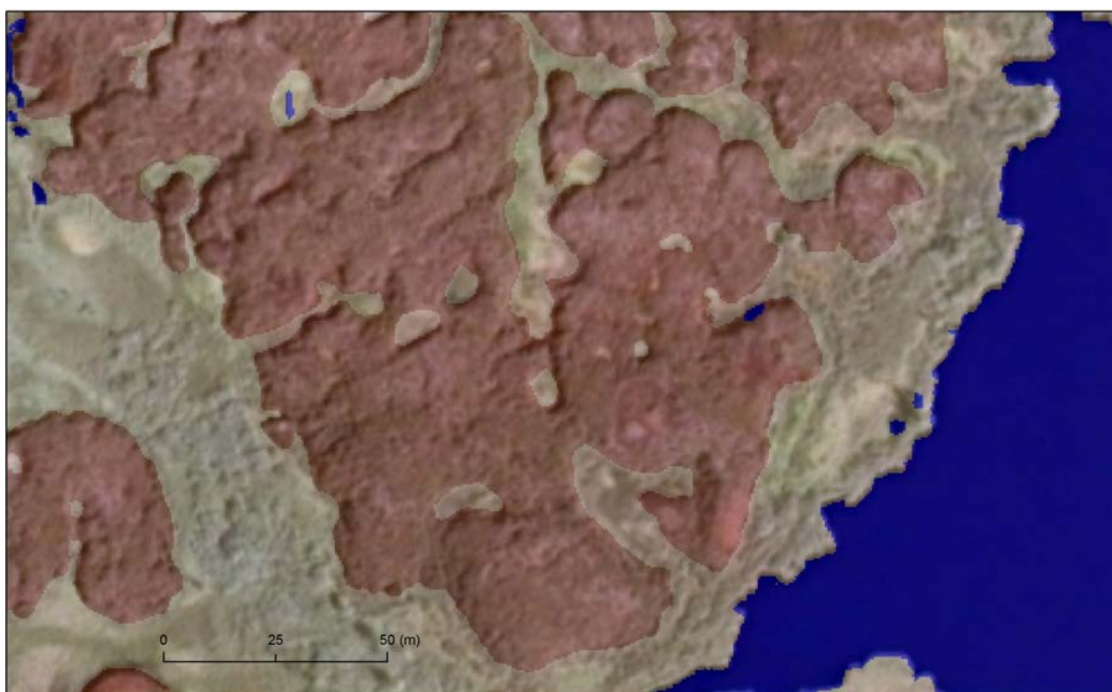
Figur 115. Företrädesvis låga och flacka palsar i den mellersta delen av palsmyrområde 1, söder om det centrala kärrdråget. Förstoring av delområde på kartan i figur 110. Palsarna är såväl fristående som förenade till palskomplex. Morfologin är präglad av tidigare nedbrytning, både genom blockerosion och smältning i anslutning till palsgölar. Viss blockerosion pågår fortfarande närmast det centrala kärrdråget. Ekvidistans 0,5 m.



Figur 116. Samma område som i figur 115 men med palsar brunmarkerade och utan höjdkurvor och höjdangivelse i färg. Jämfört med föregående bild kan fler detaljer i palsmorfologin urskiljas.



Figur 117. Lågt, vidsträckt palsflak – med enstaka högre partier i randzonerna – i den östligaste delen av palsmyrområde 1, norr om det centrala kärrdråget. Förstoring av delområde på kartan i figur 110. Morfologin präglas av stabilitet. Spåren av nedbrytning genom blockerosion är begränsade. Däremot visar transekt 1 (figur 120) att hopsjunkning på bred front har skett sedan 1960-talet. Se även figur 10. Ekvidistans 0,5 m.



Figur 118. Samma område som i figur 117 men med palsar brunmarkerade och utan höjdkurvor och höjdangivelse i färg. Jämfört med föregående bild kan fler detaljer i palsmorfologin urskiljas, särskilt mindre ojämnheter i palsflakens överytor. Dessa kan antyda gränser mellan tidigare fristående palsar, som nu ingår i palsflak, eller utgöra första steget i bildningen av nya palsgölar.

8. Transekter över palsmyrområdena 1 och 2 kring 2010

Enligt uppdraget skall för palsmyrområdena 1 och 2 ett antal nya transekter läggas ut och dokumenteras vad gäller morfologi, vegetation, djup till tjälytan m.m. Vidare skall de transekter över de båda områdena, som upprättades på 1960-talet (Wramner 1972 a och 1973), åter dokumenteras (med undantag för den inre byggnaden). I detta kapitel beskrivs och analyseras situationen kring 2010. Tyngdpunkten ligger på förändringar sedan 1960-talet (utom i de fall där äldre data saknas). Beskrivningarna utgår från transekterna och studierna av dessa men bygger också på data som redovisas i kapitlen 4 – 7.

Strävan har varit att i första hand återfinna transekterna från 1960-talet i terrängen. Därigenom kan dagens situation direkt jämföras med situationen ett halvsekel bakåt i tiden. Detta skedde genom att leta efter markeringar för startpunkt och slutpunkt i fält. Ofta fanns sådana på träd vid transekternas start- respektive slutpunkter. Vidare har fotografier, schematiska höjdmodeller baserade på 1963 års flygbilder, gamla fältanteckningar m.m. använts för att rekonstruera de gamla transekterna. Även då någon markering inte gick att återfinna kunde transekten i flertalet fall läggas ut i en position som i huvudsak bedöms överensstämma med den ursprungliga.

Läget av de transekter, som studerades på 1960-talet och åter dokumenterades på 2010-talet (se figurerna 7 och 25), redovisas också på flygbilder från 2010 (se figurerna 119 och 130). Undantag utgör transekt 5 som ersatts av 5a och transekt 11 som tills vidare utgått därför att dess exakta läge inte kunnat rekonstrueras. Dragningen i fält av transekterna från 1960-talet har i övriga fall kunnat rekonstrueras. I ett par fall – framför allt transekt 1 men i någon mån också transekterna 6 och 7 – finns dock viss osäkerhet om det exakta läget. Den är emellertid inte större än att transekterna bedömts ge en i huvudsak korrekt bild av utvecklingen under det senaste halvseket.

Figurerna 119 och 130 visar också läget för fem nya transekter (numrerade 3, 4, 5a, 14 och 15) som tillkommit på 2010-talet. Syftet var, på ett undantag när, att i möjligaste mån täcka in de båda palsmyrområdena med representativa och från övervakningssynpunkt relevanta transekter där morfologi, vegetation och aktivt lager kan dokumenteras. Transekterna 3 och 4 lades ut för att dokumentera två mindre delar av palsmyrområde 1 där stora förändringar ägt rum mellan 2007 och 2009. Transekterna 14 och 15 lades ut slumpmässigt i den västra delen av palsmyrområde 2 för att en bättre dokumentation av denna del, som helt saknade transekter sedan tidigare, skulle erhållas. Det som slumpades var startpunkten och riktningen för de båda transekterna. Transekt 5a ersatte den tidigare transekt 5. Dels var detaljsträckningen i den tidigare transektens borte delar svår att rekonstruera, dels är den nya transekten betydligt kortare samtidigt som den ger samma information från övervakningssynpunkt som den tidigare.

De ursprungliga transekterna (1, 2 och 5-13) är manuellt inmätta (se avsnitt 1.2) och redovisas i kapitel 3. De har (med undantag, som nämnts, för transekterna 5 och 11) ånyo dokumenterats – med oförändrad numrering – med hjälp av höjdmodeller som bygger på laserdata från 2009 samt fältobservationer 2011 och 2013. I detta kapitel redovisas uppdateringarna och görs jämförelser med de ursprungliga transekterna. Dessa jämförelser ger en god bild av den allmänna utvecklingen sedan 1960-talet, i praktiken smältning och nedbrytning av palsar/lithalsar. Skillnader i sättet att upprätta transekterna liksom viss osäkerhet om det exakta läget för 1960-talets transekter försvårar dock kvantitativa jämförelser. Sådana kommer emellertid att med större säkerhet kunna göras med data från framtida laserskanningar eftersom läget av laserbaserade transekter automatiskt är fastlagt med stor noggrannhet.

De nya transekterna (3, 4, 5 a, 14 och 15) är likaså baserade på höjdmodeller som bygger på laserdata från 2009 (i de två förstnämnda fallen också från 2007) liksom fältobservationer 2011 och 2013. De redovisas också i detta kapitel.

Det bör framhållas att i de manuellt inmätta transekterna har bottentopografin i vattensamlingar mätts in där så varit möjligt. I de på laserskanning baserade transekterna redovisas däremot vattenytan. Se exempelvis figur 120.

För samtliga transekter som dokumenterats genom laserskanning har koordinaterna för start- och slutpunkterna redovisats i bilaga 3.

Vid fältinventeringen markerades start- och slutpunkter för transekterna tydligt med aluminiumprofiler (40 cm långa) som sattes fast i marken. Det bästa är om aluminiumprofilerna sätts ned i fastmark (mineraljord) för att begränsa risken att de skall rubbas genom rörelser i underlaget, men ofta gick detta inte att få till. Vid några transekter har därför en riktpinne vid närmasta fastmarksområde markerats i fält (även i detta fall genom aluminiumprofil), med ett visst angivet avstånd och en viss angiven riktning till transektens start. För alla utsatta aluminiumprofiler har koordinater mätts in med en handburen GPS. Transektens riktning från startpunkten och dess längd har likaså noterats. Den senare varierar mellan 50 och 480 m.

Själva inventeringen gjordes längs ett måttband (50 m långt) i en 1 m bred zon som var centrerad över måttbandet. Bandet hölls så spänt som det var praktiskt möjligt. För varje längdenhet längs transekten noterades morfologisk typ, vegetationstyp och dominerande arter. All vegetation har registrerats, dvs. träd-, busk-, fält- och bottenskikt. Med morfologisk typ avses här palsmyrens morfologiska typ och för vegetationen avses huvudsakligen det som i den nationella våtmarksinventeringen (VMI) kallas hydrologisk typ (Gunnarsson och Löfroth 2007), dvs. vegetationsgrupper som är relaterade till hydrologin. Ytterligare typer har använts för att beskriva vegetationen där det inte är myr. Se vidare teckenförklaringen till vegetationstransekterna.

Det aktiva lagrets tjocklek har i flertalet fall mätts för varje meter av transekterna med hjälp av stickborr som når ner till 75 cm och/eller lavinsond som når ner till större djup (främst i de fall där tjälen kunde antas ligga djupare än 75 cm).

Inventeringarna av morfologisk typ, vegetationstyp och dominerande arter liksom i flertalet fall också det aktiva lagrets tjocklek redovisas för varje transekt i grafisk och tabellarisk form i huvudtexten. Dominerande arter redovisas i bilaga 2. Dessa redovisningar innefattar kvantitativa data som kan jämföras med data erhållna vid framtida omdrevskarteringar.

8.1 Palsmyrområde 1

Den allmänna beskrivning – inklusive översiktsfoton – av de morfologiska huvuddragen i palsmyrområde 1, som ges i avsnitt 3.1, gäller i betydande utsträckning även för situationen kring 2010. Tittar man emellertid mer i detalj på enskilda palsar och palskomplex framgår tydligt att betydande förändringar inträffat, nästan enbart i form av nedbrytning och erosion.

Detta avsnitt koncentreras på transekterna (se figur 119). Fokus ligger på inträffade förändringar längs de gamla och beskrivningar av de nya transekterna. Ytterligare data, av både översiktligt och mer detaljerat slag, finns i kapitlen 4 – 7. Här bör särskilt framhållas detaljredovisningen av förändringar i kapitel 4, karteringen i kapitel 5, förändringsanalysen i kapitel 6 och volymberäkningen i kapitel 7 (med detaljerade kartor över morfologin i särskilt intressanta delar av den stora myren).



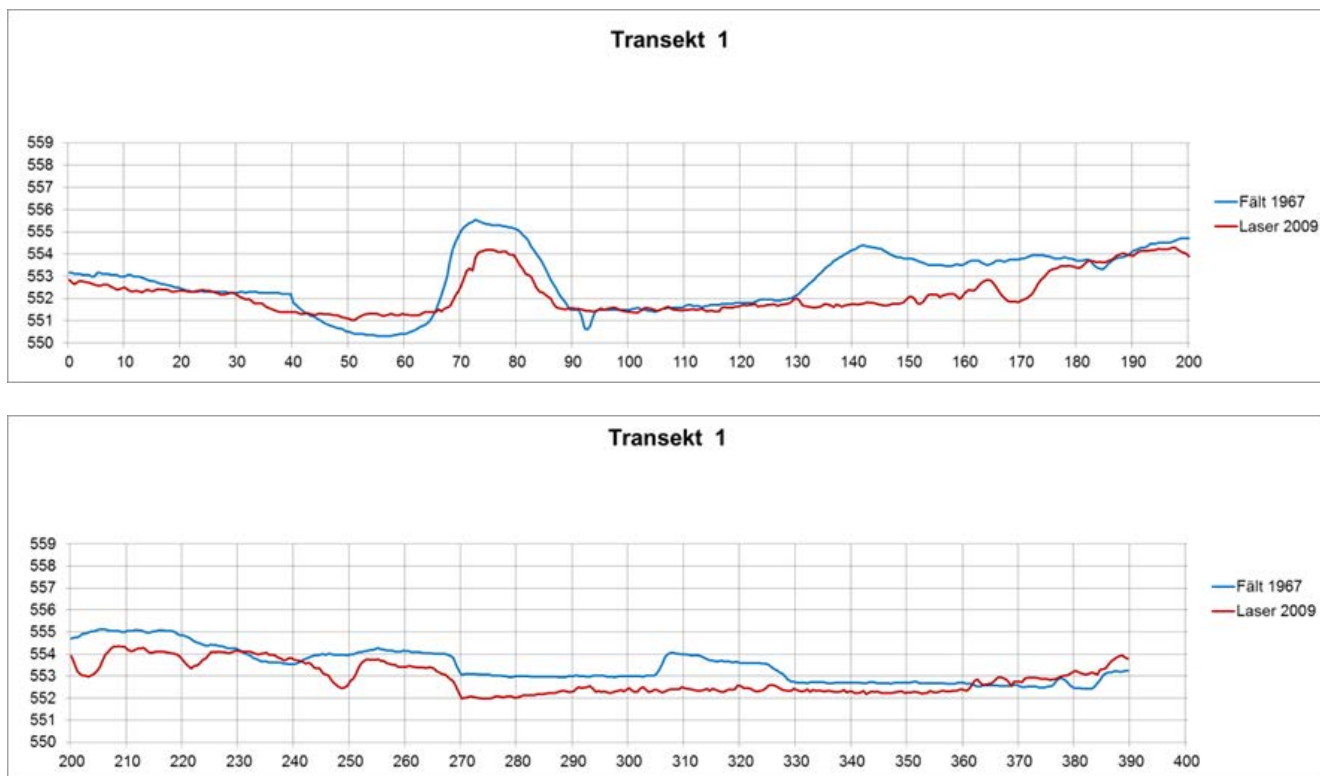
Figur 119. Läget av de transekter i palsmyrområde 1 som dokumenterats kring 2010 (1-4). Jämför figur 7.

8.1.1 Transekt 1

Transekt 1 passerar först en större kupolformad pals och sedan vidsträckta palsflak i palsmyrområdets östligaste del som vid en ytlig betraktelse tycks vara relativt oförändrade jämfört med situationen på 1960-talet. Vyn i figur 9 skiljer sig inte mycket från dagens. Transekt 1 i 2009 års version visar dock att betydande förändringar inträffat.

Transektens läge framgår av figur 119 och ytformerna redovisas i figur 120. Mer detaljerade bilder av morfologin redovisas i figurerna 117 och 118.

Trots den tidigare nämnda osäkerheten beträffande dess exakta sträckning bedöms 2009 års laserbaserade transekt ge en i allt väsentligt korrekt redovisning av situationen 2009. Bilden förändras inte nämnvärt om transekten i ett osannolikt "worst case" skulle ligga 7 – 8 m vid sidan av 1967 års manuellt inmätta transekt i sina norra delar.



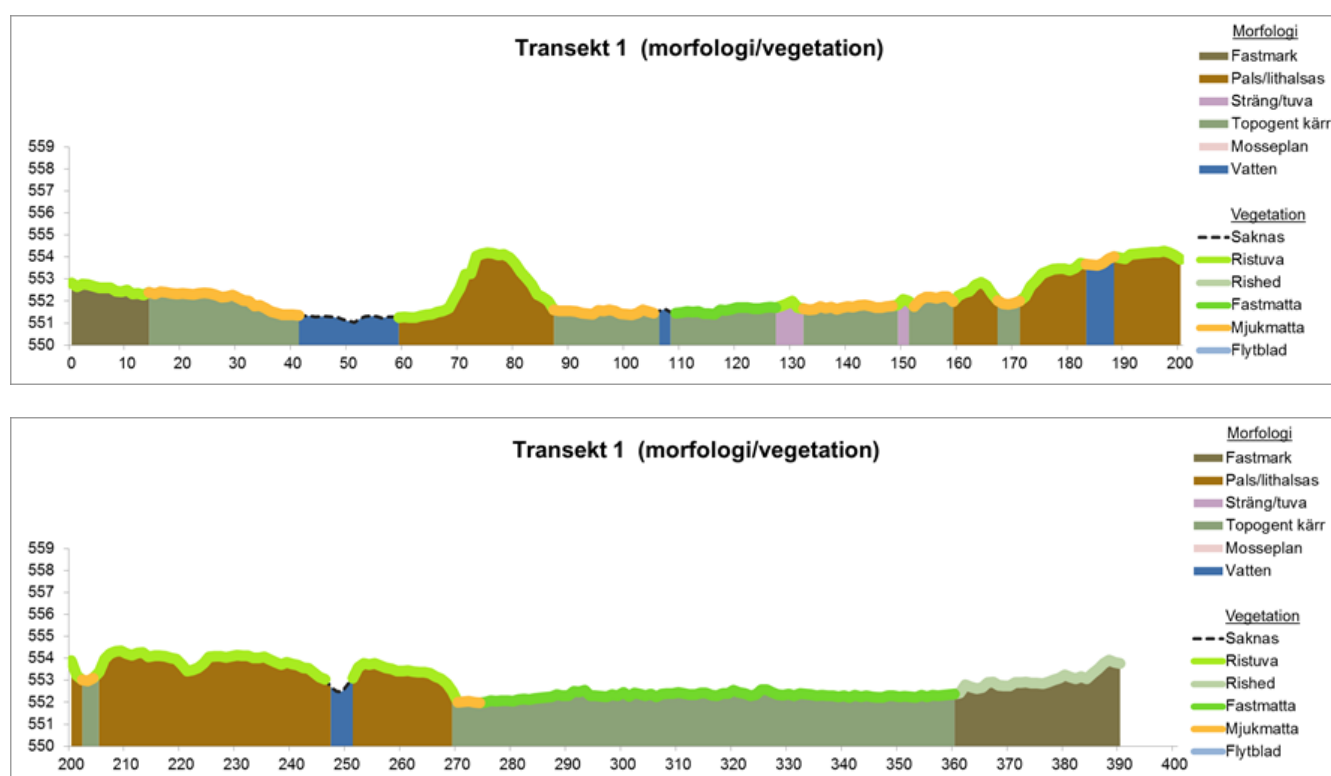
Figur 120. Ytformerna längs transekt 1 2009 (baserade på laserskanning). Som jämförelse anges också transekten som den manuellt mättes in 1967 (från figur 10). X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordnordostlig riktning.

Den sydligaste palsen i transekten var på 1960-talet utsatt för kraftig blockerosion med palskarsbildning. Se figur 11. Det framgår av figur 120 att nedbrytningen fortsatt och avsevärt reducerat palsens volym. Erosionsintensiteten syns dock ha avtagit under senare tid. Som framgår vid en jämförelse av figurerna 55 och 56 har palskarets öppna vattenyta reducerats påtagligt till följd av igenväxning.

Norr om myrens centrala kärdråg löper transekten under en längre sträcka i eller nära randzonen i ett vidsträckt palskomplex med dominans av undulerande palsflak. Här har likaså märkbara förändringar skett, i detta fall främst genom allmän upptining och hopsjunkning av palsar eller delar därav utan koppling till blockerosion. Ofta verkar upptiningen ha börjat vid eller under palsgölar. Aktiv blockerosion har förekommit endast på ett fåtal ställen längs eller i närheten av transekten. I båda fallen har nedbrytningen varit mest påtaglig i palsflakens randzoner.

I myrens norra randzon passerade den ursprungliga transekten över en låg pals som nu sjunkit ihop helt utan att lämna några spår efter sig. Den otjälade myrens lägre nivå 2009 jämfört med 1967 beror sannolikt på skillnader i vattennivån som i sin tur hänger samman med väderleken. Som tidigare nämnts däms vatten upp i den norra randzonen mellan palsarna och fastmarken. Detta myravnitt var betydligt blötare 1967 än 2011 och uppvisade bl.a. riklig förekomst av öppna vattensamlingar. Här fanns också flera embryonala palsar på 1960-talet. Sådana saknas helt i dag. Se figur 13.

Vegetationen och morfologin längs transekt 1 inventerades i fält i mitten av augusti 2011. Resultaten redovisas i figur 121, tabell 17 och bilaga 2.



Figur 121. Morfologin/vegetationen längs transekt 1 enligt fältinventering i augusti 2011. De dominerande arterna redovisas i bilaga 2. X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordnordostlig riktning.

Tabell 17. Fördelningen av olika morfologiska typer och vegetationstyper längs transekt 1.

Morfologisk typ	Total längd (m)
Topogent kärr	184
Pals	123
Fastmark	53
Vatten	23
Sträng/tuva	7
Vegetationstyp	
Ristuva	137
Mjukmatta	96
Fastmatta	94
Rished	40
Ingen vegetation	23

En jämförelse mellan vegetationskarteringarna längs transekt 1 enligt figur 11 (2011) och tabell 6 (1967) är svår att göra i fråga om detaljer, eftersom metodiken för datainsamling och redovisningssätten skiljer sig åt, men huvuddragen syns vara oförändrade. Skillnader i enskildheter kan bero på en rad faktorer som förändringar vad gäller klimat, hydrologi, palsmorfologi och renbetestryck. Givetvis kan vissa skillnader också bero på att transektens läge 2011 eventuellt inte sammanfaller exakt med läget 1967. Sammantaget gör dessa omständigheter att inga försök att närmare jämföra de båda vegetationskarteringarna har gjorts.

Någon systematisk kartering av djupet till tjälytan längs transekt 1 kunde av tidsskäl inte göras under fältarbetet 2011. Ett antal stickprovskontroller gav dock en allmän bild av situationen i mitten av augusti 2011. Den fristående palsen på 70 till 85 m:s avstånd från transektens början hade ett djup till tjälen av 70 – 75 cm och den låga palsen på 160 – 165 m:s avstånd hade ett djup av 80 – 90 cm. På den sydvästra sluttningen av den större palsen nordost därom ökade djupet till tjälen med stigande höjd från ca 55 till ca 70 cm. Översidan på den därpå följande palsen (210 – 245 m) hade en jämn tjälyta på ca 50 cm:s djup. Alla fältdata finns samlade i den databas som håller på att upprättas. Materialet är inte tillräckligt omfattande för att en närmare jämförelse med situationen på 1960-talet skall kunna göras.

8.1.2 Transekt 2

Transekt 2 passerar över ett område med höga palsar som genomgått betydande förändringar sedan 1960-talet. Läget framgår av figur 119. Ytformerna redovisas i figur 123. De illustreras vidare i figurerna 111 och 112 liksom i figur 76 som på olika sätt, men med 2009 års laserskanning som underlag, avbildar det område över vilket transekten passerar. Figur 64 återger ett foto från luften mot sydost där transektens södra och centrala delar framträder tydligt i bildens centrum. Figur 122 återger ett foto från luften, taget på större höjd från sydväst, som bl.a. visar de delar av palsmyrområdet där transekten är dragen.



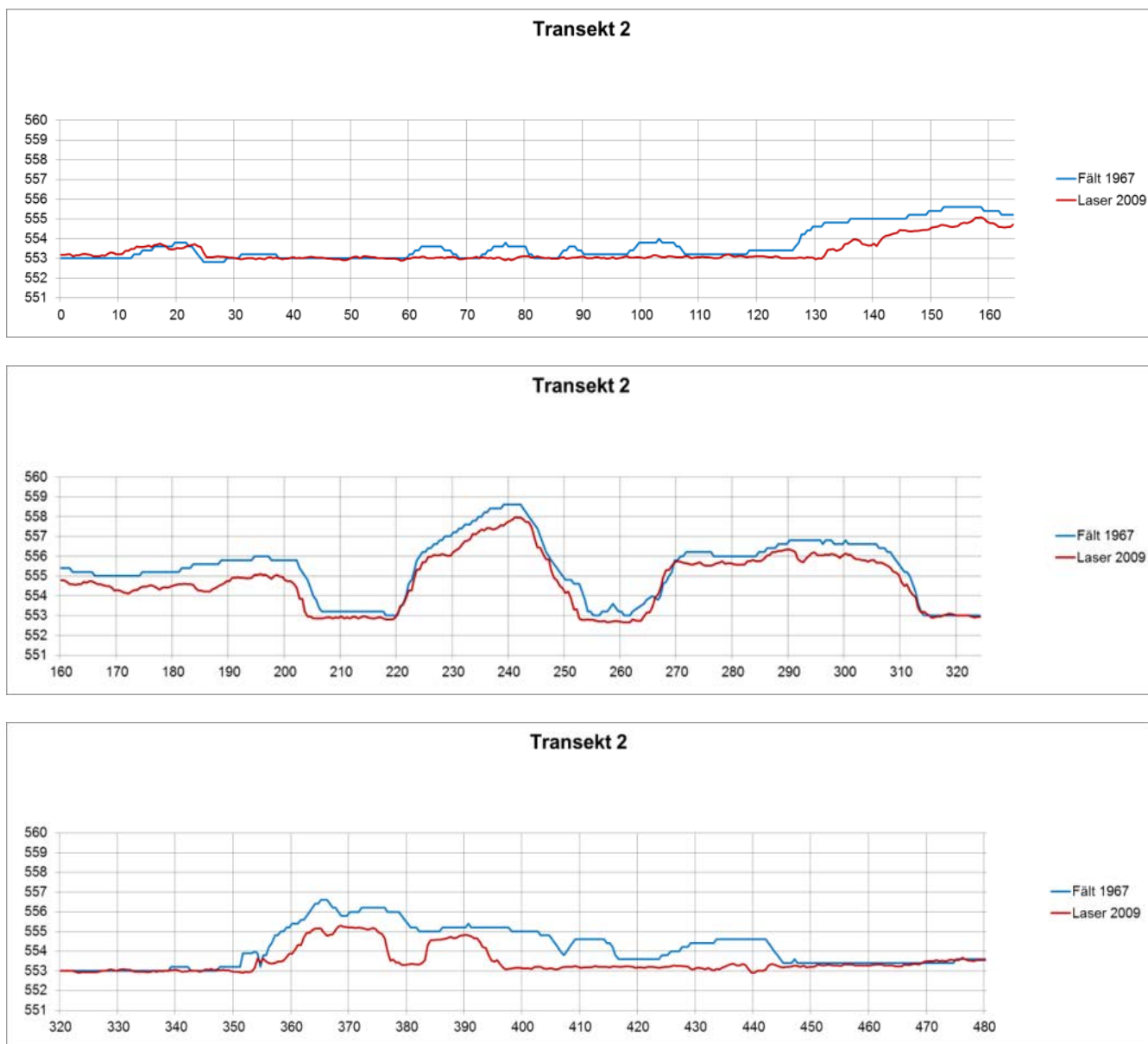
Figur 122. Vy från sydväst över den centrala delen av den stora myren i palsmyrområde 1 med höga, kupolformade palsar som bildar till stor del sammanhängande komplex på ömse sidor av ett centralt kärrdråg. Fotot ger en allmän bild av palsarnas läge och av nedbrytning präglade morfologi. Transekt 2 passerar snett uppåt vänster genom bildens centrala del. Foto Susanne Backe (augusti 2010).

Transekt 2 karakteriseras av att palsarna över lag har sjunkit ihop under det halvsekel som gått sedan den ursprungligen lades ut. Vidare skiljer sig situationen från den på 1960-talet genom att inga embryonala palsar längre finns längs eller i anslutning till transekten.

De låga och flacka palsar, som 1967 fanns i den sydvästra delen av transekten, har på ett undantag när försvunnit helt. Den högre, långsmala palstungan nordost därom har över lag sjunkit ihop 1-1½ m. Blockerosion förekommer endast i begränsad utsträckning utan det tycks i stället vara fråga om en allmän upptining av den frusna kärnan.

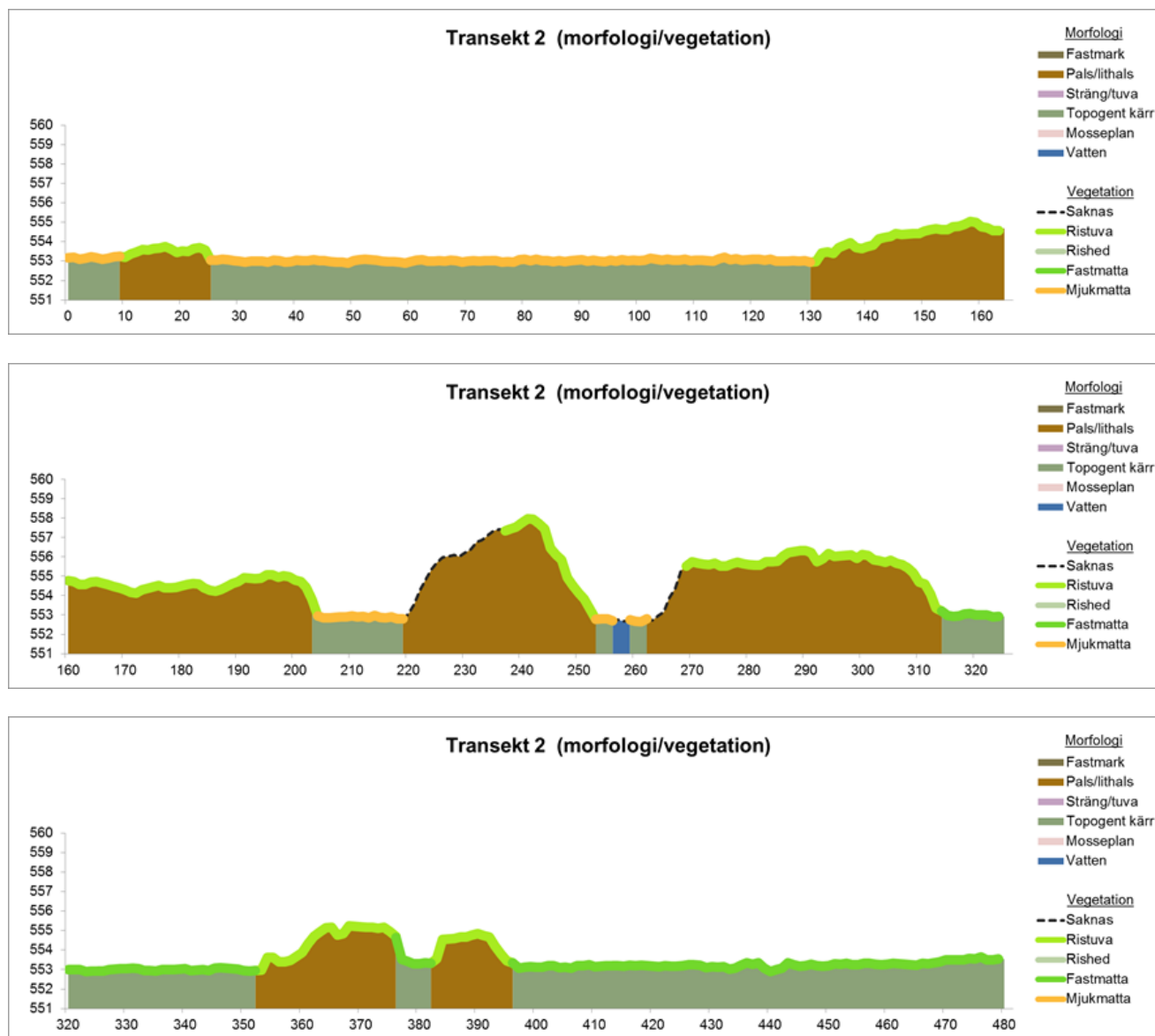
De höga palsarna i transektens centrala del har också sjunkit ihop märkbart till följd av allmän upptining. Tydlig koppling till blockerosion finns inte. Sådan erosion skedde tidigare med hög intensitet men har nu minskat påtagligt. I stället tycks vinderosion av kala torvytor spela en roll. Det gäller inte minst för den högsta palsen (se figur 18). Mot nordost blir de efter hand lägre palsarna mer och mer påverkade av nedbrytning – främst allmän hopsjunkning men också blockerosion – för att på en cirka 50 m lång sträcka vara helt borta. Det gäller även palsar med en höjd av 1½ - 2 m.

I övrigt hänvisas till figur 123.



Figur 123. Ytformerna längs transekt 2 2009 (baserade på laserskanning). Som jämförelse anges också transekten som den manuellt mättes in 1967 (från figur 15). X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordostlig riktning.

Vegetationen och morfologin längs transekt 2 inventerades i fält i mitten av augusti 2011. Resultaten redovisas i figur 124, tabell 18 och bilaga 2. Någon motsvarande vegetationskartering gjordes inte på 1960-talet men en översiktlig, schematisk bild av vegetationen längs delar av transekten redovisas i figur 19.



Figur 124. Morfologin/vegetationen längs transekt 2 enligt fältinventering i augusti 2011. De dominerande arterna redovisas i bilaga 2. X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordöstlig riktning.

Tabell 18. Fördelningen av olika morfologiska typer och vegetationstyper längs transekt 2.

Morfologisk typ	Total längd (m)
Pals	188
Topogent kärr	150
Vatten	3
Vegetationstyp	
Ristuva	173
Fastmatta	120
Mjukmatta	30
Ingen vegetation	28

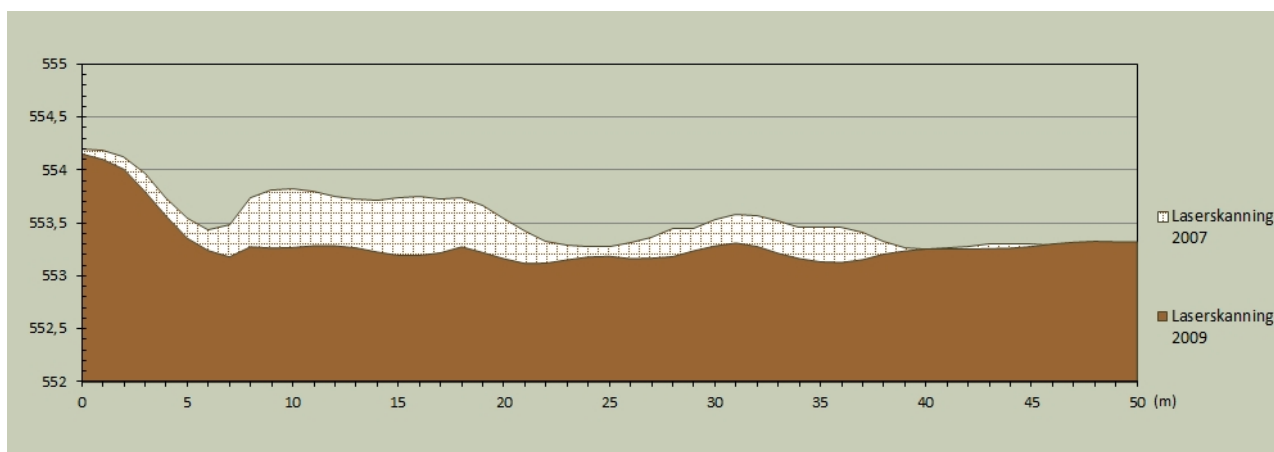
Någon systematisk kartering av djupet till tjälytan längs transekt 2 kunde av tidsskäl inte göras under fältarbetet 2011. Ett tiotal stickprovskontroller i samband med vegetationskarteringen i mitten av augusti 2011 tyder på att bilden då var likartad den som konstaterades i slutet av augusti 1967 (se figur 15).

8.1.3 Transekt 3

Transekt 3 (liksom transekt 4) redovisas i en tidigare rapport (Wramner et al. 2012) som exempel på snabb nedbrytning av palsar som kunnat dokumenteras genom laserskanningarna 2007 och 2009. Båda dessa transekter har bedömts lämpliga att ingå i övervakningsprogrammet därför att de är illustrativa och visar på de möjligheter som upprepad laserskanning erbjuder för att dokumentera utvecklingen i palsmyrar. Genom att också använda flygbilder (eller satellitbilder) förbättras möjligheterna för sådan dokumentation avsevärt.

Ett syfte med den jämförelsevis ingående beskrivningen av transekterna 3 och 4 är inte bara att dokumentera snabba förändringar utan också att ge ytterligare exempel på hur man kan kombinera laserskanningsdata och flygbilder för att rekonstruera utvecklingen i palsmyrar långt bakåt i tiden.

Läget av transekt 3 framgår av figurerna 95 (linje a) och 119. Den allmänna bilden av morfologin runt transekten framgår av figur 66. Ytformerna längs transekten 2007 och 2009 återges i figur 125. Figurerna 126 och 127 återger förstörade utdrag från 1963 och 2010 års flygbilder med transekten inlagd.



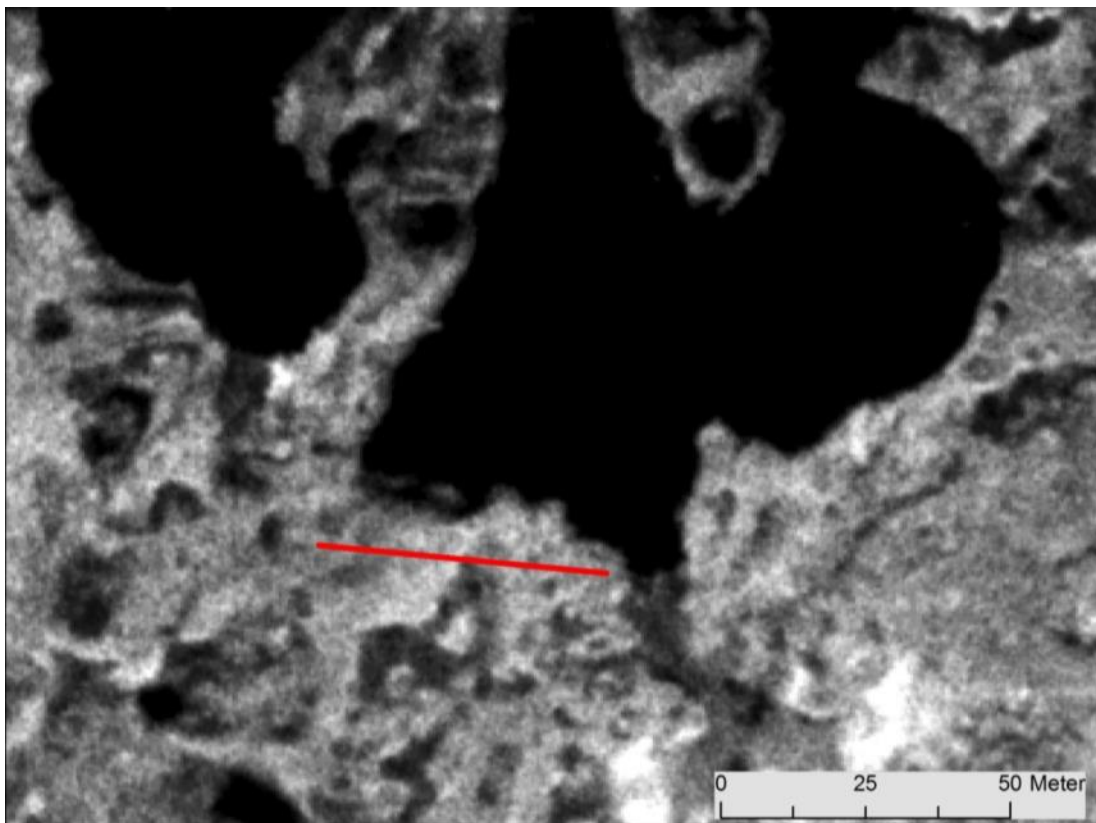
Figur 125. Ytformerna längs transekt 3 2007 och 2009 (baserade på laserskanning). Den övre begränsningen av den rutmarkerade ytan anger markytan 2007, den brunfärgade mark-/vattenytan 2009. Där rutmarkering saknas har ingen förändring ägt rum. Y-axeln anger höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i östsydöstlig riktning.

Den förstorade flygbilden i figur 126 visar att transekten år 1963 helt eller delvis passerade över tre sammanvuxna, låga palsar som i norr gick fram till ett stort palskar som nu är en del av det största karet i myren. Bilden visar tecken på nedbrytning genom blockerosion i palsarnas norra delar.

Laserskanningen år 2007 (figur 125) tyder på att inga palsar fanns i transektens östligaste del. Låga palsar eller palsrester förekom däremot i den centrala och västra delen. Vid laserskanningen 2009 (figur 125) hade dessa försvunnit utom längst i väster där en låg pals fortfarande avtecknade sig i transekten.

Figur 127 visar att transekten år 2010 till stor del passerade över öppet vatten. Den började i väster på en låg pals och slutade mot öster i en zon i palskaret med otjälade palsrester och mjukmattavegetation. Denna zon är utsträckt i öst – västlig riktning alldeles norr om transekten.

De båda flygbilderna och figur 95 visar sammantaget att nedbrytningen av palsarna i första hand skett från söder genom smältning och allmän hopsjunkning med utgångspunkt från en palsgöl, inte genom blockerosion från norr.



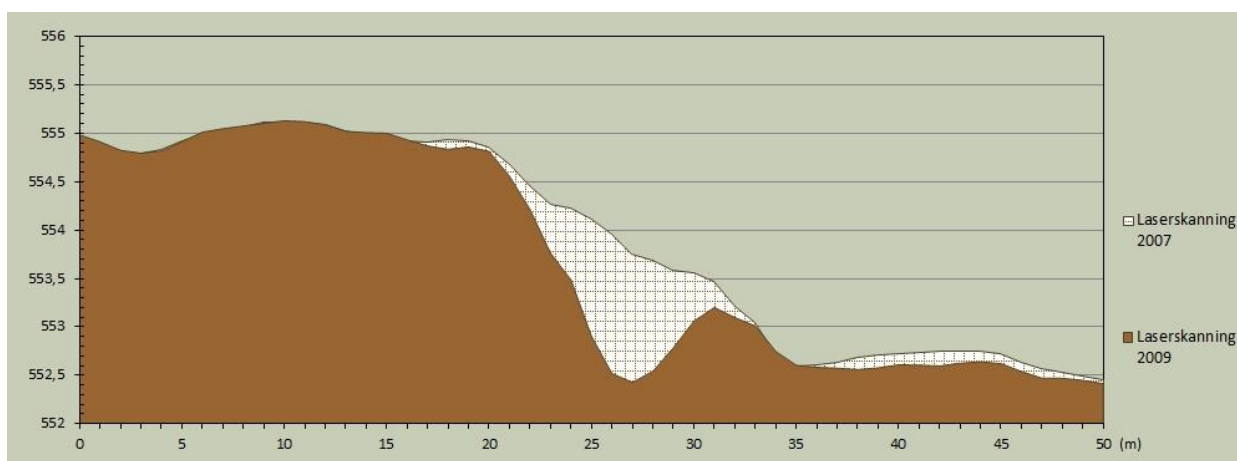
Figur 126. Förstorad flygbild från 1963 över det område där transekt 3 – markerad med en röd linje – är utlagd.



Figur 127. Förstorad flygbild från 2010 över det område där transekt 3 – markerad med en röd linje – är utlagd.

8.1.3 Transekt 4

Transekt 4 redovisar (på motsvarande sätt som transekt 3) förändringarna mellan 2007 och 2009 i ett palsparti av särskilt intresse i ett övervakningsperspektiv. Transektens läge framgår av figurerna 95 (linje b) och 119. Den allmänna bilden av morfologin runt transekten framgår av figurerna 74 och 122. Ytformerna längs transekten 2007 och 2009 återges i figur 128. Figurerna 129 och 130 återger förstörade utdrag från 1963 och 2010 års flygbilder med transekten inlagd.

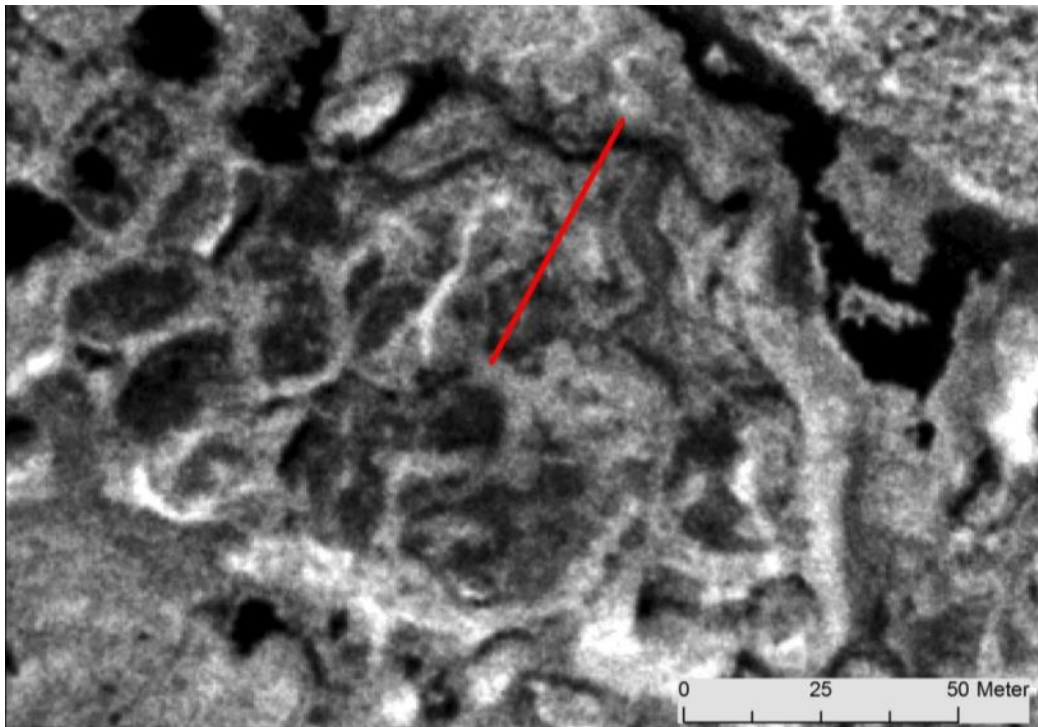


Figur 128. Ytformerna längs transekt 4 2007 och 2009 (baserade på laserskanning). Den övre begränsningen av den rutmarkerade ytan anger markytan 2007, den brunfärgade mark-/vattenytan 2009. Där rutmarkering saknas har ingen förändring ägt rum. Y-axeln anger höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordnordostlig riktning.

Transekten sträcker sig från överytan av en större pals, som ingår i ett vidsträckt palskomplex och är påverkad av nedbrytning, utför dess sluttning och vidare över ett blött myrparti med inslag av öppet vatten.

Figur 128 visar att en snabb nedbrytning – närmast kollaps – av palsens nordöstra sluttning har ägt rum mellan 2007 och 2009. Den nedersta delen av den tidigare sluttningen stod kvar som en strängformad palsrest.

I 1963 års flygbild (figur 129) framträder detaljerna i den ursprungliga palsen mindre tydligt men en distinkt palslagg, som bör ha haft betydelse för nedbrytningen, kan urskiljas. Laggen har i 2010 års flygbild (figur 130) övergått i ett brett palskar genom att anslutande palsar brutits ned. Av allt att döma har palskarsbildningen uppstått som en följd av både tidigare nedbrytning och den nämnda kollapsen. Morfologin och det snabba förloppet tyder dock på att den slutliga instörtningen av palssidan i första hand är en följd av allmän upptining av palsens frusna kärna, inte av lateral blockerosion.



Figur 129. Förstorad flygbild från 1963 över det område där transekt 4 – markerad med en röd linje – är utlagd.



Figur 130. Förstorad flygbild från 2010 över det område där transekt 4 – markerad med en röd linje – är utlagd.

8.2 Palsmyrområde 2

Den allmänna beskrivning – inklusive översiktsfoton – av de morfologiska huvuddragen i palsmyrområde 2, som ges i avsnitt 3.2, gäller i betydande utsträckning även för situationen kring 2010. Tittar man emellertid mer i detalj på enskilda palsar och palskomplex framgår tydligt att betydande förändringar inträffat, nästan enbart i form av nedbrytning och erosion.

Detta avsnitt koncentreras på transekterna (se figur 131). Fokus ligger på inträffade förändringar längs de gamla och beskrivningar av de nya transekterna. Ytterligare data, både av översiktligt och mer detaljerat slag, finns i kapitlen 4 – 6. Här bör särskilt framhållas karteringen i kapitel 5 och förändringsanalysen i kapitel 6 med bl.a. en särskild studie av områdets många vattensamlingar.



Figur 131. Läget av de transekter i palsmyrområde 2 som dokumenterats kring 2010 (5a-15 med undantag för 11). Jämför figur 25.

Som komplettering av tidigare redovisade äldre foton återges här en vy från luften över större delen av palsmyrområde 2 som fotograferades 2009. Se figur 132.



Figur 132. Vy från ostnordost över den centrala och västra delen av palsmyrområde 2 fotograferad från helikopter. I bildens centrala del syns den platå med bara fläckar av sand där transekterna 6 – 9 lagts ut. Till vänster i bilden syns den meandrande Jeutojåkkå. Foto Susanne Backe (augusti 2009).

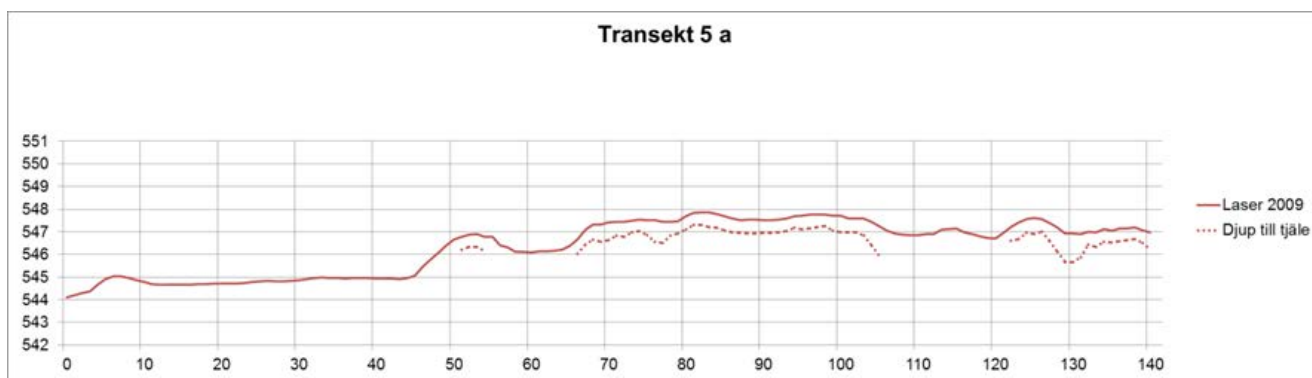
8.2.1 Transekt 5 a

Transekt 5 a är dragen från videsnåren vid Jeutojåkkå mot nordväst över den pals som också transekt 5 passerar över men med en nordligare sträckning. Den går fram till ett stort palskar strax öster om det kar som transekt 5 slutar i. Läget framgår av figur 131. Se också figurerna 27 och 30. Två skäl ligger bakom valet av den något avvikande sträckningen för transekt 5 a jämfört med den tidigare transekt 5. Dels är transekt 5 mycket lång och löper på en dryg tredjedel av sin sträcka över fastmark utan perenn tjäle som är mindre intressant i ett övervakningsperspektiv. Dels har det inte gått att i terrängen exakt lokalisera dess slutpunkt i västnordväst.

Den första delen av transekten (ca 50 – 60 m) ligger så nära transekt 5 att vissa slutsatser kan dras om utvecklingen sedan 1967. Palsen närmast Jeutojåkkå har försvunnit helt och endast en otjälad låg vall återstår. I stället har palskaret utökats avsevärt och delvis vuxit igen (se figur 136).

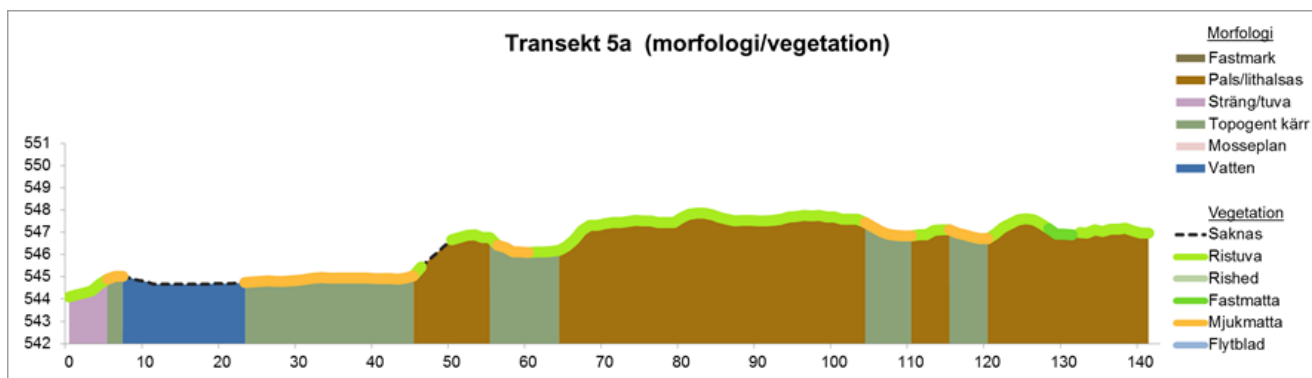
Transekt 5 a fortsätter över ett undulerande, lågt palsflak med flera igenvuxna palsgölar under vilka permafrosten helt har försvunnit. Se figurerna 137 och 138. Den mest uttalade av dessa (efter ca 60 m) kan ha koppling till den grunda palsgöl som syns på transekt 5 (figur 29). Transekten slutar i den igenvuxna södra delen av ett stort palskar. Se figur 139.

Ytformerna och förekomsten av tjäle i marken längs transekt 5 a redovisas i figur 133.



Figur 133. Ytformerna (baserade på laserskanning 2009) och djupet till tjälen (baserat på mätning i fält i mitten av augusti 2013) längs transekt 5 a. X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordvästlig riktning.

Vegetationen och morfologin längs transekten inventerades i fält i mitten av augusti 2013. Resultaten redovisas i figur 134, tabell 19 och bilaga 2. En fotodokumentation av transekten redovisas i figurerna 135 – 139.



Figur 134. Morfologin/vegetationen längs transekt 5 a enligt fältinventering i augusti 2013. De dominerande arterna redovisas i bilaga 2. X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordvästlig riktning.

Tabell 19. Fördelningen av olika morfologiska typer och vegetationstyper längs transekt 5 a.

Morfologisk typ	Total längd (m)
Pals	79
Topogent kärr	40
Vatten	16
Mosseplan	5
Vegetationstyp	
Ristuva	83
Mjukmatta	37
Ingen vegetation	20



Figur 135. Den sydöstra ändpunkten av transekt 5 a från öster. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 136. Det öppna palskaret i den sydöstra delen av transekt 5 a från sydost. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 137. Vy från sydsydost över den centrala och nordvästra delen av transekt 5 a fotograferad från luften. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 138. Den centrala delen av transekt 5 a från nordväst. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 139. Den nordvästra ändpunkten av transekt 5 a från sydost. Foto Susanne Backe (augusti 2013).

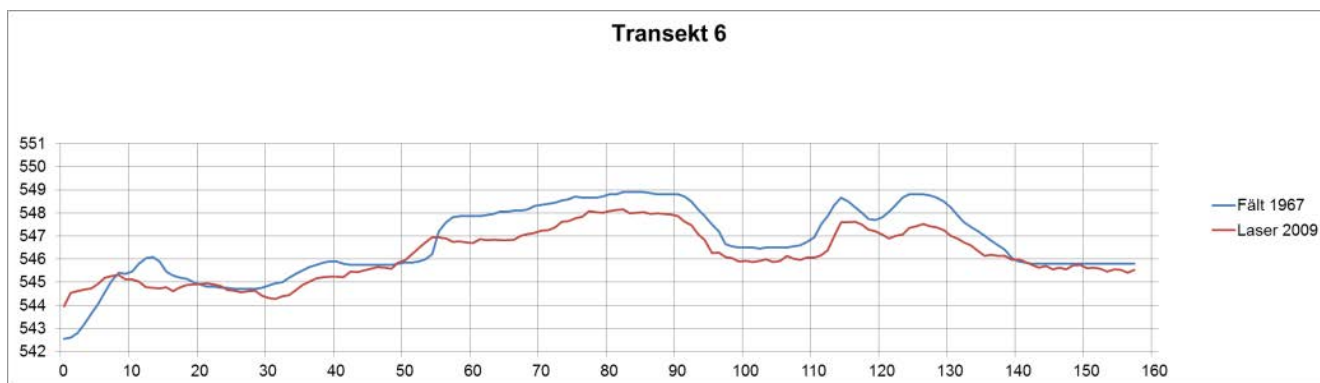
8.2.2 Transekt 6

Transekt 6 är dragen från stranden av Jeutojåkkå mot nordväst i utkanten av den tidigare nämnda sandplatån och passerar mer eller mindre degenererade lithalsar, palsar och övergångsformer dem emellan. Se figurerna 131 och 132. En äldre översiktsbild av området ges i figur 31. Transektens sydöstligaste del täcks vidare av de förstörade flygbilderna i figurerna 59 och 60.

Transekten korsar först rester av en lithals som sjunkit ihop sedan 1960-talet och sannolikt saknade tjäle i augusti 2011 (jämför motsvarande bildning i transekt 7). Den bildade närmast en flack vall runt en termokarstgrop. Efter att ha passerat över en vattensamling och ett svagt sluttande parti med otjälad sand når transekten en låg lithals/pals som minskat påtagligt i höjd och utbredning sedan 1960-talet men fortfarande innehöll tjäle i sin nordvästra del. Därefter följer en zon med otjälad myr och en ny lithals/pals som likaså sjunkit ihop påtagligt men fortfarande innehöll tjäle. Transekten avslutas i otjälad myr.

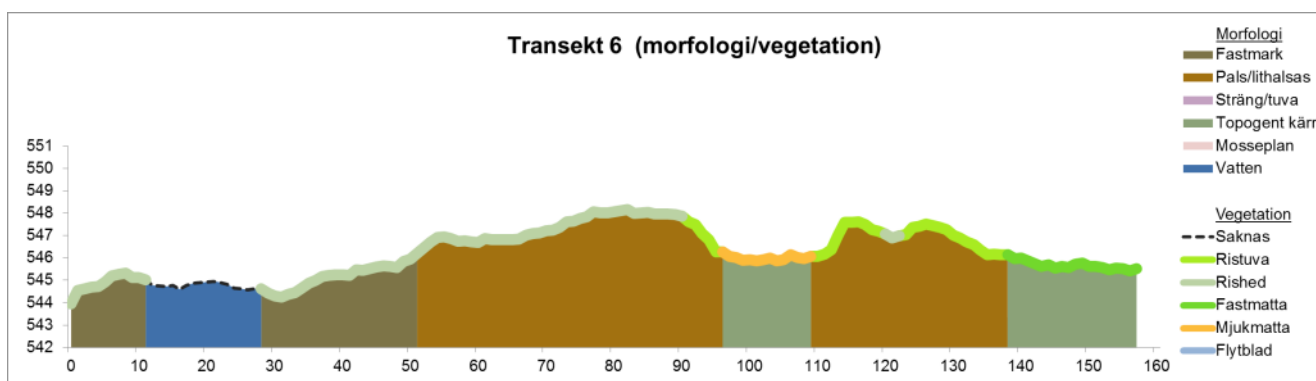
Det bör framhållas att bedömningarna av tjälförekomst är något osäkra eftersom de bygger på ett fåtal mätningar med lavinsond till ett djup av ca 2 m. Inga borrhningar har kunnat göras i transekten. Tid och utrustning medgav inte lika ingående tjäldjupsmätningar 2011 och 2013 som på 1960-talet. Exempelvis disponerades då motordrivna borrar och fältarbetet bedrevs under betydligt längre perioder.

Ytformerna längs transekten redovisas i figur 140.



Figur 140. Ytformerna längs transekt 6 2009 (baserade på laserskanning). Som jämförelse anges också transekten som den manuellt mättes in 1967 (från figur 32). X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln anger höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordvästlig riktning.

Vegetationen och morfologin längs transekten inventerades i fält i mitten av augusti 2011. Resultaten redovisas i figur 141, tabell 20 och bilaga 2. En fotodokumentation av transekten redovisas i figurerna 142 – 146.



Figur 141. Morfologin/vegetationen längs transekt 6 enligt fältkartering i augusti 2011. De dominerande arterna redovisas i bilaga 2. X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordvästlig riktning.

Tabell 20. Fördelningen av olika morfologiska typer och vegetationstyper längs transekt 6.

Morfologisk typ	Total längd (m)
Pals	71
Topogent kärr	35
Fastmark	34
Vatten	17
Vegetationstyp	
Rished	75
Ristuva	30
Fastmatta	19
Ingen vegetation	17
Mjukmatta	16



Figur 142. Jeutojåkkå och den sluttning ned mot vattendraget, i vilken startpunkten av transekt 6 är belägen, från öster. Foto Susanne Backe (augusti 2011).



Figur 143. Den sydöstligaste delen av transekt 6, vars sträckning anges av måttbandet, från nordväst. Transekten börjar intill den vänstra av de två björkarna vid Jeutojåkkå. Foto Susanne Backe (augusti 2011).



Figur 144. Startpunkten för transekt 6 (aluminiumstav med plasthätta till vänster om björkstammen) från väster. Foto Susanne Backe (augusti 2011).



Figur 145. Den sydöstra tredjedelen av transekt 6 från västnordväst. På bilden syns transektens stora termokarstgrop och den svagt sluttande sandplatån nordväst därom. Foto Susanne Backe (augusti 2011).



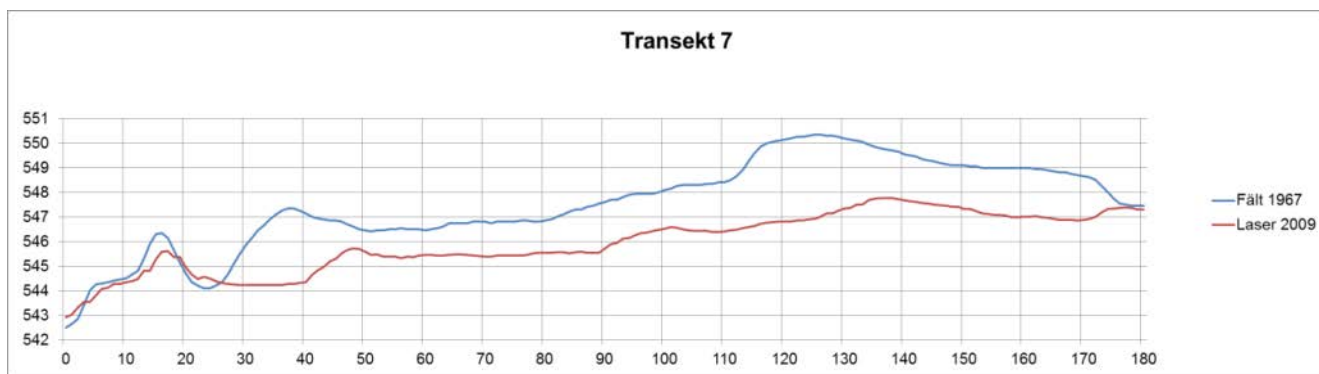
Figur 146. Den nordvästligaste delen av transekt 6 från nordväst. Transektens ungefärliga sträckning framgår av måttbandet. På bilden syns i första hand den pals och det topogena kärr som avslutar transekten i nordväst. Foto Susanne Backe (augusti 2011).

8.2.3 Transekt 7

Transekt 7 är dragen från stranden av Jeutojåkkå mot nordväst över sandplatån (se figur 131). Den passerar ett sammanhängande fastmarksområde med mer eller mindre degenererade lithalsar som utom närmast Jeutojåkkå är låga och flacka. Mot norr sker en successiv övergång till en likaledes låg och flack pals – eller snarare tidigare sådan – och transekten avslutas i ett otjälät kärr. En äldre översiktsbild av området ges i figur 31. Den sydöstra delen av transekten täcks vidare av de förstörade flygbilderna i figurerna 59 och 60.

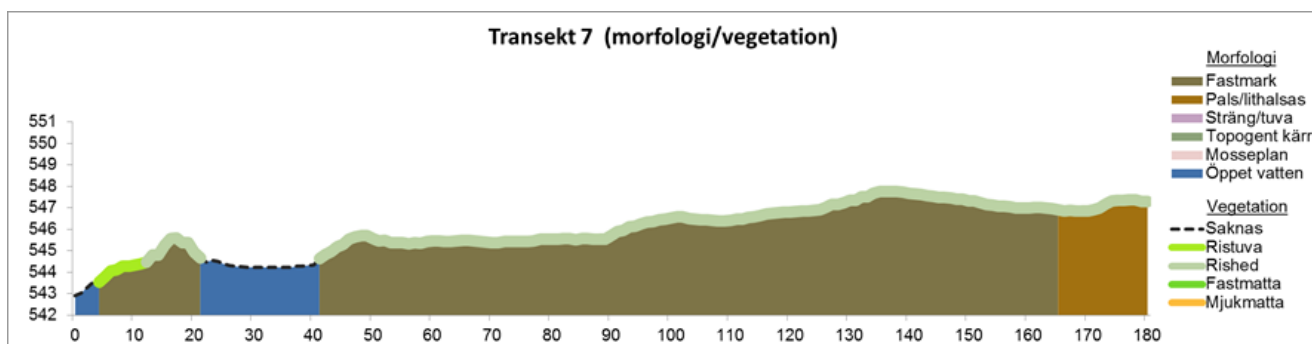
Ytformerna längs transekten redovisas i figur 147. Figuren visar hur den stora termokarstgropen i transektens sydöstra del har utvidgats betydligt sedan 1967 och nu har ett för sådana bildningar typiskt utseende med bl.a. öppet vatten och en tydlig omgivande vall. Som tidigare framhållits (se avsnitt 3.2.2) skedde stora förändringar av gropen mellan 1963 och 1967. Den permafrost som fanns närmast Jeutojåkkå i slutet av augusti 1967 var 2011 av allt att döma helt borta. Det bör noteras att markytan längs hela transekten har sänkts med minst en meter mellan 1967 och 2009. Det gäller även det flacka området mellan cirka 50 och 90 meter som var tjälät 1967 men inte visade några spår av uppvälvning. Vid fältbesiktningen i mitten av augusti 2011 noterades inte heller här någon tjäle. Endast någon enstaka och osäker notering av tjäle gjordes på större djup ($> 1\frac{1}{2}$ m) i de delvis torvtäckta delarna av transekten längst i nordväst.

Här har således av allt att döma det sammanhängande fastmarksområde med permafrost men utan märkbar upphöjning, som fanns på 1960-talet, ersatts av ett till synes likartat område, där permafrosten försvunnit och markytan sjunkit en dryg meter. Detta är den enda observationen av en sådan förändring i Tavvavuoma. Den bedöms vara av betydande vetenskapligt intresse.



Figur 147. Ytformerna längs transekt 7 2009 (baserade på laserskanning). Som jämförelse anges också transekten som den manuellt mättes in 1967 (från figur 33). X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordvästlig riktning.

Vegetationen och morfologin längs transekten inventerades i fält i mitten av augusti 2011. Resultaten redovisas i figur 148, tabell 21 och bilaga 2. En fotodokumentation av transekten redovisas i figurerna 149 – 152.



Figur 148. Morfologin/vegetationen längs transekt 7 enligt fältkartering i augusti 2011. De dominerande arterna redovisas i bilaga 2. X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordvästlig riktning.

Tabell 21. Fördelningen av olika morfologiska typer och vegetationstyper längs transekt 7.

Morfologisk typ	Total längd (m)
Fastmark	139
Vatten	25
Pals	16
Vegetationstyp	
Rished	147
Ingen vegetation	25
Ristuva	8



Figur 149. Den sydostligaste delen av transekt 7 från nordväst. Startpunkten ligger nere i Jeutojåkkå. Foto Susanne Backe (augusti 2011).



Figur 150. Den stora termo-karstgropen i transekt 7 från nordväst. Transektens sträckning framgår av måttbandet. Foto Susanne Backe (augusti 2011).



Figur 151. Den centrala delen av transekt 7, vars sträckning framgår av måttbandet, från nordväst. Bilden visar den flacka sandplatån med sin typiska rishedsvegetation. Foto Susanne Backe (augusti 2011).



Figur 152. Den nordvästligaste delen av transekt 7 från nordväst. Bilden visar den pals i vars kant transekten slutar. I högra hälften av bilden har palsens kantzon delvis sjunkit ihop. Foto Susanne Backe (augusti 2011).

8.2.4 Transekt 8

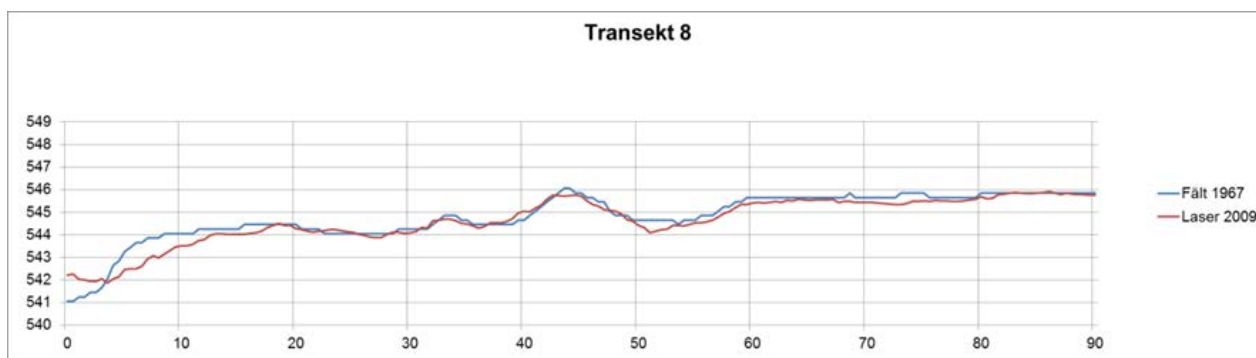
Transekt 8 är dragen från stranden av Jeutojåkkå mot nordnordväst över sandplatån. Se figur 131. Den går över ett flackt område som närmast vattendraget utgör sankmark med tunt torvtäcke och rester av palsar. Morfologin i stort bestäms av den mineraljord som underlagrar torven. Högre upp vidtar en torr sandhed med rester av lithalsar. En äldre översiktsbild av området ges i figur 31. Transektens sydöstligaste del täcks vidare av de förstörade flygbilderna i figurerna 59 och 60. Ytformerna längs transekten redovisas i figur 153.

Transekten passerar över två rundade, vallomgärdade vattensamlingar som utgör typiska termokarstbildningar uppkomna genom fullständig nedbrytning av en pals respektive en lithals. Transekten saknade helt tjäle både 1967 och 2011 – möjligen med undantag för marken under den största termokarstgropen (se transekt 9) vars centrala delar av praktiska skäl inte kunde

undersökas 1967. Det är därför naturligt att morfologin i övrigt – enligt transekterna från 1967 respektive 2009 – har varit i det närmaste oförändrad under det senaste halvseket.

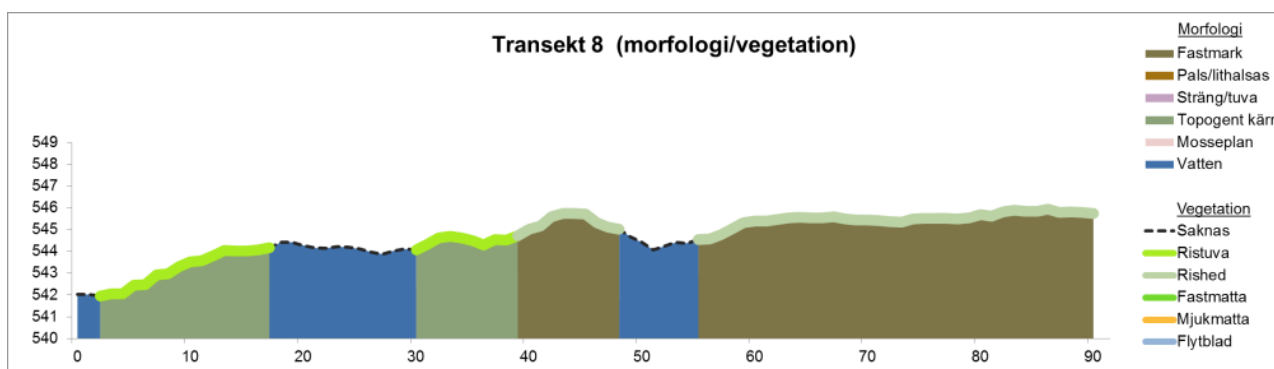
Överensstämmelsen mellan de två mätningarna, som utförts med olika metoder över ett område utan permafrost och med av allt att döma stabila geomorfologiska förhållanden i övrigt (utom närmast Jeutojåkkå), är av metodologiskt intresse i detta sammanhang. Den ursprungliga transekten är manuellt avvägd enligt på 1960-talet gängse metod som ansågs kunna ge detaljerade och tillförlitliga resultat. Under förutsättning att morfologin varit oförändrad sedan dess, vilket bedöms vara fallet, innebär överensstämmelsen mellan de båda mätningarna ett ytterligare stöd för tillförlitligheten av laserskanning som metod vid övervakning av palsmyrar. Se vidare avsnitt 4.2.

Transekt 8 har således ett principiellt intresse från metodologisk synpunkt. Den är den enda av de 15 transekterna som gått över ett stabilt område i stort sett utan permafrost under hela det senaste halvseket.



Figur 153. Ytformerna längs transekt 8 2009 (baserade på laserskanning). Som jämförelse anges också transekten som den manuellt mättes in 1967 (från figur 35). X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordnordvästlig riktning.

Vegetationen och morfologin längs transekten inventerades i fält i mitten av augusti 2011. Resultaten redovisas i figur 154, tabell 22 och bilaga 2.



Figur 154. Morfologin/vegetationen längs transekt 8 enligt fältkartering i augusti 2011. De dominerande arterna redovisas i bilaga 2. X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordnordvästlig riktning.

Tabell 22. Fördelningen av olika morfologiska typer och vegetationstyper längs transekt 8.

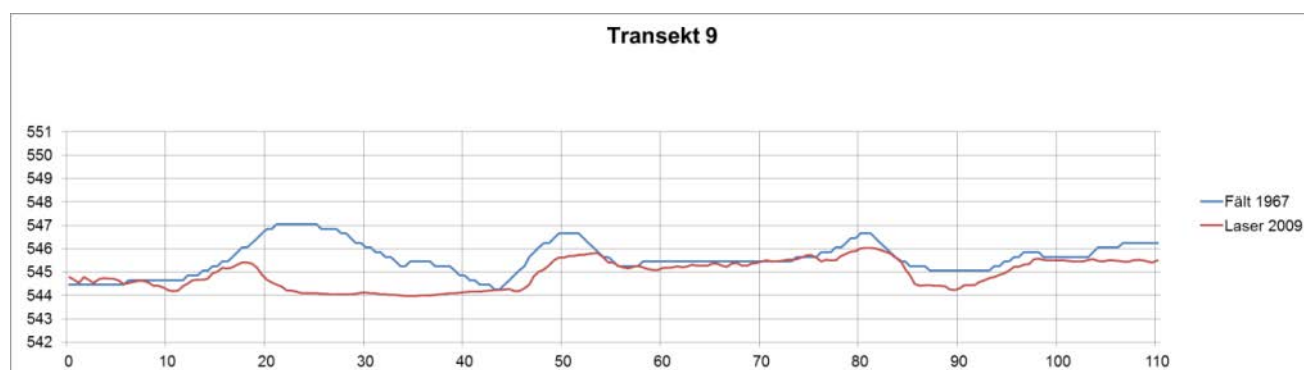
Morfologisk typ	Total längd (m)
Fastmark	44
Topogent kärr	24
Vatten	22
Vegetationstyp	
Rished	44
Ristuva	24
Ingen vegetation	22

8.2.5 Transekt 9

Transekt 9 löper mot nordnordost nära och ungefär parallellt med Jeutojåkkå. Den passerar över de största termokarstgroparna i transekterna 7 och 8. Dessa transekter korsas således av transekt 9 (se figur 131). Ytformerna längs transekten redovisas i figur 155.

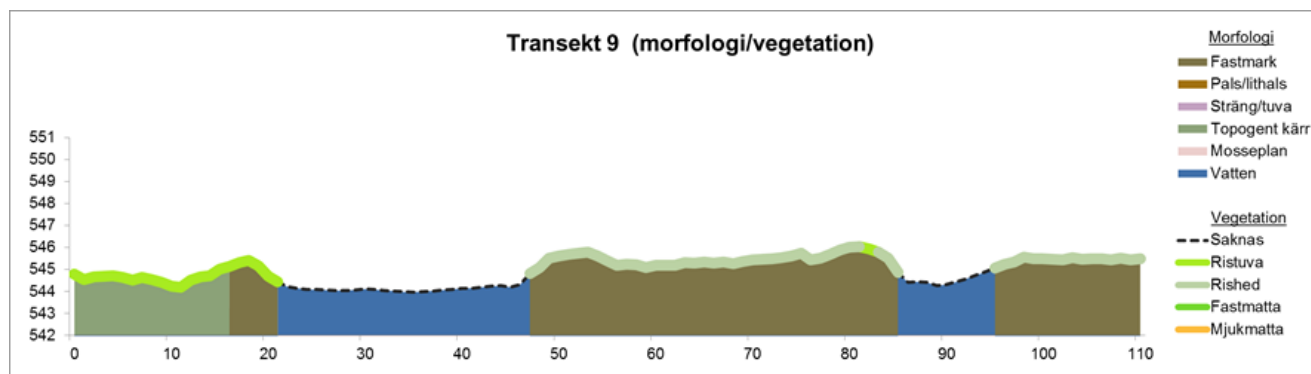
Även i detta perspektiv ser man tydligt den under transekt 7 beskrivna termokarstgropen och dess utvidgning genom att palsen/lithalsen närmast Jeutojåkkå till största delen försvunnit. Även den under transekt 8 beskrivna termokarstgropen har sjunkit. Att vallar runt termokarstgropar med tiden jämnas ut är en naturlig process som sker långt efter det att permafrosten försvunnit.

Ingen tjäle påträffades i transekt 9 under fältarbetet i augusti 2011.



Figur 155. Ytformerna längs transekt 9 2009 (baserade på laserskanning). Som jämförelse anges också transekten som den manuellt mättes in 1967 (från figur 36). X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordnordostlig riktning.

Vegetationen och morfologin längs transekten inventerades i fält i mitten av augusti 2011. Resultaten redovisas i figur 156, tabell 23 och bilaga 2.



Figur 156. Morfologin/vegetationen längs transekt 9 enligt fältkartering i augusti 2011. De dominerande arterna redovisas i bilaga 2. X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordnordöstlig riktning.

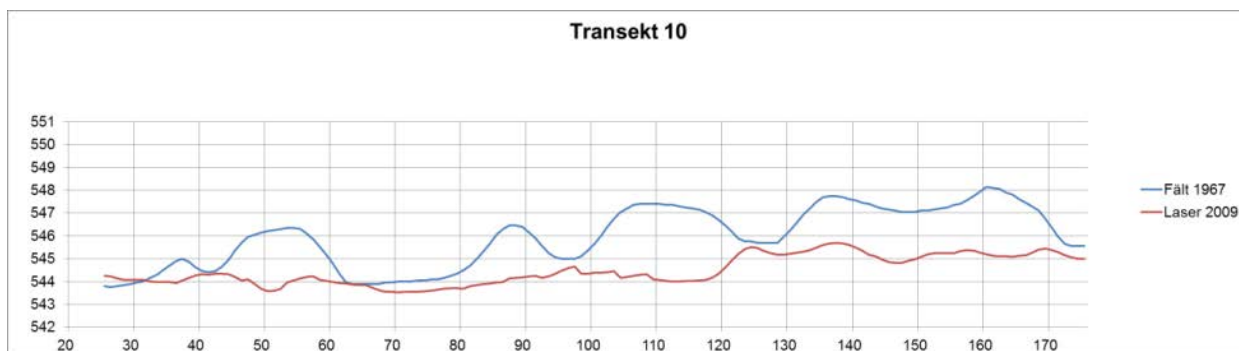
Tabell 23. Fördelningen av olika morfologiska typer och vegetationstyper längs transekt 9.

Morfologisk typ	Total längd (m)
Fastmark	56
Vatten	38
Topogent kärr	16
Vegetationstyp	
Rished	52
Ingen vegetation	38
Ristuva	20

8.2.6 Transekt 10

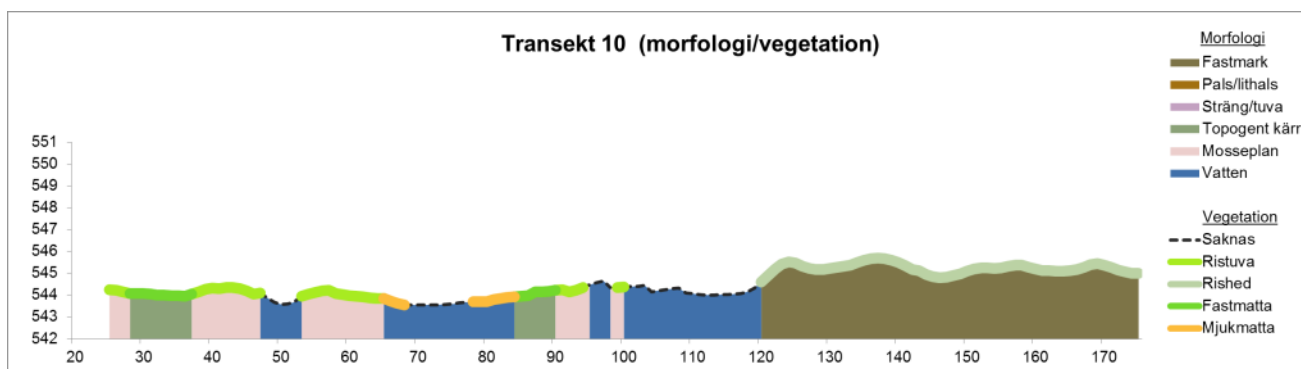
Transekt 10 löper mot nordnordost parallellt med Jeutojåkkå. Läget framgår av figur 131. Den är av särskilt intresse genom att passera genom ett område där betydande – och väldokumenterade – förändringar inträffat mellan 1960-talet och 2010-talet. De tre markanta palsar/lithalsar som fanns 1967 – om än påverkade av nedbrytningsprocesser – var 2011 i stort sett borta och hade ersatts av fyra vattenfyllda termokarstgropar (palskar) omgivna av låga vallar. I augusti 2011 och 2013 påträffades över huvud taget ingen tjäle i transekten, trots att schaktning och sondering med stickborr eller lavinsond ned till ett djup av 2 – 2½ m gjordes i flera fall. Sådan kan dock finnas kvar på större djup. För detta talar färskare spår av hopsjunkning runt termokarstgroparna – framför allt instörtningssstrukturerna i figur 165 – som tyder på smältning av permafrost i sen tid.

Ytformerna längs huvuddelen av transekten redovisas i figur 157.



Figur 157. Ytformerna längs transekt 10 2009 (baserade på laserskanning). Som jämförelse anges också transekten som den manuellt mättes in 1967 (från figur 38). X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordnordostlig riktning. Orsaken till att den första delen av transekten utelämnats är att den redovisar ett område med björkar och videsnår utan palsar/lithalsar på 1960-talet som bedöms sakna intresse från övervakningssynpunkt.

Vegetationen och morfologin inventerades i fält i mitten av augusti 2013. Resultaten redovisas i figur 158, tabell 24 och bilaga 2.



Figur 158. Morfologin/vegetationen längs transekt 10 enligt fältkartering i augusti 2013. De dominerande arterna redovisas i bilaga 2. X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordnordostlig riktning.

Tabell 24. Fördelningen av olika morfologiska typer och vegetationstyper längs transekt 10.

Morfologisk typ	Total längd (m)
Mosseplan	57
Fastmark	56
Vatten	47
Topogent kärr	15
Vegetationstyp	
Ristuva	57
Rished	56
Ingen vegetation	37
Fastmatta	15
Mjukmatta	10

Situationen på 2010-talet framgår vidare av fotografierna i figurerna 159 – 166. Se också jämförelsen i figurerna 71 och 72 av en flygbild från 1963 och en satellitbild från 2010 över området. Situationen 1981 framgår av figur 39.



Figur 159. Vy från väster över merparten av det område som återges i figurerna 71 och 72 fotograferad från luften. De fyra vattenfyllda termokarstgroparna (palskaren) i transekt 10, som ligger på en rad närmast Jeutojåkkå, framträder tydligt. På andra sidan vattendraget syns det i avsnitt 3.2.3 beskrivna området. Fotograferingen har skett från helikopter. Foto Susanne Backe (augusti 2011).



Figur 160. Foto från söder över de tre nordligaste av de fyra termokarstgroparna närmast Jeutojåkkå i figur 159. Foto Kjell Wester (augusti 2011).



Figur 161. Den södra ändpunkten av transekt 10 från söder. Sträckningen framgår av måttbandet. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 162. Den södra delen av transekt 10 från söder. I bildens vänstra del skymtar den sydligaste av de fyra palskaren i transekten. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 163. Den centrala delen av transekt 10 från söder. Transekten passerar över den högra (östra) kanten av den näst sydligaste av de fyra palskaren i transekten. Notera vallen med bar torv i bildens övre, vänstra del. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 164. Det näst nordligaste av de fyra palskaren i transekt 10 från söder. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 165. Det nordligaste av de fyra palskaren i transekt 10 från söder. Transekten går längs karetets vänstra (västra) kant. Notera instörtningssstrukturerna i förgrunden och den ännu ej vissnade fastmarksvegetation (främst dvärgbjörk och nordkråkris) i vattnet. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 166. Den norra ändpunkten av transekt 10 från söder. Foto Susanne Backe (augusti 2013).

Transekt 10 visar tydligt hur nedbrytningen av palsar och lithalsar kan gå till. Palsen/lithalsen längst i söder påverkades först av blockerosion från två håll (se figur 39). När denna nått en viss nivå smälte och kollapsade den helt. Nedbrytningen av palsarna/lithalsarna längre norrut i transekten skedde mer genom direkt smältning och kollaps. I åtminstone den nordligaste av dessa började processen i en svacka på ovansidan. I båda fallen blev slutresultatet en rundad, vattenfylld termokarstgrop (palskar eller motsvarande bildning efter en lithals) omgiven av en låg vall.

Även om frågetecken finns kring förekomsten av permafrost längs transekten har det bedömts angelägen att följa upp utvecklingen framöver. Under alla förhållanden är det av intresse att följa effekter av eventuella framtida klimatfluktuationer och hur redan påbörjade igenläknings- och igenväxningsprocesser fortskrider. Det senare är särskilt viktigt genom att ge kunskap om hur tidigare permafrost ska kunna spåras efter att den perenna tjälen och av denna orsakade landformer försvunnit.

8.2.7 Transekt 11

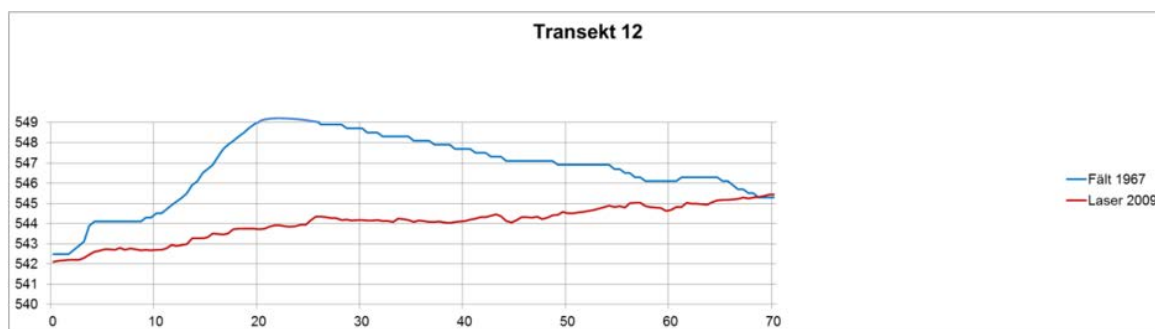
Transekt 11 passerar över palsar/lithalsar som genomgått stora förändringar mellan 1960-talet och 2010-talet i form av smältning och nedbrytning. Dock krävs ytterligare arbete i fält för att komplettera och kvalitetssäkra tillgängliga data om den nuvarande situationen. Framför allt behövs en mer detaljerad bestämning av transekten läge i terrängen för att kunna lokalisera den laserbaserade transekten rätt. Därför kan inte någon sådan transekt upprättas nu.

Transekt 11 bedöms dock ha ett sådant intresse i ett övervakningsperspektiv att den bör följas upp framöver – under förutsättning att dess exakta läge i terrängen kan fastställas vid framtida fältstudier i Tavvavuoma. Därför tas den upp i denna rapport och dess ungefärliga läge har markerats i figur 25.

8.2.8 Transekt 12

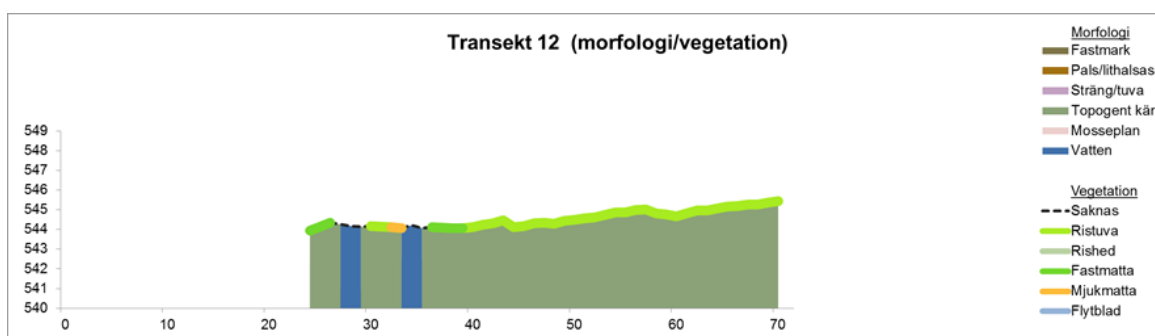
Transekt 12 är dragen från Jeutojåkkå mot väster. Läget framgår av figur 131. Den passerade från början över en hög pals som i dag är till stor del nedbruten genom framför allt blockerosion från norr men också från väster. Därutöver har palsen i sin helhet sjunkit ihop vilket är särskilt tydligt vad gäller den södra sluttningen. Transektens sträckning låg i mitten av augusti 2013 vid sidan av palsresterna och den saknade helt tjäle.

Ytformerna längs transekten redovisas i figur 167. Utvecklingen längs transekten framgår också av de förstörade flygbilderna i figurerna 61 (från 1963) och 62 (från 2010).



Figur 167. Ytformerna längs transekt 12 2009 (baserade på laserskanning). Som jämförelse anges också transekten som den manuellt mättes in 1967 (från figur 41). X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i västlig riktning.

Vegetationen och morfologin längs huvuddelen av transekten inventerades i fält i mitten av augusti 2011. Resultaten redovisas i figur 168, tabell 25 och bilaga 2. Se även fotona i figurerna 169 – 173.



Figur 168. Morfologin/vegetationen längs transekt 12 enligt fältkartering i augusti 2013. De dominerande arterna redovisas i bilaga 2. Orsaken till att den första delen av transekten utelämnats är att den redovisar sluttningen mot Jeutojåkkå som bedömts sakna intresse från övervakningssynpunkt. Den består av tät björkskog med ett högt buskskikt av dvärbjörk och viden. X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i västlig riktning.

Tabell 25. Fördelningen av olika morfologiska typer och vegetationstyper längs transekt 12.

Morfologisk typ	Total längd (m)
Topogent kärr	42
Vatten	5
Vegetationstyp	
Ristuva	33
Fastmatta	7
Ingen vegetation	5
Mjukmatta	2



Figur 169. Den östra ändpunkten av transekt 12 från öster. Foto Susanne Backe (augusti 2013)



Figur 170. Den östra delen av transekt 12 från öster. Till höger i bilden skymtar sluttningen av den återstående palsresten. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 171. Den centrala delen av transekt 12 från öster. I förgrunden syns en palslagg som övergått till ett palskar genom att palssidans sjunkit ihop. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



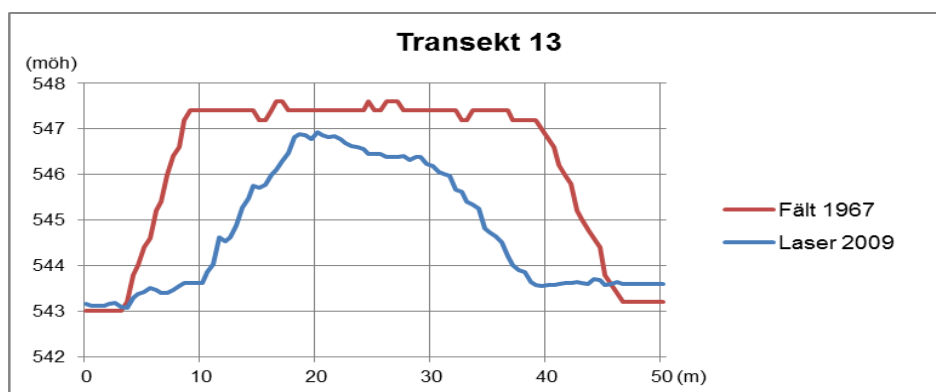
Figur 172. Den västra delen av transekt 12 från öster. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 173. Den västra ändpunkten av transekt 12 från öster. Foto Susanne Backe (augusti 2013).

8.2.9 Transekt 13

Transekt 13 är dragen från Jeutojåkkå mot öster över en hög, fristående pals. Transekten är den enda i palsmyrområde 2 som lagts över en pals belägen öster om Jeutojåkkå, dvs. i delområde c. Läget framgår av figur 131. Ytformerna längs transekten redovisas i figur 174. De framgår också av de förstörade flygbilderna i figurerna 61 (från 1963) och 62 (från 2010). Ingen vegetationskartering har skett i denna transekt eftersom det inte gick att ta sig över Jeutojåkkå.



Figur 174. Ytformerna längs transekt 13 2009 (baserade på laserskanning). Som jämförelse anges också transekten som den manuellt mättes in 1967 (från figur 44). Y-axeln anger höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i östlig riktning.

Figur 174 visar att palsen sedan 1960-talet har minskat avsevärt i utbredning och sjunkit ihop. Den har inte heller kvar den uttalade platåbergsformen (se figur 45). Samtidigt har palslaggen/-karet väster och norr om palsen delvis vuxit igen. Sluttningarna är uppspruckna ungefär som tidigare och är påverkade av blockerosion, dock inte av mer intensivt slag (liksom vid fältbesök på 1960-talet och 1981). Vegetationen tycks inte ha förändrats under det gångna halvseket. Se också figurerna 61 och 62.

Uppenbart har nedbrytningen skett genom både blockerosion från sidorna och allmän smältning och hopsjunkning med den senare som den sannolikt viktigaste av dessa båda sammankopplade faktorer.

8.2.10 Transekt 14

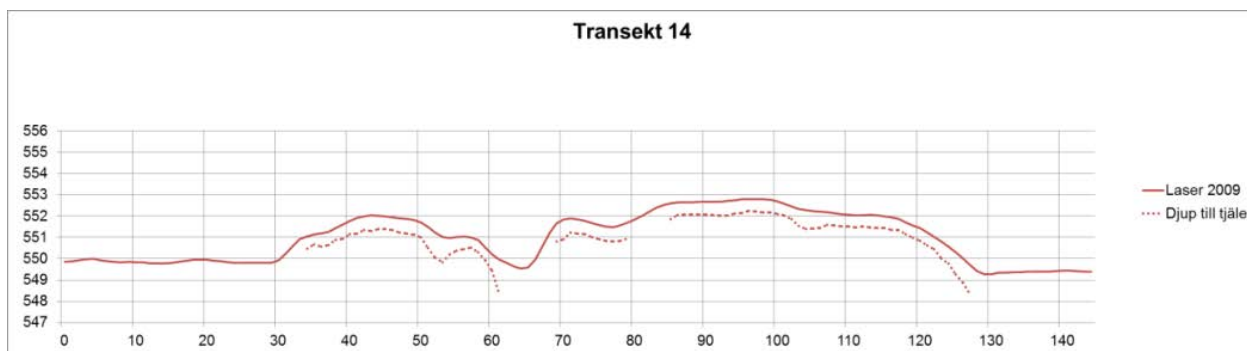
Transekt 14 lades ut 2013 i den västra delen av palsmyrområde 2 där tidigare inga transekter lagts ut. Syftet var att få en mer heltäckande och representativ bild av palsarna i detta palsmyrområde. Läget av transekten inom den för komplettering utvalda delen av området bestämdes genom slumpning. Denna del av palsmyrområde 2 saknar lithalsar och har större inslag av något högre och mer kupolformade palsar än palsflaken längre österut. En vy från luften över delar av området kring transekt 14 visas i figur 175.



Figur 175. Vy från ungefär sydväst över den västra delen av palsmyrområde 2. Transekt 14 passerar över palskaret och erosionsbranten i bildens centrum. Dessa framträder också tydligt mellan 60 och 70 meter i figurerna 176 och 177. Fotograferingen har skett från helikopter. Foto Susanne Backe (augusti 2013).

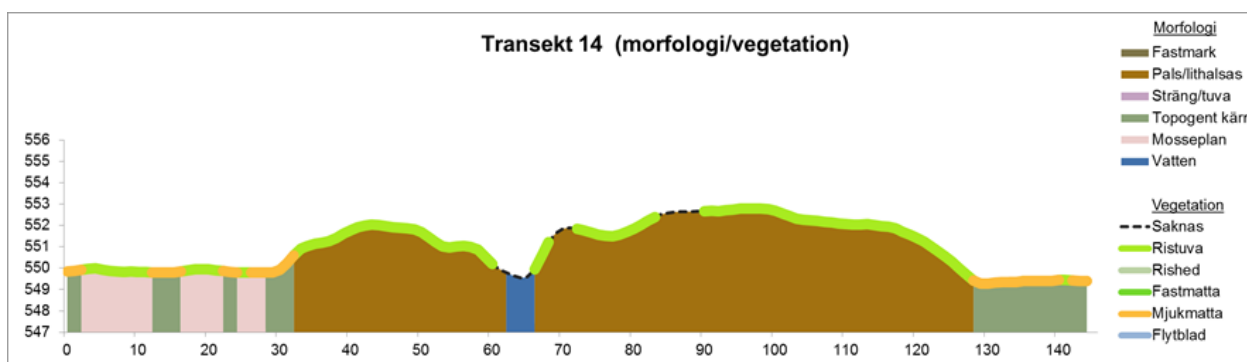
Transekt 14 är dragen österut från palsmyrens rand över ett område med relativt låga (2-3 m) och mjukt rundade palsar. Läget framgår av figur 131. Ytformerna och djupet till tjälen längs transekten redovisas i figur 176. Transekten börjar i otjälad myrmark och passerar sedan en flack pals med tecken på smältning/nedbrytning som åtskiljs av ett palskar från en större pals som ingår i ett komplex. Detta visar liknande tecken på smältning/nedbrytning och slutar i otjälad myrmark.

Någon borrhning för att studera palsarnas inre byggnad har inte gjorts i transekten. Studier av erosionsbranter längs transekten och i närheten av denna tyder dock på att palsarna har en uttalad mineraljordskärna som sannolikt spelat en viktig roll för palsbildningen.



Figur 176. Ytformerna (baserade på laserskanning 2009) och djupet till tjälen (baserat på mätning i fält i mitten av augusti 2013) längs transekt 14. Palsslutningen mellan 80 och 85 m är uppsprucken och påverkad av nedbrytning (se figur 175). X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i östlig riktning.

Vegetationen och morfologin längs huvuddelen av transekten inventerades i fält i mitten av augusti 2013. Resultaten redovisas i figur 177, tabell 26 och bilaga 2. Se vidare fotona i figurerna 178 – 182.



Figur 177. Morfologin/vegetationen längs transekt 14 enligt fältkartering i augusti 2013. De dominerande arterna redovisas i bilaga 2. X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i östlig riktning.

Tabell 26. Fördelningen av olika morfologiska typer och vegetationstyper längs transekt 14.

Morfologisk typ	Total längd (m)
Pals	91
Topogent kärr	29
Mosseplan	20
Vatten	5
Vegetationstyp	
Ristuva	96
Mjukmatta	25
Ingen vegetation	24



Figur 178. Vy från startpunkten av transekt 14 mot öster över otjälad myr och den första palsen. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 179. Den första palsen i transekt 14 från väster. Transektens sträckning anges av måttbandet. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 180. Palskaret mellan första och andra palsen i transekt 14 från sydväst. Notera transektens sträckning och den pågående blockerosionen. Jämför figur 175. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 181 Palskomplexet i transekt 14 från ungefär sydost. Transekten passerar här insjunkningen utan tjäle efter ca 80 m (se figur 176). Foto Susanne Backe (augusti 2013).



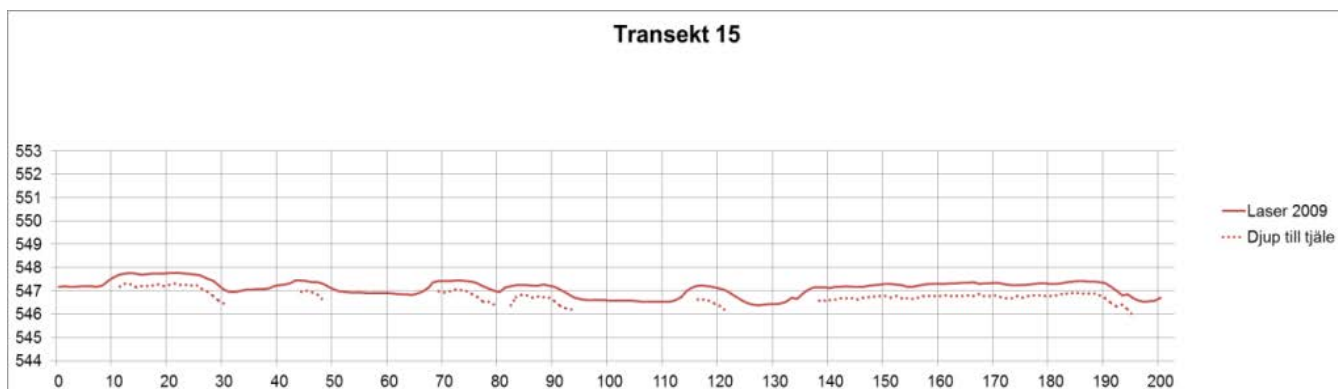
Figur 182. Vy över det otjälade kärret i östligaste delen av transekt 14 från ungefär väster. Slutpunkten är där måttbandet slutar. Foto Susanne Backe (augusti 2013).

8.2.11 Transekt 15

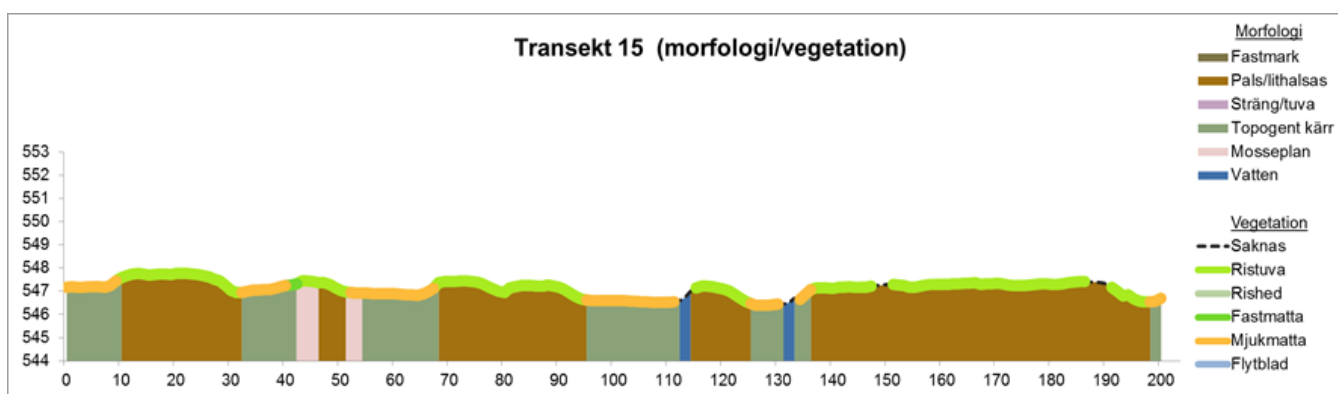
Transekt 15 lades ut 2013 i den västra delen av palsmyrområde 2 där tidigare inga transekter lagts ut. Syftet var att få en mer heltäckande och representativ bild av palsarna i detta palsmyrområde. Läget av transekten inom den för komplettering utvalda delen av området bestämdes genom slumpning. Denna del av palsmyrområde 2 saknar lithalsar och har större inslag av något högre och mer kupolformade palsar än palsflaken längre österut.

Transekt 15 är dragen i ungefär nord-sydlig riktning i palsmyrens nordvästra del över ett område med låga men inte särskilt vidsträckta palsflak som omväxlar med smala partier av otjälad myr. Läget framgår av figur 131. Ytformerna och djupet till tjälen längs transekten redovisas i figur 183. Vegetationen och morfologin längs transekten inventerades i fält i mitten av augusti 2013. Resultaten redovisas i figur 184, tabell 27 och bilaga 2. Se vidare fotona i figurerna 185 – 189.

Transekten börjar och slutar i otjälad myrmark och passerar däremellan en rad mindre, ofta oregelbundet utsträckta palsflak med mellanliggande otjälade myrpartier. Palsflaken visar jämförelsevis små tecken på erosion men vegetationen i randzonerna ger ställvis intryck av att en upptining/hopsjunkning ägt rum.



Figur 183. Ytformerna (baserade på laserskanning 2009) och djupet till tjälen (baserat på mätning i fält i mitten av augusti 2013) längs transekt 15. X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordlig riktning.



Figur 184. Morfologin/vegetationen längs transekt 15 enligt fältkartering i augusti 2013. De dominerande arterna redovisas i bilaga 2. X-axeln anger avstånd i meter och Y-axeln höjd över havet i meter enligt RH 2000. Transekten är dragen i nordlig riktning.

Tabell 27. Fördelningen av olika morfologiska typer och vegetationstyper längs transekt 15.

Morfologisk typ	Total längd (m)
Pals	126
Topogent kärr	63
Mosseplan	6
Vatten	5
Vegetationstyp	
Ristuva	136
Mjukmatta	51
Ingen vegetation	13
Fastmatta	3

Någon borrhning för att studera palsarnas inre byggnad har inte gjorts i transekten. Studier av erosionsbranter i närheten av denna indikerar att dessa palsar har en mineraljordskärna. Därav kan man dock inte dra några säkra slutsatser om hur det förhåller sig längs transekten.



Figur 185. Vy mot norr över transekt 15 från startpunkten i söder. Transektens sträckning anges av måttbandet. Kärrvegetationen och palsvegetationen på bilden är typiska för denna del av palsmyren. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



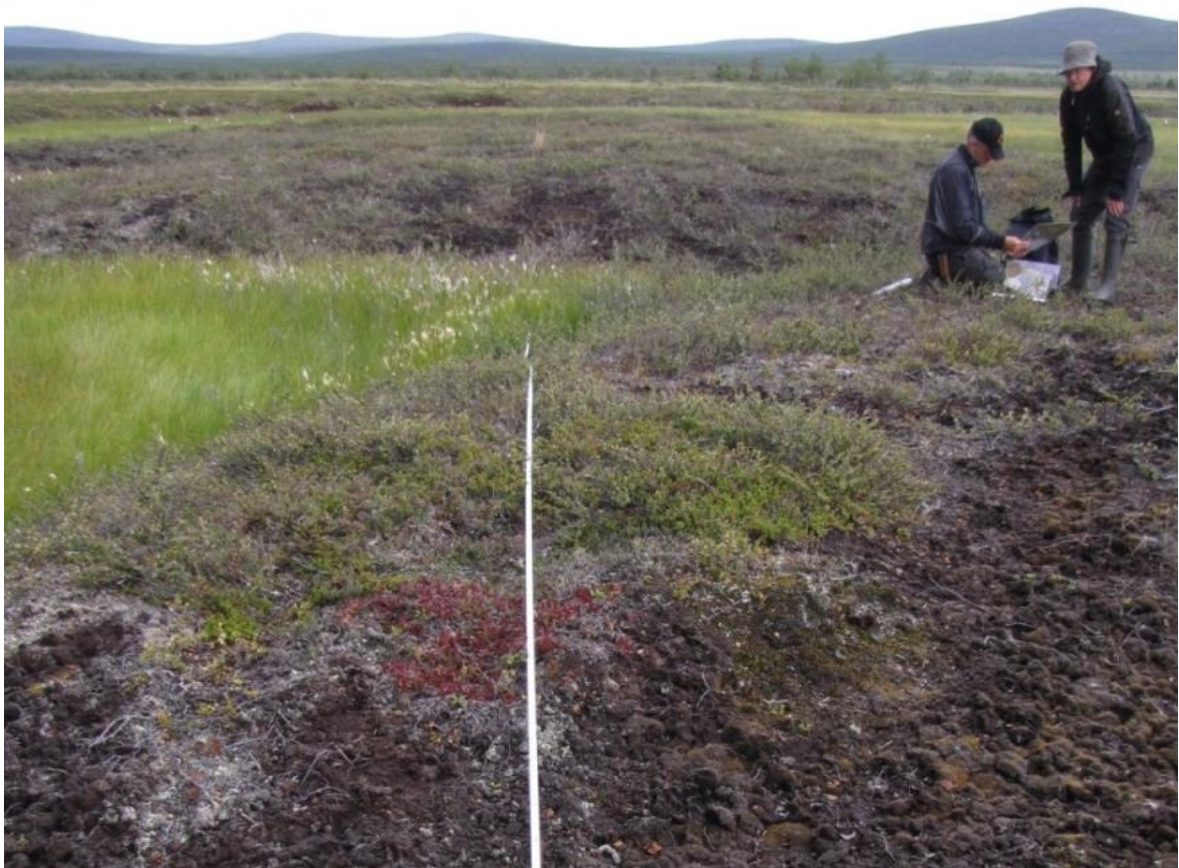
Figur 186. Vy mot norr över södra och mellersta delen av transekt 15. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 187. Vy mot norr över mellersta delen av transekt 15. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 188. Vy mot norr över norra delen av transekt 15. Foto Susanne Backe (augusti 2013).



Figur 189. Slutpunkten av transekt 15 (där måttbandet slutar i kärret) från söder. Foto Susanne Backe (augusti 2013).

9. Sammanfattande resultat och slutsatser

I detta kapitel ges en mer utförlig sammanfattning av viktigare resultat och slutsatser än den som ges i den inledande sammanfattningen, med betoning av det senaste halvseklets utveckling och parametrar av särskild betydelse för övervakningen. För att inte i onödan tynga den löpande texten görs alla hänvisningar till tidigare kapitel i form av fotnoter.

9.1 Palsmyrområde 1

Den stora myren i palsmyrområde 1 är en av de mest välutvecklade palsmyrarna i Tavvavuoma. Här finns palsar av flertalet förekommande typer och storlekar. Dock saknas lithalsar och övergångsformer lithalsar – palsar som endast iakttagits i palsmyrområde 2.

I denna rapport redovisas flera samlade överblickar av hela myren, framför allt dess morfologi. De baseras på olika datakällor som satellitbilder, laserskanning, flygbilder och foton från luften liksom på olika sätt att analysera tillgängliga data.¹³

Palsarna uppträder huvudsakligen i vidsträckta palskomplex på ömse sidor av ett centralt kärrdråg som avvattnar myren mot öster. Myrens östra del domineras av låga palsflak,¹⁴ medan de centrala och östra delarna mer präglas av högre och kupolformade palsar. I allmänhet är palsarna högst närmast det centrala kärrdråget och lägst i randzonerna mot fastmarken i norr och söder.¹⁵

Myren karakteriseras av ett jämförelsevis tjockt torvlager, särskilt närmast det centrala kärrdråget, vilket återspeglas i palsarnas överlag mäktiga torvtäcke. Den underliggande mineraljorden är i allmänhet finkornig och starkt tjälskjutande. Palsbildningen har skett genom tjällyftning i såväl torv som mineraljord.¹⁶

Palsmorfologin är starkt präglad av nedbrytning. Karakteristiska är de trågformiga eller rundade inskränningar i palskomplexen som uppstått genom blockerosion från sidorna eller smältning och instörtning i anslutning till palsgölar.¹⁷ Denna av nedbrytning präglade morfologi karakteriserade palsmorfologin redan på 1960-talet. Eftersom intensiteten i nedbrytningen då var relativt låg bör morfologin ha sitt ursprung i processer som sträcker sig längre bak i tiden. Nedbrytning av detta slag pågår fortfarande, med varierande och inte generellt högre intensitet. I stället har ytterligare nedbrytningsformer tillkommit och spelar en betydande roll. Palsarnas morfologi är nu ännu mer präglad av nedbrytning än på 1960-talet. Betydande skillnader mellan 1960-talets och dagens

¹³ Se figurerna 46-48, 53, 55, 56, 63-66, 69, 85 och 86.

¹⁴ Se figurerna 12, 117, 118 och 120.

¹⁵ Se figurerna 64, 75, 111-114, 122 och 123.

¹⁶ Se figurerna 10 och 15.

¹⁷ Se figurerna 64, 66 och 122.

situation kan konstateras enbart genom att jämföra översiktliga foton från luften som tagits på 1960-talet och kring 2010.¹⁸

Sådana skillnader har dokumenterats mer i detalj på flera olika sätt. Grundläggande betydelse har transekterna 1 och 2.¹⁹ De representerar basdata av stort värde för den fortsatta övervakningen och långsiktig uppföljning av deras utveckling bör ges högsta prioritet i den fortsatta övervakningen av palsmyrar. Båda transekterna visar att betydande minskning av palsarna har ägt rum sedan 1960-talet.

Den högre nedbrytningsintensiteten i dag jämfört med 1960-talet tar sig främst uttryck i nedbrytningssätt som tidigare endast förekom i begränsad omfattning. Det gäller framför allt upptining och ihopsjunkning av såväl stora som små palsar, eller delar av sådana, utan samband med blockerosion eller smältning under palsgölar. Att sådan nedbrytning ägt rum framgår av instörtningsstrukturer på palsöverytan och/eller jämförelser av morfologin vid olika tidpunkter med hjälp av laserskanning, satellitbilder m.m. Även dessa förändringar framgår av transekterna 1 och 2.²⁰

Dagens högre nedbrytningsintensitet indikeras också av den förändringsanalys i den stora palsmyren – jämförelse av två laserbaserade höjdmodeller från åren 2007 och 2009 – som genomförts. Förändringarna, som över lag inneburit nedbrytning, har således skett under den korta perioden av två år.²¹ En mer ingående dokumentation av förändringarna under denna period har gjorts genom transekterna 3 och 4. De har valts ut som exempel på delar av myren där nedbrytningen varit jämförelsevis stor. Efter framtida förnyade laserskanningar kan såväl dessa som andra delar av myren väljas ut för detaljerad dokumentation av förändringar mellan 2007 och tidpunkten för senaste laserskanning.²² Däremot ger dessa transekter ingen information om utvecklingen sedan 1960-talet.

En avgörande skillnad mellan situationen i den stora myren på 1960-talet och i dag finns också när det gäller nybildning av palsar. Vid samtliga besök på myren under perioden 1964 – 1981 iaktogs embryonala palsar på flera ställen. Vid ett kort besök 1991 iaktogs inte en enda sådan pals och så har inte heller varit fallet vid senare besök. De flesta av de embryonala palsar, som observerats, utvecklades inte vidare sedan de nått en höjd av 50 – 60 cm utan smälte och föll ihop efter något eller några år.²³

Unga, tillväxande palsar som lämnat det embryonala stadiet – definierat (av Wramner 1973) som att permafrost nått ned till mineraljorden och en typisk palsvegetation utvecklats – förekom i

¹⁸ Se figurerna 63-66.

¹⁹ Se figurerna 120 och 123.

²⁰ Se figurerna 120 och 123.

²¹ Se figur 97.

²² Se figurerna 125-130.

²³ Se figurerna 20-22, 67 och 68.

myren på 1960-talet men i mycket ringa utsträckning. I dag har praktiskt taget samtliga dessa palsar försvunnit. Merparten fanns som en grupp av fristående palsar i det centrala kärdråget med en höjd av 0,5 – 3 m.²⁴

Ytterligare en skillnad mellan situationen på 1960-talet och i dag är att de partier med kvarvarande tjäle i den i övrigt otjälade myren, som i varierande omfattning fanns i augusti – september varje år, inte har iakttagits under de senaste åren med undantag för en observation 2009.²⁵

Kvantitativa mått som kan användas för att ange statusen eller – genom mätning vid olika tillfällen – utvecklingstrenden hos en palsmyr är angelägna inslag i ett övervakningsprogram. Två sådana mått, som bedöms vara lämpliga att använda i den stora palsmyren, är palsarea och palsvolym. Av dessa ger palsvolym den mest värdefulla och relevanta informationen i ett övervakningsperspektiv. För 2009, då den senaste laserskanningen ägde rum, har den totala palsarean beräknats till 12,48 ha²⁶ och den totala palsvolymen till 157 341 m³.²⁷ Efter nästa laserskanning, som föreslagits äga rum 2017 (Wester et al. 2015), kan en ny beräkning göras och ett mått på förändringarna erhållas.

9.2 Palsmyrområde 2

Palsmyrområde 2 utgörs till större delen av ett vidsträckt, variationsrikt myrkomplex med betydande inslag av öppet vatten och fastmark. Området skiljer sig från palsmyrområde 1 även i andra viktiga avseenden. Palsarnas utformning varierar i större utsträckning, torvmäktigheten är i allmänhet mindre och lithalsar (liksom övergångsformer lithalsar – palsar) är vanliga i delar av området. En annan skillnad är att höga, kupolformade palsar endast förekommer i mindre utsträckning. En likhet är att även palsmyrområde 2 präglas av smältning och nedbrytning. Någon nybildning eller tillväxt har inte iakttagits.

I denna rapport redovisas flera samlade överblickar av palsmyrområdet, eller delar därav, som framför allt berör dess morfologi. De baseras på olika datakällor som satellitbilder, laserskanning, flygbilder och foton från luften liksom på olika sätt att analysera tillgängliga data.²⁸ Betydande delar av området karakteriseras av sluttande topografi liksom successiva och diffusa övergångar mellan myr och fastmark, pals och lithals, tjälad och otjälad mark m.m. Detta gör området svårkarterat, särskilt om karteringen skall baseras på fjärranalysdata.

Större delen av palsmyrområde 2 domineras av låga palsflak (höjd i allmänhet 1 – 1½ m). Högre palsar finns främst i randzonerna och utmed Jeutojåkkå. Morfologin är starkt präglad av de många palskaren som i många fall syns ha uppstått ur palsgölar. Pågående nedbrytning sker

²⁴ Se figurerna 22 och 78-83.

²⁵ Se figurerna 63 och 64.

²⁶ Se figur 107.

²⁷ Se kapitel 7.

²⁸ Se figurerna 49-51, 54, 57, 58, 70, 87-94, 98 och 132.

främst genom blockerosion i anslutning till dessa eller genom instörtning av ytterligare palsgölar, dvs. inifrån myrens centrala delar. Detta innebär att palskar i form av trågformiga inskränningar från sidorna, som är vanliga i palsmyrområde 1, här är mindre frekvent förekommande.²⁹

Den nedbrytningspräglade morfologin syns i vissa delar av området, t.ex. i den västra och nordvästra randzonen, ha sitt ursprung långt bakåt i tiden (jämför palsmyrområde 1). I andra delar, t.ex. längs Jeutojåkkå, tycks nedbrytningen däremot i betydande utsträckning ha pågått också under det senaste halvseket (se nedan).

De ovan beskrivna delarna av området, som till stor del intas av palsflak, dokumenterades inte närmare på 1960-talet. Dagens situation har dokumenterats genom fjärranalys samt transekterna 14 och 15. Genom fjärranalys har också viss dokumentation bakåt i tiden kunnat göras.³⁰

De mest ingående studierna i palsmyrområde 2 har skett utmed Jeutojåkkå, i första hand dess västra sida. Här finns ett flertal palsar med tunt torvtäcke, lithalsar och övergångar dem emellan, alla mer eller mindre påverkade av smältning och nedbrytning. I många fall återstår endast en rundad vattensamling. Denna påverkan var tydlig redan på 1960-talet och processen har fortsatt fram till i dag. Betydande förändringar under denna period har kunnat konstateras. Det går dock inte att för närvarande avgöra om intensiteten i nedbrytningen, som i palsmyrområde 1, har ökat under det gångna halvseket.

Bildningarna utmed Jeutojåkkå har dokumenterats i detalj genom transekterna 5 a – 13. I flertalet fall finns data både från 1960-talet och från åren kring 2010.³¹ Utvecklingen sedan 1960-talet har också dokumenterats genom jämförelse av äldre flygbilder med aktuella flygbilder och satellitbilder.³² Dagens situation finns vidare dokumenterad genom foton från luften.³³

En hög nedbrytningsintensitet indikeras också av den förändringsanalys som genomförts i hela palsmyrområde 2 med hjälp av laserbaserade höjdmodeller från åren 2007 och 2009. Förändringarna, som av allt att döma över lag har inneburit nedbrytning, har således skett under den korta perioden av två år och är fördelade över hela området.³⁴

Transekterna 6, 7, 9, 10, 12 och 13 innehåller basdata av grundläggande betydelse för den fortsatta övervakningen. De representerar den mest ingående dokumentationen av förändringarna sedan 1960-talet. I samtliga fall har betydande nedbrytning och hopsjunkning av palsarna/lithalsarna skett sedan dess. Genom transekterna 5 a, 14 och 15 kan vidare förändringarna sedan 2009 dokumenteras framöver. Liksom för palsmyrområde 1 bör långsiktig

²⁹ Se figurerna 26-28, 30 och 87.

³⁰ Se figur 99.

³¹ Se avsnitt 8.2.

³² Se figurerna 59-62, 71 och 72.

³³ Se figurerna 137, 159 och 175.

³⁴ Se figur 96.

uppföljning av transekternas utveckling ges hög prioritet i den fortsatta övervakningen av palsmyrar. De ger sammantaget en god bild av utvecklingen i palsmyrområdet. Vidare kan i en framtid nya transekter läggas ut i detta område för detaljerad dokumentation av förändringar mellan 2007 och tidpunkten för senaste laserskanning, om något i utvecklingen skulle indikera att detta vore intressant från övervakningssynpunkt.

Vad gäller kvantitativa mått för att ange statusen eller utvecklingstrenden har det bedömts mindre lämpligt att använda palsarea och palsvolym för hela palsmyrområde 2. Det beror på den ovan nämnda svårigheten att med hjälp av fjärranalys avgränsa palsar och lithalsar med tillräcklig noggrannhet. Därför är det lämpligt att övervakningen här främst sker genom uppföljning av utlagda transekter.³⁵ Möjligheten att använda kvantitativa mått kommer sannolikt att förbättras i framtiden, bl.a. efter nästa laserskanning.

Palsmyrområde 2 karakteriseras i ännu högre grad än område 1 av en rik förekomst av pals- och lithalsrelaterat vatten. Denna förekomst åren 1963 och 2010 har karterats med hjälp av flygbilder.³⁶ Tillkomsten av nya sådana vattenytor under en viss tidsperiod ger en indikation på hur omfattande nedbrytningen av palsar och lithalsar varit i det aktuella området under perioden i fråga. Här erbjuds möjligheter att utveckla kvantitativa mått av intresse i ett övervakningsperspektiv, t.ex. efter nästa laserskanning.³⁷

³⁵ Det kan tilläggas att i uppdraget från Naturvårdsverket ingår att göra en beräkning av palsvolymen enbart i palsmyrområde 1.

³⁶ Se figur 99.

³⁷ Se avsnitt 6.2.

10. Palsmyrövervakningens olika aktiviteter och variabler

Uppläggningsen och genomförandet av det fortsatta arbetet med övervakning av palsmyrarna i Tavvavuoma behandlas i den tidigare nämnda undersökningstypen (Wester et al. 2015). Inga frågor kring detta arbete tas därför upp i denna rapport. I stället hänvisas till undersökningstypen från vilken nedanstående sammanfattande tabell med aktiviteter och variabler inom ramen för fortsatt palsmyrövervakning har hämtats.

Övervakning av Sveriges palsmyrar		
<u>Inledande arbete</u>	<u>Uppföljande arbete</u>	
Dokumentation T1	Omdrevsdokumentation T2	
Insamling befintliga Data T1	Uppdatering Data T2	
Litteratur, Kartor	Litteratur, kartor	
Klimatdata T1	Klimatdata T2	
Flygbilder T1/Satellitdata T1	Flygbilder T2/Satellitdata T2	
Laserskanning T1	Laserskanning T2	
Planering & Fältarbete T1	Planering & Fältarbete T2	
Fältarbete T1	Fältarbete T2	
Utläggning Transekter	Identifiering Transekter	
Kartering Veg./Morfologi	Kartering Veg./Morfologi	
Tjäl djupsmätning	Tjäl djupsmätning	
Fotografering	Fotografering	
Dokumentation Fälttagelser	Dokumentation Fälttagelser	
Processering Data T1	Processering Data T2	Förändringsanalys T1-T2
Bearbetning Transekter T1	Bearbetning Transekter T2	Förändringsanalys Data T1-T2
Bearbetning Fotografier T1	Bearbetning Fotografier T2	Transekter T1-T2
Palskartering T1	Palskartering T2	Fotografier T1-T2
Volymberäkning T1	Volymberäkning T2	Förändring Palsutbredning T1-T2
Analys, Rapportskrivning T1	Analys T2	Volymförändring T1-T2
		Rapportskrivning T1-T2

Från Wester et al. (2015)

11. Litteratur

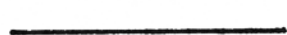
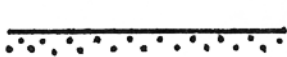
- Arvidsson, B. 1979: Taavavuoma – Myr och tundra i nordligaste Sverige. Forum.
- Arvidsson, B. 1980: Taavavuoma – en tundramyr i norr. Svenska Naturskyddsföreningens årsbok.
- Arvidsson, B. 1981: Taavavuoma – vår nästa nationalpark? Sveriges Natur 1981:6.
- Arvidsson, B. 1982: Fågellivet inom palsmyrkomplexet. I Taavavuomaområdet. Naturinventering. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Planeringsavdelningens rapportserie 1982:13.
- Backe, S. 2014: Kartering av Sveriges palsmyrar. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Länsstyrelsens rapportserie nr 4/2014.
- Boström, U. 1982: Fågelfaunans sammansättning och individrikedom inom palsmyrkomplexet Taavavuoma – en jämförelse med andra svenska myrområden. I Taavavuomaområdet. Naturinventering. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Planeringsavdelningens rapportserie 1982:13.
- Civildepartementet 1971: Hushållning med mark och vatten. SOU 1971:75.
- Curry-Lindahl, K. 1963 a: I Sveriges nordligaste hörn. Svenska Turistföreningens årsskrift.
- Curry-Lindahl, K. 1963 b: Taavavuoma och Sautso, fågelland i det svenska Arktis. Natur i Lappland, del II.
- Eide, W. (red.) 2014: Arter och naturtyper i habitatdirektivet – tillståndet i Sverige 2014. ArtDatabanken, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Gretener, B. & Strömquist, L. 1982: Naturgeografisk beskrivning av Tavvadalen (Tavvaätнос och Harrejåkkås nedre dalgångar) med omnejd. I Taavavuomaområdet. Naturinventering. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Planeringsavdelningens rapportserie 1982:13.
- Gunnarsson, U. & Löfroth, M. 2009: Våtmarksinventeringen – resultat från 25 års inventeringar. Nationell slutrapport för våtmarksinventeringen (VMI) i Sverige. Naturvårdsverket, Rapport 5925.
- 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.
- Haapanen, A. & Nilsson, L. 1979: Breeding waterfowl populations in northern Scandinavia. *Ornis Scand* 10: 145-219.
- Lagerbäck, R. & Rodhe, L. 1986: Pingos and palsas in northernmost Sweden – Preliminary notes on recent investigations. *Geografiska Annaler* 68 A (3): 149-154.
- Landström, B. 1982: Taavavuomas vegetation. I Taavavuomaområdet. Naturinventering. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Planeringsavdelningens rapportserie 1982:13.

- Lundgren, S. 1952: Stiglöst 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 2004: Våtmarker i Norrbottens län. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Rapportserie, 6/2004.
- Länsstyrelsen i Norrbottens län 2007: Bevarandeplan Natura 2000, Tavvavuoma SE0820619. Fastställd 2007-12-11.
- Naturvårdsverket 2007: Myrskyddsplan för Sverige. Delrapport – objekt I Norrland. Naturvårdsverket Rapport 5669.
- Naturvårdsverket 2008: Nationalparksplan för Sverige. Långsiktig plan. ISBN 978-91-620-4.
- Naturvårdsverket 2011 a: Palsmyrar. EU-kod: 7320. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1. NV-04493-11.
- 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/>
- Ramsar Convention and Wetlands International 2013: Ramsar Sites Information Service. <http://www.ramsar.wetlands.org> (2013-11-08).
- Rudberg, S. 1960: Geology and Morphology. I Sömme, A. (red.): A Geography of Norden. Bergen.
- 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.
- von Sydow, U. 1983: Vegetationskarta över de svenska fjällen, Kartblad nr 1 Treriksroset/Naimakka. Naturgeografiska institutionen vid Stockholms universitet och Statens naturvårdsverk.
- Thamdrup, H.M., Ferdinand, L., Helweg Ovesen, C., Haapanen, A., Ormio, H., Gardarsson, A., Norderhaug, M. & Höjer, J. 1973: Oversigt over vigtige våde fugleområder i Norden. Den nordiske arbejdsgruppe vedrorende beskyttelse af våde fugleområder (wetlands). Nordiska Ministerrådet.

- Ulfstedt, A-C 1982: Geomorfologiska kartbladen 32 J Treriksroset 32 K Kummavuopio 31 J Råstojaure 31 K Naimakka – beskrivning och naturvärdesbedömning. Naturvårdsverket Rapport 1555.
- Wester, K., Wramner, P. & Hahn, N., 2015: Undersökningstyp – Övervakning och uppföljning av bevarandestatus för Sveriges palsmyrar (Ver 0.9 2015-11-27). Naturvårdsverket.
- Westrin, G. 2006: Flugfiske på vindarnas boning. Bokförlaget Settern.
- 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.
- Wramner, P. & Nygård, O. 2010: Från naturskydd till bevarande av biologisk mångfald. Utvecklingen av naturvårdsarbetet i Sverige med särskild inriktning på områdesskyddet. COMREC Studies in Environment and Development No. 2.
- Wramner, P., Backe, S., Wester, K., Hedvall, T., Gunnarsson, U., Alsam, S. & Eide, W. 2012: Förslag till övervakningsprogram för Sveriges palsmyrar. Länsstyrelsen i Norrbottens län, Länsstyrelsens rapportserie nr 16/2012.
- 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.

Bilaga 1. Teckenförklaring till 1960-talets transekter

Teckenförklaring:

	torvyta
	mineraljordsyta
	övre tjälyta
	vattenyta

Bilaga 2. Dominerande arter i redovisade vegetationstransekt

Studier av vegetationen – inte minst dess förändringar – bör vara en viktig del av ett övervakningsprogram för palsmyrar. Utöver att vara en grundläggande del av palsmyrhabitatet ger vegetationen viktig information om palsarnas status, skede i utvecklingen etc. och om vindförhållanden, snödjup etc. Därför utgör vegetationskartering av transekterna en viktig del av det föreslagna övervakningsprogrammet. Sådan kartering gjordes 2011 eller 2013 längs huvuddelen av transekterna i kapitel 8. Där redovisas den grafiskt i sammanfattad form.

I denna bilaga redovisas i tabellform de dominerande arterna i dessa vegetationstransekt. Fullständiga artlistor finns i den databas för Tavvavuoma som håller på att läggas upp. Likaså innehåller tabellerna uppgifter om framför allt morfologin som kompletterar den grafiska informationen i vegetationstransekterna.

Transekt 1

Avstånd (m)	Morfologisk typ	Vegetationstyp	Dominerande arter
0 - 13	Fastmark (tuvig)	Ristuva	Dvärgbjörk, viden
14 - 41	Topogent kärr	Mjukmatta	Viden, spärrvitmossa, räffelmossa, myrbjörnmossa, hjortron, klyvbladsvitmossa, kärrkrokmosa
42 - 59	Vatten (palskar)	Ingen vegetation	Efter hand inslag av klyvbladsvitmossa och ängsull
60 - 70	Pals (erosionsbrant)	Ristuva (inslag av kal torv)	Dvärgbjörk, hjortron, fjällbjörk
71 - 78	Pals (översida)	Ristuva (inslag av kal torv)	Kråkris, dvärgbjörk, lingon, hjortron
79 - 84	Pals (sluttning)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, blåbär
85 - 86	Topogent kärr (palslagg)	Mjukmatta	Ängsull, norrlandsstarr
87 - 106	Topogent kärr	Mjukmatta	Klyvbladsvitmossa, kråklöver, flaskstarr, ängsull, videarter
107 - 108	Vatten (bäck)	Ingen vegetation	Inslag av norrlandsstarr
109 - 127	Topogent kärr (videkärr)	Fastmatta	Grönvide, lappvide, norrlandsstarr, kråklöver, flaskstarr, fransvitmossa, kärrbryum, lappblågull, nordlig krokmosa, kärrskedmosa, skogsstjärna, slätterblomma
128 - 132	Tuva (f.d. pals)	Ristuva	Dvärgbjörk, rubinvitmossa, hjortron, lappblågull
133 - 149	Topogent kärr	Mjukmatta	Klyvbladsvitmossa, kråklöver, flaskstarr, kärrdunört, norrlandsstarr, gråstarr
150 - 151	Tuva (f.d. pals)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, skogsstjärna, myrbjörnmossa
152 - 159	Topogent kärr	Mjukmatta	Klyvbladsvitmossa, ängsull, hjortron, dvärgbjörk
160 - 165	Pals	Ristuva	Dvärgbjörk, kråkris, ljung, hjortron, skorplavar

166 - 171	Topogent kärr (igenvuxet palskar)	Mjukmatta	Klyvbladsvitmossa, polarull, hjortron
172 - 173	Pals (sluttning)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, kråkris, rubinvitmossa
174 - 182	Pals (översida)	Ristuva (inslag av bar torv)	Lingon, dvärgbjörk, kråkris, odon, hjortron
183 - 188	Pals (till stor del igenvuxen palsgöl)	Mjukmatta	Hjortron, polarull, rubinvitmossa, myrbyörnmossa
189 - 201	Pals (översida)	Ristuva	Hjortron, lingon, dvärgbjörk, kråkris
202 - 204	Topogent kärr (igenvuxet palskar)	Mjukmatta	Rubinvitmossa, klyvbladsvitmossa, polarull, hjortron, dvärgbjörk
205 - 207	Pals (sluttning)	Ristuva	Hjortron, kråkris, skorplavar
208 - 246	Pals (översida)	Ristuva	Hjortron, lingon, kråkris, dvärgbjörk
247 - 248	Pals (sluttning)	Ristuva	Kråkris, hjortron, lingon
249 - 251	Vatten (palskar)	Ingen vegetation	
252 - 269	Pals (översida)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, kråkris
270 - 275	Topogent kärr (palslagg)	Mjukmatta	Kärrkrokmossa, ängsull
276 - 350	Topogent kärr (intermediärt, ställvis inslag av videkärr eller bar torv)	Fastmatta	Ängsull, björnvitmossa, spärrknölmossa, blod- krokmossa, knoppvitmossa, piprensarmossa, kärrkrokmossa, kärrtrumpetmossa, trubdudd- mossa, röd skorpionmossa, flaststarr; i videsnåren huvudsakligen lappvide, även sumpstarr, rostmossor
351 - 390	Fastmark (fläckvis tunt torvtäcke eller mycket sten och block)	Rished (närmast kärret fuktig)	Viden, dvärgbjörk, närmast kärret tuvor av rostvitmossa

Transekt 2

Denna tabellariska redovisning börjar i kanten av en låg pals 130 m in på transekten.

Dessförinnan finns ett fuktigt topogent kärr med mjukmattevegetation och en låg pals med ristuvevegetation (se figur 124). Denna del av transekten kunde inte inventeras med avseende på arter i samband med fältarbetet (i augusti 2011) eftersom det inte gick att ta sig ut på den.

Därför börjar nedanstående tabell på 130 m.

Avstånd (m)	Morfologisk typ	Vegetationstyp	Dominerande arter
130 - 200	Pals (översida)	Ristuva	Tuvull, hjortron, kråkris, inslag av bar torv
201 - 202	Pals (erosions-brant)	Ingen vegetation	
203 - 219	Topogent kärr	Mjukmatta	Klyvbladsvitmossa, polarull
220 - 223	Pals (erosions-brant)	Ingen vegetation	
224 - 236	Pals (översida)	Ingen vegetation	Inslag av myrsmaragdmossa
237 - 252	Pals (sluttning)	Ristuva	Kråkris, hjortron
253 - 255	Topogent kärr	Mjukmatta	Ängsull, gråstarr, klyvbladsvitmossa
256 - 258	Vatten (bäck)	Ingen vegetation	
259 - 262	Topogent kärr	Mjukmatta	Ängsull, gråstarr, klyvbladsvitmossa
263 - 268	Pals (erosions-brant)	Ingen vegetation	Inslag av dvärgbjörk, hjortron
269 - 284	Pals (översida)	Ristuva	Kråkris, dvärgbjörk, mycket bar torv
285 - 310	Pals (översida)	Ristuva	Kråkris, dvärgbjörk, tuvull, skorplavar
311 - 313	Pals (erosions-brant)	Ristuva	Kråkris, dvärgbjörk, mycket bar torv
314 - 351	Topogent kärr	Fastmatta	Polarull, klyvbladsvitmossa, gråstarr
352 - 359	Pals (sluttning)	Ristuva	Dvärgbjörk, kråkris, hjortron
360 - 375	Pals (erosions-brant)	Ristuva	Kråkris, dvärgbjörk, lingon, mycket bar torv
376 - 377	Pals (erosions-brant)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, blåbär
378 - 383	Topogent kärr	Mjukmatta	Klyvbladsvitmossa, polarull, hjortron
384 - 385	Pals (erosions-brant)	Ristuva	Ljung, kråkris, odon, renlav, hjortron
386 - 395	Pals (översida)	Ristuva	Kråkris, dvärgbjörk, lingon, blåbär
396 - 398	Pals (erosions-brant)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, kråkris
399 - 480	Topogent kärr	Fastmatta	Ängsull, polarull, flaskstarr, klyvbladsvitmossa

Transekt 5 a

Avstånd (m)	Morfologisk typ	Vegetationstyp	Dominerande arter
0 - 5	Mosseplan (sluttning mot bäcken, vallformad palsrest)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, stor björnmossa, fransvitmossa, fjällbjörk
6 - 7	Topogent kärr (igenvuxet palskar)	Mjukmatta	Ängsull, madrör
8 - 23	Vatten (palskar)	Ingen vegetation	
24 - 29	Topogent kärr (igenvuxet palskar)	Mjukmatta	Ängsull
30 - 39	Topogent kärr (igenvuxet palskar)	Mjukmatta	Rostull, myrbjergmossa
40 - 42	Topogent kärr (igenvuxet palskar)	Mjukmatta	Ängsull, myrbjergmossa
43 - 44	Topogent kärr (igenvuxet palskar)	Mjukmatta	Hjortron, brokvitmossa
45 - 46	Pals (sluttning)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron
47 - 50	Pals (översida)	Ingen vegetation	
51 - 53	Pals (översida)	Ristuva	Dvärgbjörk, kråkris, brokvitmossa
54 - 55	Pals (sluttning)	Ristuva	Hjortron, lavar
56 - 60	Topogent kärr (igenvuxet palskar)	Mjukmatta	Hjortron, myrbjergmossa
61 - 63	Topogent kärr (igenvuxet palskar)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, myrbjergmossa
64 - 65	Pals (sluttning)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron
66 - 73	Pals (översida)	Ristuva	Dvärgbjörk, lingon, kråkris, hjortron, myrbjergmossa, bar torv med skorplavar
74 - 79	Pals (översida, igenvuxen göl)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, myrbjergmossa, brokvitmossa
80 - 100	Pals (översida)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, kråkris, odon, rosling, myrbjergmossa, kvastmossor, bar torv med skorplavar
101 - 104	Pals (sluttning)	Ristuva	Dvärgbjörk, myrbjergmossa, lavar
105 - 109	Topogent kärr (igenvuxet palskar)	Mjukmatta	Rostull, flaggvitmossa
110 - 111	Pals (sluttning)	Ristuva	Hjortron, dvärgbjörk, flaggvitmossa, brokvitmossa
112 - 113	Pals (översida)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron
114 - 115	Pals (sluttning)	Ristuva	Hjortron, dvärgbjörk

116 - 119	Topogent kärr (igenvuxet palskar)	Mjukmatta	Hjortron, rostull, flaggvitmossa, myrbjörnmossa
120 - 121	Pals (sluttning)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron
122 - 126	Pals (översida)	Ristuva	Kråkris, dvärgbjörk, hjortron, myr- björnmossa, bar torv med skorplavar
127 - 135	Pals (sluttning)	Ristuva (inslag av fastmatta och bar torv)	Myrbjörnmossa, dvärgbjörk, madrör, lavar
136 - 140	Pals (översida)	Ristuva	Dvärgbjörk, myrbjörnmossa, hjortron, lavar

Transekt 6

Avstånd (m)	Morfologisk typ	Vegetationstyp	Dominerande arter
0 – 11	Fastmark (lithalsrest i form av flack vall)	Rished	Kråkris, dvärgbjörk, hjortron, lapprör, skogsfräken
12 - 28	Vatten (termokarstgrop)	Ingen vegetation (igenväxning har påbörjats från västra kanten)	Klyvbladsvitmossa, flaskstarr, gråstarr
29 - 51	Fastmark (svag sluttning)	Rished (förekomster av bar sand)	Skorplavar, dvärgbjörk, kråkris, lingon, enbär
52 - 90	Lithals/pals (översida), successivt mer torv i nordvästra delen	Rished	Fläckar av bar sand/torv omväxlar med kråkris och dvärgbjörk
91 - 96	Pals (sluttning)	Ristuva	Dvärgbjörk, kråkris, hjortron
97 - 112	Topogent kärr (igenvuxet palskar)	Mjukmatta	Klyvbladsvitmossa, fransvitmossa, rubinvitmossa, hjortron, ängsull
113 - 114	Pals (sluttning)	Ristuva	Hjortron, dvärgbjörk
115 - 117	Pals (översida)	Ristuva (mycket bar torv eller sand)	Kråkris, dvärgbjörk
118 - 119	Pals/lithals (sluttning mot termokarstgrop)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, lingon
120 - 121	Pals/lithals (termokarstgrop, ej längre vattenfylld)	Rished (förekomster av bar sand)	Dvärgbjörk, kråkris, mattlummer
122 - 129	Pals (översida)	Ristuva (förekomster av bar torv)	Kråkris, hjortron, dvärgbjörk
130 - 138	Pals (sluttning)	Ristuva	Kråkris, lingon, dvärgbjörk, hjortron
139 - 157	Topogent kärr (igenvuxet palskar)	Fastmatta (tuvig)	Lingon, odon, dvärgbjörk, myrbjörnmossa, rubinvitmossa, hjortron

Transekt 7

Avstånd (m)	Morfologisk typ	Vegetationstyp	Dominerande arter
0 - 3	Vatten (bäck)	Ingen vegetation	
4 - 11	Fastmark (fuktig strandbrink med tunt, fragmentariskt torvskikt)	Ristuva	Lappvide, fjällbjörk, dvärgbjörk, lapprör, skogsfräken, ängssyra, myrbjörnmossa
12 - 20	Fastmark (vall vid termokarstgrop med tunt, fragmentariskt torvskikt)	Rished	Dvärgbjörk, kråkris, fjällbjörk, lapprör, odon, skogsfräken
21 - 42	Vatten (termokarstgrop)	Ingen vegetation	
43 - 47	Fastmark (sandig sluttning vid termokarstgrop)	Rished	Dvärgbjörk, kråkris, lappljung, lingon
48 - 155	Fastmark (flack sandterrass med svag lutning uppåt, längst mot nordväst fläckar av tunn torv)	Rished (varierande inslag av bar sand)	Dvärgbjörk, kråkris, lapprör, lingon, lavar
156 - 164	Fastmark (sand överlagrad av tunt torvlager som efter hand blir tjockare)	Rished (varierande inslag av bar sand eller torv)	Kråkris, dvärgbjörk, lingon, lavar
165 - 180	Pals (låg, delvis hopsjunkna och upptinad)	Rished (varierande inslag av bar torv, mjukmatta i upptinade partier)	Kråkris, dvärgbjörk, lingon, lavar (björnvitmossa, rundstarr, sumpstarr i upptinade partier)

Transekt 8

Avstånd (m)	Morfologisk typ	Vegetationstyp	Dominerande arter
0 – 2	Vatten (bäck)	Ingen vegetation	
3 – 17	Topogent kärr (sluttning mot bäcken)	Ristuva	Fjällbjörk, dvärgbjörk, viden, kråklöver, hjortron, brunrör
18 – 30	Vatten (termokarstgrop omgiven av låg vall)	Ingen vegetation	Enstaka brunstarr och ängsull i randzonen
31 – 39	Topogent kärr (tunt torvlager, morfologin påverkad av den ovannämnda vallen)	Ristuva	Dvärgbjörk, lingon, hjortron, videarter, rostvitmossa
40 – 48	Fastmark (markant vall sydost om termokarstgrop)	Rished (många kala sandytor)	Kråkris, dvärgbjörk, lingon, lavar
49 – 55	Vatten (termokarstgrop omgiven av vall)	Ingen vegetation (igenväxning med flytbladsvegetation i randzonen)	Klyvbladsvitmossa, enstaka små videbuskar
56 – 70	Fastmark (sandterrass)	Rished (många kala sandytor)	Dvärgbjörk, kråkris, lapprör, lavar
71 – 90	Fastmark (sandterrass)	Rished (många kala sandytor)	Kråkris, lapprör, dvärgbjörk, fårsvingel, lavar

Transekt 9

Avstånd (m)	Morfologisk typ	Vegetationstyp	Dominerande arter
0 - 11	Topogent kärr	Ristuva (gles fuktig fjällbjörkskog)	Fjällbjörk, dvärgbjörk, hjortron, brunrör, skogsfräken, lingon, myrbjörnmossa
12 - 16	Topogent kärr (sluttning med allt tunnare torvtäcke)	Ristuva	Hjortron, kråkris, dvärgbjörk, lingon
17 - 20	Fastmark (vall runt termokarstgrop)	Ristuva	Hjortron, kråkris, dvärgbjörk, lingon
21 - 48	Vatten (termokarstgrop)	Ingen vegetation	
49 - 56	Fastmark (vall runt termokarstgrop)	Rished	Kråkris, skogsfräken, inslag av bar sand (närmast vattnet klyvblads-vitmossa, dvärgbjörk, brunrör)
57 - 78	Fastmark (flack sandterrass)	Rished (varierande inslag av bar sand)	Kråkris, dvärgbjörk, lingon, lapprör
79 - 85	Fastmark (vall runt termokarstgrop)	Rished	Kråkris, lapprör, dvärgbjörk, lingon (närmast vattnet lappvide, odon, mattlumner, norrlandsstarr)
86 - 95	Vatten (termokarstgrop)	Ingen vegetation	
96 - 99	Fastmark (låg vall runt termokarstgrop)	Rished	Dvärgbjörk, lingon, kråkris, myrbjörnmossa
100 - 110	Fastmark (flack sandterrass)	Rished	Kråkris, dvärgbjörk, lapprör

Transekt 10

Avstånd (m)	Morfologisk typ	Vegetationstyp	Dominerande arter
0 - 25 (ej med i transekten)	Mosseplan	Ristuva	Dvärgbjörk, viden, björk, hjortron, stor björnmossa, lingon, odon
26 - 28	Mosseplan (delvis tendens till kärrgolvskaraktär)	Ristuva (delvis tendens till mjukmatta)	Dvärgbjörk, hjortron, ängsull, fransvitmossa, stor björnmossa
29 - 37	Topogent kärr	Fastmatta	Brunrör, norrlandsstarr
38 - 48	Mosseplan	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron
49 - 54	Vatten (termokarstgrop)	Ingen vegetation	Lite ängsull, fransvitmossa i kanten
55 - 65	Mosseplan	Ristuva	Dvärgbjörk, brunrör, hjortron, klubbvitmossa, brokvitmossa
66 - 68	Vatten (termokarstgrop)	Mjukmatta (inslag av flytbladsvegetation)	Norrlandsstarr, madrör, igelknoppsarter
69 - 77	Vatten (termokarstgrop)	Ingen vegetation	
78 - 84	Vatten (termokarstgrop)	Mjukmatta (inslag av flytbladsvegetation)	Igelknoppsarter, klyvbladsvitmossa, norrlandsstarr, ängsull
85 - 90	Topogent kärr	Fastmatta (delvis övergång till mjukmatta)	Ängsull, brunrör, norrlandsstarr, dvärgbjörk, madrör, hjortron
91 - 95	Mosseplan	Ristuva	Dvärgbjörk, tuvull
96 - 98	Vatten (termokarstgrop)	Ingen vegetation	
99 - 100	Mosseplan	Ristuva	Dvärgbjörk, kråkris
101 - 119	Vatten (termokarstgrop)	Ingen vegetation	Lite norrlandsstarr i kanten
120 - 175	Fastmark	Rished	Dvärgbjörk, kråkris, lingon, madrör, fårsvingel, klynnetåg, lavar, stor björnmossa

Transekt 12

Avstånd (m)	Morfologisk typ	Vegetationstyp	Dominerande arter
0 - 23	Ej karterad		
24 - 26	Topogent kärr (sluttning mot ån)	Fastmatta	Brunrör, norrlandsstarr
27 - 28	Vatten (palskar)	Ingen vegetation utom på en isolerad tuva	Fjällbjörk, dvärgbjörk, norrlandsstarr på tuvan
29 - 30	Topogent kärr	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron
31 - 32	Topogent kärr	Mjukmatta	Hjortron, brunrör, brokvitmossa
33 - 35	Vatten (palskar)	Ingen vegetation	
36 - 39	Topogent kärr	Fastmatta	Lappvide, brunrör, grönvide, norrlandsstarr
40 - 42	Topogent kärr	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, lappvide, granvitmossa, brokvitmossa
43 - 49	Topogent kärr	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron
50 - 57	Topogent kärr	Ristuva	Hjortron, dvärgbjörk, fjällbjörk, klubbvitmossa
58 - 60	Topogent kärr	Ristuva	Dvärgbjörk, ängsull, fjällgröe, myrbjörnmossa, fransvitmossa
61 - 63	Topogent kärr	Ristuva	Ängsull, fjällgröe, myrbjörn- mossa, gråstarr
64 - 67	Topogent kärr	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, brok- vitmossa, myrbjörnmossa, fransvitmossa
68 - 70	Topogent kärr	Ristuva	Hjortron, björk

Transekt 14

Avstånd (m)	Morfologisk typ	Vegetationstyp	Dominerande arter
0 – 2	Topogent kärr	Mjukmatta	Ängsull, dvärgbjörk, hjortron, franslevermossa, klyvbladsvitmossa
3 – 10	Mosseplan	Ristuva	Hjortron, dvärgbjörk, myrbjörnmossa
11 – 12	Mosseplan	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, klubbvitmossa, odon, ängsull, rosling, kråkris
13 – 15	Topogent kärr	Mjukmatta	Rosling, flaggvitmossa, björnvitmossa, klyvbladsvitmossa, blek skedmossa
16 – 21	Mosseplan	Ristuva	Dvärgbjörk, kråkris, hjortron, rostvitmossa, gråstarr
22 – 24	Topogent kärr	Mjukmatta	Scapania-arter, flaggvitmossa, myrbjörnmossa, hjortron, dvärgbjörk
25 – 28	Mosseplan (delvis övergång mot topogent kärr)	Ristuva (delvis övergång mot mjukmatta)	Dvärgbjörk, hjortron, rundstarr, brokvitmossa, myrbjörnmossa, väggmossa, Scapania-arter
29 – 31	Topogent kärr	Mjukmatta	Ängsull, klyvbladsvitmossa
32 – 37	Pals (sluttning)	Ristuva	Kråkris, dvärgbjörk, hjortron
38 – 40	Pals (översida)	Ristuva	Kråkris, kvastmossa, myrbjörnmossa, lavar, hjortron, myrbjörnmossa, lingon
41 – 42	Pals (översida)	Ingen vegetation	Enstaka lavar
43 – 44	Pals (översida)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, kråkris, lavar, myrbjörnmossa
45 – 46	Pals (översida)	Ristuva	Bar torv, lavar, hjortron
47 – 48	Pals (översida)	Ristuva	Lavar, myrbjörnmossa, hjortron, bar torv
49 – 50	Pals (översida)	Ristuva	Rosling, hjortron, kråkris, myrbjörnmossa, bar torv, lavar
51 – 54	Pals (översida)	Ristuva	Kråkris, hjortron, lingon, dvärgbjörk, odon, rosling
55 – 58	Pals (översida)	Ristuva	Rosling, lavar, kvastmossa, myrbjörnmossa, hjortron

59 – 60	Pals (sluttning)	Ristuva	Lavar, myrbjörnmossa, kvastmossa, bar torv
61 – 62	Pals (sluttning)	Ingen vegetation	Enstaka lavar, myrbjörnmossa, hjortron
63 – 67	Vatten (palskar)	Ingen vegetation	Enstaka ängsull i västra delen
68 – 69	Pals (sluttning)	Ristuva	Myrbjörnmossa, hjortron, tuvull
70 – 71	Pals (sluttning)	Ingen vegetation	Enstaka dvärgbjörk, myrbjörnmossa
72 – 73	Pals (översida)	Ingen vegetation	
74 – 75	Pals (översida)	Ristuva	Myrbjörnmossa, kvastmossa, lavar
76 – 79	Pals (översida)	Ingen vegetation	Enstaka lavar, kvastmossa, myrbjörnmossa
80 – 83	Pals (sluttning)	Ristuva	Dvärgbjörk, kråkris, lingon
84 – 90	Pals (översida)	Ingen vegetation	Enstaka hjortron, kvastmossa
91 – 102	Pals (översida)	Ristuva	Kråkris, dvärgbjörk, hjortron, myrbjörnmossa, rosling, lavar, fläckvis kal torv
103 – 106	Pals (sluttning)	Ristuva	Kråkris, hjortron, rosling, dvärgbjörk, lavar
107 – 120	Pals (översida)	Ristuva	Kråkris, hjortron, rosling, dvärgbjörk, lavar
121 – 127	Pals (sluttning)	Ristuva	Dvärgbjörk, kråkris, hjortron, lingon
128 – 130	Topogent kärr (palslagg)	Mjukmatta (delvis övergång mot lösbottnen)	Klyvbladsvitmossa, rostull, inslag av öppet vatten
131 – 134	Topogent kärr	Mjukmatta	Klyvbladsvitmossa, rostull, piskvitmossa
135 – 136	Topogent kärr	Ristuva	Myrbjörnmossa, rostull, brokvitmossa, rosling, hjortron, dvärgbjörk
137 – 140	Topogent kärr	Mjukmatta	Piskvitmossa, rostull, hjortron
141 – 142	Topogent kärr	Ristuva	Hjortron, rostull, rostvitmossa, brokvitmossa, dvärgbjörk
143 – 145	Topogent kärr	Mjukmatta	Rostull, piskvitmossa, björnvitmossa, dvärgbjörk

Transekt 15

Avstånd (m)	Morfologisk typ	Vegetationstyp	Dominerande arter
0 – 8	Topogent kärr	Mjukmatta	Rostull, klubbvitmossa, fransvitmossa, björnvit-mossa
9 – 10	Topogent kärr	Ristuva	Hjortron, myrbjörnmossa, klubbvitmossa
11 – 12	Pals (sluttning)	Ristuva	Hjortron, kråkris, lavar
13 – 30	Pals (översida)	Ristuva	Hjortron, dvärgbjörk, tallvit-mossa, lavar, kråkris, rost-vitmossa, kvastmossor
31 – 32	Pals (sluttning)	Ristuva	Hjortron, dvärgbjörk
33 – 39	Topogent kärr	Mjukmatta	Gråstarr, ängsull, madrör, rostull, björnmossa, frans-vitmossa, björnvitmossa, klyvbladsvitmossa
40 – 42	Topogent kärr	Fastmatta	Myrbjörnmossa, frans-vitmossa, flaggvitmossa, hjortron, dvärgbjörk, rostull
43 – 46	Mosseplan	Ristuva	Hjortron, dvärgbjörk
47 – 49	Pals (överyta)	Ristuva	Hjortron, dvärgbjörk
50 – 51	Pals (sluttning)	Ristuva	Hjortron
52 – 53	Mosseplan	Mjukmatta	Dvärgbjörk, hjortron, rubinvitmossa, myrbjörn-mossa, klubbvitmossa
54 – 66	Topogent kärr	Mjukmatta (enstaka smärre inslag av ristuva)	Hjortron, rostull, flagg-vitmossa, björnvitmossa, piskvitmossa, brokvitmossa, klyvbladsvitmossa
67 – 68	Topogent kärr	Ristuva	Hjortron, dvärgbjörk, brokvitmossa, tuvull
69 – 70	Pals (sluttning)	Ristuva	Hjortron, dvärgbjörk, tuvull, rosling, kråkris, lavar
71 – 88	Pals (överyta)	Ristuva	Hjortron, lavar, dvärgbjörk, rosling, kråkris
89 – 90	Pals (överyta)	Ristuva	Myrbjörnmossa, hjortron, lavar
91 – 93	Pals (överyta)	Ristuva	Lavar, dvärgbjörk
94 – 95	Pals (sluttning)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, myrbjörnmossa
96 – 99	Topogent kärr	Mjukmatta	Gråstarr, ängsull, rostull, björnvitmossa, klyvblads-vitmossa

100 – 108	Topogent kärr	Mjukmatta	Klyvbladsvitmossa, gråstarr, ängsull, rostull
109 – 113	Topogent kärr	Mjukmatta	Rostull, ängsull, klyvbladsvitmossa
114 – 115	Vatten (palskar)	Ingen vegetation (utom vassbård närmast palsen)	Rostull, ängsull
116 – 117	Pals (sluttning)	Ristuva	Lavar, hjortron, dvärgbjörk
118 – 123	Pals (överyta)	Ristuva	Lavar, dvärgbjörk, hjortron revlummer
124 – 125	Pals (sluttning)	Ristuva	Lav, dvärgbjörk, hjortron
126 – 130	Topogent kärr	Mjukmatta (inslag av lösbotten)	Ängsull, dvärgbjörk, rostull, klyvbladsvitmossa, gråstarr
131 – 133	Vatten	Ingen vegetation	Enstaka ängsull
134 – 136	Topogent kärr	Mjukmatta	Rostull, gråstarr, ängsull
137 – 138	Pals (sluttning)	Ristuva	Dvärgbjörk, lavar, revlummer
139 – 147	Pals (överyta)	Ristuveva	Dvärgbjörk, lav, revlummer, lopplummer, madrör
148 – 149	Pals (överyta)	Ingen vegetation	Enstaka rosling, lopplummer, hjortron
150 – 152	Pals (överyta)	Ristuva	Bar torv, hjortron, revlummer, dvärgbjörk, hundstarr
153 – 154	Pals (överyta)	Ristuva	Hundstarr, dvärgbjörk, lavar, revlummer, odon, hjortron, bar torv
155 – 164	Pals (överyta)	Ristuva	Dvärgbjörk, hjortron, revlummer, kråkris, bar torv, rosling, lopplummer, madrör
165 – 175	Pals (överyta)	Ristuva	Dvärgbjörk, lavar, revlummer, lopplummer, hjortron, odon, kråkris
176 – 182	Pals (överyta)	Ristuva	Bar torv, rosling, dvärgbjörk, lavar, hjortron, lopplummer
183 – 185	Pals (överyta)	Ristuva	Dvärgbjörk, kråkris, lavar, bar torv, rosling, odon, lopplummer
186 – 191	Pals (överyta, bar torv)	Ingen vegetation	Enstaka madrör, ängsull
192 – 195	Pals (överyta)	Ristuva	Dvärgbjörk, kråkbär, hjortron, ripbär, lavar, rosling
196 – 198	Pals (sluttning)	Ristuva	Revlummer, lavar, dvärgbjörk, hjortron
199 – 200	Topogent kärr	Ristuva (inslag av mjukmatta)	Rostull, dvärgbjörk, hjortron

Bilaga 3. Start- och slutpunkter för transekt

I denna bilaga redovisas koordinater som anger start- och slutpunkter för de 14 transekt som föreslås ingå i det fortsatta övervakningsprogrammet. Redovisningen återger de lägen som transekterna har på 2010 års flygbild (se figurerna 119 och 131).

Transekt	Längd (m)	begX_sw99	begY_sw99	endX_sw99	endY_sw99
1	390	738964	7608199	738971	7608589
2	480	738276	7608378	738605	7608728
3	50	738155	7608539	738205	7608536
4	50	738698	7608555	738720	7608600
5a	141	740318	7609548	740196	7609620
6	157	740229	7609583	740101	7609675
7	180	740497	7609777	740353	7609885
8	90	740538	7609770	740496	7609850
9	110	740438	7609776	740535	7609828
10	175	740797	7609924	740824	7610097
12	70	740930	7610136	740862	7610153
13	50	740881	7610084	740930	7610072
14	150	739419	7609756	739269	7609756
15	200	739673	7610067	739701	7610265

Bilaga 4. Fotograferingspunkter

I denna bilaga redovisas koordinaterna (latitud och longitud) för de punkter där återgivna fotografier har tagits. Det gäller enbart bilderna från 2000-talet. Någon exakt lägesbestämning av äldre foton har av naturliga skäl inte kunnat göras.

Figur nummer	Latitud	Longitud
135	68,4934336133	20,8772971481
136	68,4934711406	20,8771690625
138	68,4941230760	20,8748046681
139	68,4941834863	20,8746060544
161	68,4964475221	20,8898433198
162	68,4965871597	20,8899432354
163	68,4967607976	20,8900749642
164	68,4969705638	20,8902271176
165	68,4972186344	20,8903533431
166	68,4979905168	20,8908776007
169	68,4982649143	20,8930769283
170	68,4982675730	20,8930002383
171	68,4982960873	20,8928284569
172	68,4983892437	20,8923029098
173	68,4984452482	20,8920548893
178	68,4961789466	20,8523071578
179	68,4961371008	20,8528277294
180	68,4960984291	20,8536462853
181	68,4961071483	20,8544467254
182	68,4960663923	20,8554451819
185	68,4985997769	20,8628019969
186	68,4988751651	20,8630091138
187	68,4993951609	20,8633772721
188	68,4996613403	20,8635221360
189	68,5002870857	20,8639212728



Länsstyrelsen
Norrbotten