

Palsarnas periodiska avsmältning i Finska Lapland

MATTI SEPPÄLÄ

Seppala, Matti: Palsarnas periodiska avsmältning i Finska Lapland.

Geografisk Tidsskrift 82: 39-44. København, 1982.

Seasonal thawing of palsas in Finnish Lapland.

The study investigates the thicknesses of the active layer and the temporal local and regional differences in thawing of palsas in northernmost Finland. The study cover 17 palsabogs. Thermal gradients are measured, and the effect of surface cracks and vegetation is discussed.

Matti Seppälä, dr. phil., bitr. prof., Department of Geography, University of Helsinki, Hallituskatu 11-13, SF-00100 Helsinki 10, Finland.

INLEDNING

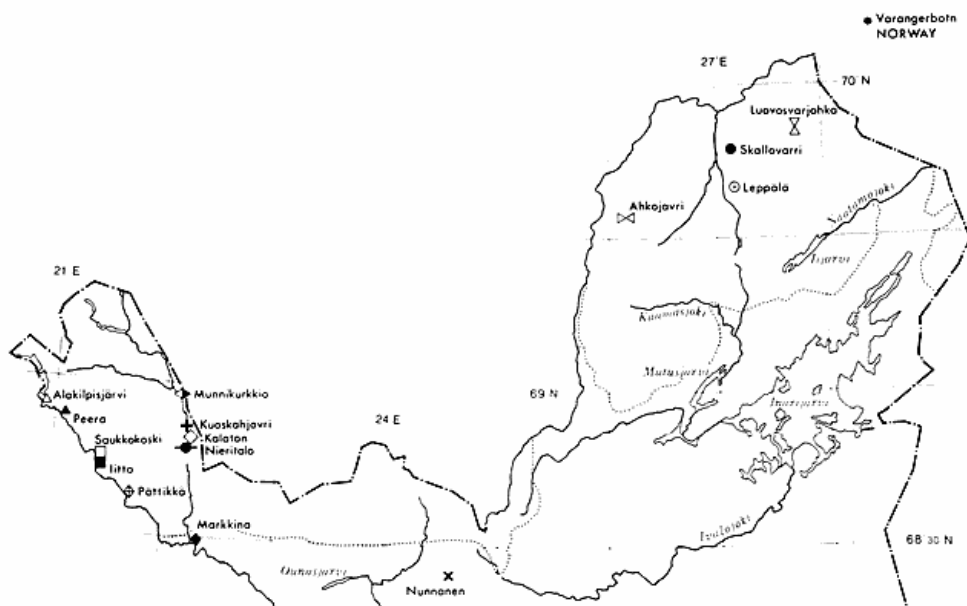
Uppkomsten av permafrost påverkas av två faktorer: 1. hur djupt tjälen förmår tränga under den kalla årstiden och 2. hur djupt värmen som får till stånd smältning förmår tränga under den varma årstiden. Om under frysperioden tjäle lagras i jordlagren i större mängd än vad som hinner smälta under smältningsperioden, uppkommer perenna frostsikt. Karakteristiskt för områdena med sporadisk permafrost är, att marken endast på vissa lokaler fryser så grundligt, att

tjälskiktet ej hinner helt smälta under sommaren. Uppkomsten av ett tjockt tjälskikt påverkas både av kylan i luften och av snötäckets tjocklek (Seppälä 1982). Snön är en erkänt god isolator. Jordartstäckets art och speciellt ytskiktets värmeledningsförmåga är avgörande faktorer för avsmältningen. Grus och sand till exempel har god värmeledningsförmåga. Tjälen tränger djupt ned i dessa material på vintern, men avsmältningen under sommaren är också snabb. T.ex. på Kevo subarktiska forskningsstation i finska Lapland har tjälen på vårvintern nått ned till över 3 m djup i grusmark. Den har dock helt smält under sommaren (Seppälä 1976a, Fig. 11). I torvmark tränger tjälen betydligt långsammare in (Seppälä 1982), men då torr torv är en dålig värmeledare, bibehålls tjälen under torv bättre än i mineraljord. På torvens goda isoleringsförmåga beror det att permafrost kan bibehållas i palsar på nordliga myrar.

Redan år 1887 gjorde Kihlman (Rikkinen 1980) observationer av tjälskikt i palsar i de centrala delarna av Kola-halvön. Han kända dock ej till benämningen pals, utan använde formen frusen torvkulle (Kihlman 1890). Enligt Kihlmans dagböcker (Rikkinen 1980, 139-142) var torvkullarna i Voroninsk den 8.8.1887 frusna nedanför ett djup av 3-4 dm, och nära Kolmjaur den 24.8.1887 nedanför ett djup

Fig. 1. Lokaliseringen av palsmyrarna, på vilka observationer gjorts. Den punkterade linjen visar tallskogens nordgräns enligt Bilistens vägkarta 1978. Samma symboler har använts i figurerna 4, 5 och 6.

Fig. 1. Location of the studied palsa bogs in Finnish Lapland. The dotted line indicates the northern limit of pine forest according to the Moring road map of Finland 1978.



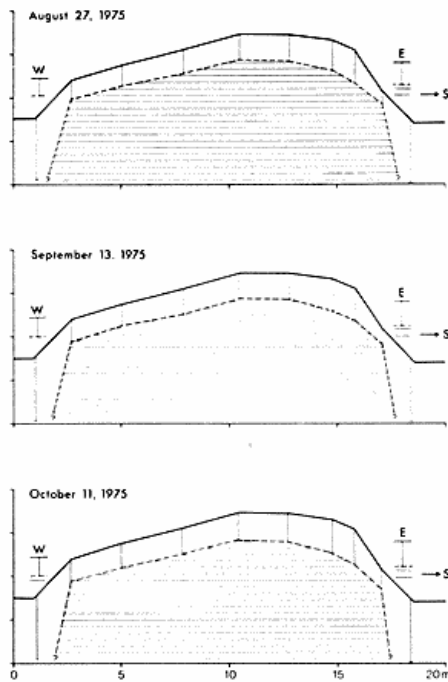
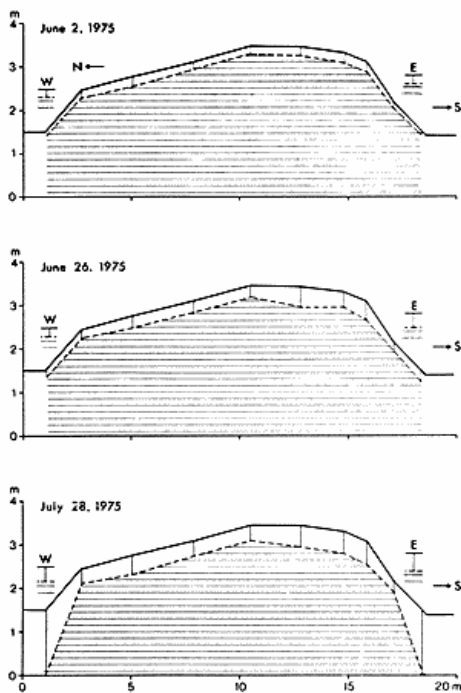


Fig. 2. Tjällytans läge i en palsa i Skallovarri enligt mätningar gjorda under avsmältningens perioden 1975. Streckningen markerar tjäle. De vertikala linjerna visar mätpunkter. W och E visar tjälens läge väster och öster om profilens (S-N) mitt i mätpunkterna nära palsens branta sluttningar.

Fig. 2. The position of frost table during the thawing season 1975 in Skallovarri. The hatched area indicates frozen parts. Vertical lines show the measurement points. W and E are the measurement points on the western and eastern parts of the palsa.

av ca. en halv meter. Öster om Voroninsk nära kåtan Kraniska låg tjälens övre yta på 40-45 cm djup i augusti (Rikkinen 1980).

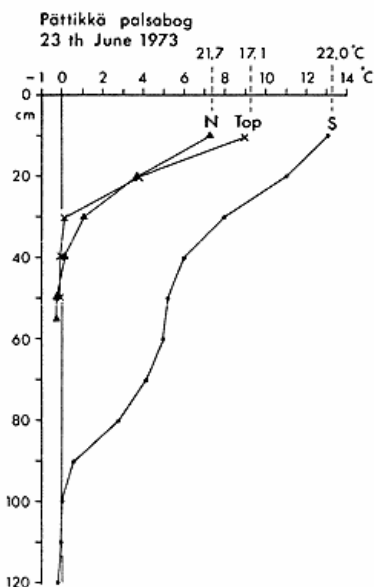


Fig. 3. Temperaturgradienten i det ytliga torvskiktet i en palsa i Pätkkä. Mätpunkterna uppe på palsen (Top), på nord- (N) och på sydsluttningen (S). Lufttemperaturen ovanför profilen 20 cm ovanför mätpunkterna.

Fig. 3. Temperature gradients of surface peat in a palsa in Pätkkä. Measurement points on the top, north edge (N) and south edge (S) of the palsa. The air temperatures were recorded 20 cm above the surface at each point.

En intressant fråga i anslutning till uppkomsten av palsar är hur djupt tjälén bör tränga in i myren för att en palsa skall kunna börja utvecklas. Å andra sidan kan man fråga, hur tjockt det isolerande torvskiktet bör vara för att tjälén skall kunna bevaras över sommaren utan att smälta. Ändamålet med denna undersökning var att klarlägga tjockleksvariationerna i palsarnas aktiva skikt samt lokala, regionala och tidsmässiga skillnader i avsmältningen i Finska Lappland.

UNDERSÖKNINGSMETODER

Observationer gjordes i nio års tid 1972-82 (Fig. 4) genom mätning av läget av palsarnas tjälskiktets yta. Mätningen skedde så, att man tryckte ned en metallstav genom det smälta torvskiktet. Alltsomallt gjordes 183 mätningar på 17 palsmyrar på palsarnas krön (Fig. 1, Tabell 1). Utvecklingen av avsmältningen i olika delar av en och samma palsa undersöktes i Enontekiö (Nunnanen) år 1974 (Seppälä 1976b) och i Utsjoki (Skallovarri) åren 1975-77 genom upprepade mätningar i flera punkter under avsmältningens perioden.

På några platser kombinerades mätningarna med temperaturombservationer, som gjordes med Wallac »thermoprobe meter« (se Seppälä 1976b).

Där endast en eller några få mätningar gjordes på samma palsmyr, gjordes de på krönet av palsen på en vågrät yta för att eliminera inflytandet av expositionen.

I denna undersökning kommer inte väderleksförhållandenas inverkan på avsmältningens djupet att jämföras, då väderleksstationerna ofta ligger fjärran från palsmyrarna eller i helt annorlunda miljö, t.ex. i en dal. Egna väderleksobservationer gjordes på Nunnanen och Skallovarri palsmyrar. Resultaten kommer att publiceras senare och därvid också att jämföras med allmänna väderleksobservationer.

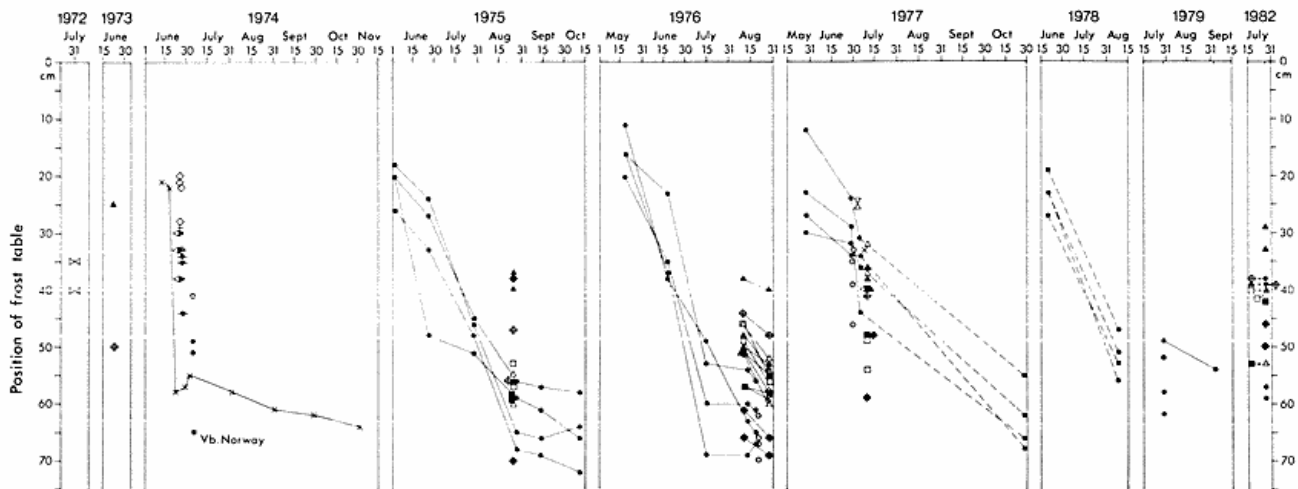


Fig. 4. Observationer av tjälytans läge i palsar. I de samma punkt gjorda observationerna har förenats med linjer. En streckad linje förenar observationer, vilka har gjorts med så långa tidsintervall, att den lineära utvecklingen av avsmältningen inte med säkerhet kan fastställas. Symbolerna åsyftar observationslokalerna (se Fig. 1). Vb anger en observation i Varangerbotn i Norge.

Fig. 4. Observations made of the position of frost table in palsas. Lines join together observations of same points. Hatched lines join those observations with longer intervals which do not mean a linear thawing. Symbols indicate the observation points (see Fig. 1). Vb is observation made in Varangerbotn, Norway.

AVSMÄLTNINGEN AV TJÄLEN I PALSENS OLIKA DELAR

Här är det inte motiverat att upprepa observationerna på Nunnanen palsmyr (Seppälä 1976b), utan ett annat exempel presenteras, i vilket ett motsvarande avsmältningförlopp av tjälytan i Skallovarri år 1975 skildras (Fig. 2).

Avsmältningen började i maj på palsens snölösa krön. Under juni-juli fortskred avsmältningen snabbt. År 1975 kulminerade avsmältningen först i augusti. På sydsluttningen avancerade avsmältningen djupare än på nordsluttningen, även om skillnaderna alla år ej var speciellt stora. På öst- och västsluttningarna observerades smärre skillnader i mätpunkterna (Fig. 2). Östsluttningen smälte av ungefär lika mycket som krönet, västsluttningen däremot något mindre. Vid palsarnas kant där vatten samlade sig, var avsmältningen starkare än vid torra kanter.

De lokala skillnaderna i avsmältningshastighet kan vara överraskande stora. I Skallovarri observerades år 1975 i två invid varandra liggande palsar med endast 20 m mellan mätpunkterna en sänkning av tjälytan med 28 respektive 7 cm under 24 dygns tid i juni (Fig. 4). Under följande månad smälte samma punkter 3 respektive 18 cm, och skillnaden var i slutet av juli sålunda endast 6 cm (Fig. 4). En motsvarande stor skillnad i avsmältningshastighet i början av smältperioden noterades på samma lokaliteter i Skallovarri även 1976 och 1977. De i frågavarande palsarna skiljer sig ej morfologiskt från varandra. Vid slutet af avsmältningsperioden var skillnaderna obetydliga (Fig. 4).

I några fall konstaterades en höjning av tjälskiktet under avsmältningsperioden. Detta torde kunna bero på värmeförlust genom stark avdunstning.

Temperaturgradienten uppmättes i en pals en varm juni-dag (23.6.1973) i Pättikkä (68°37'30" N lat., 21°45'E long.) (Fig. 3). Tjälskiktet var då mycket högre i nordsluttningen än i sydsluttningen. Mellan krönet och nordsluttningen var skillnaderna obetydliga. Palsen var ca 4 m hög.

På 10 cm djup var temperaturen lägst (7.3°C) i nordsluttningen (Fig. 3). I sydsluttningen, som var en vertikal obevuxen avspjälkningsyta, var temperaturen 13.0°C på 10 cm djup. På 20 cm djup var toppens och nordsluttningens temperatur närmelsesvis desamma. Då man gick djupare, sjönk temperaturen på toppen snabbare än i de övriga delarna. Tjälytan på toppen konstaterades ligga på 50 cm djup, i nordsluttningen på 55 cm djup och i sydsluttningen på 120

Alakilpisjärvi	68°56'N	20°55'E	490	2-3
Peera	68°53'N	21°03'E	460	3-7
Saukkokoski	68°45'N	21°25'E	410	3
Iitto	68°44'N	21°25'E	405	5-6
Pättikkäköske	68°38'N	21°43'E	395	1-2
Markkina	68°29'N	22°18'E	335	1-2
Munnikurkkio	68°55'N	22°10'E	440	6
Kuoskahjavri	68°51'N	22°14'E	440	1
Kalaton	68°50'N	22°15'E	440	1-3
Nieritalo	68°48'N	22°12'E	440	5-6
Nunnanen	68°25'N	24°35'E	320	2-4
Skallovarri	69°49'N	27°10'E	295	1-3
Leppälä	69°40'N	27°08'E	225	1-3
Luovosvarjohka	69°51'N	27°46'E	300	3
Ahkojavri	69°35'N	26°11'E	365	3
Varangerbotn (N)	70°15'N	28°30'E	50	3

Tabell 1. De undersökta palsmyrarnas namn, approximativt läge, höjd över havsytan och palsarnas höjd i meter. Jfr. fig. 1.

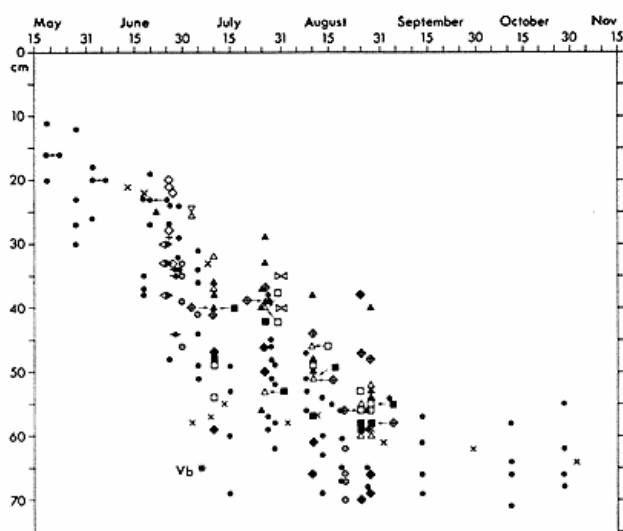


Fig. 5. En tidsbunden sammanställning av observationerna av tjällytans läge i palsarna under olika år (jfr. Fig. 4). Symbolerna åsyftar observationslokalerna (Fig. 1). Där flera observationer sammanfaller, är detta utmärkt med pilar. Vb anger en observation i Varangerbotn i Norge.

Fig. 5. Collecting diagram of the observations of the position of frost table in palsas in different years (Fig. 4). Symbols indicate the recording points (Fig. 1). Arrows put together observations which should be drawn on each other. Vb indicates the observation made in Varangerbotn, Norway.

cm djup. I sydslutningen var temperaturförändringen mycket obetydlig mellan 40 och 60 cm djup, endast 1°. På samma palsmyr i Pättikkä uppmättes samma dag tjällytans läge även i en ca. 0.5 m hög pals, och där befanns det smälta ytskiktet vara endast 10 cm tjockt.

Lufttemperaturen växlade under mätningen mellan 17.1 och 22.0°C på 20 cm höjd från palsens yta (Fig. 3).

Regn befrämjar ansenligt avsmältningen, eftersom värmeledningenskapaciteten hos fuktig torv är betydligt större än hos torr torv. Sålunda blir kärnan i en pals, som genom smältningen blivit asymmetrisk, småningom mera symmetrisk (Seppälä 1976b).

Sprickor i palsar påverkar ej nämnvärt avsmältningsdjupet, men de ökar risken för kollaps, då torvflaken på grund av sprickorna lättare glider längs tjällytan (Seppälä 1976b).

ÅRSTIDA SKILLNADER I AVSMÄLTNING

Somliga år inledes avsmältningen mycket hastigt och når då djupt redan i slutet av juni, som t.ex. 1974 i Nunnanen och 1976 i Skallovarri (Fig. 4). År 1977 begynte smältningen märkbart långsamt, men den slutade ungefärligen på samma nivå som åren 1975 och 1976.

I slutet av augusti åren 1975 och 1976 (Fig. 6) var skillnaderna i avsmältningsdjup mycket små i de flesta mätpunkterna. Endast i Peera påträffades i en punkt en skillnad på 14 cm och i Markkina en skillnad på 31 cm, vilka det ej har varit möjligt att förklara.

Den största variationen i det avsmälta skiktets tjocklek förekom i juli, då skillnaderna mellan olika områden och olika år tydligast kunde skönjas. I augusti blev skillnaderna mera utjämnade. I samma observationspunkter uppgick skillnaderna mellan olika år endast till några centimeter.

I slutet av augusti och under september retarderades avsmältningshastigheten märkbart då vädret började bli kyligare och nattfrost började uppträda. I oktober började palsarnas yta åter frysa, och då förblev under någon tid ett ofruset skikt mellan permafrostytan och det frusna ytskiktet.

REGIONALA SKILLNADER I DET AKTIVA SKIKTET

Mellan de olika områdena noterades inga större skillnader i avsmältningshastighet och kvantitet. Skillnaderna mellan de olika palsarna i en palsmyr var större än mellan de olika palsmyrarna (Fig. 6). Avsmältningen på krönet av en normal odefornerad pals avancerade till 55-70 cm djup, vilket alltså är det aktiva skiktets maximitjocklek. Detta stadium uppnås i allmänhet senast i början av oktober (Fig. 5).

I juli kunde konstateras, att det var överraskande små skillnader i avsmältningsdjupet på palsar lokaliserade på olika höjd. Så hade Alakilpisjärvi och Skallovarri (Fig. 1, Tabell 1) palsar avsmält till praktiskt taget samma djup - i Skallovarri hade avsmältningen år 1982 t.o.m. varit mindre (Fig. 6) - trots att höjdskillnaden mellan dessa lokaliteter är närapå 200 m (Tabell 1). De morfologiska olikheterna mellan palsarna, t.ex. höjden, förklarar tydligen bättre skillnaderna i avsmältningshastighet än t.ex. lokalitetens höjd över havet, som självfallet dock påverkar lufttemperaturen. På samma myr konstaterades de lägre palsarnas aktiva skikt i allmänhet vara tunnare än de högra palsarnas.

Vegetationen fördröjer avsmältningen. På ytan eroderade gamla palsar avsmälter djupare än unga palsar med växttäckte.

Den största skillnaden i avsmältningsdjup noterades mellan finska palsar och en pals i Varangerbotn i Norge, där mätningar gjordes 1974 (Fig. 1, 4 och 5). I Varangerbotn hade den 3 m höga palsen avsmält från ytan till 65 cm djup den 6 juli. Skillnaden beror uppenbarligen på palsens läge endast 50 m ovanför havsytan. Åhman (1977) har rapporterat från Nordnorge, att permafrostytan i palsarna där ligger på 65-100 cm djup räknat från palsens yta. Enligt Vorren (1967) är endast palsarnas ytor till ett djup av 50-100 cm på sommaren fria från tjäle i Nordnorge.

Från Karesuando-traktaten i svenska Lappland (68°27'N, 22°30'E) rapporteras, att avsmältningen på palsen i slutet av juli 1965 hade nått till ca 40 cm djup och i slutet av oktober till ca 60 cm (Forsgren 1966).

DISKUSSION

I det nordligaste Finland bör tjälen tränga ned i torven på en jämn myr till minst 50 cm djup, för att den åtminstone till någon del skall bevaras till följande vinter (Seppälä 1982). Detta är fallet endast på sådana platser, där snötäcket är

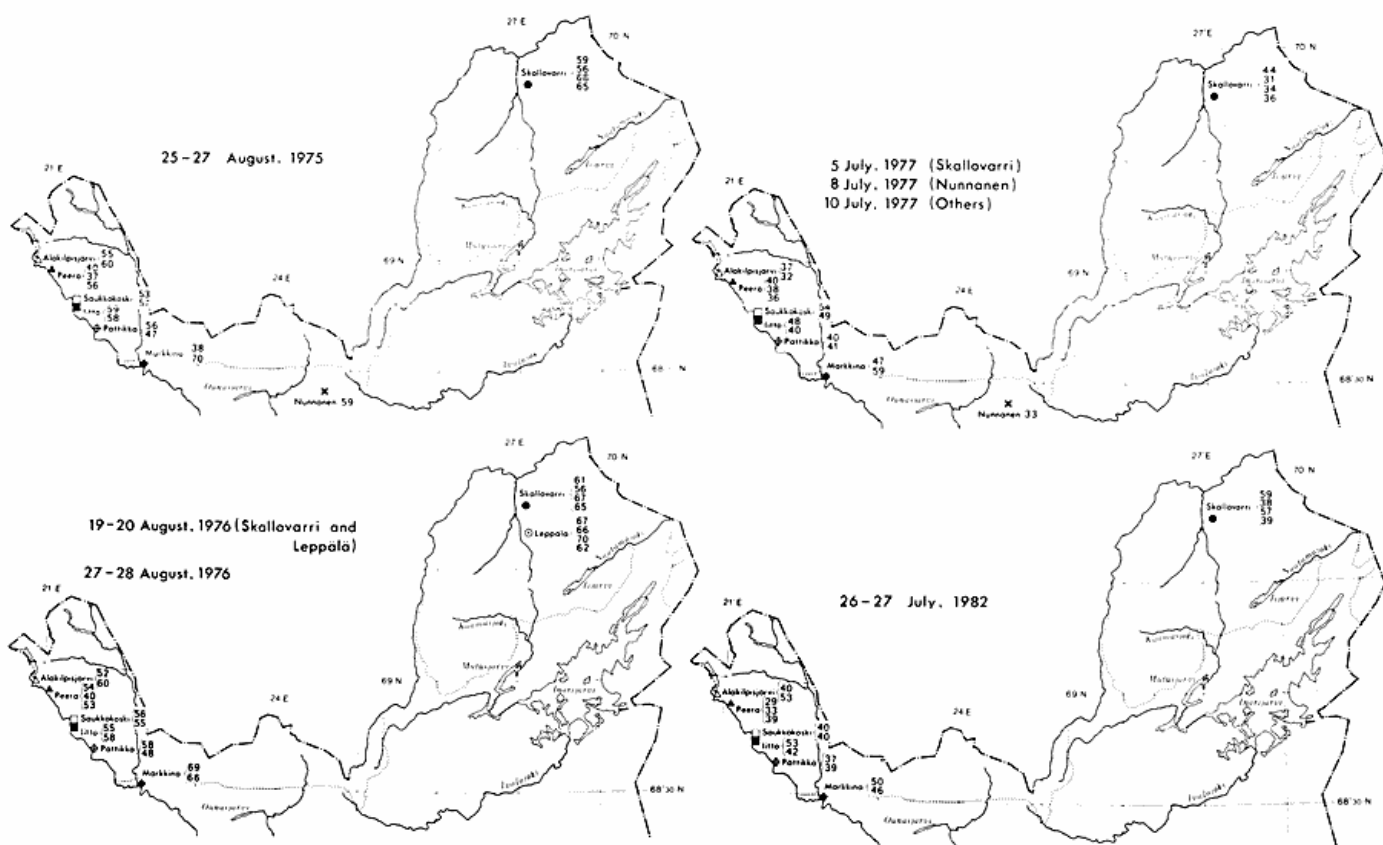


Fig. 6. Sammanställningar av observationer på olika palsmyrar inom korta tidsintervall. Siffrorna anger tjältytans läge i centimeter räknat från ytan av palsen.

tunnare än normalt. På en pals som höjer sig över myrens yta börjar avsmältningen tidigare på våren, och den når djupare. Avsmältningen på krönet av en normal odeformerad pals avancerade till 55-70 cm djup vilket alltså är det aktiva skiktets maximitjocklek. Ifall smältningen når mycket djupare än 70 cm, vilket konstaterades i några eroderade palsar, föreligger risken att tjälren inte längre följande vinter förmår genomtränga det smälta skiktet. I detta fall kommer ofrusen torv jämte vatten att bevaras i palsens inre, vilket småningom leder till destruktion av palsens frusna kärna (jmf Salmi 1970, Fig. 4).

Avsmältningsdjupet varierade överraskande litet i olika delar av Lappland, och även skillnaderna mellan olika år var obetydliga. De på krönet gjorda mätningarna i olika palsar visade sig bäst jämförbara med varandra vid jämförelse mellan olika områden. Vid mätning i detta läge eliminerades expositionens inverkan på avsmältningshastigheten. Det aktiva skiktets verkliga maximitjocklek borde mätas möjligast sent, först i oktober-november, ty värmen tränger långsamt in i torven.

I finska Lappland förefaller minimifaktorn vid palsarnas uppkomst att vara tjockleken av det isolerande torvskiktet, som bör vara minst 50 cm. I annat fall bibehålls tjälren ej i

Fig. 6. Observations made with short intervals on different peat bogs. Numbers indicate the position of frost table in centimetres measured from the peat surface.

palsarna med kärna av mineraljord, utan de kollapsar, därför att mineraljorden smälter snabbare än frusen torv. Vind och regn eroderar ytan av palsen. Härvid uttunnas torvtäcket och räcker inte till för att isolera den frusna kärnan från värme. Resultatet är då, att palsen »dör« och att en termokarstsänka uppstår.

Till slut framför jag som en önskan, att forskarna då de rör sig på palsmyrar skulle mäta läget på tjältytan och även anteckna terrängens art, mätlokaler och datum. Så skulle man få ett möjligast täckande nät av observationer i Fennoscandia, och man kunde möjligen klarlägga eventuella regionala olikheter och de på dem inverkan faktorerna. På samma gång skulle man följa den cykliska utvecklingen av palsarna (Seppälä 1982).

RESUMÉ

Undersøgelsen belyser tykkelsen af det aktive lag samt temporære lokale og regionale forskelle i optøningen af palsar i Nordfinland. Observationerne er foretaget 1972-1982. Ialt foreligger 183 målinger fra 17 palsmoser, alle fra palstoppen.

Optøningsmønsteret i forskellige dele af samme pals er tidligere studeret ved Nunnanen (1974) og Utsjoki (1975-1977). Optøningen begynder typisk i maj i palsens top, da denne som det første område frilægges for sne. I juni og juli fortsætter optøningen overalt på

palsen. Sydsiden karakteriseres ved hurtigere optøning end nordsiden, østsiden optør til omtrent samme dybde som palstoppen, mens vestskråningen karakteriseres ved laveste optøningshastighed. Generelt er optøningshastigheden størst i skrånninger, ved hvis fod der står vand.

Det isolerende tørvelags mindste mægtighed på finske palser synes at være ca. 50 cm. Er tørvelaget tyndere, eksisterer palser ikke eller er under smeltning.

Regionale forskelligheder i optøning er ikke påvist. Forskelle de enkelte palser imellem er større end forskelle mellem palsmoserne. Inden for samme palsmose gælder det generelt, at lave palser smelter mindre end høje palser. Den normale optøningsdybde pr. år er 55-70 cm. Dette svarer til aktivlagets maksimale mægtighed på toppen af de fleste palser i Finsk Lapland. Den maksimale optøningsdybde nås sædvanligvis i begyndelsen af oktober.

Den største forskel i frostniveaueets beliggenhed optræder i juli. I august er forskellene reduceret til få cm. Hvis optøningen når dybere end 70 cm, hvilket kan være tilfældet i nogle vinderoderede palser, når det vinterfrosne overfladelag i nogle tilfælde ikke ned til oversiden af den underliggende permafrost. I så fald eksisterer et optøet supra-permafrostlag, der kan ødelægge den frosne kerne i palser. I meget varmt vejr er det i nogle tilfælde observeret, at 0°C-isoterme blev forskudt opad. Dette forhold kan forklares som et resultat af stærk fordampning, hvorved underliggende tørvelag afkøles.

Temperaturgradienter måltel ligeledes i forskellige dele af palser. Høje dagtemperaturer bevirker, at en frossen kerne med asymmetrisk omrids bliver klart mere symmetrisk. Regn forøger smeltningen, idet den termale ledningsevne for våd tørv er væsentlig større end den termale ledningsevne for tør tørv. Jo mere tør en sommer er, jo bedre muligheder har palser for at overleve.

Overfladerevner i palser synes ikke at have stor effekt på optøningsdybden. Deres største effekt ligger derimod i det forhold, at de forøger muligheden for at tørveblokke skrider ned fra en pals side, hvorved palsens indre udsættes for smeltning.

Bevoksning på palsoverfladen mindsker optøningsdybden. De bevoksede toppe på forskellige palser har vist sig at være de mest hensigtsmæssige steder for sammenligning af optøningsmålinger de enkelte palser imellem.

SUMMARY

This study investigates the thicknesses of the active layer and the temporal local and regional differences in thawing of palsas in northernmost Finland. Observations were made between 1972-82. Altogether 183 measurements were made on 17 palsabogs on the top of palsas.

The pattern of thawing in different parts of the same palsa was studied at Nunnanen (1974) and at Utsjoki (1975-77). Several measurements in several points were made at intervals during the thawing season. Typically, thawing starts in May from the top of the palsa since this is the first to be uncovered by snow. In June and July thawing continues with the southern slope thawing faster than the northern one. The east side thaws almost as deeply as the top while the western slope thaws least. Those slopes which are wet because of standing water at the foot of the palsa melt quicker than elsewhere.

The minimum thickness of the insulating peat layer on palsas in Finland appears to be about 50 cm. If the peat layer is thinner palsas do not exist or they melt out.

Regional differences in the rate and amount of thawing is not found. The differences between the various palsas was greater than

the differences between palsa bogs. In general, in the same palsabog, low palsas melt less than higher ones. The normal thawing depth per year is 55-70 cm. This is the maximum thickness of the active layer on the top of most palsas in Finnish Lapland and is usually reached by the beginning of October.

The greatest range in the position of the frost table occurs in July. These differences were reduced by August when the differences were just a few centimetres. If thawing continues deeper than 70 cm, as happens in some wind eroded palsas, then frost may fail to penetrate to the permafrost table. An unfrozen supra-permafrost layer then exists which may eventually destroy the frozen core of palsa. In some cases during very hot weather it was observed that the frost table moved upwards. This may be explained by strong evaporation which cools the lower wet layers.

Thermal gradients in different parts of a palsa were also measured. High day temperatures cause the asymmetrical shape of the core surface to become substantially more regular. Rain increases melting because the thermal conductivity of wet peat is much higher than of dry peat. The dryer the summer the better the palsa survives.

Cracks on the palsa surface do not appear to have a great effect on the depth of thawing. Instead, they increase the possibility of slumping of peat blocks and then the palsa loses its insulating peaty cover and thermokarst is activated.

Vegetation on the palsa surface decreases thawing. The vegetated summits of different palsas are the best localities for the comparison of thawing measurements.

LITTERATUR

- Forsgren B.* (1966): Tritium determinations in the study of palsa formation. *Geogr. Ann.* 48A, 102-110.
- Kihlman A. O.* (1890): Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lapland. *Acta Soc. pro Fauna Flora Fenn.* 6:3, 263 s.
- Rikkinen K.* (1980): Suuri Kuolan retki 1887. Otava, Keuruu. 189 s.
- Salmi M.* (1970): Investigations on palsas in Finnish Lapland. Ecology of the Subarctic regions. *Proc. Helsinki Symp. 1966. UNESCO, Paris*, 143-153.
- Seppälä M.* (1976a): Periglacial character of the climate of the Kevo region (Finnish Lapland) on the basis of meteorological observations 1962-71. *Rep. Kevo Subarctic Res. Stn.* 13, 1-11.
- Seppälä M.* (1976b): Seasonal thawing of a palsa at Enontekiö, Finnish Lapland, in 1974. *Biul. Peryglacjalny* 26, 17-24.
- Seppälä M.* (1982): An experimental study of the formation of palsas. *Proc. 4th Can. Permafrost Conf., Calgary 1981* (in press).
- Vorren K-D.* (1967): Evig tele i Norge. *Ottar* 51, 26 s.
- Åhman R.* (1977): Palsar i Nordnorge. *Medd. Lunds Univ. Geogr. Inst., Avhandl.* 78, 165 s.

Vid fältundersökningar blev jag biträdd av: Juhani Vainio, Kai Lundén, Viljo Säntti, Jukka Rastas, Aarne Sujala, Heikki Nurminen, Matti Sulkinoja, Juhani Heino, Leo Koutaniemi, Richard Åhman och M. J. Clark.

Figurerna ritades rent av Kirsti Lehto och texten översattes till svenska av Paul Fogelberg.

Resebidrag erhöles av Statens naturvetenskapliga kommission, Seth Sohlbergs delegation (Finska Vetenskaps-Societeten) och Rektor för Helsingfors universitet.

Till alla nämnda personer och institutioner frambär jag mitt djupt kända tack.

palsen. Sydsiden karakteriseres ved hurtigere optøning end nordsiden, østsiden optør til omtrent samme dybde som palstoppen, mens vestskråningen karakteriseres ved laveste optøningshastighed. Generelt er optøningshastigheden størst i skråninger, ved hvis fod der står vand.

Det isolerende tørvelags mindste mægtighed på finske palser synes at være ca. 50 cm. Er tørvelaget tyndere, eksisterer palser ikke eller er under smeltning.

Regionale forskelligheder i optøning er ikke påvist. Forskelle de enkelte palser imellem er større end forskelle mellem palsmoserne. Inden for samme palsmose gælder det generelt, at lave palser smelter mindre end høje palser. Den normale optøningsdybde pr. år er 55-70 cm. Dette svarer til aktivlagets maksimale mægtighed på toppen af de fleste palser i Finsk Lapland. Den maksimale optøningsdybde nås sædvanligvis i begyndelsen af oktober.

Den største forskel i frostniveaueets beliggenhed optræder i juli. I august er forskellene reduceret til få cm. Hvis optøningen når dybere end 70 cm, hvilket kan være tilfældet i nogle vinderoderede palser, når det vinterfrosne overfladelag i nogle tilfælde ikke ned til oversiden af den underliggende permafrost. I så fald eksisterer et optøet supra-permafrostlag, der kan ødelægge den frosne kerne i palser. I meget varmt vejr er det i nogle tilfælde observeret, at 0°C-isoterme blev forskudt opad. Dette forhold kan forklares som et resultat af stærk fordampning, hvorved underliggende tørvelag afkøles.

Temperaturgradienter måltel ligeledes i forskellige dele af palser. Høje dagtemperaturer bevirker, at en frossen kerne med asymmetrisk omrids bliver klart mere symmetrisk. Regn forøger smeltningen, idet den termale ledningsevne for våd tørv er væsentlig større end den termale ledningsevne for tør tørv. Jo mere tør en sommer er, jo bedre muligheder har palser for at overleve.

Overfladerevner i palser synes ikke at have stor effekt på optøningsdybden. Deres største effekt ligger derimod i det forhold, at de forøger muligheden for at tørveblokke skrider ned fra en pals side, hvorved palsens indre udsættes for smeltning.

Bevoksning på palsoverfladen mindsker optøningsdybden. De bevoksede toppe på forskellige palser har vist sig at være de mest hensigtsmæssige steder for sammenligning af optøningsmålinger de enkelte palser imellem.

SUMMARY

This study investigates the thicknesses of the active layer and the temporal local and regional differences in thawing of palsas in northernmost Finland. Observations were made between 1972-82. Altogether 183 measurements were made on 17 palsabogs on the top of palsas.

The pattern of thawing in different parts of the same palsa was studied at Nunnanen (1974) and at Utsjoki (1975-77). Several measurements in several points were made at intervals during the thawing season. Typically, thawing starts in May from the top of the palsa since this is the first to be uncovered by snow. In June and July thawing continues with the southern slope thawing faster than the northern one. The east side thaws almost as deeply as the top while the western slope thaws least. Those slopes which are wet because of standing water at the foot of the palsa melt quicker than elsewhere.

The minimum thickness of the insulating peat layer on palsas in Finland appears to be about 50 cm. If the peat layer is thinner palsas do not exist or they melt out.

Regional differences in the rate and amount of thawing is not found. The differences between the various palsas was greater than

the differences between palsa bogs. In general, in the same palsabog, low palsas melt less than higher ones. The normal thawing depth per year is 55-70 cm. This is the maximum thickness of the active layer on the top of most palsas in Finnish Lapland and is usually reached by the beginning of October.

The greatest range in the position of the frost table occurs in July. These differences were reduced by August when the differences were just a few centimetres. If thawing continues deeper than 70 cm, as happens in some wind eroded palsas, then frost may fail to penetrate to the permafrost table. An unfrozen supra-permafrost layer then exists which may eventually destroy the frozen core of palsa. In some cases during very hot weather it was observed that the frost table moved upwards. This may be explained by strong evaporation which cools the lower wet layers.

Thermal gradients in different parts of a palsa were also measured. High day temperatures cause the asymmetrical shape of the core surface to become substantially more regular. Rain increases melting because the thermal conductivity of wet peat is much higher than of dry peat. The dryer the summer the better the palsa survives.

Cracks on the palsa surface do not appear to have a great effect on the depth of thawing. Instead, they increase the possibility of slumping of peat blocks and then the palsa loses its insulating peaty cover and thermokarst is activated.

Vegetation on the palsa surface decreases thawing. The vegetated summits of different palsas are the best localities for the comparison of thawing measurements.

LITTERATUR

- Forsgren B.* (1966): Tritium determinations in the study of palsa formation. *Geogr. Ann.* 48A, 102-110.
- Kihlman A. O.* (1890): Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lapland. *Acta Soc. pro Fauna Flora Fenn.* 6:3, 263 s.
- Rikkinen K.* (1980): Suuri Kuolan retki 1887. Otava, Keuruu. 189 s.
- Salmi M.* (1970): Investigations on palsas in Finnish Lapland. Ecology of the Subarctic regions. *Proc. Helsinki Symp. 1966. UNESCO, Paris*, 143-153.
- Seppälä M.* (1976a): Periglacial character of the climate of the Kevo region (Finnish Lapland) on the basis of meteorological observations 1962-71. *Rep. Kevo Subarctic Res. Stn.* 13, 1-11.
- Seppälä M.* (1976b): Seasonal thawing of a palsa at Enontekiö, Finnish Lapland, in 1974. *Biul. Peryglacjalny* 26, 17-24.
- Seppälä M.* (1982): An experimental study of the formation of palsas. *Proc. 4th Can. Permafrost Conf., Calgary 1981* (in press).
- Vorren K-D.* (1967): Evig tele i Norge. *Ottar* 51, 26 s.
- Åhman R.* (1977): Palsar i Nordnorge. *Medd. Lunds Univ. Geogr. Inst., Avhandl.* 78, 165 s.

Vid fältundersökningar blev jag biträdd av: Juhani Vainio, Kai Lundén, Viljo Sääntti, Jukka Rastas, Aarne Sujala, Heikki Nurminen, Matti Sulkinoja, Juhani Heino, Leo Koutaniemi, Richard Åhman och M. J. Clark.

Figurerna ritades rent av Kirsti Lehto och texten översattes till svenska av Paul Fogelberg.

Resebidrag erhöles av Statens naturvetenskapliga kommission, Seth Sohlbergs delegation (Finska Vetenskaps-Societeten) och Rektor för Helsingfors universitet.

Till alla nämnda personer och institutioner frambär jag mitt djupt kända tack.