

↗ Palsasoiden levinneisyys, rakennetyypit ja tila Suomessa 2010-luvulla

Distribution range, morphological types and state of palsa mires in Finland in the 2010s

Rauno Ruuhijärvi, Pekka Salminen & Seppo Tuominen

Rauno Ruuhijärvi, e-mail: r.ruuhijarvi@gmail.com

Pekka Salminen, e-mail: jposalminen@gmail.com

Seppo Tuominen, Suomen ympäristökeskus, Latokartanonkaari 11, 00790 Helsinki, e-mail: seppo.tuominen@syke.fi

Tässä tutkimuksessa osoitetaan, että Suomessa esiintyy kaksi palsojen rakennetyyppeä: kumpupalsat ja laakiopalsat. Niiden luonnehtimat suot kuvataan palsasoiden eri yhdistymätyypeinä. Kumpupalsasoissa on paikoittaista eli sporadista ikiroutaa ja laakiopalsasoissa epäjatkuvaa ikiroutaa. Palsojen esiintyminen, pinta-ala ja tila on kartoitettu ilmakuvien avulla. Kumpupalsojen varsinainen esiintymisalue on tunturikoivuvyöhykkeen etelä- ja keskiosissa Enontekiöllä, Utsjoella ja Inarin pohjoisosissa, laakiopalsojen tunturikoivuvyöhykkeen yläosissa ja alapaljakalla Enontekiön Käsivarren keskiosissa ja Utsjoen itäisillä tuntureilla. Palsojen sulaminen on tähän mennessä kohdistunut etupäässä kumpupalsoihin, joista 60–70 % on romahtanut. Monet kumpupalsasuot ovat palautumassa aapasoiksi. Laakiopalsat kestävät ilmaston muutosta paremmin. Niiden sulamisasteeksi on arvioitu 10–30 %. Tutkimuksessa kuvataan myös palsojen sulamismekanismia, jonka todetaan tapahtuvan kumpupalsoilla pääasiassa lateraalisesti suoveden vaikutuksesta, laakiopalsoilla myös pinnalle syntyvien termokarstallikoiden takia. Sulaminen ei ole enää yhteydessä palsojen sykliseen kehitykseen, vaan se tapahtuu ilmaston muutoksen seurauksena. Uusia palsan aihioita ei ole enää nähty 2000-luvun ilmakuvissa, eikä myöskään maastossa.

Avainsanat: ikirouta, kumpupalsat, laakiopalsat, palsasuot, palsojen sulaminen.
Keywords: palsa mires, palsa mounds, palsa plateaus, permafrost, thawing of palsas.

Johdanto

Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) suoluontotyypien uhanalaisuustyöryhmässä ja sen loppuraporteissa (Kontula & Rainio 2018a, 2018b) tarkasteltiin Tunturi-Lapin palsasoita omana suoyhdistymätyypinä. Uhanalaisuuden arviointi edellytti olemassa olevan tutkimustiedon ohella lisätiedon hankkimista palsasuoyhdistymien ja palsojen levinneisyydestä, kasvillisuudesta,

morfologiasta, pinta-aloista ja sulamistilasta. Tehtävän ottivat suorittaakseen tämän kirjoittajat Ruuhijärvi, Salminen ja Tuominen. Vain osaa kertyneestä aineistosta käytettiin suoraporteissa (Kaakinen ym. 2018a, 2018b). Sittenmin tehtyä arviointia on täydennetty tuoreiden ilmakuvien avulla.

Tämän artikkelin ilmakuvatarkastelut on tehnyt pääosin Pekka Salminen. Julkaisun kartat ja taulukon viimeistelyn on toteuttanut Seppo

Tuominen. Teksti on Rauno Ruuhijärven. Tähän kirjoitukseen sisältyy myös tekijöiden ”hiljaista tietoa”, jota on kertynyt vuosikymmenten aikana retkillä palsasoille.

Tämän työn yhteydessä selvisi ensimmäisen kerran laakiopalsojen laaja esiintyminen Suomessa ja kumpupalsojen nopea sulaminen. Näiden tunnistamiseen ja kuvaamiseen liittyi myös Rauno Ruuhijärven ja häntä avustaneiden Maritta Liedenpohja – Ruuhijärven ja Jukka Ruuhijärven viikon retkeily Enontekiön Käsivarren tienvarsisoille ja Inarin Perumämmärinjängälle heinäkuussa 2018.

Turun yliopiston Kevon tutkimusasema Utsjoella ja Helsingin yliopiston Kilpisjärven biologinen asema ovat suomalaisen ikirouta- ja palsatutkimuksen keskuksia erityisesti luonnonmaantieteen professoreiden Matti Seppälän (†), Miska Luodon ja Jan Hjortin sekä heidän oppilaittensa vuosikymmeniä jatkuneiden tutkimusten ansiosta. Työt ovat viime aikoina laajentuneet koko pohjoisen pallonpuoliskon ikirouta-aluetta ja sen ilmastomuutosta koskeviksi.

Palsatermejä

Suomen sana palsa (saameksi *balsa*) on alun perin tarkoittanut vähintään metrin korkuista, ikiroudassa olevaa turvekumpua. Termi on yleistynyt kansainvälisessä käytössä vuoden 1960 jälkeen samalla tavalla kuin Suomesta kuvattujen aapasoiden nimitys (Ruuhijärvi 1960, 1983; Botch & Masing 1983). Tässä kirjoituksessa kuvataan palsojen rakennetyypit ja käytetään niille nimiä kumpupalsat (palsa mounds) ja laakiopalsat (palsa plateaus). Edelliset ovat korkeita, kumpumaisia, jälkimmäiset matalia ja tasaisia. Eron selittää erilainen ikirouta. Samoja termejä käyttivät myös Oksanen (2005), Oksanen ja Värliranta (2006) ja Kaakinen ym. (2018a ja 2018b). Salmi (1972) ja Seppälä (1979) mainitsevat myös jännepalsat ja rengaspalsat. Jännepalsoja pidämme kumpupalsojen alatyypinä samanlaisen syntyvän perusteella. Rengaspalsat eivät ole enää palsoja, vaan niiden sulamisjäännöksiä, joissa jännemäinen turverengas muodostuu sulaneen kumpupalsan pystystä seinämästä termokarstialikon tai rimmen ympärille (Seppälä 1986). Palsojen sulaminen ei aina johda jännerenkaiden tai

allikon muodostumiseen, vaan paikalle kehittyy usein muutamassa vuodessa normaalin näköinen rahkasammal- tai ruopparimpi. Venäläisissä suotutkimuksissa käytetään tavallisesti englanniksi termejä high palsa ja flat palsa (Botch & Masing 1983). Ruotsin palsasuoinventoinnissa (Backe 2014) mainitaan kumpupalsat, palsalaa-kiot ja jännepalsat (kupolpalsar, palsflakar och strängpalsar). Norjalaisessa palsasuoinventoinnissa (Borge ym. 2017) on kaksi luokkaa: palsat (palsas or dome palsas) ja turvelaakiot (peat plateaus), eli laakiopalsoja ei sanota palsoiksi, vaikka niissä onkin ikiroutaa. Sama tilanne on yhdysvaltalaisissa ja kanadalaisissa suotutkimuksissa, joissa on lisäksi erotettu mustakuusta (*Picea mariana*) kasvavia palsoja (esim. Payette 2009, French 2017).

Pounut ja pounikot sisältävät osittain ikiroutaa ja ovat palsasoiden ohutturpeisia reunamuodostumia. Myös nämä termit ovat kansainvälisessä käytössä (pounus and pounikkos). Ne eivät ole palsoja erilaisen routimisen, morfologian ja kasvillisuuden takia. Salmi (1972) piti isoja pounuja palsoina.

Palsasuoyhdistymien levinneisyysalue ja erityispiirteet

Fennoskandiassa palsasoiden optimialuetta on tunturikoivuvyöhyke ja alapaljakka noin 200 metristä 800 metriin mpy., Norjan Finnmarkissa ja Suomessa Utsjoella Pulmankijärven seudulla palsoja on myös lähempänä merenpinnan tasoa. Pääsääntöisesti kumpupalsasuot vallitsevat koi-vumetsävyöhykkeen etelä- ja keskiosissa, laakiopalsasuot pohjois- ja yläosissa sekä alapaljakalla. Tunturien keskipaljakalla on paljakkasoita, joita ruokkivat lähteet ja pitkälle kesään lumen sulamisvedet. Niillä ei ole palsoja. Fennoskandian tunturikoivuvyöhykettä pidetään pohjoisboreaalisen havumetsävyöhykkeen ilmastoltaan indifferentinä, ei mantereisena eikä mereisenä, lohkona. Siellä tunturikoivu (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*) korvaa havupuut, mutta kenttä- ja pohjakerros on edelleen havumetsien kaltainen (esim. Hämet-Ahti 1981).

Kumpupalsat ja pounut kuuluvat etelämpänä tai matalammalla esiintyvän sporadisen ikiroudan piiriin, laakiopalsat edustavat korkeammalla tai

pohjoisempina esiintyvää epäjatkovaa ikiroutaa. Näitä routavyöhykkeitä on kuvattu Fennoskandiassa Gisnåsin ym. (2016) tutkimuksessa. Laakiopalsasuo erottuvat myös muun kasvillisuuden perusteella kumpupalsasoista siinä määrin, että kumpikin voidaan kuvata omana suoyhdistymätyyppinä, ei vain palsojen ilmastollisina rakennetyyppeinä. Laakiopalsasuo ovat usein piensoita, joiden palsapinta-ala on kuitenkin suuri.

Idempänä Euroopan puoleisen Venäjän pohjoisosissa, Kaninin niemimaasta itään, palsojen aluetta on metsätundra ja pohjoisboreaalisen havumetsävyöhykkeen pohjoisosa. Palsasoiden alue jakaantuu Venäjällä eteläisempään korkeiden kumpupalsojen vyöhykkeeseen ja pohjoisempaan matalien laakiopalsojen vyöhykkeeseen (Katz 1948; Pjavchenko 1955; Oksanen ym. 2001). Pohjois-Fennoskandian korkokuvaltaan vaihtelevilla ja ilmastoltaan vähemmän mantereisilla alueilla vyöhykkeiden ero ei ole yhtä selvä, ja myös paikalliset tekijät, kuten hydrologia, lumipeitteen jakaantuminen ja turvekerroksen paksuus vaikuttavat ikiroudan muodostumiseen ja säilymiseen (Gisnåsin ym. 2016).

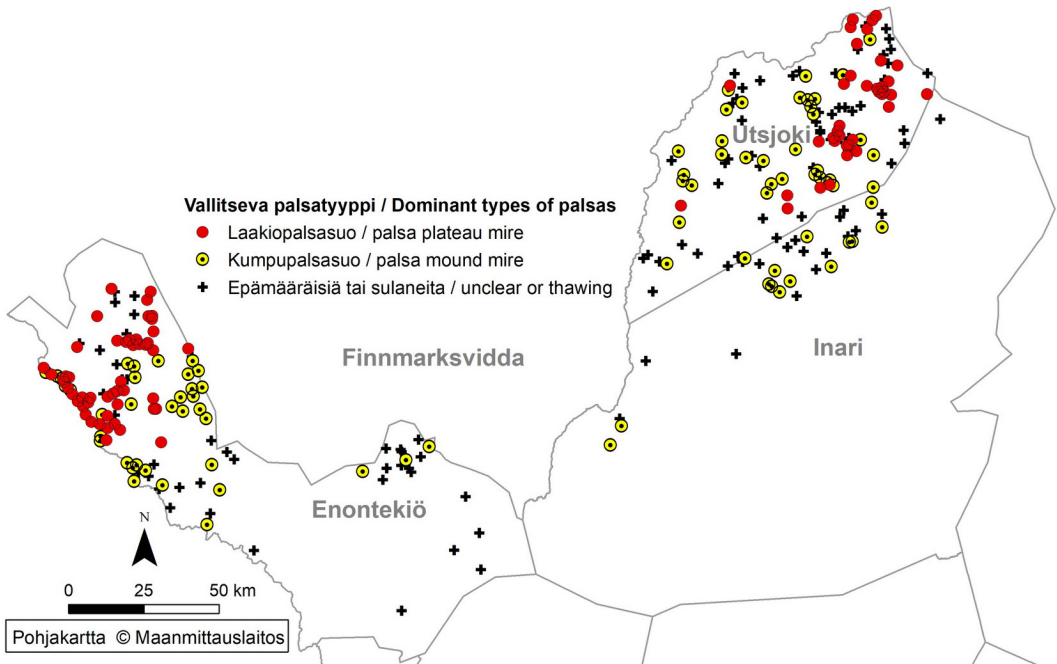
Yksittäisiä kumpupalsoja on ollut myös muutamilla pohjoisimmilla aapasoilla ja niiden keidassuo-osilla. Nykyisin näillä soilla on enintään palsojen sulamisjäännöksiä. On sopimuksen varaista, pidetäänkö näitä soita edelleen palsasoina; ainakin osa niistä on kumpupalsojen hävitessä ja morfologian muuttuessa palannut tai palaamassa takaisin Metsä-Lapin aapasoiksi (Ruuhijärvi 1960, 1983), jotka muutenkin vallitsevat koivuvyöhykkeen eteläosissa ja pohjoisessa havumetsävyöhykkeessä. Osa säilyttää palsojen sulamisesta huolimatta palsasoiden muut piirteet ja voidaan edelleen luokitella palsasoiksi. Laakiopalsojen sulamistulos alapaljakalla muistuttaa enemmän paljakkasointa kuin aapasoita. Palsasoilla on muitakin tunnusomaisia piirteitä kuin palsat. Karujen kumpupalsasoiden rahkajänteisyys ei ole säännöllisen yhdensuuntaista tai verkkomaista kuten aapasoilla, vaan jännepinnat ovat korkeita, leveitä ja katkeilevia, pounikkoa muistuttavia. Huomattava osa suosta on niukkasammaleisia saranevoja, rimpinevoja tai lettoja, joiden kautta tulvavedet valuvat vailla rimpin- ja jännerakennetta. Usein vedet kertyvät puroihin. Purojen varsilla on tiheitä harmaapajukoita.

Termokarstiallikot ovat tyypillisiä palsasoille (Luoto ja Seppälä 2003). Ne syntyvät palsojen sulaessa, osa vain muutaman vuoden vanhoista palsan aihioista.

Enontekiön Käsivarren keski- ja pohjoisosat, Ylätuntureita lukuun ottamatta, ovat laakiopalsojen pääasiallinen levinneisyysalue Suomessa (kuva 1); Utsjoella niitä on lähinnä itäosan tunturiylängöllä ja Vetsijärven ympärillä. Ikiroudan syntyminen ja säilyminen liittyy läheisesti vuoden alhaiseen keskilämpötilaan, kumpupalsoja esiintyy jopa alueilla, joilla vuotuinen keskilämpötila on $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, mutta optimilämpötila on alhaisempi eli $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$:een tienoilla. Tärkeä edellytys on alhainen, noin 400 mm sademäärä sekä paikalliset talviset olosuhteet eli tuulista johtuva lumisuojan puuttuminen (Seppälä 2006). Ikiroudassa olevien palsojen syntyminen on toteutunut vain pienellä osalla suopinta-alaa.

Tunturiylänköjen alapaljakalla, erityisesti Enontekiön Käsivarressa, laakiopalsasuo ovat kuivahkoja, välipintaisia ja usein kaltevia. Palsasoilta puuttuvat monet aapasoille tyypilliset suokasvit. Palsasoiden ohutturpeisia reunaosia luonnehtii pounikot. Niitä voi olla puolet suosalasta. Pounikoiden routimiseen vaikuttaa niin ikään lumipeitteen paksuus. Lumiset kohdat eivät routiinnu yhtä hyvin vaan sulavat kesällä, kuten Luoto ja Seppälä (2003) ovat osoittaneet. Pouniinin nousee myös kivennäismaata. Mättäiden roudan sulamisesta huolimatta niiden rakenne säilyy. Osa pounikoista vastaa eteläisempiä rahkarämeitä, osa isovarpurämeitä tai kangasrämeitä. Pounujen monimuotoisuutta ovat kuvanneet Van Vliet-Lanoe ja Seppälä (2002) sekä Luoto ja Seppälä (2002b). Alapaljakan ja ylimmän koivuvyöhykkeen palsasoilla on pounikoiden tilalla routivia kuviomaita.

Palsasoiden erilaiset pienmuodot, suotyyppien kirjo ja vesipinnat luovat suolle monimuotoisen ekosysteemin, joka tarjoaa elinmahdollisuuksia runsaalle eliöstölle. Soittemme linnusto on laji- ja parimäärältään suurinta juuri palsasoillamme (Väisänen & Järvinen 1977; Järvinen ym. 1987). Vertailu pohjoisten aapasoiden lintutiheksiin osoittaa selvän eron palsasoiden hyväksi. Linnuston linjalaskennoissa on todettu pohjoisten soiden suolinnuston paritiheyksissä merkitsevää vähenemistä 1980-luvulta alkaen (Virkkala &



Kuva 1. Palsasoiden rakennetyypit ja sulaminen Suomessa ilmakuvatulkinnan mukaan.

Fig. 1. Morphological types and thawing of palsa mires in Finland according to interpretation of aerial photography (Base map © National Land Survey of Finland).

Rajasärkkä 2012). Kyse ei ole pelkästään palsojen romahduksesta, vaan laajemmista ongelmista pohjoisten suoekosysteemien toiminnassa tai lajien muuttoalueilla. Palsasoilla on edelleen useita linnustoltaan arvokkaita soidensuojelualueita esimerkiksi Enontekiön Pöyrisjärven ja Inarin Sammuittijängän – Vaijoenjängän soilla.

Kumpupalsat

Kumpupalsat esiintyvät tavallisesti ryhminä märissä ja paksuturpeisissa suon osissa tai vesistöjen läheisyydessä. Roudattomat rimmet tai sulaneet termokarstit erottelevat roudassa olevia palsoja toisistaan. Vesistöjen lähellä turpeen paksuus ei ole ratkaiseva. Palsa voi kellua märässä turpeessa tai routiminen voi jatkua hienorakeiseen kivennäismaahan, joka nousee koholle. Palsan vieressä, rimmessä on usein noin metrin parin levyinen märkä laide. Se voi olla merkki palsan sulamisen alkamisesta hyvän lumisuojan alla, mutta olosuhteista riippuen voi tarjota vettä myös routivalle palsalle.

Palsojen korkeus vaihtelee keskimäärin kahdesta viiteen metriin. Seitsemän metrisistä palsoista on Fennoskandiasta kolme vanhaa havaintoa (Fries 1913, Ruuhijärvi 1960 ja Salmi 1972), niitä ei ole ollut enää pitkiin aikoihin. Suomen korkein palsa on edelleen Enontekiön Peerajärvellä, jossa Ruuhijärvi kuvasi sen vuonna 1955 (kuva 2). Vorren mittasi vuonna 1971 sen korkeudeksi 6,5 metriä. Vuonna 1943 palsan länsireunalle rakennettiin tie, jota on routimisen takia moneen kertaan korjailtu ja johon lopuksi tehtiin silta vuonna 2018. Tie on vaikuttanut palsan tilaan vuosikymmeniä. Ruuhijärven arvion mukaan (kuva 2) palsan korkeus oli vuonna 2018 noin viisi metriä, kesän aikana sulava pinta- eli aktiivikerros oli paksuudeltaan noin 70 cm ja palsan kasvillisuus oli muuttunut luultavasti lumen uudenlaisen jakautumisen takia koivu- ja varpuvaltaiseksi. Mineraalimaata kohottava routa oli pääosin säilynyt ehkä ympäristön kuivumisen takia. Peruskartan tekijä (MML) on kuvannut tämän palsan virheellisesti kivennäismaakummiksi. Parhaiten tunnetun ja Salmen (1972) kuvaaman



Kuva 2. Vasemmalla Suomen korkein, seitsemän metrin kumpupalsa itäpuolelta kuvattuna 1955. Etualalla pounikko. Enontekiö, Peeraonkka (suo 33) (Valokuva: S. Eurola). Oikealla palsa 63 vuotta myöhemmin. Kasvillisuus on muuttunut koivu- ja varpuvaltaiseksi palsan ympäristön kuivuessa, lumen jakaantumisen muuttuessa ja aktiivikerroksen paksuuntuessa (70 cm). Nykyinen korkeus on noin 5 m (Valokuva: J. Ruuhijärvi 2018).

Fig. 2. On the left Finland's highest palsa mound (height 7 m) pictured from the east. Pounikko in the foreground. Peeraonkka, Enontekiö (Mire 33) (Photo: S. Eurola 1955). On the right the palsa photographed 63 years later. The vegetation has become dominated by birch and dwarf shrubs as the area surrounding the palsa has dried, snow distribution has changed and the active layer has become thicker (70 cm). The current height is around 5 m (Photo: J. Ruuhijärvi 2018).

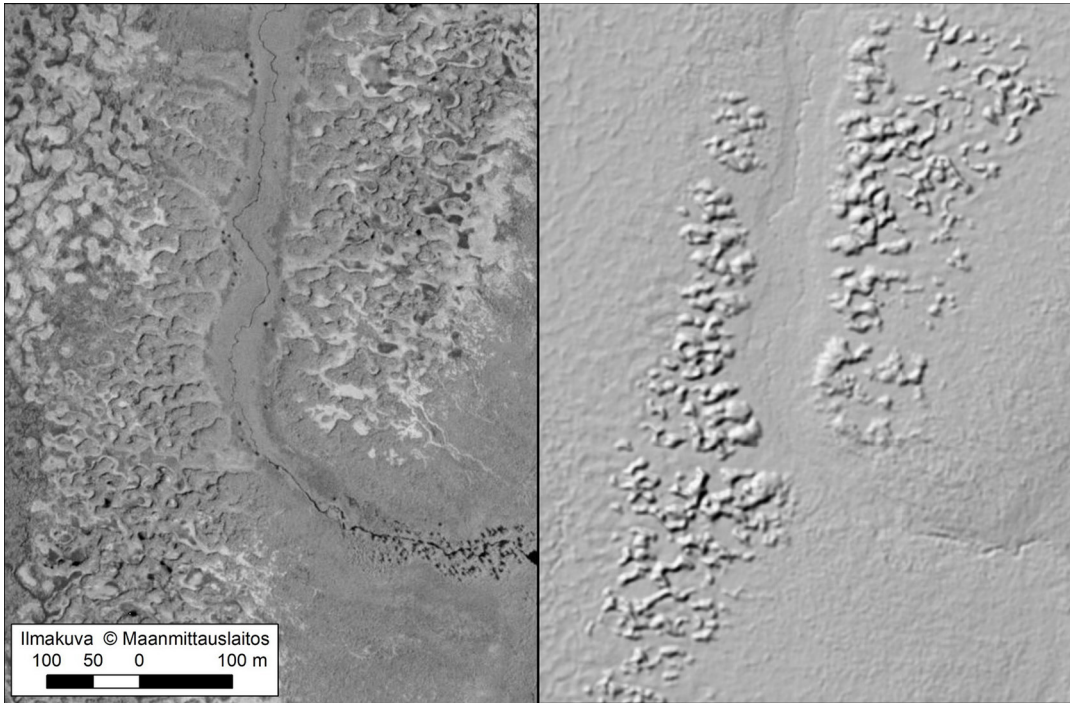
Iitto-suon korkein palsa on enää vajaa viisi metriä (kuva 3). Norjan korkein palsa on 4,5 metriä Övre Anarjohkan kansallispuistossa Finnmarksviddalla (Sievertsen ym. 1976; Mattson 2015).



Kuva 3. Tyypillinen kumpupalsa (noin 5 m). Enontekiö, Iitto (suo 15) (Valokuva: J. Ruuhijärvi 2018).

Fig. 3. Typical palsa mound (around 5 m). Iitto, Enontekiö (Mire 15) (Photo: J. Ruuhijärvi 2018).

Kumpupalsojen laajuus on tavallisesti muutamista kymmenistä muutamiin satoihin neliömetreihin. Parhaissa tapauksissa on kyseessä hehtaarien laajuisia kumpupalsaryhmiä (kuvat 4 ja 5). Joskus palsa näyttää muodostuneen suolla olevien jänneiden mukaisesti pitkiksi harjanteiksi (kuva 6). Useimpien palsojen pintaturve on syntypaikasta johtuen sara-rimpiturvetta, mutta jos palsa on syntynyt jänteen tai rahkapinnan kohdalle on pinnalla rahkaturveta. Kehittyneen palsan roudaton pintaosa, niin sanottu aktiivikerros on paksuudeltaan tavallisesti 50–60 senttimetriä. Aktiivikerros vaikuttaa hyvin pysyvältä, on kesällä kuiva ja eristää hyvin lämpöä. Syksyllä palsan pintaosa kastuu ja talvella jäätyy, jolloin kylmyys siirtyy tehokkaasti routakerrokseen. Palsan päälle ei synny uutta turvetta ja entinenkin kuluu. Eroosion pääasiallinen aiheuttaja on tuuli ja jääkiteet talvella palsojen säilyessä paljaina. Eroosio on voimakkainta vallitsevan tuulen suunnassa ja palsojen yläosissa. Eroosiota lisää myös porojen laidunnus. Tuulieroosio ei ole merkki palsan sulamisesta eikä vaikuta Seppä-



Kuva 4. Kumpupalsoja Inarin Soavveljeaggilla (suo 163). Vasemmalla ilmakuva ja oikealla rinnevarjostuskuva. (Kuvat: Maanmittauslaitos, karttapaikka).

Fig. 4. Palsa mounds in Soavveljeaggi, Inari (Mire 163). On the left aerial photo and on the right hillshade picture (Photos: National Land Survey of Finland, MapSite).



Kuva 5. Soavveljeaggin 2 m korkeita palsoja (suo 163). Sulaminen käynnissä (Valokuva: M. Mikkola-Roos 2014).

Fig. 5. Palsas with a height of 2 m in Soavveljeaggi (Mire 163). Thawing underway. (Photo: M. Mikkola-Roos 2014).



Kuva 6. Jännemäisiä, erodoituneita kumpupalsoja (noin 2 metriä). Enontekiö, Hietajänkkä (suo 43) (Valokuva: J. Ruuhijärvi 2018).

Fig. 6. Ridge-like, eroded peat mounds (around 2 m). Hietajänkkä, Enontekiö (Mire 43). (Photo: J. Ruuhijärvi 2018).

länkään (2003) mukaan siihen. Eroosiota näyttää tapahtuvan myös palsan syntymisvaiheessa, kun rimmen kasvit kuolevat nousevan routalinssin pinnalla kuivuuteen, ennen kuin varvut ehtivät vallata alaa. Paljas turve on silloin altis tuulen ja sadeveden aiheuttamalle eroosiolle. Salmen (1972) ^{14}C -ajoitus Enontekiön Hietajänkkän palsalta osoittaa, että sen pinnalta puuttuu noin 4000 vuoden turvekerros. Samanlainen tulos on Seppälällä (2003) Utsjoelta.

Palsojen kasvillisuus luokitellaan palsarämeeksi (Eurola ym. 2015; Kaakinen ym. 2018a ja 2018b). Voidaan puhua myös kumpupalsarämeistä. Vallitsevia varpuja ovat pohjanvariksenmarja (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*), vaivaiskoivu (*Betula nana*) ja suopursu (*Rhododendron tomentosum*), myös muurain (*Rubus chamaemorus*) ja mustikka (*Vaccinium myrtillus*) ovat runsaita. Ruskorahkasammalta on enintään kumpupalsojen alareunoissa, jäkälät ovat runsaita, tosin porojen laiduntamia, seinäsammalia esiintyy ja erodoituvilla yläosilla rämekekarhunsammalta (*Polytrichum strictum*), ojanukkasammalta (*Dicranella cerviculata*), tunturikynsisammalta (*Dicranum elongatum*) sekä maksasammalia ja rupijäkälää. Joillakin korkeilla palsoilla on tunturikoivua.

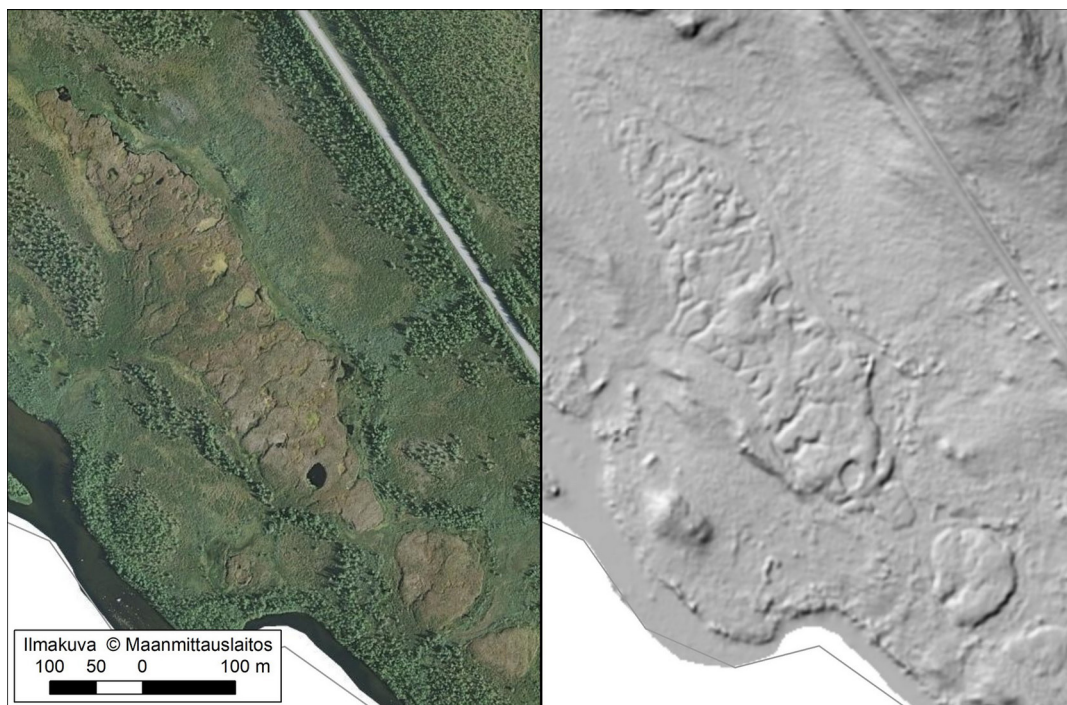
Tarkemmin kumpupalsojen kasvillisuutta kuvataan Oksasen (2005) sekä Oksasen & Väli-

nan (2006) tutkimuksissa sekä LuTU-raporteissa (Kaakinen ym. 2018a, 2018b). Pääosa tutkijoista liittyy palsojen synnyn viimeisen vuosituhannen, erityisesti Pienen jääkauden aikana tapahtuneeseen ilmaston viilenemiseen (Vorren 1967, 1979, Oksanen 2005 ja Seppälä 2006). On perusteltua olettaa, että ikiroutaa on syntynyt myös sitä ennen. Venäläisissä tutkimuksissa ikiroudan iäksi on usein esitetty 3000 vuotta (Oksanen & Väiliranta 2006).

Laakiopalsat

Laakiopalsat ovat Fennoskandiassa kumpupalsoihin verrattuna matalia, ruskorahkasammaleisia (*Sphagnum fuscum*), tasaisia ja laaja-alaisia. Laakiopalsoja ei ole aina tunnistettu palsoiksi, vaan pidetty esimerkiksi rahkapounikkoina. Ensimmäiset laakiopalsahavainnot Suomesta tekivät Kujansuu (1969) ja Salmi (1972) Enontekiöltä. Samoihin aikoihin 1–1,5 metriä korkeita laakiopalsoja kuvattiin Ruotsin Lapista (Soneson 1967, Wramner 1967 ja 1973). Suomessa ja Pohjois-Norjassa laakiopalsojen korkeus on tavallisesti noin metrin luokkaa, reunoiltaan matalampikin. Mittauksia on kuitenkin hyvin vähän. Euroopan puoleisella Pohjois-Venäjällä, Nenetsiassa, niiden korkeus on 1–1,5 metriä, jopa kolme metriä (Oksanen & Väiliranta 2006). Laajimmillaan hehtaarien laajuisten ja yhtenäistä ruskorahkasammal pintaa olevien laakiopalsojen tarkkaa stratigrafiaa ei ole tutkittu, eikä kasvijännöksiä analysoitu. Todennäköistä on, että rahkasammalpinna muodostuvat suolle vasta siinä vaiheessa, kun yhtenäinen ikirouta kohottaa ja kuivattaa suon pintaa. Syynä siihen miksi kumpupalsoja ei kehity on todennäköisesti ikiroudan laajuus ja mahdollisesti myös paikalliset tekijät kuten suon ohutturpeisuus ja kaltevuus.

Enontekiön Käsivarressa laakiopalsojen roudaton pintakerros on 30–50 senttimetriä. Mittauksia tehtiin heinäkuussa 2018 kuudella laakiopalsasuolla Kōnkämäenon laaksossa. Routa on yleensä hieman lähempänä pintaa kuin kumpupalsoilla. Roudan paksuus voi olla ruotsalaisten tutkimusten mukaan useita metrejä turpeessa ja kivinäismaassa (Sjöberg ym. 2015). Laakiopalsat ovat selvästi pohjoisempia, arktisempia kuin kumpupalsat, vaikka samalla suolla voi olla



Kuva 7. Puolikkonivan laakiopalsa (6 ha), Enontekiö, 2,5 km Peerajärvestä etelään (suo 31). Pohjoisreunalla palsa sulatettava puro, lyhyitä tupasvillaisia sulamisvesijuotteja, kuljuja ja termokarstiallikko. Vasemmalla normaaliväri-ilmakuva ja oikealla rinnevarjostuskuva (Kuvat: Maanmittauslaitos, karttapaikka).

Fig. 7. Puolikkoniva palsa plateaus (6 ha), Enontekiö, 2.5 km south of Lake Bearajavri (Mire 31). Northern edge with a headwater stream thawing the palsa, short meltwater soaks with *Eriophorum vaginatum*, hollows and a thermokarst pond. On the left true color aerial photo and on the right hillshade picture (Photos: National Land Survey of Finland, MapSite).

molempia palsatyyppejä. Laakiopalsojen laajuus voi olla useita hehtaareja ja ne voivat muodostua myös kuivemmille ja kaltevammille kohdille kuin kumpupalsat. Lumensulamisvesien vaikutuksesta laakiopalsoille muodostuu termokarstiallikoita, joissa routa on syvällä tai puuttuu, paikoin laakiopalsoja pirstovat tulvavesijuotit (kuvat 7 ja 8). Painanteisiin voi kehittyä myös matalia, tupasvillaisia valuvesijuotteja. Niiden kasvillisuus muistuttaa keidassuon kasvillisuutta: valtalajeja ovat tupasvilla (*Eriophorum vaginatum*), ruostevilla (*E. russeolum*) ja kuljuraikasammalet.

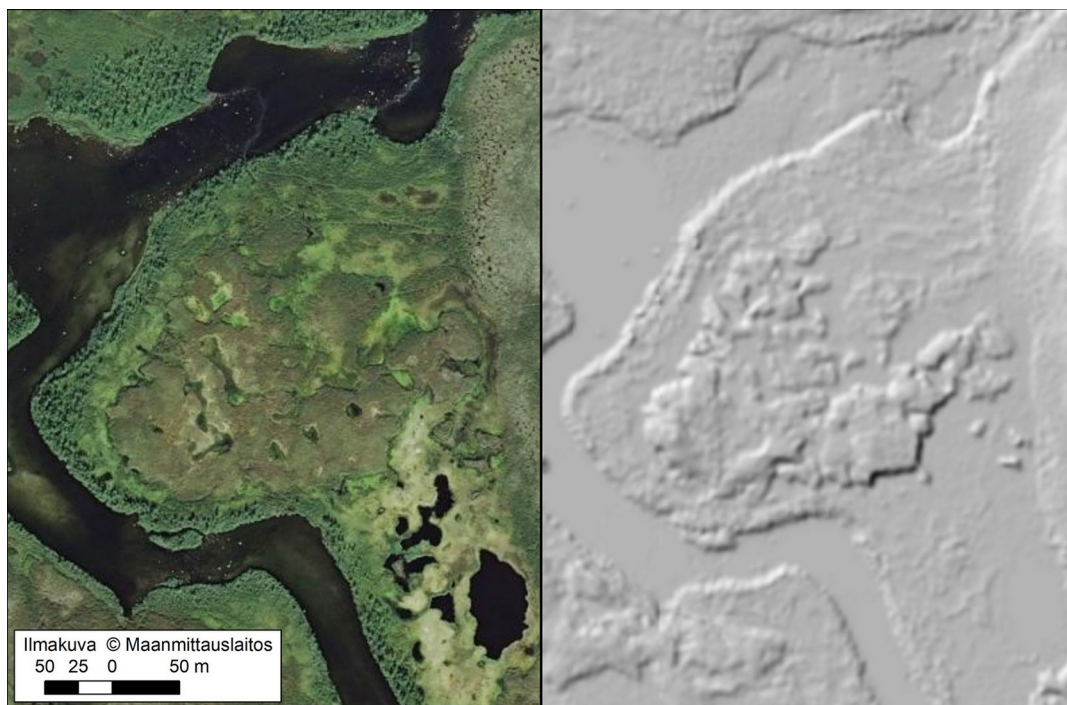
Laakiopalsan kasvillisuuden voi luokitella laakiopalsarämeeksi (kuva 9). Varvusto on matalaa, usein vain kymmenen senttimetrin korkuista. Valtalajeina ovat vaivaiskoivu, pohjanvariksenmarja ja muurain. Suopursua on niukasti ja se puuttuu kokonaan Enontekiön Käsivarren yläosan

palsasoilta. Tupasvilla on joskus matalilla laakiopalsoilla varpuja runsaampi. Ruskorahkasammal (*Sphagnum fuscum*) on yleinen, joskus sen korvaa runsas, nykyisin laidunnettu poronjäkälikkö. Ruotsin puolella Enontekiön rajalla on vielä säilynyt laajoja jäkäläisiä laakiopalsoja. Kumpupalsoille tyypillisten halkeamien ja eroosion puuttuessa myös kynsisammalet, maksasammalet ja rupijäkälät puuttuvat.

Aineisto ja menetelmät

Palsasoiden määrä ja palsojen tunnistamisen ilmakuvista

Tässä kirjoituksessa tarkastellaan Suomen palsasoiden levinneisyyttä ja tilaa Maanmittauslaitoksen (MML) Karttapaikan (



Kuva 8. Rommaenon laakson rikkonaista laakiopalsasuoita Enontekiöllä (suo 92). Termokarstiallikoita ja tulvavesijuotteja, jotka sulattavat palsaa. Pounnikoiden tilalla routamaita. Vasemmalla ilmakuva ja oikealla rinnevarjostuskuva (Kuvat: Maanmittauslaitos, karttapaikka).

Fig. 8. Fragmented palsa plateau mire of Rommaeno valley in Enontekiö (Mire 92). With thermokarst ponds and flood-water soaks thawing the palsa. Frost-influenced soils instead of pounnikkos. On the left true color aerial photo and on the right hillshade picture (Photos: National Land Survey of Finland, MapSite).



Kuva 9. Saarikosken laakiopalsa Enontekiöllä (suo 24). Matalaa varvikkoa, jäkäläistä mätäspintaa ja muutamia sammalkuljuja (Valokuva: R. Ruuhijärvi 2018).

Fig. 9. Saarikoski palsa plateaus in Enontekiö (Mire 24). With low dwarf shrubs, hummocks with lichens and a few mossy hollows (Photo: R. Ruuhijärvi 2018).

maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/) peruskarttojen, joihin sana palsasuo on usein kirjoitettu harhaanjohtavasti suon nimeä muistuttavalla isolla etukirjaimella, ilmakuvien sekä paikoin Microsoftin Bing Maps karttapalvelun (<https://www.bing.com/maps/>) uusimpien satelliittikuvien avulla. Keskeistä on ollut peruskarttoihin merkittävien turvemaiden ja niitä koskevien ilmakuvien samanaikainen tarkastelu. Parissa tapauksessa huomattiin maastotietoon perustuen, että palsa on erheellisesti merkitty karttaan kivennäismaaksi. Paikannimistönä käytetään peruskartan nimestä, Enontekiöllä ja Inarissa pääasiassa suomenkielistä, Utsjoella pohjoissaamea. Palsojen levneisyysaluetta koskevana -aineistona on käytetty Metsähallituksessa Ylä-Lapin luontokartoituksessa vuodesta 1996 koottua ja Metsähallituksen suojelualuekuviotietojärjestelmään (SAKTI)

tallennettua aineistoa palsasoista (Sihvo 2002, SAKTI 2021). Ilmakuvista määritettiin palsasuo-yhdistymien ja erikseen palsaryhmien pinta-alat Karttapaikan pinta-alasovelluksen avulla. Soiden keskimääräinen korkeus merenpinnasta saatiin peruskarttojen korkeuskäyristä. Palsojen rakenetyppi ja tila määritettiin ilmakuvista.

Palsojen sulamisvaiheen tarkastelussa on käytetty luontotyyppien laadun arviointiin tarkoitettua tilaluokitusta (TL) 1–5 (Kontula & Rainio 2018a). Kyseessä eivät ole selvät luokat, vaan vähittäinen jatkumo.

- TL 1. Palsat romahtaneet, yksittäisiä matalia palsoja tai niiden jäännöksiä, tuloksena palsasuo ilman palsoja tai aapasuo.
- TL 2. Palsat pahoin heikentyneet, yli 60 % sulanut, termokarsteja ja sulamisrenkaita,
- TL 3. Palsat selvästi heikentyneet, 30–60 % sulanut, osan rakenne hyvä, termokarsteja.
- TL 4. Palsat vähän heikentyneet, 10–30 % sulanut, palsojen rakenne vielä hyvä.
- TL 5. Palsat ihannellassa, enintään 10 % palsoista sulanut.

Arvioinnin keskeiset tulokset on esitetty karttakuvissa ja Excel-taulukossa (Kuvat 1 ja 14, liite 1).

Tässä aineistossa on rajattu ilmakuvista 282 suota, joilla on palsoja tai palsojen sulamisjäännöksiä (liite 1). Soiden luokittelu ja rajausta on usein hankalaa soiden suurten kokoerojen ja niiden vaihtelevan verkostorakenteen takia. Yksittäiset palsoja sisältävät piensuot ovat luokittelun kannalta ongelmattomia. Tarkastelua on myös laajennettu palsasuoalueen eteläpuolisille aapasuille, joilta ei ole kuitenkaan löydetty palsoja tai varmoja merkkejä niiden aikaisemmasta olemassaolosta. Tarkasteluun tuo epävarmuutta ilmakehän aineiston eriaikaisuus. Vanhimmat kuvat ovat 2000-luvun alusta, pääosa on vuosilta 2012–2015. Osa Karttapaikan Inarin ja Utsjoen kuvista on mustavalkokuvia, joita on vaikeampi tulkita. Tilannetta on korjattu tarkastelemalla Microsoftin Bing Maps karttapalvelun uusia, hyvätaoisia satelliittikuvia vuosilta 2018–2020. Kumpupalsat ja laakiopalsat ovat yleensä hyvin

erotettavissa ilmakuvilta. Rajatapauksia kuitenkin on. Suurimmat vaikeudet ovat sulavien palsajäännösten tulkinnassa. Joissakin tapauksissa myös palsojen ja pounujen rajausta on epävarmaa. Lisätietoa antaa MML:n rinnevarjostusaineisto, jossa palsat erottuvat hyvin matalammista mätäspinoista (kuvat 4, 7, 8 ja 13). Aineistoa ei ole vielä kaikilta alueilta.

Tulokset ja niiden tarkastelu

Palsasoiden määrä ja esiintyminen luonnonmaantieteellisillä alueilla

Palsasoiksi luokiteltujen soiden kokonaispinta-alaksi on tässä työssä mitattu noin 53 000 hehtaaria. Tästä puolet eli 27 100 ha on arvioitu tilaluokkaan TL 1. Varsinaisten palsojen pinta-ala on tiukasti rajattuna vain runsaat 620 hehtaaria. Lisäksi voidaan arvioida, että noin 10 % palsoja tai niiden jäännöksiä on jäänyt huomaamatta ilmakuvista. Kumpupalsojen vallitsevia soita on kaikkiaan 23 500 hehtaaria ja niillä palsoja 250 hehtaaria. Laakiopalsojen vallitsevia soita on kaikkiaan 5 400 hehtaaria ja niillä palsoja 350 hehtaaria. Soita, joilla ei voitu määrittää vallitsevaa palsatyyppiä palsojen epämääräisyyden tai niiden sulamisen takia oli kaikkiaan 24 000 hehtaaria. Näiltä soilta (palsatyyppi E liitteessä 1) on myös mitattu palsarakenteiden/palsarämeiden pinta-aloja, jos se on ollut mahdollista. Kokonaispinta-ala jää kuitenkin vähäiseksi, noin 20 hehtaariin. Soilla, joilla on molempia palsatyyppiä (K ja L) ei ole voitu pinta-aloja rajata erikseen. Se aiheuttaa lukuihin epävarmuutta, mutta ei ratkaisevasti muuta jäljellä olevien palsatyyppien runsaussuhteita

Metsähallituksen suojelun alueiden kuviotietojärjestelmässä (SAKTI) Luontodirektiivin tyyppiin palsasuo on kirjattu soita kaikkiaan 42 200 hehtaaria (SAKTI 2021). Suoyhdistymätyyppiin aapasuo, palsasuo, jossa palsasuo on rajattu ahtaammin, on kirjattu 4 441 hehtaaria. Huomattava ero tämän tutkimuksen palsapinta-alaan 620 hehtaaria, johtuu lähinnä rajausten menetelmästä, ja siihen on lisäksi mahdollisesti vaikuttanut palsojen sulaminen tutkimusten välisenä aikana.

Palsasoista 21 300 hehtaaria eli 40 % on Enontekiöllä. Jokseenkin saman verran 20 200

hehtaaria palsasoita on ollut Inarissa. Palsojen pinta-alasta Enontekiöllä kuitenkin on 66 % ja Inarissa 5 %. Ero johtuu Inarin suuremmista suoalueista, joista noin neljäsosalta palsat ovat kokonaan sulaneet. Utsjoella palsasoita on 11 400 hehtaaria eli 22 % ja palsoja 181 hehtaaria eli 29 %.

Palsasoiden erityispiirteitä ja levinneisyyttä sekä palsojen tilaa on tarkasteltu kymmenellä maantieteellisellä esiintymisalueella. Tähän tarkasteluun liittyy Excel-taulukko (liite 1), jossa soiden nimet, pinta-alat, palsaryhmien alat, palstatyytit, palsojen tila ja koordinaatit on esitetty alueittain. Niihin sisältyy pääosa mittauksista ja havainnoista, joita ilmakuvista on voitu tehdä. Tietoja voi käyttää myös tulevissa seurannoissa.

I. Enontekiön Könkämäenon lähivaluma-alue välillä Kelottijärvi - Kilpisjärvi

Könkämäenon jokilaakso välillä Kelottijärvi – Kilpisjärven eteläpuolinen Kaejätkä on Suomen puolella ahdas, pienten rantasoiden jatkumo; laakiopalsat vallitsevat, mutta paksaturpeisilla soilla on myös kumpupalsoja. Jokilaakson soita on 41. Niiden sijaintikorkeus merenpinnasta vaihtelee 390 metristä 464 metriin. Ruotsin laajin laakiopalsasuo Vissatvuopmi on aivan Könkämäenon varressa Keinovuopiosta etelään (Backe 2014). Könkämäenon laakson suot ovat välipintaisia ja pajukkoisia ja eroavat siten Käsi-varren eteläosan rimpisistä kumpupalsasoista, joiden palsat ovat pääosin sulaneet. Salmi (1968) kartoitti ja kuvasi Sottujängän ja Nielemävuoman (Salmella Kelottijänkä) kaksi palsaa, jotka nyt ovat lähes romahtaneet.

II. Enontekiön Hietajoen ja Lätäsenon laaksojen palsasuot

Suomen eteläisimmät palsat ovat nykyisin Markkinan Hietajänkkällä. Pääosa suon palsoista on sulanut, jäljellä on jännemäisten kumpupalsojen ryhmä (kuva 6) ja yksi laakiopalsa. Vuoden 1960 ilmakuvassa palsoja oli laajemmalla alueella, mutta pääosa palsoista oli jo tuolloin sulanut. Suon rimpiin muodostui viime vuosisadan loppupuoliskolla usein palsan aihioita (Salmi 1972, Ruuhijärven havainnot ja esimerkiksi kuva 10).



Kuva 10. Palsan aihio. Enontekiö, Hietajänkä (suo 43) (Valokuva: R. Ruuhijärvi 1995).

Fig.10. Embryonic palsa. Hietajänkä, Enontekiö (Mire 43) (Photo: R. Ruuhijärvi 1995).

Niistä ei kehittynyt palsoja. Rimmissä on jäljellä vesiallikoita.

Käsivarressa palsasuot keskittyvät jokilaaksojen keski- ja yläosiin, alempana on Metsä-Lapin aapoja, joilla on usein merkkejä sulaneista palsoista. Alueen edustavin ja suurin kumpupalsasuo on Lätäsenon keskijuoksun Nierivuoma, jossa on useita palsaryhmiä. Senkin palsat jo sulavat. Suota tutkineen professori Kumpulan tiedonannon (2018) mukaan noin puolet palsoista on sulanut. Parhaiten kumpupalsat ovat säilyneet Nierivuomaa pohjoisemmilla soilla Lätäsenon laaksoissa. Muutamia laakiopalsoja on Nierivuoman pohjoisosassa Kalattomanjärven ympäristössä. Noin 10 kilometriä Nierivuomasta koilliseen, Goatheluopalin alueella Norjassa, ovat Borge ym. (2017) mitanneet ilmakuvista vuosien 1958–2012 välillä sulaneiden kumpupalsojen määräksi 71 % (virheraja 10 %). Laakiopalsoja ei tällä alueella ole.

III. Ropin tunturialueen palsasuot

Monet tämän alueen soista ovat yli 700 m mpy. alapaljakalla, kaltevia ja saraisia tai pajukkoisia, vailla jänne-rimpirakennetta; niillä on sekä kumpu- että laakiopalsoja, jälkimmäiset vallitsevat. Palsat ovat parhaiten säilyneitä. Pounikot puuttuvat, niiden tilalla on routivia kuviomaita. Suot liittyvät läheisesti paljakkasoihin. Tyypillinen esimerkki on Iittojoen latvan rinesuon kaltainen Viissetlähku, 40 m kalteva laakiopalsasuo, jonka palsat ryhmittyvät korkeina ja kapeina vedenal-

juottien väleihin. Alempana koivuvyöhykkeessä laakiopalsat ovat laajempia ja matalampia sekä kumpupalsat yleisempiä. Edustava esimerkki ovat Könkämäenoon laskevan Namakkajoen laakson Jovloluoppalin ja Njamatvuobmin laakio-palsasuot 550 metrin korkeudella ja noin 10 km matkalla. Poikkeuksellisen korkealla (735 m) oleva kumpupalsasuo on alapaljakan Balsalähku, Rommaenoon laskevan Vartsajoen latvalla.

IV. Rommaenon ja Poroenon laaksojen palsasuot

Alueen soiden korkeus vaihtelee 540 metristä 740 metriin mpy., koivuvyöhykkeestä alapaljakalle. Suot ovat samanlaisia ylänkösoita kuin Ropin alueella. Laajin laakiopalsojen alue on Lätäsenon pohjoisten sivujokien Rommaenon ja Poroenon laaksoissa, jokien ja järvien rannoilla esimerkiksi Raittijärven seudulla (kuva 8). Tällä alueella on palsapinta-ala suurimmillaan. Termokarstialikoita on palsasoilla vähän, mutta todennäköisesti runsaiden tulvavesien takia palsat ovat rikkonaisia. Laakiopalsojen säilyminen on Käsivarren yläosassa selvästi parempaa kuin kumpupalsojen. Karkean arvion mukaan vain 10–30 % niistä on sulanut. Saman suuruusluokan tulokseen on päätynyt Borge ym. (2017) Finnmarksviddan Suossjávriilla, jossa 15 % laakiopalsoista ja 48 % kumpupalsoista oli sulanut vuosien 1956–2011 välillä.

Koko Enontekiön Käsivarren alueella tarkasteltiin 108 palsasuokohdetta, joista 35 suolla vallitsivat kumpupalsat, joiden peruskartalta mitattu yhteispinta-ala oli noin 104 hehtaaria ja 51:llä laakiopalsat, yhteensä noin 242 hehtaaria. 22 suolla palsat olivat kokonaan romahtaneita.

V. Enontekiön keski- ja itäosan palsasuot

Kyseessä on noin 100 km levyinen, suhteellisen tasainen, useiden jokien ja lukuisten pienten järvien sekä pohjoisessa vaarojen ja matalien tuntureiden alue. Soita on runsaasti 300–500 metriin mpy. Ne ovat pääasiassa Metsä-Lapin aapasoina, joista muutamilla on ollut yksittäisiä ja pienialaisia, nyt jo sulaneita kumpupalsoja, eteläisin Pippovuomalla Ounastunturin kupeella. Pohjoisempana Pöyrisjoen ja Käckäläjoen latvoilla oli vielä 1980-luvulla useita tyypillisiä kumpu-

palsasoita (esim. Ruuhijärven ja Hosiaisluoman (1988) miljoonakartassa kahdeksan ja MML:n peruskartassa pari nimettyä palsasuota). Nyt on jäljellä vain muutamia jännemäisiä, sulavia kumpupalsoja Pöyrisvuoman Lauluvuomalla ja kumpupalsaryhmä Salkonjängällä sekä joillakin soilla jäännöksiä palsoista tai muita palsasoille tyypillisiä rakenteita.

VI. Inarin länsiosan palsasuot Vasko- ja Inarijoen vesistöalueilla

Suomen palsasuoalue on todennäköisesti aina jakautunut kahteen osaan Inarin rajan ja Lemmenjoen kansallispuiston tienoilla Tenon latvajokien Kietsimäjoen ja Inarijoen ilmastollisesti edullisemmalla mäntymetsien alueella. Nyt tämä aukko on 100 kilometrin laajuinen. Ekologinen kykytyneisyys Tornion Lapin – Enontekiön sekä Inarin – Utsjoen palsasoiden välillä toimii vain Finnmarksviddan kautta. Lemmenjoen kansallispuiston länsirajalla Vaskojoen latvoilla on muutamilla pienillä soilla merkkejä palsoista. Ne sijaitsevat suhteellisen matalalla, alle 300 m mpy., tuulisissa laaksoissa. Professori Pentti Mälkki kertoi kirjeessään vuonna 1981 Vaskojängän kahden metrin korkuisista palsoista. Vaskojängän Poununvälin kohdalla on nykyisinkin ryhmä pounumaisia matalia palsoja.

VII. Muotkatunturien alueen palsasuot Inarissa ja Utsjoella

Luoteisen Inarin vähäsoisella alueella Vaskojosta pohjoiseen Muotkatuntureille on säilynyt vain muutamia pieniä kumpupalsasoita, osassa aluetta on termokarstirakenteita merkinä sulaneista palsoista. Laajin matalien palsojen ryhmä on Suolovárrin pohjoispuolella 280 m korkeudessa männyn metsärajalla. Pentti Mälkin em. tiedonannon mukaan palsoja oli puolen hehtaarin alueella, korkeimmat nelimetrisiä ja reunoiltaan murtuneita.

VIII. Kaamasjoen ja Näätämojoen vesistöalueiden palsasuot Inarissa ja Utsjoella

Tasaisella ja runsassoisella Kaamasjoen vesistöalueella Aksuvaaranjängällä ja Peltojoenjängällä

sekä Saarijärvenjängällä, Kivivuopajanjängällä ja Siikajoenjängällä (183–210 m mpy.), on kohtalaisen säilyneitä kumpupalsaryhmiä, mutta Ruuhijärven (1960) kartoittamista Aksujärven palsoista ei ole mitään jäljellä. Osalla soista aapasuopiirteet ja jopa verkkokeitaat vallitsevat. Paikallisilmastoltaan tämä metsänrajamänniköiden ja koivumetsien alue voi olla ympäristöään mantereisempi, joka selittäisi palsojen säilymisen.

Koillisessa Petsikkotunturin eteläpuolella Perumämmärinjängällä koivuvyöhykkeessä oli Ruuhijärven vaaituksen mukaan vuonna 1958 noin 30 palsaa, joukon korkein 4,5 metriä. Sulamisen merkkejä oli vähän. Vuonna 2018 palsoista oli jäljellä vain kaksi, korkeimmasta enää kaksimetrinen nopeasti sulava palsa (kuva 11). Suo on palautumassa aapasuoksi. Läheinen Syysjärveltä Iijärven pohjoispuolitse koilliseen ulottuva Kiesvaaranjängän, Sammuttijängän, Vaijoenjängän ja Soavveljeaggin muodostama soidensuojelualue, lähes 50 kilometrin suoverkosto, on säilyttänyt palsasoille ominaisen katkeilevan verkkorakenteensa ja laajat pounikkonsa; sen kumpupalsat ovat lähes kokonaan hävinneet talven tuulille altista Soavveljeaggia

(kuvat 4 ja 5) sekä Iijärven Pautujärven välistä Kuotkujängän pientä kumpupalsasuota lukuun ottamatta. Pekka Salmisen muistiinpanot 1972 kertovat noin neljä metriä korkeista palsoista Sammuttijängältä; tämä yksittäinen palsaryhmä on niin ikään viime vuosikymmenten aikana sulanut lähes tasaiseksi rimpi-jännerakenteeksi. Sammuttijängän Kuivajärven läheisellä suolla on MML:n rinnevarjostusaineiston mukaan vielä jäljellä hieman kumpupalsarakennetta. Iijärven lounaisosan Vaijoenjängällä ja Isolahdenjängällä oli Ruuhijärven (1960) mukaan 1955 matalia, enintään kaksi metriä korkeita palsoja; peruskartassa Vaijoenjängälle on merkitty kolme palsa-aluetta, samoin kolmelle muulle Vaijoen läheiselle suolle; millään niistä ei ole enää ilmakuvan perusteella nähtävissä palsojen jäännöksiäkään. Sulaminen on Soavveljeagillakin käynnissä ja palsojen reunat ovat sortumassa Suomen ympäristökeskuksen lintulaskentaryhmän kuvien (kuva 5) ja Tuomas Lahden tiedonannon (2014) mukaan. Laakiopalsahavaintoja ei ole Inarista.



Kuva 11. Vasemmalla Perumämmärinjängän noin 30 palsasta korkein (4,5 m) Inarin Petsikolla (suo 150) (Valokuva: R. Ruuhijärvi 1958). Oikealla sama palsa 60 vuotta myöhemmin. Jäljellä on vain kaksi alle 2 m korkeaa, lohkoina allikkoon sulavaa palsaa. Vasemmalla alhaalla lapinsara (*Carex lapponica*) leviää sulavan palsan reunalla. Vieressä on männyn juurakko 15 km männyn metsänrajan pohjoispuolella (Valokuva M. Liedepohja-Ruuhijärvi 2018).

Fig. 11. On the left the highest (4.5 m) of the around 30 palsas of Peerrumämmirjeaggi in Petsikko, Inari (Mire 150) (Photo: by R. Ruuhijärvi 1958). On the right the palsa photographed 60 years later. Only two palsas, both less than 2 m in height, remaining, with palsa thawing in blocks into the pond. *Carex lapponica* spreading on the edge of the palsa in bottom left. Also pictured an uprooted stump of Scots pine (*Pinus sylvestris*) located 18 km north of the pine timberline (Photo: M. Liedepohja-Ruuhijärvi 2018).

IX. Paistunturien tunturiylängön palsasuot Utsjoella

Läntisen Utsjoen alue Karigasniemestä Paistunturille ja Tenon laaksoon sekä Inari – Utsjoki tiehen idässä on osin hyväkuntoisten, lähinnä kumpupalsasoiden luonnehtimaa. Parhaiten tunnetaan alueelta Karigasniemen läheisen Biesjeaggin ja Paistuntureiden pohjoispuolisen Linkinjängän palsasuot. Biesjeaggin palsaryhmät ovat varsin erodoituneita samoin kuin 15 km pohjoisempana olevien Luovdejeaggin ja Čulloveaijeaggin palsat. Seppälä (2003) on arvioinut Luovdejeaggilla, että jopa 40 cm palsojen turpeesta on kulunut pois. Kaikki kolme palsasuota ovat tunturien läheisissä tuulisissa laaksoissa, joissa routa näyttää säilyvän. Kohtuullisen hyvin säilynyt Biesjeaggi on ollut pitkäaikaisen linnustoseurannan kohteena.

Liņkinjeaggi ja Vuolit Liņkinjeaggi on Suomen laajin Liņkinjohkan ja sen sivupurojen erotelema kumpupalsasysteemi, jonka soilla on ollut satoja kolme–neljämetrisiä palsoja. Niiden sulaminen ja madaltuminen on ollut viime vuosina nopeaa. Ala-Linkinjängästä on Mattson (2015) julkaissut havainnollisen kartan. Sen palsat ovat toistaiseksi paremmin säilyneet. Alueella on myös laakiopalsoja esim. Nilijoen latvojen Njiljohmohkkejeaggilla.

Luoto ja Seppälä (2002a) ja Luoto ym. (2004a ja 2004b) ovat kartoittaneet palsojen ja termokarstien esiintymistä koko läntisellä Utsjoella neliökilometrin ruuduissa. Palsoja oli 172 ruudulla ja termokarsteja 413 ruudulla. Luodon ja Seppälän johtopäätös oli, että palsojen alue on ollut aikaisemmin kolme kertaa laajempi ja vähentyminen on tapahtunut erityisesti sen eteläosissa. Tutkimuksiemme menetelmäerot eivät tarjoa vertailuun mahdollisuutta, mutta näyttää siltä, että kuluneena 20 vuotena palsojen häviäminen on jatkunut. Termokarstien ilmakuvatulkintaan liittyy ongelmia (Luoto & Seppälä 2003), siksi emme ole niitä rajanneet emmekä mitanneet pinta-aloja.

X. Utsjoen itäosan palsasuot

Itäisen Utsjoen tunnetuin palsasuo on Matti Seppälän (esim. 1979, 2006) pitkäaikainen tutkimuskohde Vaisjätkä 10 km Utsjoen kylästä kaakkoon ja Kevon tutkimusasemalta koilliseen.

Laaja kumpupalsasysteemi on tarjonnut mahdollisuudet monipuoliselle kansainväliselle tutkimukselle. Seppälä valokuvasi suolta 1968 noin viisi metriä korkean palsan. Lunta rimmestä poistaen on Seppälä (esim. 1994, 2006) saanut syntymään uusia palsan aihioita.

Itäisen Utsjoen palsasuot keskittyvät pääasiassa Gálldoaivin tunturialueen länsipuoliselle Vetsijoen vesistöalueelle ja Gálldoaivin koillispuolisille tunturin rinteille, joilla pienehköt, vesistöjen vuoksi rikkonaiset kumpupalsa- ja laakiopalsasuot ovat yleisiä. Tenojoen laakso on vähäsoista, eikä jokilaaksossa ole palsoja, lukuun ottamatta lähellä Nuorgamia Anárašvárrin ja Vuostavarrin Tenoon laskeutuvalla rinteellä ja Utsjoen koillisosassa Pulmankijärven seudulla, jossa kumpupalsoja on myös varsin lähellä merenpintaa. Vetsijärven ympärillä tavataan yleisesti laakiopalsoja. Jotkut palsasuot ovat rakenteensa ja sulamisensa takia vaikeasti määriteltäviä. Kumpupalsasoilla on termokarsteja, mutta tämän alueen pieniltä soilta laakiopalsojen sulamisen merkit lähes puuttuvat. Gálldoaivin tuntureilla pounikoiden ala on pieni ja tilalla on routamaita.

Pohdinta

Palsojen sulamisen syyt ja palsasoiden tila Suomessa

Retkeilijä näki Suomen palsasoilla 1950-luvulla vain yksittäisten kumpupalsojen sulamista, hyvin harvoin isompien turvelohkojen vajoamista rimpiin. Tasapainossa olevaa tilannetta kuvasi myös uusien, lyhytikäisten palsa-aihioiden yleisyys (Ruuhijärvi 1960). Kapea, märkä laide palsan ympärillä oli jo olemassa, mutta ei ollut varmaa merkitsikö se palsan sulamista. Jännerenkaita rimprien ympärillä ja allikoita oli jo tuolloin palsasoilla, mutta niitä ei osattu tulkita sulamijäänöksiksi. Todennäköisesti sulamista oli tapahtunut jo aikaisemmin esimerkiksi 1930-luvun lämpimänä ajanjaksona. Tuulieroosio on kuulunut aina kumpupalsoille.

Vasta 1970 ja 1980-luvuilla palsojen romahamisesta tuli muutamilla soilla koko maisemassa näkyvä ilmiö. Sulaminen on tällä vuosisadalla selvästi kiihtynyt. Se alkaa kumpupalsoilla lateraalisesti eli reunoilta vedenpinnan tasosta,



Kuva 12. Rasanivan kumpupalsa (3 m) Enontekiöllä (suo 18) sulaa lateraalisesti ja vajoaa lohkoina rimpeen, jonka rahkasammalet valtaavat (Valokuva: R. Ruuhijärvi 2018).

Fig.12. The Rasaniva palsa mound (3 m) in Enontekiö (Mire 13) is thawing laterally and descending in blocks into the flark (Photo: R. Ruuhijärvi 2018).

samalla palsan korkeus vähenee ja hämmästyttävän nopeasti, jopa muutamassa vuodessa koko palsa voi romahtaa (kuvat 11 ja 12). Palsojen lateraalista eroosiota korostaa myös Borge ym. (2017) Norjassa. Palsojen häviämistä ovat Suomessa mallintaneet Luoto ym. (2004a, 2004b) ja Fronzek ym. (2006, 2013). Palsojen sulamista voi seurata myös eriaikaisten mustavalkoilmakuvien avulla, mutta siihen ei tässä yhteydessä ollut mahdollisuuksia.

Seppälä (esim. 2006) on eri yhteyksissä korostanut palsojen muodostumisen ja häviämisen syklistä luonnetta. Uusien palsojen aihioita syntyi aikaisempina vuosikymmeninä kylminä ja kuivina vuosina (kuva 10 ja Ruuhijärvi 1960), Luodolla ja Seppälällä (2003) on havaintoja 1980- ja 1990-luvuilta. Kaikki aihiot ovat kuitenkin olleet lyhytikäisiä. Ruotsista on Backella (2014) kuvia muutaman vuoden takaa, joten siellä niitä on todennäköisesti edelleen. Tämän työn yhteydessä ei ole nähty varmoja merkkejä palsan aihioista tämän vuosisadan ilmakuvissa. Palsojen romahdaminen koskee nykyisin kaiken kokoisia palsoja ja on liian yleistä ollakseen enää syklinen ilmiö.

Vuoden keskilämpötila on palsasuoalueella noussut runsaan vuosisadan kuluessa 2–3 °C. Merkittävin lämmön nousu on tapahtunut talviaikana. Ilmatieteen laitoksen mukaan talvet ovat palsasuoalueella lämmenneet 1960-luvun jälkeen 3–3,9 °C ja samalla lyhentyneet lähes kuukaudella

(Luomaranta 2020). Samanaikaisesti myös lumisateet ovat Lapissa lisääntyneet paikoin jopa 10–30 %. Paksun lumen alla suon lämpötila on lähellä 0 °C. Sulamiseen vaikuttanee sekin, että ikeiroudan lämpötila on ilmaston lämmitessä ja lumipeitteen paksuuntuessa vähitellen lähestymässä 0 °C; sen arvioidaan nousseen 2 °C 200 vuodessa Ruotsin Lapissa (Sjöberg ym. 2015). Kaikki nämä ilmastotekijät vaikuttavat palsojen tilaan, sulamiseen ja lopulliseen romahtamiseen. Palsat ovat syntyneet ja säilyvät parhaiten avoimilla, tuulisilla kohdilla, jotka ovat talvisin lumesta lähes paljaita (Fries & Bergström 1910; Seppälä 1982). Paikallisten olosuhteiden merkitys palsojen esiintymisessä korostuu ilmaston muuttuessa.

Palsasoiden rakenteeseen ja hydrologiaan kuuluu, että kevättulva valuu joko purojen tai niukkasammaleisten saranevojen kautta suon läpi ja palsat sijaitsevat näiden juottien väleissä ja usein vesistöjen varsilla. Muutokset veden määrissä tai reiteissä käynnistävät helposti palsojen sulamisen. Rimpiset suot ovat kesäisin termisesti hitaita, järvien kaltaisia veden lämpövarastoja ja ympäristöään lämpimämpiä, kuten Franssilan ja Järven (1974) tutkimus Sompion aapasoilta Sodankylästä osoittaa. Veden lisääntynyt määrä ja sen lämpötilan nousu voivat selittää palsojen lateraalisen sulamisen. Tällaista mittausaineistoa ei kuitenkaan palsasoilta ole.

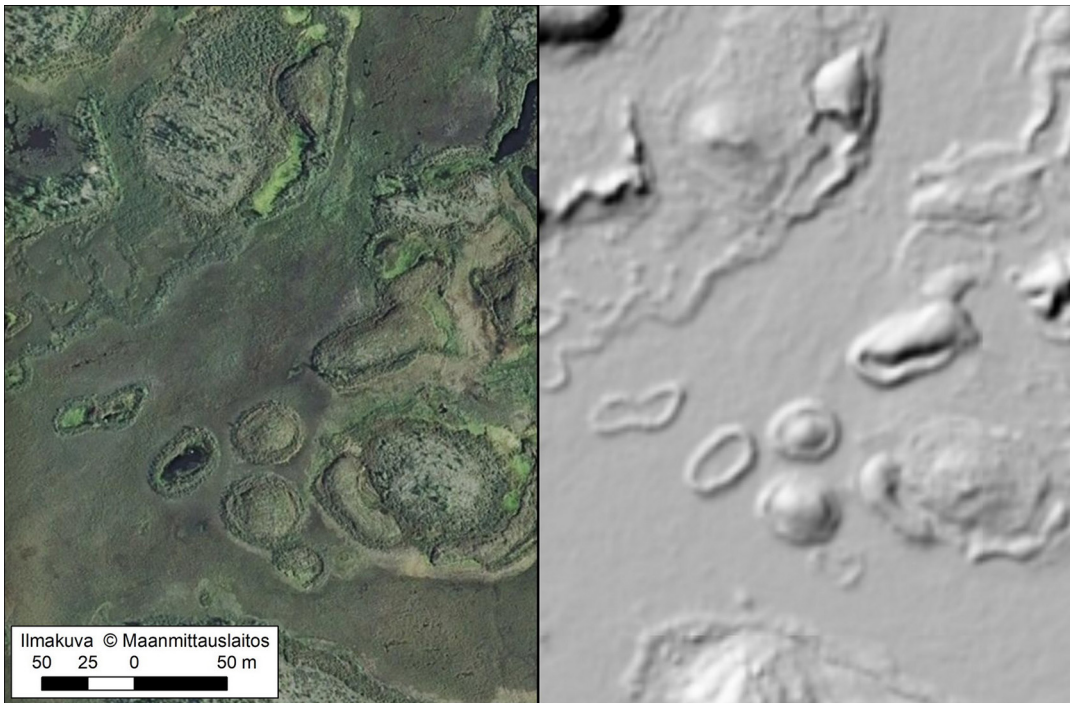
Kumpupalsan sula pintaturve halkeilee isoiksi lohkoiksi usein jo siinä vaiheessa, kun routa nostaa palsaa rimmestä ja sen alkuperäinen kasvillisuus kuivuu ja kuolee. Tässä vaiheessa palsa on altis eroosiolle myös kesäaikana. Kun mätäspintojen kasvit valtaavat palsan, eroosio loppuu tai vähenee, halkeamatkin valtaa vaivaiskoivu ja kuivalla turpeella kasvavat sammalet ja jäkälät. Palsan noustessa pariin kolmeen metriin se joutuu talvisen eroosion kohteeksi tuulen puhaltaessa lumen pois. Kysymys ei ole palsan tuhosta, vaan routimisen edellytysten jatkumisesta. Kuiva roudaton aktiivikerros on kesäaikana hyvä eristäjä. Tosin esimerkiksi Suomen korkeimmat palsat Enontekiön Käsivarren pohjoisosassa Iitossa ja Peerajärvellä, ovat menettäneet pari metriä korkeudestaan viiden-kuuden vuosikymmenen kuluessa, vaikka lohkoeroosiota ei selvästi huomaakaan. Kumpupalsan todellisen häviämisen määrittämiseen ei riitä palsan laajuuden muu-

tosten mittaus, vaan tarvitaan myös tilavuuden vähenemisen laskemista. Se edellyttää palsojen peräkkäisiä laserkeilauksia tai vaakituksia. Näin on menetelty Ruotsissa, jossa Wramner ym. (2017) ovat tutkineet Mannavuoman palsojen sulamista Kaaresuvannossa Suomen rajalla.

Routasydämen sulaminen alkaa vedenpinnan tasossa, jossa routaan voi syntyä onkalo, jonka yli roudaton pintaosa liukuu lohkoina rimpeen. Palsan pystystä seinämästä muodostuu usein rengasmainen valli lopputuloksena olevan allikon tai rimmen ympärille; aluksi se on sekavan mätäinen, mutta tasoittuu vähitellen jännemäiseksi (kuva 13). Vanha ja erodoitunut palsa on jäänyt jälkeen ympäröivän suon korkeuskasvusta; silloin sortuneen palsan paikalle syntyy allikko. Turpeen kertyminen palsoja ympäröivälle suolle on niiden esiintymisaikana ollut yleensä hyvin hidasta, jopa vain yksi senttimetri sadassa vuodessa, kuten esimerkiksi Mäkilä ym. (2013) ovat Utsjoen

Linkinjängältä osoittaneet. Isoilla kumpupalsoilla allikoita saattaa joskus muodostua myös palsan päälle samaan tapaan kuin laakiopalsoilla. Matalat allikot täyttyvät nopeasti kasvavilla, pitkävartisilla rahkasammalilla, kuten *Sphagnum lindbergi*llä ja *S. riparium*illa sekä tehokkaasti leviävillä saroilla ja suovilloilla; lopputulos on karun sammalrimmen kaltainen (kuva 11). Myös luhtavillaa ja saroja kasvava ruopparimpi voi olla tuloksena palsan sulamisesta. Sulaneiden kumpupalsojen kohdilla on vähemmän lajeja kuin ympäristössä. Nopea leviäjä romahtavien palsojen paljaalle turpeelle on yllättäen lapinsara (*Carex lapponica*), jonka kasvupaikat ovat tavallisesti tulvaisilla nevoilla.

Laakiopalsan sulaminen tapahtuu sekä lateraalisesti reunan lohjetessa rimpeen tai tyypillisesti reunalle muodostuneeseen puroon (kuva 7). Sulamista edistävät myös palsan pinnalle lumen sulamis- ja sadevesistä muodostuvat termokars-



Kuva 13. Enontekiö, Lätäsenon latvat (suo 60). Eri sulamisvaiheissa olevia kumpupalsoja ja niiden pystystä seinämästä muodostuneita jännemäisiä renkaita. Vasemmalla normaaliväri-ilmakuva ja oikealla rinnevarjostuskuva (Kuvat: Maanmittauslaitos, karttapaikka).

Fig. 13. Thawing palsa mounds and ringed remnants of palsas. Enontekiö, Lätäseno valley (Mire 60). On the left true color aerial photo and on the right hillshade picture. (Photos: National Land Survey of Finland, MapSite).

tiallikot (Sannel & Kuhry 2009 ja 2011). Sulavat laakiopalsat voivat olla paikoin hyvin rikkonaisia, erityisesti jos suolle nousee keväisin tulvavesiä (kuva 8). Laakiopalsan sulaminen on hitaampi prosessi kuin kumpupalsan. Syynä on laakiopalsojen esiintyminen keskimäärin kylmemmässä ilmastossa, niiden laajuus ja ehkä routakerroksen yhtenäisyys ja paksuus. Laakiopalsoilla ei tapahdu sulamisen loppuvaiheessa samanlaista romahdusta kuin kumpupalsoilla, koska rimpeen tai puroon vajoaa reunasta vain kapea ja ohut turvelohko. Sulamisen yhteydessä laakiopalsan paikalle voi vesimäärän mukaan muodostua jänteetön saraneva, jänne-rimpirakenne tai allikko.

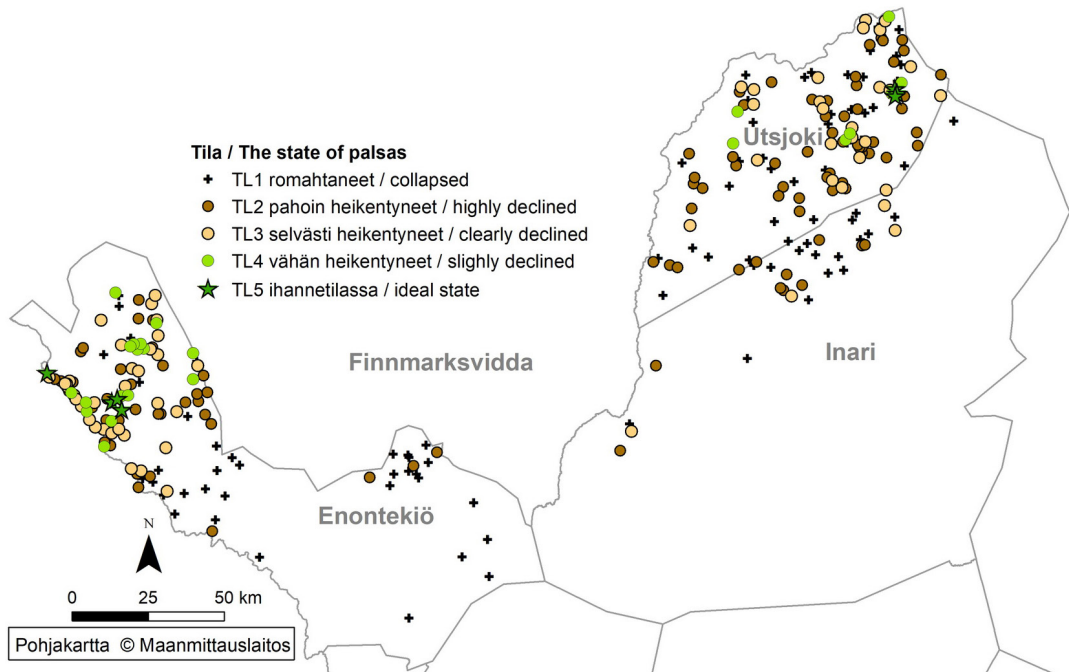
Palsojen tilaluokitus tarjoaa parhaan käytettävissä olevan keinon tarkastella palsojen suhdetta ilmaston muutokseen. Se osoittaa, että ilmaston muutos vaikuttaa herkimmin eteläisempiin kumpupalsoihin, joista tilaluokkiin 1 ja 2 kuuluu täysin romahtaneita ja pahoin heikentyneitä soita yhteensä 166 eli 60 %. Romahtaneiden joukossa ei ole laakiopalsoja, mutta tilaluokassa 2 niitä on 25 suota eli noin neljännes. Kahdessa parhaassa luokassa laakiopalsat ovat selvänä enemmistönä, jopa niin, että ihannetila eli luokka 5 on todettu vain seitsemällä laakiopalsasuolla ja vähäinen heikentyminen kahdellakymmenellä. Näihin luokkiin kuuluu vain kolme kumpupalsasuota.

Arviomme mukaan kumpupalsojen pinta-alasta noin 60–70 % on sulanut tai pahoin heikentynyt. Kumpupalsojen häviäminen näkyy erityisesti niiden aikaisemman esiintymisalueen eteläosassa, mutta selvästi myös koko levinneisyysalueella. Samanlaisen tuloksen saivat Luoto ja Seppälä (2003) läntiseltä Utsjoelta jo 20 vuotta sitten. Laakiopalsojen sulamisarvio on 10–30 %. Niillä on Suomessa kaksi erillistä esiintymis-alueita, toinen Käsivarren keskiosassa ja toinen Utsjoen pohjois- ja itäosassa; molemmilla alueilla on myös sulamisen merkkejä, vaikka vähemmän kuin kumpupalsoilla. Laakiopalsat ovat kumpupalsoja kestävämpiä ilmaston lämpenemistä vastaan. Ennuste tai pikemminkin arvaus palsojen romahduksesta olisi nykyisellä sulamisvauhdilla kumpupalsojen osalta tämän vuosisadan puoliväli ja laakiopalsojen osalta vuosisadan loppu. Mitään merkkejä siitä, että ilmaston muutos hidastuisi ei toistaiseksi ole.

Palsasoiden uhanalaisuus ja suojelutarve

Palsasuot arvioitiin Suomessa viimeisessä luontotyypin uhanalaisuustarkastelussa (Kontula & Rainio 2018a) vaarantuneiksi (VU) supistuneen levinneisyysalueen ja laadun heikkenemisen takia; EU:n luokituksessa (European Environment Agency 2016) ne ovat äärimmäisen uhanalaisia (CR). Tilanne näkyy palsakartoista (kuvat 1 ja 14). On kuitenkin syytä muistaa, että häviämisarviot koskevat vain palsoja, joita palsasoiden kokonaispinta-alasta on noin 1,5 prosenttia. Ikiroudan ja siihen liittyvien mätäsrakenteiden sulaminen koskee vain pientä pinta-alaa, mutta vaikuttaa maisemassa ja biodiversiteetissä yksittäisillä soilla merkittävästikin. Osa palsasoista on tutkimusalueen eteläosissa palautunut aapasoiksi; pääosa niistä jäänee rakenteensa ja kasvillisuutensa puolesta palsoiksi ilman palsoja. Palsojen häviäminen voi tapahtua kymmenissä vuosissa, mutta uuden luontotyypin vakiintuminen voi vaatia vuosisatoja.

Soidensuojelua tulisi palsasoilla täydentää muutamilla uusilla suojelualueilla. Laakiopalsoja ei ole suojeltu luonnonsuojelulaille, mutta pääosa kuuluu Natura-ohjelmaan lakisääteisillä erämaa-alueilla. Soidensuojeluohjelmaa toteutettaessa ei vielä tunnettu laakiopalsasoita. Ehdotamme, että Enontekiön Käsivarren Namakkajoen laakson Jovloluoppalin ja Njamatvuobmin laakiopalsasuot ja niiden eteläpuolella, ylempänä Ropitunturilla Iittojoen latvan Viissetlahkun laakiopalsasuot suojellaan soidensuojelualueina luonnonsuojelulain nojalla. Ne ovat ilmaston lämpenemisestä huolimatta Suomen parhaiten säilyneitä laakiopalsoja. Kolmas suojeltava alue on Käsivarren yläosassa Rommaenen laakson ainutlaatuinen joen ja järvien pirstoma laakiopalsasualue Raittäjärvestä länteen. Tärkeitä ja seurannan, tutkimuksen ja opetuksen kannalta helposti tavoitettavia pintoja ovat Kōnkämäen laakson Kaejänkä Kilpisjärven eteläpuolella ja Puolikkonivojen kohdalla oleva laakiopalsasuo (kuva 7). Utsjoella tulisi suojella luonnonsuojelulaille Suomen arvokkain kumpupalsasuo Linkinjeaggi ja Vuolit-Linkinjeaggi sekä Linkinjoen latvojen ja Nilijoen Njiljohmohkkejeaggin kumpu- ja laakiopalsasuot bio- ja geodiversiteettinsä perusteella. Mukaan



Kuva 14. Palsojen tila 1–5 asteikolla (ks. teksti s. 10).

Fig. 14. State of palsas on a scale of 1–5 (see page 23 of the text). (Base map (©) National Land Survey of Finland).

tulisi kulttuurisin perustein vanhan saamelaisen poronhoidon muistomerkkinä Arttetvarrin etelärinteellä iso kivikaarre 1800-luvulta. Kaikki suot ovat saamelaisten kotiseutualueella ja perinteisten elinkeinojen käyttökohteina. Käyttö voi jatkua entiseen tapaan. Ehdotamme lisäksi, että sekä Enontekiölle että Utsjoelle perustetaan kumpu- ja laakiopalsasoille seuranta-alueet, joilla tutkitaan säännöllisin väliajoin palsojen tilaa ja suolla mahdollisesti tapahtuvaa biologista muutosta.

Kiitokset

Kiitämme Minna Välrantaa ja toista tuntematonta tarkastajaa rakentavista huomautuksista.

Kirjallisuus

- Backe, S. 2014. Kartering av Sveriges palsmyrar. Länsstyrelsens rapportserie nr 4/2014: 1–54. Saatavissa: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:799260/FULLTEXT01.pdf>
- Borge, A. F., Westermann, S., Solheim, I. & Etzelmüller, B. 2017. Strong degradation of palsas and peat plateaus in northern Norway during the last 60 years. *The Cryosphere* 11: 1–16. Saatavissa: <https://doi.org/10.5194/tc-11-1-2017>
- Botsh, M. S. & Masing, V. V. 1983. Mire ecosystems of the U.S.S.R. Teoksessa Gore, A.J.P. (toim.) *Ecosystems of the world 4B. Mires: Swamp, bog, fen and moor. Regional studies*: s. 93–152.
- Eurola, S., Huttunen, A., Kaakinen, E., Kukko-oja, K., Saari, V. & Salonen, V. 2015. Sata suotyyppeä – opas Suomen suokasvillisuuden tuntemiseen. Thule-instituutti; Oulangan tutkimusasema & Oulun yliopisto. 112 s.
- European Environment Agency. 2016. European Red List of Habitats. D3.1 Palsa mires. Saatavissa: <https://projects.eionet.europa.eu/european-red-list-habitats/library/terrestrial-habitats/d.-mires-and-bogs/d3.1-palsa-mire>
- Franssila, M. & Järvi, P. 1974. Selvitys Lokan allasalueen ilmastosta. Lapin ilmastokirja. *Acta Lapponica Fenniae* 8. Lapin Tutkimusseura, Rovaniemi. 101 s.

- French, H. M. 2017. *The Periglacial Environment*. 4. painos. Wiley – Blackwell. 544 s.
- Fries, T. C. E. & Bergström, E. 1910. Några iakttagelser öfver palsar och deras förekomst i nordligaste Sverige. *Geologiska Föreningens Förhandlingar* 32(1): 195–205.
- Fries, T. C. E. 1913. *Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden: Ein Beitrag zur Kenntnis der alpinen und subalpinen Vegetation in Torne Lappmark*. Vetenskapliga och praktiska undersökningar i Lappland anordnade af Luossavaara – Kiirunavaara Aktiebolag: 1–361.
- Fronzek, S., Luoto, M., Carter, T. R. 2006. Potential effect of climate change on the distribution of palsa mires in subarctic Fennoscandia. *Climatic Research* 32: 1–12. Saatavissa: <https://www.int-res.com/articles/cr2006/32/c032p001.pdf>
- Fronzek, S., Carter, T. R. & Luoto, M. 2009. Modelling of spatial distribution of palsa mires using climate change scenarios. Teoksessa: Fronzek, S., Johansson, M., Christensen, T. R., Carter, T. R., Friborg, T. & Luoto, M. (toim.) *Climate change impacts on sub-arctic palsa mires and greenhouse gas feedbacks*. Proceedings of the PALSALARM symposium, Abisko, Sweden, 28–30 October 2008. Reports of Finnish environment institute 3/2009: s. 20–23. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/39747>
- Fronzek, S., 2013. Climate change and the future distribution of palsa mires: ensemble, modelling, probabilities and uncertainties. *Monographs of the Boreal Environment Research* 44. 35 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-9048-6>
- Gisnäs, K., Etzelmüller, B., Lussana, C., Hjort, J., Sammel, A. B. K., Isaksen, K., Westermann, S., Kuhry, P., Christiansen, H. H., Frampton, A. & Åkerman, J. 2017. Permafrost Map for Norway, Sweden and Finland. *Permafrost and Periglacial Processes* 28: 359–378. Saatavissa: <https://doi.org/10.1002/ppp.1922>
- Hämet-Ahti, L. 1981. The boreal zone and its biotic subdivision. *Fennia* 159(1): 69–75. Saatavissa: <https://fennia.journal.fi/article/view/9130>
- Järvinen, O., Kouki, J. & Häyrinen, U. 1987. Reversed latitudinal gradients in total density and species richness of birds breeding on Finnish mires. *Ornis Fennica* 64: 67–73.
- Kontula, T. & Raunio, A. (toim.) 2018a. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Osa I. Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö. Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. 388 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4816-3>
- Kontula, T. & Raunio, A. (toim.) 2018b. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Osa II. Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö. Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. 925 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4819-4>
- Kaakinen, E., Kokko, A., Aapala, K., Autio, O., Eurola, S., Hotanen, J.-P., Kondelin, H., Lindholm, T., Nousiainen, H., Rehell, S., Ruuhijärvi, R., Sallantausta, T., Salminen, P., Tahvanainen, T., Tuominen, S., Turunen, J., Vasander, H., & Virtanen, K. 2018a. Suot. Kontula, T. & Raunio, A. (toim.) Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Osa I. Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristö 5/2018: s. 117–170. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4816-3>
- Kaakinen, E., Kokko, A., Aapala, K., Autio, O., Eurola, S., Hotanen, J.-P., Kondelin, H., Lindholm, T., Nousiainen, H., Rehell, S., Ruuhijärvi, R., Sallantausta, T., Salminen, P., Tahvanainen, T., Tuominen, S., Turunen, J., Vasander, H., & Virtanen, K. 2018b. Suot. Teoksessa: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.) Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Osa II. Luontotyyppien kuvaukset. 5. Suot. Suomen ympäristö 5/2018: s. 323–474. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4819-4>
- Kats, N. Ja. 1948. *Tipy bolot SSSR i zapadnoj Jevropy I ih geografitsheskoje I rasprostraneniye*. Moskva. 320 s.
- Kujansuu, R., 1969. Palsoista ilmakuvatulkinnan valossa. *Geologi* 1/1969: 1–4.
- Luomaranta, A., 2020. Characteristics of winter climate in Finland in a warming world. Finnish meteorological institute. Contribu-

- tions 169. 63 s. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/318362>
- Luoto, M. & Seppälä, M. 2002a. Modelling the distribution of palsas in Finnish Lapland with logistic regression and GIS. *Permafrost and Periglacial Processes* 13: 17–28. Saatavissa: <https://doi.org/10.1002/ppp.404>
- Luoto, M. & Seppälä, M. 2002b. Characteristic of earth hummocks (pounus) with and without permafrost in Finnish Lapland. *Geografiska Annaler A* 84(2): 127–136.
- Luoto, M. & Seppälä, M. 2003. Thermokarst ponds as indicators of the former distribution of palsas in Finnish Lapland. *Permafrost and Periglacial Processes* 14: 19–27. Saatavissa: <https://doi.org/10.1002/ppp.441>
- Luoto, M., Fronzek, S., Zuidhoff, F. S. 2004a. Spatial modelling of palsa mires in relation to climate in northern Europe. *Earth Surface Processes and Landforms* 29: 1373–1387. Saatavissa: <https://doi.org/10.1002/esp.1099>
- Luoto, M., Heikkinen, R. K. & Carter, T. R., 2004b. Loss of palsa mires in Europe and biological consequences. *Environmental Conservation* 31(1): 30–37. Saatavissa: <https://doi.org/10.1017/S0376892904001018>
- Mattsson, J. 2015. Kartat suossa. *Terra* 127(4): 191–200.
- Mäkilä, M., Säävuori, H., Kuznetsov, O. L. & Grundström, A. 2013. Suomen soiden ikä ja kehitys. Abstract. Age and dynamics of peatland in Finland. *Geologian tutkimuskeskus. Turvetutkimusraportti* 443. 41 s., 5 liitettä. Saatavissa: https://tupa.gtk.fi/raportti/turvettr_443.pdf
- Oksanen, P. O., Kuhry, P. & Alekseeva, R. N. 2001. Holocene development of the Rogovaya River peat plateau, East European Russian Arctic. *The Holocene* 11(1): 25–40. Saatavissa: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1191/095968301675477157>
- Oksanen, P. O. 2005. Development of palsa mires on the northern European continent in relation to Holocene climatic and environmental changes. PhD thesis. University of Oulu, Department of Biology. *Acta Universitatis Ouluensis A* 446: 1–50. Saatavissa: <http://urn.fi/urn:isbn:9514278895>
- Oksanen, P. & Väiliranta, M. 2006. Palsasuot muuttuvassa ilmastossa. *Suo* 57(3): 33–43. Saatavissa: <http://www.suo.fi/pdf/article9847.pdf>
- Payette, S. 2009. Rise and fall of palsas and peat plateaus in eastern Canada. Teoksessa: Fronzek, S., Johansson, M., Christensen, T. R., Carter, T. R., Friborg, T. & Luoto, M. (toim.) *Climate change impacts on sub-arctic palsa mires and greenhouse gas feedbacks. Proceedings of the PALSALARM symposium, Abisko, Sweden, 28–30 October 2008. Reports of Finnish environment institute* 3/2009: s. 56–58. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/39747>
- Pjavitshenko, N. I. 1955. *Bugristyje torfjaniki*. Izdatelstvo Akademii Nauk SSSR. Moskva. 280 s.
- Ruuhijärvi, R. 1960. Über die regionale Einteilung der nordfinnischen Moore. *Annales Botanici Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae Vanamo* 31(1): 1–360.
- Ruuhijärvi, R. 1962. Palsasoista ja niiden morfologiasta siitepölyanalyysin valossa. (Zusammenfassung: Über die palsamoore und deren Morphologie im Lichte der Pollenanalyse.) *Terra* 74: 58–68.
- Ruuhijärvi, R. 1983. The Finnish mire types and their regional distribution. Teoksessa Gore, A.J.P. (toim.) *Ecosystems of the world* 4B. Mires: Swap, Bog, Fen and Moor. Regional studies. Elsevier. s. 47–67.
- Ruuhijärvi, R. & Hosiaisuus V. 1988. Suot 1:1 000 000. Alalammi, P. (toim.) *Suomen kartasto* 141–143. Elävä luonto, luonnonsuojelu, liite 2. Maanmittauslaitos & Suomen Maantieteellinen Seura.
- SAKTI 2021. Suojelualueiden kuviotietojärjestelmä, biotooppikuvioaineisto. 1.4.2021. Metsähallitus, Luontopalvelut.
- Salmi, M. 1968. Development of palsas in Finnish Lapland. *Proceedings third international peat congress. Quebec, Canada.* s.182–189.
- Salmi, M. 1972. Present developmental stages of palsas in Finland. *The proceedings of the 4th international peat congress. Otaniemi Finland* 1: 121–141.
- Sannel A.B. K. & Kuhry, P. 2009. Monitoring permafrost and thermokarst dynamics in a subarctic peat plateau complex in northern

- Sweden. Teoksessa: Fronzek, S., Johansson, M., Christensen, T.R., Carter, T. R., Friberg, T. & Luoto, M. (toim.) Climate change impacts on sub-arctic palsa mires and greenhouse gas feedbacks. Proceedings of the PALSALARM symposium, Abisko, Sweden, 28–30 October 2008. Reports of Finnish environment institute 3/2009: s. 59–61. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/39747>
- Sannel, A. B. K. & Kuhry, P. 2011. Warming-induced destabilization of peat plateau/thermokarst lake complex. *Journal of geophysical research biogeosciences* 116 G 3.
- Seppälä, M. 1979. Recent palsa studies in Finland. *Acta Universitatis Ouluensis. Series A* 82: 81–87.
- Seppälä, M. 1982. An experimental study of the formation on palsas. Teoksessa H. M. French (toim.) Proceedings of the Canadian Permafrost Conference in Calgary. The Roger J. E. Brown memorial volume. s. 36–42. Ottawa, Canada.
- Seppälä, M. 1986. The origin of palsas. *Geografiska Annaler* 68A(3): 141–147. Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/04353676.1986.11880167>
- Seppälä, M. 1994. Snow depth controls palsa growth. *Permafrost and Periglacial Processes* 5: 283–288.
- Seppälä, M. 1995. How to make a palsa: a field experiment on permafrost formation. *Zeitschrift für Geomorphologie N. F. Supplement- Band 99*: 91–96.
- Seppälä, M. 1998. New permafrost formed in peat hummocks (pounus) Finnish Lapland. *Permafrost and periglacial processes* 9: 367–373. Saatavissa: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1530\(199810/12\)9:4%3C367::AID-PPP300%3E3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1530(199810/12)9:4%3C367::AID-PPP300%3E3.0.CO;2-Z)
- Seppälä, M. 2003. Surface abrasion of palsas by wind action in Finnish Lapland. *Geomorphology* 52: 141–148. Saatavissa: [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00254-4](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00254-4)
- Seppälä, M. 2006. Palsa mires in Finland. Teoksessa: Lindholm, T. & Heikkilä, R. (toim.) 2006: Finland – land of mires. Finnish Environment Institute 23/2006: 155–162. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/37961>
- Sievertsen, S., Selboe, R. & Eie, J. A. 1976. Övre Anarjokka – Norges Nasjonalparker 9. 91 p. Oslo
- Sihvo, J. 2002. Ylä-Lapin luonnonhoitoalueen ja Urho Kekkonen kansallispuiston luontokartoitus. Loppuraportti. Osa 2: Ylä-Lapin luontotyypit. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 137. 175 s. Saatavissa: <https://julkaisut.metsa.fi/assets/pdf/lp/Asarja/a137.pdf>
- Sjöberg, Y., Marklund, P., Pettersson, R. & Lyon S. W. 2015. Geophysical mapping of palsa peatland permafrost. *The Cryosphere* 9: 465–478.
- Sonesson, M. 1967. Studies on mire vegetation on the Torneträsk area, northern Sweden. I Regional aspects. *Botaniska notiser* 120(3): 272–296.
- Van Vliet-Lanoe, B. & Seppälä, M. 2002. Stratigraphy, age and formation of peaty earth hummocks (pounus), Finnish Lapland. *The holocene* 12(2): 187–199. Saatavissa: <https://doi.org/10.1191/0959683602hl534rp>
- Virkkala R. & Rajasärkkä A. 2012. Preserving species populations in the boreal zone in a changing climate: contrasting trends of bird species group in a protected area network. *Nature conservation* 3: 1–20. Saatavissa: <https://doi.org/10.3897/natureconservation.3.3635>
- Vorren, K.-D. 1967. Evig tele i Norge - palsene. *Ottar* 51, 1. 26 s.
- Vorren, K.-D. 1979. Recent palsa datings, a brief survey, *Norsk geografisk tidskrift* 33(4): 217–219.
- Väisänen, R. A. & Järvinen, O. 1977. Structure and fluctuation of the breeding bird fauna of the north Finnish peatland area. *Ornis fennica* 54: 143–153.
- Wramner, P. 1967. Studier av palsmyrar i Laivaldalen, Lappland. *Teknik och natur. Meddelanden av Göteborgs universitet geografiska institution* 86: 435–449.
- Wramner, P. 1973. Palsmyrar i Taavavuoma (Palsa bogs in Taavavuoma Swedish Lapland). Göteborgs universitet naturgeografiska institutionen, Guni rapport 3. 140 s.
- Wramner, P., Wester, K., Backe, S., Gunnarsson, U. & Hahn, N. 2017. Palsmyren Mannavuoma förändringar under ett halvsekel. *Svensk botanisk tidskrift* 111(3–4): 140–151.

Summary: Distribution range, morphological types and state of palsa mires in Finland in the 2010s

The article examines the distribution range of palsa mires as well as the morphological types and state of palsas in Finland on the basis of the MapSite service maintained by the National Land Survey of Finland (NLS) as well as colour aerial photography or Microsoft Bing images covering nearly all of the palsa mires of Fjeld Lapland. Aerial photographs were used to determine the surface areas of palsa mire complexes and, separately, of palsa groups, the morphological types of palsas, and the degree of thawing on the basis of the state of the palsas on a scale of 1–5. The average elevation above sea level of the mires was obtained from basic maps. The work revealed for the first time the extensive occurrence of palsa plateaus in Finland and the rapid thawing of palsa mounds in recent decades.

The terms ‘palsa mound’ and ‘palsa plateau’ are used in this article for the morphological types of palsas. Palsa mounds also include the rare ‘ridge palsas’. Structures described as ‘ring palsas’ are no longer palsas but, instead, their thawing remnants. Pounus and pounikkos on palsa mire edges are not regarded as palsas even though they contain permafrost. Palsa mounds and pounus fall within the sporadic permafrost zone occurring in lower altitudes, whereas palsa plateaus are found in the discontinuous permafrost zone occurring more north and at higher elevations.

In Fennoscandia, the optimal range of palsa mires is the mountain birch forest belt and the low alpine belt from around 200 m to 800 m a.s.l. As a general rule, mires in the upper parts of the mountain birch forest belt and the low alpine belt feature palsa plateaus, whereas lower-lying and more southern parts feature palsa mounds. Individual palsa mounds can also be found in a few of the northernmost aapa mires of the boreal forest belt. Today, only thawing remnants of palsas can be found in these mires.

Palsa mounds usually occur in groups in parts of the mire that are wet and have a thick peat layer, especially on sites where snow is blown off by wind in winter. Palsas are separated from each other by frost-free flarks or thawed thermokarst ponds. Palsas may be floating in wet peat, or frost heaving may extend to fine-grained mineral soil, elevating the soil. Palsa heights range from 1 m to 5 m. There are old observations from Sweden and Finland of palsas reaching the height of 7 m, but these no longer exist today. Typical features of palsa mounds include cracks formed in the ice-free surface layer during their development as well as exposed peat eroded by wind.

In contrast to palsa mounds, palsa plateaus are low, flat and large in area. Their height is 1–1.5 m at the maximum and their surface area may be up to several hectares. Their frost-free surface layer is usually thinner than that of palsa mounds. Palsa plateaus are clearly more northern and Arctic than palsa mounds. On palsa plateaus, snow meltwater commonly creates thermokarst ponds where frost is found in deep layers or is absent. Lower in the mountain birch forest belt, palsa plateaus are usually uniform and low, while in higher altitudes they are often fragmented by soaks and vary in height. On flat palsa plateaus of valley mires, thermokarst ponds can be common. The vegetation of palsa plateaus differs from that of palsa mounds: *Sphagnum fuscum* is more common and reindeer lichens (*Cladonia spp.*) are more often found. Cracks and erosion are absent from palsa plateaus.

A total of 282 Finnish mires with palsas or their thawing remnants were found on basic maps and in aerial photography (Appendix 1). The aerial photography data is mainly from 2012–2015, with updates made in places on the basis of Microsoft Bing satellite images from 2018–2020. The measured surface area of palsa mires totals 53,000 ha. Of this, the strictly defined area of palsas currently only amounts to 620 ha or 1.44% of total area of palsa mires. Area of palsa mounds dominated palsa mires have 23,500 ha. Area of palsa plateaus dominated palsa mires have 5,400 ha. There are thawed palsa types and thermokarst features over around 24,000 ha, i.e., around half of mostly palsa mound mires have already fully lost their palsas. Some palsa mires have transformed back to aapa mires, with the largest number of palsas found in Enontekiö’s Arm area of northwestern Finnish Lapland and on Utsjoki fjelds. Ecological connectivity between Finnish palsa mire areas only exists via the Norwegian Finnmarksvidda plateau.

The state of palsas was examined using a 1–5 classification scale intended for the assessment of the quality of habitat types, with the scale mainly reflecting a continuum.

Class 5. Palsas in the ideal state, maximum 10% thawed, with only 7 palsa plateau mires or 1.3% of the total included in this class.

Class 4. Palsas slightly declined, 10–30% thawed, palsa structure still good, with 19 palsa plateau and 4 palsa mound mires or 6.3% of the total included in this class.

Class 3. Palsas clearly declined, 30–60% thawed, structure of some still good, with thermokarsts as well as palsa mound and palsa plateau mires numbering 61 or 13% of the total.

Class 2. Palsas highly declined, more than 60% thawed, with thermokarsts and thawing rings, with the majority being palsa mound mires numbering 100 or 28% of the total.

Class 1. Palsas collapsed, individual remnants of palsa mounds, a palsa mire without palsas or an aapa mire. This class contains 91 mires or 51% of the total.

The state of palsa mires was still rather good in the 1950s. The balanced situation was also illustrated by the commonness of short-lived embryonic palsas. Thermokarst ponds and ridge rings indicated earlier thawing. Wind erosion has always been a feature of palsa mounds. It was not until the 1980s that the collapse of palsas became a phenomenon visible throughout the landscape in a few mires. The rate of thawing has clearly accelerated in the 2000s, and no new embryonic palsas have been discovered. The thawing of palsa mounds begins laterally at the water surface level, while at the same time the palsa height decreases, the frost-free surface peat of the palsa mound descends as blocks into a pond or flark, and soon the entire palsa collapses. The thawing of palsa plateaus also takes place laterally as a section of the edge breaks off into a flark or, typically, into a headwater stream created at the edge. Thawing is also facilitated by thermokarst ponds on the surface. This is no longer likely to be a cyclical phenomenon belonging to the natural development of palsas. Instead, it is caused by the rapid advancement of climate change, which affects palsas particularly through the warming of mire waters. There are no measurements available on water temperature changes, however.

The mean annual air temperature in the palsa mire region has risen by 2–3 °C over the past century, with the most significant increase seen in winter temperatures. According to the Finnish Meteorological Institute, since the 1960s, winters have become 3–3.9 °C warmer and at the same time almost a month shorter. At the same time, snowfall has increased in Lapland. Under a thick snow cover, the temperature of a mire surface is close to 0 °C. Permafrost temperature is also approaching zero. All these climate-dependent factors affect the state, thawing and final collapse of palsas. Palsas are best preserved on open, windy sites that are almost fully free from snow. Local conditions play a major role as regards the preservation of palsas.

We estimate that, to date, around 60–70% of the surface area of palsa mounds has thawed or strongly declined. The estimated thaw rate of palsa plateaus is 10–30%. Both morphological types have two separate occurrence areas in Finland: one in central parts of Enontekiö's Arm area and the other in northern and eastern parts of Inari and Utsjoki municipalities. The greater resilience of palsa plateaus to global warming can be seen clearly. The projection of, or rather the guess at, the collapse of palsas at the current thaw rate is for palsa mounds to collapse in the middle of this century and palsa plateaus at the end of this century. This, however, is provided that the change in conditions will be continuous.

(Received 21.9.2021, Accepted 31.1.2022)

Liite 1. Tarkastelussa olleet 282 suota Suomen palsasuoalueella. Havaintoja ja mittauksia on tehty peruskartoilta, 2010-luvun väri-ilmakuvista, rinnevarjostusaineistosta ja uusimmista Microsoftin Bing satelliittikuvista. A. Suon maantieteellinen alue, numero ja nimi tai paikka. B. Suon pinta-ala ha. C. Palsojen pinta-ala ha. D. Keskimääräinen korkeus merenpinnasta. E. K = kumpupalvoja, L = laakio-palvoja, E = epämääräisiä tai sulaneita palvoja (tyyppien järjestys yleisyyden mukaan). F. Palsojen tilaluokat 1–5 (ks. s. 10). Y ja X koordinaatit ETRS-TM35FIN koordinaatistossa.

Appendix 1. The 282 mires examined in the palsa mire region of Finland. Observations and measurements were made on the basis of basic maps, colour aerial photography from the 2010s and the most recent Microsoft Bing satellite images. A. Geographical area, number and name or location of the mire. B. Mire surface area, ha. C. Palsa surface area, ha. D. Average elevation above sea level. E. K = palsa mounds, L = palsa plateaus, E = amorphous or thawed palsas (order of types by frequency). F. Palsa Class on a scale of 1–5 (see p. 23). Y and X coordinates in the ETRS-TM35FIN coordinate system.

A	B	C	D	E	F	Y	X
I. Enontekiön Könkämäenon lähivaluma- alue välillä Kelottijärvi-Kilpisjärvi							
1. Nielemävuoma-Autsasenvuoma	430	0,7	390	E	1	7610181	297327
2. Palkkijärvet	210	0,1	425	E	1	7616965	300345
3. Vuoskujänkkä	75	0,1	486	E	1	7624614	291901
4. Vuoskujoki	50	0,1	420	E	1	7620683	290152
5. Hapakkajänkkä	82	1,4	430	K, E	2	7622631	289176
6. Idatjeaggi	180	12	400	K, L	3	7624349	286241
7. Roabivuopmi	140	1,8	530	L, K	3	7636116	280739
8. Sottuvuoma	180	0,3	390	E, K	1	7616452	293638
9. Sottujärvi E	16	0,6	393	K	3	7617745	294735
10. Kouttavuopio	60	0,8	395	K	2	7618981	285338
11. Pätikkäjänkkä	100	0,1	410	E	1	7621799	286721
12. Pätikkäsuvanto ja Mähtejävri W ja SE	60	0,2	400	K, E	2	7623436	284949
13. Rasaniva	150	1,2	402	K	3	7625128	283064
14. Ensimmäinen Latnajärvi	8	0,4	480	L, E	2	7632780	276119
15. Kiljupalsa ja Iiton palsasuo	18	5,7	405	K, L	4	7632400	274150
16. Pitkäranta	60	0,8	407	K	2	7633812	274258
17. Ittovuopio-Alinen Lammaskoski	70	1,6	414	L	3	7638079	273965
18. Tammukkajärvi	30	1,5	492	L, K	3	7636759	276549
19. Akkispahla W	12	0,9	658	L	3	7638152	278930
20. Vuovdenjangguhat NE	24	2,7	530	L, K	4	7640732	276482
21. Iitomohkkivärri SE	10	0,4	470	K, E	2	7641050	274778
22. Lammaskoskenjämärä	14	0,8	430	L	3	7638794	271137
23. Vittanginniva	10	0,8	452	L	3	7641181	269255
24. Saarikoski	60	10	455	L	4	7643959	268443
25. Kivijänkkä	50	1,8	475	L, E	3	7646815	270860

26. Kivijärvi E	5	0,2	446	L, E	2	7645262	270136
27. Oiggojegggi	20	2,6	446	L	4	7646888	268074
28. Karjalankosket	7	0,8	450	L	3	7645637	266600
29. Pousu SE	12	0,2	448	K, L	3	7649262	264177
30. Pousuniva	13	1,7	448	L	3	7647943	264828
31. Puolikkonivat	30	8	455	L	4	7650073	263387
32. Peerasuvanto	17	0,6	452	K, E	2	7650638	262473
33. Peeraonkka SE	25	4,2	460	L, K	3	7652048	262057
34. Peerajärvi N	13	1,6	460	L	3	7653876	262746
35. Peerajärvi NE	5	0,3	460	L, E	2	7653624	263764
36. Peerajärvi SW	6	1,6	462	L	3	7652983	261794
37. Peeraonkka NW	4	1	462	K	3	7653087	261195
38. Mukkajärvi SE	8	0,15	459	K	2	7653938	259825
39. Mukkavuopio NW	26	0,9	458	L, K, E	2	7654579	257835
40. Kaivosjätkkä	18	1,2	459	K	3	7655200	256051
41. Kaejätkkä	35	9,1	464	L	5	7656723	255259
II Hietajoen ja Lätäsenon laaksot							
42. Palsavuoma	140	0,23	320	E	1	7596061	325153
43. Hietajätkkä	1000	3,5	333	K, E, L	2	7604551	309620
44. Lauantajätkkä	700	0,4	344	E, K	1	7608266	310626
45. Hietavuoma	2000	0,6	362	K, E	1	7616084	313842
46. Kenttä-Matin vuoma	150	0,1	360	E, K	1	7618443	307361
47. Puusasvuoma SW	300	0,4	435	K, E	1	7624479	311162
48. Uijavuoma	1500	0,4	435	E, K	1	7626243	318594
49. Ávdnasmaras NW	50	0,1	455	E	1	7628739	316122
50. Kalatonjärvi NE	500	0	450	E	1	7632493	310994
51. Nierivuoma-Kalaton	1000	20	438	K, L	2	7639857	309284
52. Hirvassuvanto	300	8	440	K, L	2	7642890	307263
53. Hirvasvuopio-Hirvassuvanto W	140	1,4	460	K, L	2	7647192	305019
54. Kuollutniva E	20	0,1	446	K, E	2	7650170	308032
55. Mádiijegggi	50	0,4	455	K, L	2	7649720	304653
56. Pounujärvi NE	120	1,1	445	K, E	2	7655722	306724
57. Melavaara S	70	2	450	K	4	7654571	303388
58. Balsajegggi	45	3	470	K	3	7659019	304876
59. Buollánmohkki	20	0,1	470	E	1	7660331	304469
60. Porokoski-Hirvisaari NE	35	2,7	500	L, K	4	7663148	303397
III. Ropin tunturialueen palsasuot							
61. Keinolompolo	5	0,2	525	E	2	7648125	275098
62. Jovloluoppal SW	90	10	540	L	5	7647088	276605

63. Njamatluoppal SW	40	7,6	550	L	5	7648185	278337
64. Njamatjärvi SW	52	10	555	L, E	4	7649055	279773
65. Njamatjärvi E	25	6	555	L	4	7649268	281976
66. Bizeähpi-Torisvuoma	240	15	485	L, K	3	7646557	291700
67. Pitsijärvi SE	30	1,9	495	L, K, E	2	7643060	292616
68. Pitsijärvi SW	20	1,2	495	L, E	2	7643138	291879
69. Govávuomuš	900	10	530	K, L	3	7643897	297968
70. Bizejohgierajávri N	20	0,5	763	K, E	2	7644609	284455
71. Korsajärvi	210	0,1	540	K, E	1	7642273	301569
72. Govávuomušvárri N	120	2	510	K, L	2	7646907	300769
73. Darjjujeaggi	100	1,4	692	L	3	7631992	294350
74. Luhčavuomuš	150	0,4	630	E	2	7641025	278937
75. Viissetláhku	420	17	720	L, K, E	5	7644605	279870
76. Gomatoaivi	120	0,6	780	E, K	2	7657863	279588
77. Balsaláhku	90	10	735	K, L	3	7658076	283230
78. Govágorsagiervári W	20	0,8	745	K, E	3	7657133	285385
79. Goddeláhku	45	0,1	810	E	1	7662583	273951
80. Geassevárvuomuš	100	0,13	600	E	2	7652802	282941
81. Siikavaarat N	70	0,1	620	K, E	1	7653496	285650
82. Harrijärvi E	40	2,5	590	L	3	7652175	281002
83. Harrijärvi NE	15	0,02	595	E	1	7652885	281310
84. Áillahasláhku	25	0,6	730	L, E	2	7663644	266383
85. Láhkogiera	15	0,3	735	E, L	2	7664846	267129
IV. Rommaenon ja Poroenon laaksojen palsasuot							
86. Čukčoaivi SW	300	3	570	K, E, L	2	7659003	293379
87. Vuomus	240	3	560	L	3	7662604	291752
88. Ahkunjäykkä	70	11	550	L	3	7664330	289283
89. Heavahanjeaggi	180	40	550	L	4	7664600	287151
90. Vuonjaljávri SW	150	7	555	L	4	7664277	285053
91. Yli-Aittalompolo	300	18	555	L, E	4	7666191	286081
92. Vartsapalsa	160	40	550	L	4	7666037	283745
93. Nihkejávri W	28	4	553	L	4	7665293	282683
94. Rommajärvi NE	70	0,03	558	E	1	7667965	282801
95. Garraguoika, Raittijärvi SE	70	0,6	540	L	2	7664985	289929
96. Uŋggavuopmi-Unkkajärvi	200	23	595	L	3	7665732	279737
97. Áitejávrit E	100	0,7	620	L	3	7668820	291835
98. Poroharjut E	110	12	566	L	4	7672964	291288
99. Poroeno-Gárdejávri	45	5	565	L, E	3	7673997	291416

100. Poroharjut W	200	6,2	565	L, E	2	7673950	290117
101. Hárroaivi NE	22	0,6	640	E	2	7674382	285399
102. Siedjonjávri SW	80	3,5	740	L	3	7673946	273081
103. Oddajávri SW	80	0,1	670	E, K	1	7678466	279024
104. Válddenjarga	13	0,7	583	E, L	2	7680533	285439
105. Andreankenttä W	8	2	595	L, E	4	7683045	277875
106. Saijärvi	5	0,2	594	E, L	1	7681902	278873
107. Sállojávri NE	30	4	581	L, E	3	7679305	289723
108. Hárrejavri NW	4	0,4	581	L	3	7682033	290875
V. Enontekiön keski- ja itäosan palsasuot							
109. Pippovuoma	390	0,01	290	E	1	7575999	374221
110. Suvannonvuoma	120	0,3	320	E	1	7589703	400647
111. Saukaraisenvuoma	420	0,1	325	E	1	7596167	391672
112. Balsajeaggi	230	0	340	E	1	7601789	400126
113. Salkonjäykkä	70	0,5	400	K	2	7622277	361323
114. Bajášmuotki	200	0	420	E	1	7629913	369062
115. Pöyrisvuoma-Lauluvuoma	700	1,3	420	K, E	2	7626091	375780
116. Oivuksenvuoma	530	0	420	E	1	7624253	374148
117. Proksinvuoma	600	0,14	419	E	1	7623316	376657
118. Lautakotavuoma	750	0,02	419	E	1	7622035	377466
119. Jiesrstijoki	450	0,1	422	E	1	7623277	369275
120. Jierstijärvi W	65	0,05	435	E	1	7619557	367983
121. Tammukkaolja W	90	0,1	425	E	1	7629589	373926
122. Tammukkaolja E	170	0,07	425	E	1	7628851	374243
123. Suomalommol SE	180	0,7	450	E	1	7632859	379822
124. Kalkuvaara NW	20	0,03	482	K, E	2	7630509	383487
125. Niemijärvi W	200	0	440	E	1	7627129	380553
126. Kortevuoma	250	0,1	420	E	1	7613857	395492
VI. Inarin länsiosan palsasuot Vasko- ja Inarijoen vesistöalueilla							
127. Vaskojänkä-Máđiijeaggi	160	5	212	K	3	7637441	447390
128. Kippalojanlatvajänkä-Salkku-Uulan jänkä	300	0,23	230	E	1	7639876	446750
129. Látnjoaijeaggi	90	2	226	K, E	2	7630994	443693
VII. Muotkatunturien alueen palsasuot Inarissa ja Utsjoella							
130. Luhpujänkä-Suolovárri W	1400	2	258	E, K	2	7659014	455460
131. Gáranasvárri W	16	0	330	E	1	7682100	457746
132. Vadđaskáijeaggi	50	0,4	320	E	2	7691999	460018
133. Vudnjosjeaggi	50	0,6	314	K, L	2	7691262	462499

134. Solccarjeaggi	15	0,2	308	E	2	7693015	454616
135. Jeagelvárru E	3	0	270	E	1	7694246	456185
VIII. Kaamasjoen ja Näätämöjoen vesistöalueiden palsasuot Inarissa ja Utsjoella							
136. Terstojänkä	1500	0	256	E	1	7661336	485519
137. Aksuvaara E	170	0,6	183	K	3	7681850	500004
138. Aksuvaaranjänkä	330	0,5	180	K	2	7683735	497353
139. Peltojoenjänkä-Kaamasjoki	300	0,7	188	K	2	7684454	496361
140. Saarijärvenjänkä	2000	2,5	184	K	2	7685408	503440
141. Kivijuopajanjängät	1400	1	190	K	2	7688918	498377
142. Siikajoenjängät	800	0,3	190	E, K	1	7691299	493227
143. Pierkivaaranjänkä	900	0	168	E	1	7680581	505569
144. Čuonjajeaggi	200	0	208	E	1	7691902	487547
145. Čuonjajeaggi NE	100	0,5	210	K	2	7693096	488414
146. Gákcavárjeaggi	350	1	240	E	2	7690550	482774
147. Suttessvárjeaggi	150	0,2	235	E, K	1	7693647	486089
148. Kylävaara-Kaapin Antin järvi	400	0	255	E	1	7696734	502473
149. Sudenjänkä	150	0	225	E	1	7695406	507916
150. Perumämmärinjänkä	400	0,7	235	K, E	2	7700288	509096
151. Hevosjänkä	300	0	258	E	1	7699049	505165
152. Kiesvaaranjänkä	2300	0	212	E	1	7689313	512074
153. Sammuttijänkä	3000	0,6	204	K, E	1	7690302	517141
154. Samudluobäl N	20	0,3	198	K, E	2	7698415	523140
155. Tyerbeevuonâ SW	50	0,2	197	K, E	2	7698709	524124
156. Kuotku	160	2	212	K	3	7703440	534060
157. Ruoptuojanjänkä	850	0,1	220	E	1	7694772	515405
158. Turkkäčummâ E	60	0,1	200	E	1	7707718	533952
159. Vaijoenjänkä	650	0	206	E	1	7702246	525264
160. Ravgâmoorâstjeggi	1000	0,4	208	E	1	7700384	522579
161. Nikolasjärvi S	250	0,2	242	E	1	7706814	519930
162. Nikolasjärvi E	150	0,1	240	E	1	7709001	521271
163. Soavveljeaggi	900	14	238	K, E	3	7711531	530594
164. Soavveljávri NE	300	3,5	245	K, E	3	7716629	531083
165. Šealšejavri E	100	0,2	265	E, K	1	7724613	537109
166. Kistâppeljuuhâ E	8	0,1	235	E	1	7739310	553310
167. Guorboaiseaibbuš E	70	0,5	292	K, E	2	7727317	531160
IX. Paistunturien tunturiylängön palsasuot Utsjoella:							
168. Suolójárjeaggi	100	0,2	273	E	1	7699851	498877

169. Sávvajávri	170	0	305	E	1	7706247	494337
170. Vuogojárjeaggi	140	1,5	250	K, E	2	7717699	497174
171. Fállát NE-E	60	0,3	360	K, E	2	7714704	495702
172. Vuogojárjogajeaggi	140	0,5	210	K, E	1	7719449	500802
173. Kulkujoenjänkä	200	0,2	240	E	1	7706879	507288
174. Davitsuorgi	60	0,4	240	L	2	7709673	502568
175. Cuokkadearpmjeaggi	120	1,1	245	L	2	7714062	502522
176. Njaggaljeaggi	60	0	264	E	1	7723591	493270
177. Vuolit Njaggaljohka NE	100	0,1	248	K, E	2	7725481	494540
178. Roavvejakkitt	300	7,6	310	K, E	3	7726547	488779
179. Lohkkačopma W	60	0,1	300	E, K	1	7727097	490715
180. Hoigadanoaivi E	80	0,6	350	E, K	2	7724684	481728
181. Šlieddan	25	0,2	380	K, E	2	7727584	480744
182. Máttimuš Mádjohsuorgi W	180	0	360	E	1	7726102	482862
183. Lávoleakšá	25	0	370	E	1	7717944	479518
184. Cuohkatanjeaggi	200	0,1	290	E	1	7694661	472631
185. Luopmošjohjeaggi	150	0,1	290	E	1	7697593	467439
186. Biesjeaggi	380	7,3	340	K, E	3	7705037	466674
187. Siedgajohka-Girjeana S	280	2,5	320	L, K, E	2	7710625	467128
188. Luovdejeaggi-Akujärvi	320	2,1	360	K	2	7718724	467779
189. Čulloveaijeaggi	240	1	360	K	2	7720825	468148
190. Vanadanjeaggi	45	0,3	362	K, E	2	7717271	470722
191. Beahcelahjeaggi	25	0,1	360	E	1	7725518	463996
192. Bursajeaggi	30	0,2	410	K, E	2	7728609	466316
193. Njiljohmohkkejeaggi	1000	35	350	K, L, E	4	7732012	480796
194. Njidggujeaggi	310	0,1	320	E	1	7738846	487397
195. Liñkinjeaggi ja Vuolit Liñkinjeaggi	980	40	350	K, L	4	7742474	482253
196. Erttetvárjogajeaggi	180	5,5	360	K	3	7744769	487538
197. Stuorraeaggegielas S	40	1	390	E	2	7744641	484283
198. Goaskinleakšá	75	0,1	390	E	1	7746058	485725
199. Birkeleakšá	300	1	380	K, E	2	7748933	482889
200. Birkejávri S	22	1,2	365	L, K	3	7750514	483485
201. Birkeluoppal	30	1	325	E, L, K	3	7749691	487610
202. Rohattojeaggi	40	0,1	346	E	1	7754413	484999
203. Njálaoaivi S	65	0,2	325	E, K	2	7752106	493450
X. Utsjoen itäosan palsasuot							
204. Bajimuš Gukčejávri S	100	0,6	250	K, E	2	7717162	517782
205. Gukčejárjeaggi E	20	1	252	L, K	3	7717552	516629
206. Gukčejárjeaggi	70	0,5	242	K	2	7718132	515777

207. Einojávri SE	15	0,8	247	K, L	2	7718983	516682
208. Hávgajeaggi	110	3	230	K, L, E	3	7719874	513424
209. Gukčeluoppal S-W	30	1	235	L, K	2	7716573	513524
210. Suhkkesvuovdi E	15	0,1	220	K, E	2	7722184	512601
211. Anárašjeaggi	30	0,3	220	K	2	7720839	511732
212. Suhkkesvuovdi E	20	0,01	215	E	1	7723252	511090
213. Gassanjárga N	15	0,6	277	L, K	3	7737169	519877
214. Skuolffebeasedievvá NE	25	0,5	310	L, K	2	7728696	525464
215. Ákšoleakšá	220	0,6	300	K, L, E	2	7732432	526891
216. Áldoleakšá	100	0,1	312	E	1	7743733	526827
217. Čuodjavárjávri E	70	0,8	300	L, K	3	7727314	522419
218. Fállejávri S	90	0,6	290	K, L	2	7728813	523131
219. Fálleluoppal SE	40	0,4	288	L, K, E	2	7730724	523106
220. Fálleluoppal SW	40	0,4	287	L, E	2	7730632	522342
221. Fálleluoppal NW	10	0,1	285	E	2	7731437	521824
222. Fálleleakšá	85	0,1	284	E	1	7733053	522937
223. Fállejávri N	25	1,1	288	L, E, K	3	7732578	524220
224. Rávojtávri S	140	2,5	264	L, K	3	7731949	512992
225. Moskojávri SW	60	0,7	250	E, L	2	7735452	513432
226. Bajit Skuolffejávri	15	0,1	253	E	1	7734766	513426
227. Beaivv Ándaras jávri NE	30	0,1	264	K, E	2	7753907	521029
228. Máttitmaras SW	40	0,1	281	E	1	7743109	519634
229. Vudnejohka	130	0,1	275	L, E	1	7732126	518295
230. Guhkesnjárga W	24	1,2	275	L, E	4	7733134	517784
231. Vetsijávri SW	70	0,5	275	E, L	2	7732538	516892
232. Stuurraluomenjárga	40	2	274	L, E	4	7735274	519184
233. Vetsijávri SE	5	0,5	274	L, E	3	7733892	519894
234. Reatkájávri NW	34	0,1	301	E	1	7741940	524124
235. Bajit Buolžžatjávri NE	80	0,8	278	E, K	2	7743250	521720
236. Uhcit Duolbajávri NW	30	0,1	270	E	2	7740848	517333
237. Vaisjänkä	270	4	265	K, E	3	7745685	509309
238. Máttimuš Bállovárri NE	70	1	290	K, E	3	7743447	510361
239. Davimuš Bállovárri S	60	0,2	270	K, E	2	7745972	511761
240. Skalluvaara N	70	0,6	290	K, E	2	7746366	506789
241. Skállovárjeaggi	135	0,7	280	K, E	2	7740860	511142
242. Njargajávri N	100	0,2	254	E, L	1	7741538	513038
243. Luvlevárjávrrit NE	10	0,2	270	E	1	7738348	512014
244. Tammukkajávri	25	0,4	227	K, L, E	2	7729236	505287
245. Ailegas E	16	0,1	295	E	1	7753686	504295

246. Fárrenjeaggi	14	1,6	35	L, E	3	7757152	539079
247. Skáideluobbalat-Vuolimus Skáidejávri S	20	0,1	137	E, L	1	7757844	535939
248. Gáranasvárrí SE	2	0,1	150	L, E	2	7758738	533662
249. Geađgeborjeaggi	155	2	320	K, L, E	3	7753601	508660
250. Gárnjájohgeašjeaggi	65	0,14	326	E, K	1	7755294	506496
251. Iljávárri SE	15	0,2	290	L, E	2	7751007	521307
252. Oivošjávri E	10	0,1	230	E, K	1	7754501	518457
253. Beaivv Ándaras jávri	25	0,1	263	K, E	2	7753875	521081
254. Biedgananvárrí SE	35	0,1	220	E, L	1	7770221	528393
255. Gearddosjárja W	4	0,3	210	L, E	3	7769280	529031
256. Gearddosjávri S	2	0,1	240	E, L	2	7766613	529469
257. Čáhppesjávri SE-S	20	0,3	235	K, E	2	7765747	529986
258. Fárppaljávri SW	18	0,2	260	L, E	2	7764397	525730
259. Vuolit Hánojávri NW	7	0,04	278	E	1	7762480	525952
260. Luomejeaggi	12	0,1	255	L, E	1	7753785	523568
261. Anárašvárrí E	20	0,2	170	L	3	7772226	530723
262. Breivvetjeaggi	20	0,3	110	E, L	2	7762488	536954
263. Vuostavárrí N	3	0,3	142	L, E	4	7773650	532079
264. Váráshálsi W	3	0,1	95	E	2	7765922	536372
265. Suolójávri W	8	0,1	145	E	1	7760719	534476
266. Bealdojeaggi	15	0,3	192	L, E	2	7747419	536991
267. Čároaivi N	10	0,3	262	L	3	7747623	548970
268. Guovžápmirjeaggi	20	0,9	170	L, E	3	7772425	524309
269. Gironskáiláttu SW	6	0,2	235	L, E	3	7769894	523578
270. Mivtejávri SE	20	0,3	228	E, L	2	7754531	549124
271. Luovosvárrí SW	140	3	295	L, K, E	3	7750465	529014
272. Ánotjeaggi	140	3,4	250	L, E	3	7749484	532351
273. Guovdajávri SE	10	5	245	L	4	7748370	532995
274. Njáhkajávri W	45	2,5	215	L, E	5	7750004	533997
275. Njargajávri E	40	3,8	204	L	5	7748512	534711
276. Njargajávri SE	5	2,4	218	L	5	7747716	534069
277. Guođohanmaras S	20	0,2	195	E, L	1	7752462	534780
278. Uhca-Juhán Ládjojeaggi	32	2,9	170	L, E	4	7751885	536138
279. Ruobboavárrí SW	18	0,3	241	L, E	2	7743485	536316
280. Stuurra-Dievjá E	15	1	295	E, L	2	7731294	541497
281. Bealljegašjávri SW	50	0,5	270	E, L	2	7735582	541170
282. Stuurrajeaggi S	12	0	138	E	1	7769406	535292

