

Pekka Pakarinen suokasviekologian tutkijana

Dr. Pekka Pakarinen as trailblazer in plant ecological research of mires

Kimmo Tolonen ja Heino Vänskä

*Kimmo Tolonen, Sepänkatu 4 as. 2, 24240 Salo, email: kimmotolonen38@gmail.com
Heino Vänskä, Biotieteiden laitos, Kasvibiologian osasto, PL 65, Viikinkaari 1,
00014 Helsingin yliopisto, email: heino.vanska@helsinki.fi*

Johdanto

Pekka Pakarinen tunnettiin yliopistomaailmassa hyväntahtoisena ja avuliaana opettajana ja tutkijana, jonka odottamaton menehtyminen vaikeaan sairauteen vuonna 2015 järkytti kaikkia, jotka olivat hänet tunteneet. Laatiessamme häntä koskevaa muistokirjoitusta (Tolonen & Vänskä 2015) tutustuimme lähemmin hänen tuotantoonsa ja samalla tulimme siihen tulokseen, että hänen julkaisujensa keskeisimpiä tuloksia on syytä referoida ja nostaa esille, koska muutamat niistä ovat meillä pioneiritöiden luonteisia, mutta ehkä osittain vähän tunnettuja. Samalla saimme arvovaltaisilta tahoilta tiedeyhteisön piiristä neuvon, että Pekka Pakarisen kaikki tieteelliset ja yliopisto-opetukseen liittyvät julkaisut on syytä esittää luettelon muodossa muista viitteistä erillisenä yhtenäisenä bibliografisena kokonaisuutena – toisaalta kunnianosoituksena hänen elämäntyötä kohtaan ja toisaalta tiiviinä tietolähteenä jälkipolvia varten, vaikka käytettävissä oleva tila ei salliakaan niiden jokaisen käsittelyä erikseen. Pekka Pakarisen työt keskittyivät pohjosiin suoekosysteemeihin ja niiden toimintaan monipuolisesti. Näiden tutkimusten ohessa hän julkaisi kasvillisuuden teoreettisesta ja sovelletusta luokittelusta. Merkittävä osa hänen tuotannostaan käsittää ilman saastumisen seurannan menetelmien kehittämistä.

Toivomme, että katsauksestamme välittyisi Pekka Pakarisen olemus utterana suotutkimuksen monen osa-alueen yhtenä pioneerina. Hänen vaatimaton persoonansa ei olisi kirjoitustamme purematta niellyt, mutta mielestämme tunnustusta tulee jakaa sitä ansainneille. Pekka Pakarinen on tässä katsannossa eturivissä!

Tieteellinen toiminta alkaa

Pekka Pakarisen ensimmäinen tieteellinen julkaisu on jo hänen opiskeluajaltaan vuodelta 1969, jolloin hän julkaisi tutkimuksen Sääksmäen lähdekasvillisuudesta (Pakarinen 1969). Tutkimuksessa tehdyissä kasvillisuus- ja vesikemiallisissa analyysissä selvisi, että 25 tutkittua lähdettä voitiin luokitella kasvistonsa puolesta kahteen tyyppiin ja että kesäkuun lämpötila niissä vaihteli 2,5–7,4 °C, pH 5,4–6,5 ja johtokyky 30–170 $\mu\text{S cm}^{-1}$, kolmessa yli 200 $\mu\text{S cm}^{-1}$ ja kalsium 3–40 mg l^{-1} . Pakarinen vertasi tätä aineistoa Kuusamosta keräämäänsä laajempaan lähdeaineistoon myöhemmässä pro gradu -työssään. Vuonna 1971 hän julkaisi yhdessä Pertti Uotilan kanssa ekologisesti painottuvan kasvillisuustutkimuksen Hattulan Taipaleensuon eutrofisista, luhtaisista osista (Pakarinen & Uotila 1971). Kasvillisuuden kuvaaminen tapahtui satunnaisotannalla sijoitettujen 4 m^2 :n näytealojen ($n = 10$) ja prosenttipeittävyysien avulla.

Tuloksia soiden perustuotannosta

Vuosina 1972–1974 Pakarinen selvitti arktisen Kanadan Devon-saarella (75° 40' N, 84° 30' W) yhdessä Dale Vittin kanssa niittymäisten tundrasoiden sammalien perustuotantoa sekä hiili-, typpi-, liukoisten sokerien ja lipidien pitoisuuksia ja kaloriarvoja (Pakarinen & Vitt 1973 ja 1974, Pakarinen 1974a ja b). Pakarinen teki satunnaisotannalla kasvillisuusruutuja arktisilla tundra-soilla ja analysoi aineistoa PCA-ordinaatiolla (Pakarinen 1974b).

Sammalten vuotuinen kuivainetuotos oli kuivemmilla paikoilla keskimäärin noin 30 g, jääpoltealoilla vain 10–20 g, mutta jokivarsiniityillä jopa keskimäärin 69 g m⁻². Klorofylli, typpi (proteiini), hiilihydraatit ja kaloriarvot näyttivät olevan suurimmat alueilla, joilla metabolinen aktiviteetti ja tuotos olivat korkeimmat sekä spatiaalisesti kasvustoissa että vertikaalisesti kasviyksilöissä. Devon-saaren suot ovat pohjoisimpia Pohjois-Amerikassa ja edustavat varsin hyvin Kanadan arktisen saariston ja myös pohjoisen Grönlannin tundrasoita. Ne ovat valtaosaltaan hyvin kalkkipitoisia, niiltä puuttuvat suovarvut, rahkasammalia on vain muutama laji ja turvekerros korkeintaan 30–40 cm paksuinen.

Jo 1970-luvun puolivälissä sekä Antti Reinikainen (Reinikainen 1976) että Pakarinen (Pakarinen 1975) esittivät suoekosysteemiä koskevat toiminnalliset mallit, jotka olivat tukevaa pohjaa mm. seuraavien vuosikymmenten suurille valtakunnallisille ilmastonmuutosta käsitteleville tutkimusohjelmille. Näissä malleissa arvioitiin suoekosysteemin eri komponenttien: nettoperustuotannon, respiration, herbivorian, eroosion, huuhtoutumisen ja suopalojen osuutta hiilen kierrossa. Pakarinen arvioi, että soihin (poislukien trooppinen vyöhyke) kertyy turvetta (kuiva-aineena) keskimäärin vuodessa 135–270 milj. tonnia, mikä vastasi alle 5 % fossiilisten polttoaineitten silloisista päästöistä.

Ennen väitöskirjaansa Pakarinen julkaisi vielä Atlantin takaa palon jälkeisestä kasvillisuuden kehityksestä mantereisilla kohosoilla (Pakarinen 1974a, b), aapa- ja keidassuokasvillisuudesta Suuren Orjajärven alueella (Pakarinen & Talbot 1976) ja sammalten ekologiasta, tuotoksesta ja orgaanisesta koostumuksesta Kanadan arktisella alueella (Vitt & Pakarinen 1977).

Kasvillisuuden ja turpeen kemiaa

Syksyllä 1974 Pohjois-Suomesta kerätyssä aineistossa (Pakarinen & Tolonen 1977a) verrattiin yhteensä 19 Sphagnum-lajin ravinnepitoisuuksia sammalissa ja kasvupaikan suovedessä. Ombrotrofiset ja minerotrofiset kasvupaikat erosivat erittäin merkittävästi toisistaan kaliumin (K), magnesiumin (Mg) ja kalsiumin (Ca) pitoisuuksissa sammalissa, mutta eivät K:n eikä Mg:n osalta samojen paikkojen suovesissä. Fosfori (P) ja kalium (K) rikastuvat suovedestä sammalsolukkoihin voimakkaammin kuin esimerkiksi kalsium (Ca) tai rauta (Fe). Sammalten typpipitoisuudet olivat samaa tasoa kuin Kivisen (1934) laajemmassa aineistossa (0,5–1,1 %). Sammalanalyysit ovat luotettavampi keino kuin ajoittaiset vesianalyysit suon ravinteisuuden arvioimiseen.

Ajanjaksolta 1976–1994 Pakarinen laati yhteensä 23 eri tutkimusta, jotka käsittelevät eri alkuaineiden, erityisesti raskasmetallien ja/tai rikin, ja kahdessa työssä PCB-yhdisteiden ”käyttäytymistä” ombrotrofisissa soissa, suokasveissa, metsäsammalissa ja jäkälissä sekä mahdollisuuksia seurata niiden avulla ilmansaasteiden alueellisuutta ja ajallisia muutoksia. Tutkimussarjan ensimmäisessä paljon viitatussa julkaisussa (Pakarinen & Tolonen 1976) huomattiin selvät alueelliset erot raskasmetallien (Pb, Cu, Zn, Fe, Mn, Cr, Ni, Mo, Hg ja Cd) -pitoisuuksissa rahkasammalissa tutkituilla 19 suolla, jotka sijaitsivat Suomessa, mantereisessa Kanadassa ja eteläisessä Ruotsissa. Tulokset osoittivat, että esimerkiksi lyijyn pitoisuudet olivat Pyhtään Munasuolla noin 10-kertaiset pohjoisimman Lapin arvoihin verrattuina. Myöhemmissä töissä vaihtelevan vahvuinen gradientti etelästä pohjoiseen löytyi lyijyn lisäksi alumiinilla (Al), vanadiinilla (V), rikillä (S) ja PCB-yhdisteillä. Bromin (Br) osalta alueellisuus oli heikompi. Etenkin suomättäiden rahkasammallajit todettiin ylivoimaisesti käyttökelpoisimmiksi hivenaine- ja saastelaskeumien kartoitukseen ja seurantaan.

Lyijyn ”käyttäytyminen” turpeessa oli erikoisen mielenkiinnon kohteena useassa Pakarisen työssä (etenkin Pakarinen & Tolonen 1977b) laskeuman alueellisen ja ajallisen seuraamisen kannalta. Lyijyn todettiin turpeessa rikastuvan raudan tavoin vedenpinnan sijaintivyöhykkeelle, mikä vaikeuttaa turvekerroksen käyttöä suoraan



Kuva 1. Pekka Pakarinen (vasemmalla) ja Kimmo Tolonen tutkimassa turvenäytettä Patvinsuolla IPS:n turvekongressin retkeilyllä kesäkuussa 1972.

Figure 1. Dr. Pekka Pakarinen (on the left) and Kimmo Tolonen are examining the peat samples on Patvinsuo mire in eastern Finland during the field trip of IPS 4th International Peat Congress, June 1972.

lyijyn kertymän ajallisen seurantaan. Lyijyn liikkeet turpeessa ovat oleellisia myös 210Pb-ajoituksen perusteiden kannalta. Viimeaikaiset kokeelliset tutkimukset lyijyn pidättymisestä turpeeseen osoittivat Pakarisen päätelmät oikeiksi.

Tutkimuksessa pintaturpeen kasvunopeudesta ja ajoittamisesta (Pakarinen & Tolonen 1977c) esitettiin ns. sammalvuosikasvain-ajoitusmenetelmä ja sillä saatuja ensituloksia. Rahkaturpeeseen

sovellettuna se oli uusi mukaelma Longtonin (Longton 1970) kehittämästä menetelmästä, jossa pintaturpeen kasvua ajoitettiin *Polytrichum alpestren* avulla mereisellä Antarktiksella. Pohjoisissa olosuhteissa vastinlaji rämekearhunsammal (*Polytrichum strictum*) sopii menetelmään hyvin. Menetelmä kehitettiin nykyiselleen myöhemmin (Tolonen ym. 1988), ja sen perusteellinen arviointi on kuvattu Turetskyn ym. (2004)

kirjoituksessa. Ajoitusmenetelmä oli käytössä esimerkiksi Clymon (1984) laatiman kuuluisan turpeen kasvumallin kehittämisessä.

Kangaskorpimaannoksia koskevassa työssä (Vasander ym. 1979) selvisi, että viidestä tutkitusta metallista Mn, Pb, ja Zn rikastuivat pintaturpeeseen, kuparin (Cu) syvyysjakaumat vaihtelivat ja rauta rikastui odotetusti syvemmälle A tai B-horisontteihin maannoksen tyyppistä riippuen. Juuristokerroksen hivenainevarastot ovat niin suuret, että laskeuman osuus niistä on alustavien aineistojen valossa suuruusluokkaa 0,4–7,5 promillea. Artikkelissa pohdittiin myös tulosten merkitystä puuston hivenainetarpeen kannalta.

Tutkimus (Pakarinen & Tolonen 1980) rikin huuhtoutumisesta pintaturpeesta ansaitsee erillisen tarkastelun. Sen aineistona oli *Sphagnum fuscum*-valtaisia 50 cm pituisia ajoittuja turvepat-saita, jotka oli kerätty ombrotrofisilta soilta Pyhtäältä, Janakkalasta, Sodankylästä ja Kittilästä. Näissä kohteissa rikin vuosikertymät vaihtelivat etelästä pohjoiseen seuraavasti: 163, 113, 59, 69 mg m⁻² v⁻¹. Kun näitä lukuja verrattiin rikin laskeumiin, saatiin pintaturpeeseen pidättyvän kokonaisrikin osuudeksi etelästä pohjoisen 25, 19, 25 ja 20 % laskeuman määrästä. Koska 50 cm syvyinen turvekerros oli tutkituissa soissa ilmeisesti ainakin 150–200 vuotta vanhaa, pääteltiin, että mainitut huuhtoumaluvut edustavat suurin piirtein kokonaišhhuhtoumaa ombrotrofisissa suoekosysteemeissä. Huuhtouman mukana systeemeistä poistuu esim. ravinnekationeja, kuten kalsiumia (Ca), magnesiumia (Mg), kaliumia (K), ja ammoniumia (NH₄). Toisaalta soista huuhtoutunut sulfaatti (SO₄) happamoittaa vesistöjä.

Vastaavasti täydentävissä Pakarisen (1981a,b) tutkimuksissa selvisi, että keidassoiden hapettomiin turpeisiin pidättyy alle 1 % kaliumia (K) ja mangaania (Mn) pintaturpeeseen verrattuna, mutta turpeeseen pidättyy suurin piirtein samat määrät typpeä (N) ja fosforia (P) kuin mitä huuhtoutuu vesistöihin. Tulokset olivat hyvin alustavia, koska vertailuaineisto oli pieni. Tutkittujen alkuaineiden kertymäärovoja hapettomassa turpeessa verrattiin vastaaviin arvoihin pintaturpeessa, jolloin saatiin seuraavat suhteelliset osuudet (%) N 26,4 > Mg 16,7 > Fe 14,5 > Ca 14,4 > P 11,9 > Zn 8,1 > Pb 7 > Cu 5,0 > Mn 0,8 > K 0,6.

Aineiden rikastuminen ja laskeuman vaikutukset

Pakarisen väitöskirjassa (1982b) ombrotrofisten soiden sammalten ja jäkäliden ravinne- ja hivenaine-ekologiasta osoitetaan, että pääravinteet K, N ja P sekä vähäisemmässä määrin myös Mg ja S rikastuvat elävään sammalkerrokseen. Raskasmetalleista myös Mn oli rikastunut rusko-rahkasammaleeseen (*Sphagnum fuscum*), mutta erikoisen selvästi suovarpuihin, kuten suopursuun (*Ledum palustre* L. = *Rhododendron tomentosum* Harmaja). Ainekertymien suhteuttaminen ilmakehästä tulevaan kokonaislaskeumaan vahvistaa käsitystä kasvien pääravinteiden (N, P, K) aktiivisesta otosta, mutta paljastaa rikin huomattavan heikon pidättymisen elävään sammalkerrokseen. Monien raskasmetallien (Pb, Cu, Fe, Zn) pidättymisen sammaliin on tehokasta ja suhteessa ko. metallien alueellisiin laskeumiin ja näyttää ensisijaisesti perustuvan passiiviseen absorboitumiseen. Poronjäkäliden ravinnetalouden päätellään olevan kuiva- ja märkälasseuman varassa, ja molempia pohjakerroksen kasviryhmiä voidaan luotettavasti käyttää esimerkiksi raskasmetallilaskeumien alueelliseen ja myös ajalliseen seurantaan, jos käytetään ns. biopankkimenetelmää. Ajatus pintaturpeen käytöstä alkuainelaskeumien antropogeenisen kasvamisen seurantaan ei ole uusi, sillä sen esittivät viimeistään jo Mattson ja Koutler-Andersson (1954), mutta Pakarinen osoittaa, että vain pinnanläheistä turvetta heti ”elävän kerroksen” alapuolella voidaan käyttää seurantatarkoitukseen, mutta siinäkin on rajoituksensa. Metallien ”pumppaus-teoria” kallioperästä turpeen alla todetaan niin ikään paikkansa pitämättömäksi (Sillanpää 1972).

Pakarisen ym. (1982) mukaan metallien keskimääräinen kertyminen hapettomaan turpeeseen oli seuraavanlainen (yksikkö mg m⁻² v⁻¹): Ca 40,4, Mg 33,8, Fe 11,8, K 6,3, Zn 0,47, Pb 0,37, Mn 0,19 ja Cu 0,06. Kaikilla niillä on (niin kuin edellä todettiin) paljon suuremmat kertymäärät pintaturpeeseen useasta eri syystä.

Vuonna 1984 Minnesotassa julkaistussa työssä (Pakarinen & Gorham 1984) osoitettiin mm., että *Sphagnum fuscum*-mätteisissä Fe, Al, Zn, Cu ja Pb-vuosikertymät vastasivat kohtuullisesti

laskeumia ilmakehästä Manitoban, Albertan ja Ontarion alueilla.

Pakarinen on julkaissut monipuolisen kirja-artikkelin suojäkälistä eri alkuaineiden kerääjinä (Pakarinen 1985b). Suovarvuilla kasvavasta sormipaisukarpeesta (*Hypogymnia physodes*), mitatut useiden metallien pitoisuudet todetaan moninkertaisiksi verrattuna poronjäkälestä (*Cladonia arbuscula*), saatuihin tuloksiin. Ero on suurin seuraavissa: Pb, Zn, Hg, V ja Al. Kertymäärtöjen vertailu toi esille palleroporonjäkälessä (*Cladonia stellaris*) seuraavan sarjan suurimmasta pienimpään kertymään N>K>P>Fe>Ca>Mg>Zn>Mn>Cu. Eroja selitettiin mahdollisilla solubiologisilla ja -fysiologisilla syillä.

Pakarisen julkaisussa vuodelta 1992 (Pakarinen 1992) on yhteenveto useiden vuosien tutkimuksista lyijystä (Pb) *Sphagnum fuscumissa*. Siinä todetaan, että Pb, mutta myös Zn- ja Cd-pitoisuudet olivat pintaturpeissa pienentyneet 1970-luvun pitoisuuksiin verrattuna.

Pakarinen & Koponen (1992) tutkivat alkuainepitoisuuksia Papua-Uuden-Guinean *Sphagnum*-näytteistä. N, K, ja Ca -pitoisuudet olivat samaa tasoa kuin Euroopassa, sinkin (Zn) pitoisuudet sen sijaan huomattavasti alhaisemmat. Eräällä kuparimalmialueella kasvaneiden kahden *Sphagnum*-lajin kuparipitoisuuksiin ei kallioperän suurella kuparimäärällä ollut lainkaan vaikutusta.

Pakarinen oli myös kiinnostunut ympäristömyrkköjen, varsinkin PCB-yhdisteiden akkumuloinnista turpeeseen. Himbergin & Pakarisen (1992 ja 1994) tutkimusten aineisto koostui seitsemältä eteläsuomalaiselta ja viideltä Lapin keidassuolta kerätyistä ja ajoitetuista pintaturpeista. Etelä-Suomessa PCB-yhdisteiden kokonaiskertymät pienenevät etelästä pohjoiseen mentäessä 63–13 $\mu\text{g m}^{-2} \text{v}^{-1}$. Samankokoiset vuosittaiset laskeumamäärät oli mitattu Pohjois-Amerikasta. Tulosten perusteella turpeiden PCB-kertymät olivat merkittävästi laskeneet näytteissä 1970-luvun määriin verrattuina.

Soiden levinneisyydestä

Maapallon soiden levinneisyyttä ja soiden suoje-lun osuutta tarkastellaan aikanaan varsin paljon siteeratusta laajassa työssä (Kivinen & Pakarinen

1981c,d). Sen sijalle on sittemmin tullut uudem-pia laajoja selvityksiä alkaen Eino Lappalaisen teoksesta (Lappalainen 1996).

Kasvillisuuden luokittelusta

Pakarisen perehtyneisyys tilastollisiin menetelmiin oli suureksi hyödyksi kasvillisuustutkimuksissa. Pakarinen sovelsi Suomessa erilaisia ryhmittely- ja ordinaatiomenetelmiä mm. osaan Aarno Kalelan keräämästä, julkaisemattomasta laajasta metsäkasvillisuus-aineistosta sekä osaan Rauno Ruuhijärven ja Seppo Eurolan julkaistuista kasvillisuuskuvauksista Suomen soilta (Pakarinen 1976b, 1979, 1982a, 1985b, 1992, 1995, Pakarinen & Ruuhijärvi 1978). Pakarisen numeerisissa analyyseissä tulivat esille ne kasvillisuuden vaihtelusuunnat, jotka jo alkuperäisjulkaisuissakin oli löydetty. Suosammalien piirissä paljastui objektiivisin numeerisin menetelmin ravinne-ekologisia lajiryhmiä, jotka sopivat hyvin suokasvillisuuden luokitteluun. Esimerkiksi neljän faktorin Varimax-ratkaisu tuotti kahdeksan ekologisesti hyvin perusteltua lajiryhmää (Pakarinen 1976).

Pakarinen (1982b) tutki suo- ja metsätyyppien keskinäistä suhdetta muutamien hierarkkisten luokittelumenetelmien avulla ja arvioi ordinaatiomenetelmien käyttöä kasvillisuuteen vaikuttavien ympäristögradienttien etsimisessä. Aineistona on Aarno Kalelan hyvin laajasta (yli 2 500 näytealaa) metsäkasvillisuusaineistosta Etelä-Suomen metsiä koskeva otos (Kalela 1977) sekä Seppo Eurolan (Eurola 1962) kymmenen metsäistä korpea ja rämettä käsittävä aineisto. Hierarkkinen, kokoava klusterianalyysi tuotti neljä pääryhmää: A) kuivat kangasmetsät, B) tuoret kangasmetsät, C) korvet ja D) lehtomaiset metsät. Assosiaatioanalyysi toi esiin seuraavat tunnuslajit: *Luzula pilosa*, *Cladonia stellaris*, *Aegopodium podagraria*, *Anemone nemorosa*, *Pleurozium schreberi*, *Sphagnum riparium* ja *Calliergon stramineum*. Mielenkiintoinen seikka oli, että metsäpiippo (*Luzula pilosa*) erotteli (turpeettomat) kivennäis-maan kohteet ojittamattomista suokasvupaikoista. Päädyttiin toteamaan, että assosiaatioanalyysi on verrattain käyttökelpoinen menetelmä kasvisio-logisten tunnuslajien löytämisessä (Eurola 1962). Tunnistettuja indikaattorilajeja ei kuitenkaan katsottu suoraan voitavan viedä kasvillisuus-

typpien määrityskaavoihin, vaan niille tarvitaan frekvenssi-kynnysarvot, koska lajit harvoin ovat aineistoissa täysin vakioita eli konstantteja (frekvenssi 100 %). Toisaalta todettiin, ettei ordinaatiomenetelmien avulla voida todistaa tietyn kasvillisuuden jatkumoluonnetta.

Pohjoisen Euroopan kasvillisuuskuvausten menetelmiä koskevassa käsikirja-artikkelissa (Pakarinen 1984) käydään läpi Pohjois-Euroopassa, Venäjällä ja Virossa käytetyt menetelmät ja pohditaan luokka- ja prosentti-skaalojen käytökelpoisuutta mm. numeeristen analyysien ja biomassarvioiden kannalta. Lisäksi Pakarinen (1985a) vertasi perusteiltaan erilaisten luokittelumenetelmien käyttöä sammalaineistoon 56 pohjoissuomalaiselta suotyypiltä. Faktorianalyysi tiivistä lajiston kahdeksaan ryhmään, joilla oli vankka ravinne-ekologinen tausta, ja niiden perusteella rajattiin kahdeksan suotyypiryhmää. Indikaattorilajiryhmät todettiin paremmiksi kasvillisuuden luokittelussa kuin yksittäiset indikaattorilajit.

Artikkelissaan kanadalaisesta suoluokituksesta Pakarinen (1994) toteaa sen olevan hyvin heikosti yhteismitallisen meillä käytössä olevan ekologisesti perustellun suotyypiluokituksen kanssa. Kanadalainen systeemi on hierarkkinen ja hydrologis-geomorfologinen, mutta kehitystä on viime aikoina tapahtunut mm. indikaattorilajien ja -lajiryhmien löytämiseksi ja varsinkin kaukokartoitusmenetelmissä.

Tämän jälkeisissä julkaisuissaan Pakarinen tarkasteli boreaalisten soiden luokittelua Suomessa ja Skandinaviassa (Pakarinen 1995) ja aapasoiden ekologista terminologiaa sekä suojelelun tarvetta Pohjois-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa (Pakarinen 2001).

Lopuksi

Vuoden 1995 jälkeen Pakarinen julkaisutuotanto hiljensi merkittävästi. Vuosina 1995–1997 Pakarinen keskittyi kaikella tarmollaan hoitamaan määrääkaista apulaisprofessorin virkaansa, joka sisälsi paljon opetusta. Määrääkaikaisen professuurin päätyttyä hän jatkoi intensiivistä opetustyötään assistenttina ja myöhemmin yliopistonlehtorina.

Hän toimi useiden vuosien ajan mm. vastuopettajana Helsingin yliopiston Lammin biologisella asemalla järjestettyjen kenttäkursseiden biotooppijaksoilla sekä piti kursseja ja luentoja englanniksi kansainvälisillä kursseilla, joiden keskeinen teema liittyi soihin ja suokasvillisuuteen.

Pakarisen avuliaisuus ja auttamishalu näkyivät mm. siinä, että ennen omaa sairastumistaan hän ehti toimia kymmenen vuotta Heinolassa asuvan iäkkään äitinsä omaishoitajana, mikä edellytti tiheään käyntejä Heinolassa. Tämä tosiasia sekä intensiivinen opetustyö selittävät osaltaan sen, ettei tieteelliseen julkaisutoimintaan enää jäänyt riittävästi aikaa uran viimeisinä vuosina.

Koko uransa aikana Pakarinen kuitenkin ehti tehdä merkittävää tutkimusta ja julkaista kunnioitettavan määrän tieteellisiä artikkeleita, joilla on pysyvää arvoa. Pakarinen oli terävä tiedemies, joka oli perehtynyt alansa kirjallisuuteen, käytti sitä taitavasti ja kirjoitti hyvin.

Väitämme, että hän oli kansainvälisesti tunnetumpi kuin kansallisesti. Tämä johtui hänen hieman syrjäänvetäytyvästä luonteestaan, johon liittyy myös se, että hän työskenteli normaalin virka-ajan ulkopuolella myöhäisiltapäivisin, iltaisin ja viikonloppuisin. Samoin suurin osa hänen julkaisuistaan on joko yksin tai vain muutaman kollegan ja opiskelijan kanssa tehtyjä. Suosittelemme niihin tutustumista, koska monessa asiassa Pekka Pakarinen oli aikaansa edellä.

Kiitokset

Professori Harri Vasander (Helsingin yliopiston metsätieteiden laitos) on esittänyt arvokkaita kommentteja ja korjauksia tämän artikkelin käsikirjoitukseen. Kirjastos sihteeri Sirkka Sällinen (Helsingin yliopiston Luonnontieteellinen keskusmuseo LUOMUS, kasvitieteen yksikkö) on ystävällisesti ja vaivojaan säästämättä hankkinut käyttöömme artikkelin teossa tarvittavat kirjalliset lähteet.

Summary: Dr. Pekka Pakarinen as trailblazer in plant ecological research of mires

A review of Dr. Pekka Pakarinen's publications is presented. His fields of research were:

1. Ecology of boreal peatlands (vegetation studies, classification, nutrient ecology, surface peat, peatland bryophytes, lichens)
2. Vegetation ecology (theoretical and applied classification, numerical methods)
3. Moss ecology (regional studies: boreal/arctic: atmospheric pollution, growth, community ecology)

In this review, altogether 39 publications were briefly treated: eleven of those deal with the boreal and arctic terrestrial vegetation of Canada and the United States, where Pakarinen worked with Dale Vitt, Stephen Talbot, David Foster and Eville Gorham about three years in 1971–1973 and 1981–1983. In seven of his papers, Pakarinen applied different numerical methods for the classification of forest and peatland vegetation, based chiefly on large published and unpublished Finnish material. Twenty-two (22) of Pakarinen's papers concentrate on nutrients and/or heavy metals or other air pollutants (like PCB- congeners) in mire plants and peat. Spatial and temporal distribution of those elements were studied in different scales, the main geographical setting being Finland, Scandinavia and Northern North America. The remaining articles include classification of mires in Finland and Canada, definition of terms of peat and peatlands, distribution of undrained and drained mires on the globe, comparison of mire waters and mire mosses as monitoring the nutrient status of the sites, bogs as ecosystems and studies on the vegetation and ecology.

Pekka Pakarinen was a devoted international researcher who was always ready to discuss and help others. Although he published with his colleagues and some students he mostly worked alone during late afternoons, evenings, nights and weekends. This – together with his humble character – made him probably more known internationally than nationally.

Pekka Pakarisen julkaisut – Dr. Pekka Pakarinen's publications

Tieteelliset artikkelit – Scientific papers

- Pakarinen, P. 1969. Lähdekasvillisuudesta ja lähdevesien ominaisuuksista Sääksmäellä. *Kaikuja Hämeestä* 12: 130–139.
- Pakarinen, P. & Tolonen, K. 1971. Rahkaturpeen maatumisasteen määrittämismenetelmästä. (Summary: Comparison between some methods of determining the degree of decomposition of Sphagnum peat). *Suo* 22: 48–50.
- Pakarinen, P. & Uotila, P. 1971. The vegetation of eutrophic brook-side swamps in Taipaleensuo, Hattula, South Finland. *Acta Agralia Fennica* 123: 33–38.
- Pakarinen, P. 1972. Rorison: Ecological aspects of the mineral nutrition of plants. *Kirja-arvostelu*. Bookreview. *Luonnontutkija* 76: 67.
- Pakarinen, P. & Vitt, D.H. 1973. Primary production of plant communities of the Truelove Lowland, Devon Island, Canada – moss communities. Teoksessa: Bliss, L.C. & Wielgolaski, F.E. (toim.). Primary production and production processes. *Tundra Biome. Proceedings of the Conference, Dublin, April 1973*, pp. 37–46. Edmonton.
- Pakarinen, P. 1974a. Palonjälkeinen kasvillisuuden kehitys mantereisilla kohosoilla. (Summary: Development of vegetation after fire in continental raised bogs). *Suo* 25: 1–4.
- Pakarinen, P. 1974b. Tundrasoiden kasvillisuudesta Devon-saarella. (Summary: Vegetation of tundra mires on Devon Island, Canada). *Suo* 25: 59–64.
- Pakarinen, P. & Vitt, D.H. 1974. The major organic components and caloric contents of high arctic bryophytes. *Canadian Journal of Botany* 52: 1151–1161.
- Pakarinen, P. 1975. Turpeen kerrostumisen osuus hiilen kierrossa. (Summary: The role of peat accumulation in the carbon cycle). *Luonnon Tutkija* 79: 138–144.

- Pakarinen, P., Moore, P.D. & Bellamy, D.J. 1975. Peatlands. Book review. *Bulletins of International Peat Society* 6: 42–44.
- Pakarinen, P. 1976a. Bogs as peat-producing ecosystems. *Bulletins of International Peat* 7: 51–54.
- Pakarinen, P. 1976b. Agglomerative clustering and factor analysis of south Finnish mire types. *Annales Botanici Fennici* 13: 34–40.
- Pakarinen, P. 1976c. Wielgolaski, F.E., Fennoscandian tundra ecosystems. Part 1: Plants and microorganisms. Kirja-arvostelu. Book review. *Luonnon Tutkija* 80: 30–31.
- Pakarinen, P. & Mäkinen, A. 1976: Suosammalet, jäkälät ja männyn neulaset raskasmetallien kerääjinä. (Summary: Comparison of Pb, Zn and Mn contents of mosses, lichens and pine needles in raised bogs). *Suo* 27: 77–83.
- Pakarinen, P. & Talbot, S. 1976. Aapa- ja kohosuokasvillisuudesta Suuren Orjajärven alueella. (Summary: Observations on the aapa-mire and raised-bog vegetation near Great Slave Lake, Canada). *Suo* 27: 69–76.
- Pakarinen, P. & Tolonen, K. 1976. Regional survey of heavy metals in peat mosses (*Sphagnum*). *Ambio* 5: 38–40.
- Pakarinen, P. & Tolonen, K. 1977a. Nutrient contents of *Sphagnum* mosses in relation to bog water chemistry in northern Finland. *Lindbergia* 4: 27–33.
- Pakarinen, P. & Tolonen, K. 1977b. Distribution of lead in Finnish *Sphagnum fuscum* profiles. *Oikos* 28: 69–73.
- Pakarinen, P. & Tolonen, K. 1977c. Pintaturpeen kasvunopeudesta ja ajoittamisesta. (Summary: On the growth-rate and dating of surface peat). *Suo* 28: 19–24.
- Vitt, D.H. & Pakarinen, P. 1977. The bryophyte vegetation, production and organic components in Truelove Lowland. Teoksessa: Bliss, L.C. (toim.) Truelove Lowland. Devon Island, Canada: A High Arctic Ecosystem. University of Alberta Press. Edmonton. pp. 225–244.
- Pakarinen, P. & Mäkinen, A. 1978. Suopursun ekologiasta, erityisesti hivenainetaloudesta (Summary: Trace metal distribution in *Ledum palustre*). *Suo* 29: 93–98.
- Pakarinen, P. & Ruuhijärvi, R. 1978: Ordination of northern Finnish peatland vegetation with factor analysis and reciprocal averaging. *Ann. Bot. Fennici* 15: 147–157.
- Pakarinen, P. 1978a. Distribution of heavy metals in the Sphagnum layer of bog hummocks and hollows. *Ann. Bot. Fennici* 15: 287–292.
- Pakarinen, P. 1978b. Element contents of Sphagnum: variation and its sources. *Congres Int. de Bryologie, Bordeaux, 21–23 Novembre 1977. Bryophytorum Bibliotheca* 13: 751–762.
- Pakarinen, P. 1978c. Production and nutrient ecology of three Sphagnum species in southern Finnish raised bogs. *Ann. Bot. Fennici* 15: 15–26.
- Pakarinen, P., Mäkinen, A. & Rinne, R. J. K. 1978. Heavy metals in *Cladonia arbuscula* and *Cladonia mitis* in eastern Fennoscandia. *Ann. Bot. Fennici* 15: 281–286.
- Pakarinen, P. 1979. Ecological indicators and species groups of bryophytes in boreal peatlands. Teoksessa: Classification of peat and peatlands. Proc. Int. Symposium, Hyytiälä, September 17–21, pp. 121–134. International Peat Society, Helsinki.
- Pakarinen, P. & Rinne, R. J. K. 1979. Growth rates and heavy metal concentrations of five moss species in paludified spruce forests. *Lindbergia* 5: 77–83.
- Vasander, H., Mäkinen, A. & Pakarinen, P. 1979. Kangaskorpimaannosten hivenainejakaumista ja määrästä. (Summary: Trace elements in soil profiles of paludified spruce forests). *Silva Fennica* 13: 65–73.
- Pakarinen, P. & Tolonen, K. 1980. Rikin huuhtoutuminen pintaturpeesta. (Summary: Leaching of sulphur from surface peat). *Suo* 31: 1–6.
- Kivinen, E. & Pakarinen, P. 1981a. Peatland areas and the proportion of virgin peatlands in different countries. Proceedings of 6th International Peat Congress, Duluth, USA, August 17–23, 1980, s. 52–54.
- Kivinen, E. & Pakarinen, P. 1981b. Geographical distribution of peat resources and major peatland complex types in the world. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Ser. A.* 132: 1–28.
- Pakarinen, P. 1981a. Nutrient and trace metal content and retention in reindeer lichen carpets of Finnish ombrotrophic bogs. *Annales Botanici Fennici* 18: 265–274.
- Pakarinen, P. 1981b. Regional variation of Sulphur concentrations in Sphagnum mosses and Cladonia lichens in Finnish bogs. *Annales Botanici Fennici* 18: 275–279.

- Pakarinen, P. 1981c. Metal content of ombrotrophic *Sphagnum* mosses in NW Europe. *Annales Botanici Fennici* 18: 281–292.
- Pakarinen, P. 1981d. Ravinteiden pidättyminen kohosoiden hapettomiin turvekerroksiin. (Summary: Anaerobic peat as a nutrient sink in raised bogs). *Suo* 32: 15–19.
- Pakarinen, P., Tolonen, K. & Soveri, J. 1981: Distribution of trace metals and sulfur in the surface of Finnish raised bogs. Proceedings of 6th International Peat congress, Duluth, USA, August 17–23, 1980. s. 645–648.
- Heikurainen, L. & Pakarinen, P. 1982. Peatland vegetation and site types. Teoksessa: Laine, J. (toim.) Finnish peatlands and their utilization, s. 14–23. Helsinki.
- Pakarinen, P. 1982a. Etelä-Suomen suo- ja metsätyyppien numeerisesta luokittelusta. (Summary: Numerical classification of South Finnish mire and forest types). *Suo* 33: 97–103.
- Pakarinen, P. 1982a. Ombrotrofisten soiden pohjakerrokskasvien hivenaine- ja ravinneekologiasta. (Summary: On the trace element and nutrient ecology of the ground layer species of ombrotrophic bogs). - Publ. Dept. Bot. Univ. Helsinki 10:1–32.
- Pakarinen, P. 1982b. Etelä-Suomen suo- ja metsätyyppien numeerisesta luokittelusta. (Summary: Numerical classification of South Finnish mire and forest types). *Suo* 33: 97–103.
- Pakarinen, P., Tolonen, K., Heikkinen, S. & Nurmi, A. 1982. Accumulation of metals in Finnish raised bogs. Teoksessa: Hallberg, R. (toim.) Environmental biogeochemistry. *Ecological Bulletins* 35: 377–382. Stockholm.
- Pakarinen, P. & Häsänen, E. 1983. Suosammalten ja -jäkälien elohopeapitoisuuksista. (Summary: Mercury concentrations of bog mosses and lichens). *Suo* 34: 17–30.
- Pakarinen, P., Kaistila, M. & Häsänen, E. 1983. Regional concentration levels of vanadium, aluminium and bromine in mosses and lichens. *Chemosphere* 12: 1477–1485.
- Pakarinen, P. 1984a. Cover estimation and sampling of boreal vegetation in northern Europe. Teoksessa: Knapp, R. (toim.) Sampling methods and taxon analysis in vegetation science. *Handbook of Vegetation Science* 4: 35–44. The Hague.
- Pakarinen, P. 1984b. Definitions of peats and organic sediments. *Bulletins of International Peat Society* 15: 40–46.
- Pakarinen, P. & Gorham, E. 1984. Mineral element composition of *Sphagnum fuscum* peats collected from Minnesota, Manitoba and Ontario. Proc. Int. Symposium on Peat Utilization, Bemidji, Minnesota, October 10–13, 1983, pp. 417–429.
- Pakarinen, P. 1985a. Numerical approaches to the classification of north Finnish mire vegetation. *Aquilo Ser. Bot.* 21: 111–116.
- Pakarinen, P. 1985b. Mineral element accumulation in bog lichens. Teoksessa: Brown, D.H. (toim.) Bog lichens physiology and cell biology, s. 185–192. Plenum Press, New York & London.
- Pakarinen, P. 1987. Chemical studies of *Sphagnum* bogs from the Maritimes to the interior of Canada. Teoksessa: Rubec, C. (toim.) Proc. Symposium Wetlands/Peatlands, Edmonton, August 24–28, 1987, s. 95–99. Environment Canada, Ottawa.
- Pakarinen, P. 1989. A new handbook of Canadian mires. Kirja-arvostelu. Book review. *Suo* 40: 191.
- Pakarinen, P. 1989. Nash, T.H. & Wirth, V. (toim.). 1988. Lichens, bryophytes and air quality. Book review. *Annales Botanici Fennici* 26: 156.
- Himberg, K. & Pakarinen, P. 1992. Occurrence of PCB congeners in Finnish *Sphagnum* samples. Teoksessa: Bragg, O.M. et al. (toim.) Peatland ecosystems and man: an impact assessment, s. 201–204. University of Dundee, Scotland, U.K.
- Pakarinen, P. 1992. Moss and peat chemistry of *Sphagnum* bogs: comparative studies in Europe and North America. Teoksessa: Bragg, O.M. et al. (toim.) Peatland ecosystems and man: an impact assessment. s. 191–195. University of Dundee, Scotland, U.K.
- Pakarinen, P. & Koponen, T. 1992. Chemical composition of *Sphagnum* samples from Papua-New-Guinea. *Bryobrothera* 1: 313–315.
- Himberg, K. & Pakarinen, P. 1994. Atmospheric PCB deposition in Finland during 1970s and 1980s on the basis of concentrations in ombrotrophic peat mosses (*Sphagnum*). *Chemosphere* 29: 431–440.

- Pakarinen, P. 1994a. Impacts of drainage on Finnish peatlands and their vegetation. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences* 20: 173–183.
- Pakarinen, P. 1994b. Kanadan soiden ekologinen luokittelu (Abstract: Ecological classification of Canadian wetlands). *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja (The Finnish Forest Research Institute Research Papers)* 531: 19–23.
- Pakarinen, P. 1995. Classification of boreal mires in Finland and Scandinavia. *Vegetatio* 118: 29–38.
- Pakarinen, P. 2001. Aapa mires of northern Europe and North America; notes on ecological terminology and conservation needs. *BEN Botanical electronic news* ISSN 1188-603X, No 263 January 16, 2001, s. 1–2.
- Juslén, A., Koponen, T., Piippo, S. & Pakarinen, P. 2005. Lehti- ja maksasammalhavainnot Sipoonkorvesta. (Bryophytes from Sipoonkorpi, Sipoo, Finland). *Bryobrotherella* 9: 26–31.

Opetusmonisteita – Teaching material

- Fagersten, R., Pakarinen, P. & Vänskä, H. 1969. Pieni sammal- ja jäkäläopas kasvitieteen alkeuskursseja varten. Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita 2: 1–33. (2. painos 1978, 53: 1–31).
- Fagersten, R. & Pakarinen, P. 1970. Sammalten ja jäkäliden ryhmittelyä. Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita 4: 1–15.
- Kurto, A. & Pakarinen, P. 1981. Versokasvien pääryhmät I. Sammalet ja sanikkaiset. (The main groups of cormophytes I. Bryophytes, ferns etc.) Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita. (Mimeographed papers of Dept. Bot. Univ. Helsinki) 66: 1–87 (sammalet / bryophytes, s. 1–20).
- Pakarinen, P., Mäkinen, A. & Uotila, P. 1987. Kasviekologiset inventointimenetelmät. Lammi 1987. Kurssiraportti. Helsingin yliopiston kasvitieteen laitos. 100 s.
- Pakarinen, P. 1993. Global wetlands I (Maapallon suot, 52459-9). Luentomoniste. Handout. 66 s. Helsingin yliopiston kasvitieteen laitos. Department of Botany, University of Helsinki.
- Pakarinen, P. 1995. Ekologian perusteet (52073-3): ekosysteemi- ja kasviekologiaa Luentomoniste. 42 s. Helsingin yliopisto, Ekologian ja systematiikan laitos.
- Pakarinen, P. 1995. European mires: ecology and vegetation (52402-5). Handout. 4 p. Department of ecology & systematics, University of Helsinki.

Kirjallisuus – References

- Clymo, R. S. 1984. Limits to peat bog growth. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B* 303: 605654.
- Eurola, S. 1962. Über die Regionale Einteilung der Südfinnischen Moore. *Annales Botanici Societatis Vanamo* 33: 1–243.
- Kalela, A. 1977. Unpublished summary tables of Finnish forest vegetation. Dept. Botany, University of Helsinki.
- Kivinen, E. 1934. Suokasvien ja niiden kasvuaustan kasviravintesuhteista. *Acta Agraria Fennica* 27:1–140.
- Lappalainen, E. (toim.) 1996. Global peat resources. IPS, Jyväskylä, Saarijärvi Offset Oy. 359 s. + 7 app.
- Longton, R. E. 1970. Growth and productivity of the moss *Polytrichum alpestre* Hoppe in Antarktis. Teoksessa: Hokgate, M.W. (toim.) *Anarctic Ecology* 2: 818–837. London Academic Press.
- Mattson, S. & Koutler-Andersson, E. 1954. Geochemistry of a raised bog. *Kungl. Lantbrukshögsk. Ann.* 21: 321–366.
- Reinikainen, A. 1976. Kuinka tutkia suoekosysteemiä (Summary: How to study a mire ecosystem). *Suo* 27 (1): 9–18.
- Sillanpää, M. 1972: Distribution of trace metals in peat profiles. *Proceedings of 4th International Peat Congress, Otaniemi, Finland* 5:185–191.
- Tolonen, K., Davis, R. & Widoff, L. 1988. Peat accumulation rates in selected Maine peat deposits. *Maine Geol. Survey, Dept. of Conservation Bull.* 33: 1–99.
- Tolonen, K. & Vänskä, H. 2015. In memoriam Pekka Pakarinen 1945–2015. *Suo* 66: 71–72.
- Turetsky, M. R., Mannin, S. W., & Wider, R. K. 2004. Dating recent peat deposits. *Wetlands* 24: 324–356.