

Muisteluksia turvekairoista ja soilta

Kimmo Tolonen

Johdanto

Turvekairojen ja muiden turvevarojen inventointiin kehitettyjen välineitten ja menetelmien kehitys on hyvä esimerkki siitä, miten ratkaisevasti käytettävissä olevat ja/tai oikein valitut menetelmät ja välineet vaikuttavat tieteellisten tutkimusten lopputuloksiin. Vaikka työ yhä jatkuu, kannattaa lyhyesti tarkastella tähänastista kehitystä. Tätä perustelen sillä, että monet, ainakin kirjoittajan mielestä mielenkiintoiset ”historiat” eivät ole yleisesti tunnettuja tai saattavat ajan saatossa painua unohtuksiin. Sekä turvenäytteiden ottoon että soiden inventointiin on kehitetty kymmeniä erilaisia välineitä ja menetelmiä. Monet niistä ansaitisivat vähintään maininnan, mutta seuraavassa tarkastellaan lähemmin vain muutamia laitteita, joihin kirjoittajalle on vuodesta 1958 lähtien muodostunut omakohtainen suhde. Sedimentti- ja maaperäkairoilla on myös oma pitkä historiansa, mutta niihin viitataan vain ohimennen.

Turvekairat ja muut näytteenottovälineet

Hiller-kaira

Tämä maineikas turvekaira on nimetty ruotsalaisen insinööri K. Hillerin, (Jönköping, Ruotsi) mukaan, joka teki muunnoksen norjalaisen Asbjørnsen’ in kairaan (Fries & Hafsten 1965). Kirjallisuudesta ei löydy tietoja, milloin tämä muunnos tehtiin, todennäköisesti se ajoittuu hieman vuoden 1909 jälkeen. Norjalainen prototyyppi tunnettiin ainakin koko Euroopan suovaltioissa A. Blytt’in kairan

nimellä, ja sillä tehtiin vuosikymmenten ajan paljon tieteellisesti arvokkaita suotutkimuksia C.A. Weber’ in (1902) urauurtavasta suomonografiasta lähtien ja Suomessakin (V. J. A. Roos, R. Herlin, G. Anderson, H. Lindberg). Väinö Auer ja A.L. Backman ehtivät saada jo Hiller-kairan käsiinsä. Kairan todellinen keksijä siis oli Peter Christen Asbjørnsen vuonna 1868 Kristianiassa (Oslo). Kairatyypin ansioita ja heikkouksia pohdin jo aikaisemmin Suo-lehdessä (Tolonen 1968, ks. myös Aaby 1986 ja Faegri & Iversen 1950, 1964, 1975). Kairasta on muutamia myöhempiä muunnoksia, huomattavin niistä Thomas’ in (1964) esittämä parannus. Siinä näyte säilyy kokonaisena, kun sisäkouru näytteineen poistetaan alakautta, kairan karkiosa irrottamisen jälkeen.

Kun talvella 1959 oli kova kiire löytää Etelä-Pohjanmaalle suunnitellulle turvevoimalaitokselle riittävästi sopivia soita, niin jouduimme silloisen Geologisen tutkimuslaitoksen tutkimusassistentti Antti Leinon kanssa tammikuussa jopa yli 15 asteen pakkasessa kairailemaan soita mm. Peräseinäjoella. Jatkovarsia liitettäessä oli kullakin kairausreiällä viritettävä nuotio ruuvinkolojen sulattamiseen. Jos turvetta ei puutikulla kaivellut kairakotelosta (mikä taisi olla ohjeiden vastaista), niin tutkijan vasemman käden etu- ja keskisormista ennen pitkää kynnet kuluivat varsin lyhyiksi.

Kairan varsikiinnitysten käytettävyys parani selvästi kun ruuvasimme täytein kärjin varustetut kiinnitysruuvit läpi varren ja vahvistimme jatkovarsien liitokset muhvirenkain. Lopulta parhaaksi vaihtoehdoksi osoittautui ruuvien korvaaminen pulteilla, jotka kiristettiin kiintoavaimilla. Kairaa valmistettiin useampia kokoja, lujimpia olivat alkuperäiset ruotsalaiset, joissa oli merkintä ”Djos”. Myös halpoja, mutta kestävyydeltään huonoja ”piraattivarsia” ilmaantui markkinoille.

Hiller-kairaa on käytetty maailmanlaajuisesti, ja sillä on tähän mennessä kairattu lukematon määrä tutkimuspisteitä kaikilla mantereilla sekä taloudellisiin että tieteellisiin tarkoituksiin. Jos näytteenotossa on äärimmäisen huolellinen, on mahdollista saada täysin häiriintymättömät puhtaat näytteet, minkä todistavat mm. loogisesti toistuvat siitepölyanalyttiset löydökset (siitepölystratigrafia) ja myös onnistuneet radiohiiliajoitukset.

Kairaa valmistettiin siis ainakin kahta kokoa. Ohuemmalla mallilla kairasimme yhdessä silloisen geol. yo Brita Erikssonin kanssa Kirkkonummen Gillobackaträsketin rantasuolla onnistuneesti 28 metrin syvyyteen kerrostumiin, jotka koostuivat lähinnä Itämeren merivaiheitten saviliejusta ja savesta (korkeus 0,7 m mpy). Minkäänlaista kovempaa pohjaa emme tavanneet. FT Hannu Pajunen kuvailee syviä kairauksia Afrikassa: ”*Käytimme 1980-luvun alussa Burundissa Hiller-kairaa. Syvin kairaus ulottui 35 metriin ja paksuin yhtenäinen turvekerros oli 32 m*”. Kirjallisuudesta löytyy myös tieto, että prof. M.I. Nejstadt on Venäjällä kairannut Hiller-kairalla yli 40 metrin syvyyteen saakka (Faegri & Iversen 1975).

Hiller-kaira pitkine varsineen usein pelasti märeillä soilla liikkuvan suotutkijan. Kairanvarista kyhätyn sillan turvin onnistui useimmiten pahasti kastumatta pääsemään kermiltä tai jäniteeltä seuraavalle pahojenkin paikkojen ylitse. Mutta Haapaveden Ollikkaanrimmellä (120 mpy) meistä vain yksi jäi jäniteelle, kun tutkimusryhmämme kolme muuta putosivat vyötään myöten suohon. Siinäpä seisoi me tukevasti, kun suon alla oli kalliopohja. Jäniteelle jäänyt kiskoi meidät vuoron perään kuiville. Pahaenteisesti olimme hetkeä aikaisemmin ylittäneet leveitten suosuksien ladun, mikä kuulemma oli hanhimiesten jälkeä. Oli kesäkuun alkupuolta vuonna 1959 ja sää kolea. Johtajamme Jouko Pirola päästi meidät pika-kuivattelun jälkeen nuotiolta majapaikkaamme. Majapaikkamme oli Ainalissa, ja meillä oli siellä lämmikkeeksi hyvää Vätjusjärven pontikkaa. Ollikkaanrimpi on osa suurta Ollikkaansuota Pulkkilan pitäjän rajalla. Suo on yhä melkein kokonaan luonnontilassa.

Venäläinen suokaira

Kun poikkileikkaukseltaan pyöreän Hiller-kairan näyte raavitaan tai kahmaistaan kairan sivusta, maalajin rakenne häiriintyy. Näytteeseen tulee kärjen muodosta johtuen mukaan epäpuhtauksia kairauskohdan yläpuolisista kerroksista. Poikkileikkaukseltaan puolikuun muotoinen venäläinen kaira (synonyymejä mm. ”*MacCauley sampler*”, valkovenäläinen turvekaira ja laippakaira) sen sijaan leikkaa maaperästä häiriintymättömän ja puhtaan näytteen. Tämän nerokkaan kairatyypin historia on kirjoittajalle erinomaisen omakohtainen siinä mikä koskee Suomea ja Pohjois-Ruotsia. Käydessämme keväällä 1976 Neuvostoliiton kutsumana Kalininin Polyteknillisessä Yliopistossa (Päivänen ym. 1977) meille esiteltiin Instituutissa 1940-luvun alussa kehiteltyä ja Tjureninovin oppikirjassa 1940-luvulla kuvattua kairaa. Se on hieman erilainen alapäästään, kuin Jowseyn (1966) kuvaama ja Belekopytovin ja Berechnovichin (1955) kairaksi nimetty versio. Kalininin Instituutin kaapista esille otetussa kairassa oli alimmaisena samanlainen isokierteinen kärki kuin Hiller –kairassa.

Venäläisen kairan historia Suomessa alkaa siitä, kun työtoverini Jouko Meriläinen Helsingin Yliopiston Kasvitieteen laitoksella eräänä iltana keväällä 1966 tuli innoissaan New Phytologist -lehti kainalossaan näyttämään juttua ”*An improved peat sampler*” (Jowsey 1966). Hämmästelini myös piirrokuvia, mutta sorvari Eero Vuori Lauttasaaressa pyöritteli vielä enemmän päätään, miten ihmeessä se voisi toimia, ja miten sen saisi sorvatuksi. Ennen kuin putki halkaistiin noin (!) puolikkaaksi sen molempiin päihin liitettiin hitsaamalla täyteinen terästanko, joka sitten lopulta sahattiin, jysyttiin ja sorvattiin piirustusten mukaisesti.

Siipeen tietysti valittiin erikoisen hyvää terästä ja liitokset tehtiin hopeajuotoksin. Kun vuosien päästä em. Venäjällä käynnin jälkeen yritimme sovittaa muistin mukaisesti kairan kärkeen kierrettä, emme sitä osanneet tehdä, mutta sen sijaan nyt prototyyppiä paljon lyhyempään kärkeen työstettiin teräväreunainen pystyura pohjan maalajin tutkimiseen. Myös kairan reunan yli ulottuvan siivenosaa oli kokemuksen mukaisesti syytä kaventaa noin 1/5 osaan alkuperäisestä, joka oli meikäläisiin turpeisiin aivan liian suuri.



Kuva 1. Kirjoittaja pienen venäläisen kairan kanssa Jyllannin Draved Mose –suolla v. 1970. Kairan kärkiosa on huomattavasti lyhyempi ja siipi (laippa) kapeampi kuin prototyypissä. Kuva: Pekka Pakarinen.

Fig. 1. The author and a slightly modified small Russian peat sampler at Draved Mose, Jutland, Denmark in 1970. The anchor is narrower and the nose much shorter than is the original model by Jowsey (1966). Photo: Pekka Pakarinen.

Kairan ensimmäisen suomalaisen kappaleen esittelin Suoseuran kokouksessa 25.10. 1966. Kairaa teimme Vuoren sorvaamossa 50 mm ja 100 mm kannuilla ja 50 cm:n ja 100 cm:n pituisilla kouruilla. Kaikkein paras ja terävin tuli vanhasta lentopommista (10 × 50 cm). Julkaisussa Tolonen & Ijäs (1992) on kuvattuna tämä kairayksilö kaikkine siihen tehtyine tarpeellisine parannuksineen. Vaikka kaira on melko raskas, vein sen vuodeksi Yhdysvaltoihin (1980–1981), jossa otin onnistuneesti näytteitä jopa yli 10 m syvistä soista (Tolonen ym. 1983). Kun jouduimme toimimaan myös tietömissä erämaissa ja laajoilla soilla, teetätimme jatkovarret ja nostovarret kevytmetallista.

Jo vuonna 1969 olin vienyt kairan Uumajan yliopistoon ja kairailin sillä myös talvella sekä soita että järvisedimenttejä. Kairaa kopioitiin yliopiston omassa metalliverstaassa, ja myöhemmin siitä valmistettiin pitkiä versioita sedimenttitutkimuksiin. Siellä huomattiin, että vuosittaiset liejulistot saatiin näkyviin heti tuoreeltaan kairan näytteen kuperalta häiriintymättömältä pinnalta erikoistoimenpitein yhdessä hetkessä ”liimaamalla” ohut ELMU-muovifolio sedimentin pintaan (prof. Ingemar Renberg, Uumajan yliopisto). Muun muassa sedimenttien paleomagneettisiin

ajoiuksiin on käytetty 2 metrin kannulla varustettua mallia. Ruoveden Valkiajärvestä kairalla on otettu sedimenttinäytteitä yli 30 metrin syvyydestä (suull. tiedontanto, Dos. Jouko Meriläinen).

Sallittakoon tässä tarinaa kahden venäläisen kairan kohtaamisesta Tanskassa vuonna 1973. Olin vapaaehtoisen kairamiehen ja työtoverini Pekka Pakarisen kanssa selvittämässä ns. soiden regeneraatiota Jyllannissa ja eteläisessä Ruotsissa pienen venäläisen kairan avulla juuri niillä soilla, joilla kyseisen prosessin oli väitetty esiintyvän (kuva 1). Retki oli tapahtumarikas. Tanskan Draved Mose -suolla arvokas tutkimusvälineemme jäi yli kolmen metrin syvyyteen, kun unohdin kiinnittää jatkovarren ruuvin. Eipä auttanut kuin leiriytyä suon viereen keräämään voimia seuraavan päivän pelastuskaivaukseen.

Aamulla alkoi kaivaminen. Sitä ennen kuitenkin suolla ilmaantui vanha arvokas herrasmies. Tajusin silloin, että hiekkamontut, joita olimme hyödyntäneet aamutoimissamme, olivat arkeologisia kaivauksia. Herrasmies osoittautui arkeologian tohtori Holger Kapelliksi. Hieman arkaillen tekosiamme aloitimme keskustelun kolmella kielellä, koska en silloin ymmärtänyt tarpeeksi englantia. Esitin kysymyksiä ruotsiksi ja Pekka käänsi arkeologin englannin suomeksi.

Arvelin, että kaivaukset mahtavat kuulua kuuluisan Ertebölle-kulttuurin aikaan, jolle tyypillistä ovat ”kjökkenmøddingit” eli suuret raakkukasat silloisen merenrannan partaalla. Asia olikin juuri niin. Keskustelimme myös siitä, mitä me alueella teimme. Kaira saatiin ylös kello kahden jälkeen iltapäivällä vähän yli kolmen metrin syvyydestä ja kairaustyö pääsi alkuun (kuva 1).

Jossakin välissä kävimme sitten Kööpenhaminassa ja siellä mm. Kansallismuseossa, jossa tapasin arkeologi Troels-Smith’in, raavaan miehen, jonka vyöltä ei tuppipuukko koskaan puuttunut. Ylpeänä halusin esitellä hänelle uljasta venäläistä suokairaamme. Ukon naama ei värähtänyt, kun hän saapasteli nurkkakaapille ja tempaisi sieltä esille melkein täsmälleen samanlaisen kapistuksen. Meitä hymyilytti. Kairausretkemme jatkui Värnamon Storemossen-, Åkhultsmyren, Komosse- ja Billingenin Blängen-soiden kautta Ryggmossen-suolle Uppsalan seudulle. Retken tieteelliset tulokset jäivät laihoiksi, koska jouduimme toteamaan, ettei edes tällä kairallamme voitu ongelmaamme perinpohjaisesti selvittää vain muutamilla kairauksilla. Tässä tapauksessa avoleikkaukset olisivat olleet välttämättömiä. Tutkimus kuitenkin julkaistiin Duluthin 3. turvekongressin teoksessa.

Venäläinen kaira on osoittautunut Hiller-kairaa ja putkikairoja paremmiksi siinä, että useimmiten näyte on täysin häiriintymätön ja sen häiriintyneisyys voidaan ainakin melkein aina välittömästi havaita. Tämä on toteen näytetty USA:n Ympäristönsuojeluvirasto EPA:n perusteellisessa kolmen kairan vertailututkimuksessa (Anonymous 1999). Toistoa ja kontrollia varten saadaan nopeasti uusi näyte. Tästä syystä sellaisia pienstratigrafoita kuin ohuet hiili- tai mineraalimaakerrokset ja jopa hiilen sirut voidaan havainnoida. Venäläisellä kairalla voi vahva henkilö suotuisissa paikoissa työskennellä yksinkin, mutta useimmiten tarvitaan apuri ja nostoa suuresti helpottavat vipuvarret kairan ylös saamiseen.

Putkikairat

Putkikairoissa on mäntä, joka tasaa paine-erot maaperän ja näyteputken välillä kairaustapah-tumassa ja toisaalta estää näytteen tipahtamisen nostovaiheessa (ref. Aaby 1986). Yleensä hyväl-

lä menestyksellä käytin paljon ns. Geologisen tutkimuslaitoksen putkikairaa, jonka dosentti Heikki Ignatius ja tutkimusassistentti Antti Leino kehittivät 1950-luvun puolivälissä Kullenbergin (1947) idean pohjalta. Kaira muistuttaa suuresti prof. D.A. Livingstonin (1955) julkaisemaa sedimenttikairaa ja eroaa siitä vain siinä, että männän vaijeri on korvattu metallivarrella. Heikki Ignatius oli opiskellut Yleessä yhdessä Livingstonin kanssa, ja sinne suomalaisen putkikairan esihistoria johtaa. Geologisen tutkimuslaitoksen mäntäkaira on kuvattuina aikaisemmassa kirjoituksessani (Tolonen 1968). Kaira toimi turpeissa hyvin, kun sen männän tiivisteet tehtiin paksuhkosta pohjanahasta ja rasvattiin hyvin saapasrasvalla. Putken halkaisija oli tavallisesti noin 5 cm ja pituus 1 metri. Messinkisillä silloisen geologian tutkimuslaitoksen putkikairoilla saatiin hyvät näytteet mm. kemiallisiin tutkimuksiin ja radiohiiliajoituksiin.

Kaksista varsista ja eräistä muista syistä, kuten kairauspaikan painumisesta johtuen näytepötkyjen tarkka liittäminen toisiinsa aiheutti ongelmia, ellei oltu kyllin varovaisia ja seurattu vesivaa’an avulla lähtötasoa tai mitattu syvyydet pohjamaasta lähtien. Etupäässä pohjimmaisten turpeiden ja liejujen ja erikoisen hankalien Bryales -turpeiden näytteenottoon osoittautui käyttökelpoiseksi Reissinger –kaira. Kairasta on kuva oppikirjassa Faegri & Iversen (1950) ja julkaisin siitä tarkemman kuvauksen (Tolonen 1968). Vuoren sorvaamosta löytyi männiksi hyvin isokierteiset sorvin kierretangot kahteen kairaan. Niitten mitat olivat 1000 × 50 mm ja 500 × 100 mm; isommassa kairassa putki oli pistehitsattu ruostumattomasta pelistä, siis hyvin terävä. Männän tiivisteet teimme pohjanahasta. ”Paksu Bertta” joksi isomman mallin nimesimme oli erinomainen työkalu, jolla saattoi ottaa jopa 0.5 cm pituisia näytteitä radiohiiliajoituksiin.

Erityisesti turpeen tiheyden määrittämiseen Martti Korpjaakko (ks. Korpjaakko 1981) kehitti uuden kairan. Se on lyhyesti kuvattu myös äsken ilmestyneessä vertailututkimuksessa, jossa tarkastellaan erilaisten näytteenottimien luotettavuutta tilavuustarkkojen näytteiden otossa (Pitkänen et al. 2011). Yksi putkikairoille yhteinen piirre on, että näytteenottoon menee paljon aikaa sen eri vaiheissa. Työntekijöitä tarvitaan vähintään kaksi. Reissinger-kairalla tulee juuri ja juuri yksinkin toimeen.

Putkikairat toimivat sedimenteissä yleensä hyvin, mutta soissa vain suovesipinnan alaisissa ja veden kyllästämissä turpeissa. Hyvin kuituisista maalajeista on vaikeaa tai mahdotonta saada kunnollista näytettä, vaikka kaira olisi hyvin terävä (vrt. kuitenkin ”Paksu Bertta” edellä).

Laatikkokaira

Laatikkomallisia kairoja, tunnetaan viimeistään 1900-luvun alusta lähtien (Otavan Suuri Tietosanakirja, 1913). Näytteen poistamisen helpottamiseksi niissä neljäs seinämä avattiin joko sivun tai yläreunan saranastaan, kuten paljon käytetyssä OIVA –kairassa. Kehittyneemmässä mallissa, jolla helposti saadaan tarpeeksi suuri näyte mm. luotettavaan turpeen tiheyden määrittämiseen, neljäs seinä liikkuu koko pituudeltaan laatikon urassa kynäpenaalin kannen tavoin. Tällaisia kairoja on edelleen yleisesti saatavissa. Vastaavan tyyppistä näytteenotinta oli käyttänyt meillä professori Erkki K. Kalela 1940 –luvulla kangasmailla ja myöhemmin professori Leo Heikurainen tutkimuksessaan männyn juuristoista turvemailla (Heikurainen 1955). Kanadalainen John Jeglum tutustui tähän malliin Hyytiälässä vuosina 1984–85 ja kehitti siihen Kanadassa huomattavan parannuksen, kun liikuteltava seinämä kaareutuu sulkemaan ottimen vinon alapään (Jeglum ym. 1992).

Tätä Jeglumin kairaversiota en ole löytänyt kairaliikkeitten luetteloista, vaikka tekijä julkaisussaan ilmoittaa että hänen keksintönsä on vapaasti käytettävissä. Sitä on joskus leikkisästi kutsuttu ”varpaankatkojaksi”, mikä tietysti on aivan väärin, koska tuo kunniakas lempinimi jo oli aikoja sitten annettu Ekman–Birger pohjaeläinnoutimelle. Suomessa sitä ruvettiin valmistamaan dimensioin 1000×100 mm Lammilla 1990 luvun alussa. Alkuperäiseen Jeglumin versioon kuuluu kaksi urassa liikuvaa seinämää, joista ensin käytetään suoraa leikkaavaa ja sitten alapäästään joustavalla karkiosalla varustettua. Leikkaava irtoseinä voidaan myös tehdä tehdään koko pituudeltaan kellojousiteräksestä vahvistettuna selkäpuoleltaan jollakin halvemmalla kiskolla. Silloin riittää yksi leikkaava kappale, vaikka hyvin puisissa tai varpuisissa turpeissa ”esileikkaus” suoralla terällä saattaa olla suositeltavaa. Jousi on



Kuva 2. Kirjoittaja esittelee turvenäytettä laatikkokairassa (malli Jeglum) Oriveden Lakkasuolla kesällä 1992. Hiilikerrosta, joka voitiin tarkasti ajoittaa, seurattiin useissa kairauspisteissä sekä luonnontilaisella että sen ojitetulla osalla ja tuloksia käytettiin turpeen viimeaikaisen (näennäisen) hiilikertymän nopeuden määrittämiseen. Kuvannut Harri Vasander.

Fig. 2. The author with the box sampler (model Jeglum) at raised bog Lakkasuo in Orivesi. The precisely dated fire horizon, as repeated in several coring sites at both virgin and drained parts of the bog, was used to calculate the "recent (apparent) rate" of carbon accumulation.

kairan kallein osa. Laatikkokairan käytön selostavat A. Pitkänen ja muut (2011). Näytteen laatu nähdään välittömästi, ja näytteenotto on nopeaa. Kuitenkin laitteella saadaan normaalitapauksissa vain yhden laatikon korkuinen profiili. Tavallisin on ollut noin 100 cm^2 pohjapintainen ja 100 cm korkuinen laatikko (hyötypituus). Laatikkokaira on hyvä innovaatio pintaosien tilavuustarkkaan näytteenottoon moniakin tarkoituksia varten. Muun muassa hiilikerrokset näkyvät kairanäytteissä hyvin (kuva 2).

Kaikesta päätellen Gunnar Digerfeldt (1966) Lundin yliopistossa on päättänyt aivan itsenäisesti samanlaiseen alapään sulkusysteemiin. Ainoa pieni ero hänen ”räystäskourukairassaan” edellisestä on, että taipuisaa jouta on vain lyhyt pätkä itse sulkimena. Itse kairakammion mitat ovat $10,5 \times 11,5$ cm ja pituus 2 m, joka vielä liitetään toiseen 2 metrin pituiseen kammioon. Neljää metriä pitempää näytepatsasta ei voida saada, koska näytteen ja kammion sisäpinnan välinen kitka kasvaa sen jälkeen yli varmuusrajan. Silloin maalaji syrjäytyy kairan edestä. Kairaus vaatii taljaa tai vinnsiä.

Pintanäytteiden sylinteriottimet

Moniin tutkimuksiin tarvitaan näytteet aivan suon pinnasta lähtien. Putkikairoilla kunnollisten näytteiden saaminen on useimmiten vaikeaa tai mahdotonta, toisinaan se ei onnistu laatikkokairoillakaan. Kairaan tarvitaan ohutseinäinen metallisylinteri tai oikeammin katkaistu kartio, jolloin näyte saadaan helpommin ehjänä pois laitteesta. Joka tapauksessa näyte häiriintyy jonkin verran, ellei käytetä hyvin kehittyneitä sylinteriottimia (kuten Clymo 1988). Näytteen pysymistä putkessa auttaa sen sisään kairattuun turpeeseen ennen nostoa sujutettu ohut metallitanko. Alapään hammersuksen tulee olla epäsymmetrinen ja vino. Putken pituuden tulisi olla korkeintaan ehkä noin 80 cm ja läpimitta 100–205 mm.

Radioaaltomenetelmien alkuvaiheet suotutkimuksissa

Vuonna 1982 pääsin mukaan ryhmään, joka kehitteli uusia radioaaltotekniikkaan perustuvia turpeen ja soiden tutkimusmenetelmiä TKK:n Radiolaboratoriossa prof. Martti Tiurin johdolla. Niin sanottua suosondia tutki päätoimisesti DI Martti Toikka tehden siitä myös lisensiaattityönsä, ja maaperätutkaa kehitteli suotutkaksi teekkari Ilkka Marttila tehden siitä myöhemmin diplomityönsä. Ryhmään liittyivät myös MML Martti Saarilahti ja MMM Arto Rummukainen. Saarilahti liitti tutkimustuloksensa väitöskirjaansa (Saarilahti 1982).

Keskeiseksi muodostui suuren aineiston hankkiminen erilaisilta soilta sekä suosondin että suotutkan kykyjen testaamiseen ja kalibroimiseen.

Esimerkiksi Ähtärin Suolammennevalta otimme yli 2000 kpl tilavuustarkkaa näytettä parin kilometrin pituiselta linjalta. Lisäksi turpeen paksuus pliktattiin kymmenen metrin välein. Venäläisen kairan luotettavuutta tutkin vertaamalla sitä GTK:n tilavuustarkkaan kairaan. Tutkimustulokset on yksityiskohtaisesti kuvattu Tolosen & Ijäksen (1982) julkaisussa.

Suosondin idea oli Martti Tiurin, ja hän sai siihen patentin. Tietääkseni se on nykyisin yleisesti käytetty turpeen energiasisällön nopeassa selvittämisessä. Myös suotutka osoittautui käyttökelpoiseksi varsinkin turpeen paksuuden mittaamisessa. Suotutkaa kehitettiin Kanadassa jo aikaisemmin geoteknisissä maaperätutkimuksissa käytetystä maaperätutkasta (georadarista) ja sitä jatkotestattiin GTK:ssa.

Suosondin testaustuloksia raportoitiin useissa julkaisuissa sekä esitettiin tieteellisissä kongresseissa. Suosondin käyttökelpoisuuden kannalta merkittäväksi osoittautui löydös turpeen vesipitoisuuden ja tiheyden välisestä kiinteästä riippuvuussuhteesta (Laine & Päivänen 1982).

Tutkimusryhmämme ruokahalu kasvoi. Tahdoimme ”valloittaa” myös tropiikin suot.

Sopiva tutkimuskohde löytyikin Jamaikalta, jonne meidät kutsui Jamaikan valtion öljy-yhtiö. Siellä on kaksi syvää suota: Negrilissä ja Black Riverissa. Negrilin suo on yli 30 metriä paksu, ja siinä energiaturpeeksi sopivaa raaka-ainetta valtava määrä. Molemmat suot ovat syntyneet suurin piirtein valtameren pintaan maan hitaasti painuessa suhteessa meren pinnan tasoon viimeisten noin 8000 vuoden aikana (Digerfeldt ja Enell 1984 ja 1985).

Siispä suosondi olalle ja maaperätutka taksin takalokeroon. Sitä ennen piti kuitenkin jokaiseen vempaimeen kaivertaa numerot ja etukäteen lähetettävä tiedot telexillä Jamaikalle, jotta saisimme välineemme myös takaisin kotimaahan. Lontoossa oli kilometrien matka kotimaan koneestamme Air Jamaican lähtöpaikalle. Harvoin on ollut kovempi hiki kuin raahatessamme painavaa kapistusta pitkin käytäviä. Laatikko vaati Jamaikan lennolla yhden matkustajan paikan, koska ruumaan sitä ei huolitettu.

Kingstonista riensimme jo tuloiltana Negriliin. Paikkakunta on yksi rannikon lomakohdeista. Jo aamuvarhaisella kiiruhdimme suolle



Kuva 3. Vaaitusta vodkapullomenetelmällä Solovetskissa Venäjällä vuonna 1997. Kuvassa kirjoittaja tähtää, Harri Vasander tarkkailee kuplaa pullossa ja Seppo Eurola huutelee ohjeita lattamiestä vastaavalle avustajalle (ei kuvassa), joka merkitsee tähtäyksen tason korkeutta maastoon. Kuva: Tapio Lindholm.

Fig. 3. Levelling a forested mire (a pine bog) by means of the "vodka bottle levelling method" on the Solovetsky Island, Russia in 1997. The persons from left: the author, prof. Seppo Eurola and Dr. Harri Vasander. For more detailed description of the method, see the summary. Photo: Tapio Lindholm.

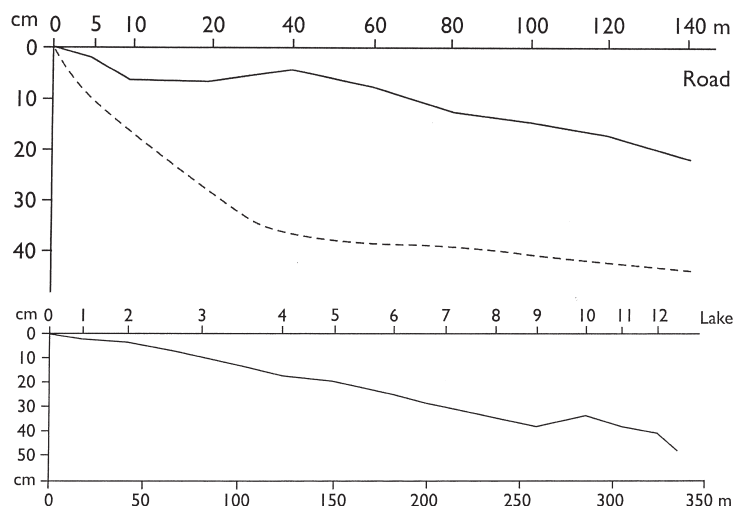
ennen rankkaa jokapäiväistä trooppista sadetta. Kesti noin kymmenen minuuttia, kun selvisi, että maaperätutkamme ei toiminut paikallisissa olosuhteissa. Aluksi myös suosondi tuotti huonoja tuloksia. Anturien ja sen kaapelien säätövara ei millään riittänyt kunnollisiin lukemiin siksi, että paitsi läpeensä suolaisen turpeensisäisen (inters-titiaalisen) veden aiheuttamaa vaikutusta, turpeen lämpötila ilmeisesti noudatteli vuoden keskilämpötilaa (noin 30° C). Hyvät neuvot olivat tarpeen. Ongelma ratkesi johtokykymittarin avulla, joka toimi luotettavasti. Sen olin sattumalta tempaissut kaapistani mukaani. Mittari oli ikivanha ja korvakuulokkeilla varustettu, erityisesti murtoveden tutkimiseen suunniteltu ns. Wheatstonen silta. Haimme Kingstonin yliopistolta tislattua vettä, jostakin ruokasuolaa ja muovilämpäriä, ja vielä kenttävaa'an. Ennen pitkää selvisi, että radioaalt-oanturi toimi melko lähellä suolapitoisuutta, mikä suon turpeissa vallitsi.

Anturia säädettiin uudestaan, ja koko joukko sondauslukemia kertyi. Insinöörit eivät kuitenkaan olleet niihin tyytyväisiä, ja päädyimme ottamaan huolellisesti edustava määrä turvenäytteitä

mitattavaksi Otaniemen laboratoriossa. Ostimme näytteille suuri matkalaukku ja aikaa jäi vielä nelisen päivää lomailuun saarella. Johtajamme diplomaattipassin turvin näytekapsäkki saatiin kuin saatiinkin lopulta tullien läpi New Yorkin kautta Suomeen. Loppujen lopuksi tuloksista syntyi suosondin osalta hyvä julkaisu (Tiuri ym. 1985).

"The vodka bottle levelling method"

Vuonna 1997 kansainvälinen soidensuojelun seura (IMCG) teki lähes pariviikkoisen retkeilyn Kuhmoon ja Solokan (Solovetsk) saarelle. Innostuimme joukolla tutkimaan ennen tuntemattomia soita saarella. Venäläinen kairakin oli mukana, mutta ei vaaituskonetta. Sellaisen kuitenkin kehitin yhdessä Dos. Tapio Lindholmin kanssa vodkapullosta ja majapaikan nurkalta löytyneestä harmaantuneesta nelituumaisesta laudasta. Aika monta pulloa piti kokeilla, ennen kuin löytyi sellainen vodkamerkki (Smirnov), jossa ilmakupla vedellä melkein täytetyssä pullossa liikkui tarpeeksi hitaasti (kuva 3). Vaaitsimme kolme



Kuva 4. Vodkapullomenetelmällä vaaittujen kahden suon korkeusprofiilit Solovetskin saarella vuonna 1997. Ylemmän suon arvioitu turpeen paksuus merkitty katkoviivalla.

Fig. 4. Profiles of two Russian mires as levelled by "the vodka bottle levelling method" in Solovetsky Island, Russia in 1997. The approximate depth of peat in the upper profile shown by broken line (the maximum depth was about 2 m).

suota ja mittasimme linjaa yhteensä 464 metriä. Tähtäyksien tasoihin puissa tai kepeissä kiinnitettiin kangassuikaleet ja näin merkatut korkeudet mitattiin turpeen pinnasta mittanauhalla. Kuva 4 esittää kahta vodkapullomenetelmällä vaaitsemistamme soista. Ylempi profiili on pieneltä rämeeltä n. 5 m km pohjoiseen luostarista. Sen kaltevuus on tutkitulla osalla noin 0,00145. Toinen profiili on saaren itäisimmästä osasta ohutturpeiselta rantasuolta, joka kasvillisuudeltaan oli melkoinen letto-neva-räme- ja korpilajien sekoitus. Suo oli varsin kalteva (suhdeluku: 0,0121). Vertailuna tähän, tutkimillani Pohjois-Karjalan soilla (Tolonen 1967) kaltevuus vaihteli useimmiten välillä 0,001–0,004. Pienin kaltevuus oli Ilomantsin Koivusuolla, 0.0003, ja suurin kaltevuuden suhdeluku oli 0,018 Juuan Löpösuolla.

Pohdintaa

Venäläinen turvekaira on nykyisin lähes kokonaan syrjäyttänyt Hiller-kairan ja sitä käytetään perusvälineenä oppilaitoksissa, yrityksissä ja tutkimuslaitoksissa. Lisäksi tarvitaan pliktausauvaa liekojen määrän arviointiin (Keskitalo 1981). Kairamiesten fyysisen voiman tarve on pienempääkin venäläistä kairaa käytettäessä suurempi kuin käytettäessä Hiller-kairaa. Hyvien nostovarsien vipuvaikutus kyllä auttaa. Dulut-

hin 3. turvekongressissa vuonna 1980 esiteltiin hyvin metsäisellä muskeg'illa venäläisen 1.5 m pituisen turvekairan käyttöä sähköisesti toimivassa nostolaitteessa, joka oli sijoitettu pieneen telaketjumetsätraktoriin.

Venäläisen turvekairan kenties pahin heikkous on se, että johtuen kärjen muotoilusta, se saattaa kiveen tai kantoon osuessaan kairatessa vääntyä käyttökelvottomaksi. Riskiä voidaan pienentää pienentämällä kairan läpimittaa, lyhentämällä kärki minimiin, ja tietysti välttämällä väkivaltaista voiman käyttöä. Toimiakseen hyvin kuituisissa ja puisissa turpeissa kaira on syytä pitää terävänä esimerkiksi liippakiven avulla. Hyvin puisissa turpeissa sekään ei auta, vaan on käytettävä Hiller-kairaa. Hyvin syvissä soissa on tullut esille kairan toinen heikkous, josta FT Hannu Pajunen kirjeessään tämän kirjoittajalle kertoo: "Olen Ugandassa käyttänyt laippakairaa, mutta sen kanssa tulee syvillä soilla ongelmia. Epäsymmetrisen kärjen takia se pyrkii aina ottamaan uuden reiän ja kääntymään sivulle. Kaarevan reiän takia se on raskas työntää suohon ja raskas vetää ylös ja mikä pahinta, näytteiden tarkasta syvyydestä ei voi olla varma. Näitä ongelmia alkaa tulla yli kymmenen metrin syvyydessä"

Lentopommista teettämäni edellä mainittu halkaisijaltaan 10 cm levyinen kaira kesti moitteettomasti ainakin ne 30 vuotta, minkä sitä itse

käytin. GTK:n tilavuustarkan (Korpijaakon) putkikairan ja venäläisen turvekairan vertailu tehtiin Ähtärin Suolammennevalle varsin suurella aineistolla (Tolonen ja Ijäs 1982), eikä mainittavaa eroa niiden kyvyssä turpeen tiheyden määrittämiseen havaittu.

Mutta Pitkäsén ym. (2011) tutkimustulokset venäläisen kairan, laatikkokairan ja Korpijaakon putkikairan välillä viittaavat siihen, että tietyissä tapauksissa viimeksi mainitulla kairalla otetut näytteet jäävät helposti jonkin verran vajaiksi. Vastaavasti Reissiger-kairan ongelmia ovat sen painavuus tarvittavine lisälaitteineen ja näytteenoton hitaus. Digerfeldtin kairaa on luultavasti kokeiltu vain limnisiin turpeisiin vesistöjen varsilla, ja Livingstonen kaira toimii hyvin vain vesisedimenteissä.

Elektroniset menetelmät ovat suuresti vähentäneet kairausten tarvetta soiden ja turpeiden rutiini-inventoinneissa. Niinpä esim. suosondin ”suksisauva-antenni” riittävän luotettavasti ja nopeasti ilmoittaa turvekerroksen energiatiheyden. On vaikea ennustaa, miten turvekairojen kehittäminen tulevaisuudessa jatkuu. Joka tapauksessa kehitystyöllä on sanalla sanoen uljas menneisyys.

Soiden ja turpeiden ehkä ominaisin piirre on valtava pienipiirteinen vaihtelu ja kirjavuus. Siinä ne eroavat ratkaisevasti vesistöistä ja vesisedimenteistä, joissa jo yhdenkin näytepatseen analysoiminen saattaa antaa hyvän kuvan altaan vaiheista. Parhaimmillaan kairoilla ei siksi voida luotettavasti selvittää tiettyjä soiden kehityshistorian piirteitä, vaan siihen tarvitaan avoleikkauksia.

Kiitokset

Dos. Kimmo Virtanen (GTK) ja FL Hannu Nousiainen (METLA) auttoivat tuntuvimmin kirjallisuuden hankkimisessa ja Dos. Raimo Heikkilä kuvituksen viimeistelyssä ja tekstin tarkastuksesta. Heille ja muille avustajilleni esitän parhaimmat kiitokseni.

Kirjallisuus

- Aaby, B. 1986. Sampling techniques for lakes and bogs. In: Berglund, B.E. (ed). *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, 181–194. John Wiley & Sons Ltd.
- Anonymous, 1999. EPA/600/R-01/010 Superfund Innovative Technology Evaluation (SITE) US EPA last updated on September 2012. 134pp. [<http://www.epa.gov/nrmrl/Irpcd/site/reports/600r01010/600r010.htm>]
- Belekopytov, I.E. Beresnevich, V.V. 1955. Giktorf's peat borers. *Torfyanyaya Promyshlennost* 8: 9–10.
- Clymo, R.S. 1988. A high-resolution sampler of surface peat. *Functional Ecology* 2: 425–431.
- Digerfeldt, G. 1966. A new type of large-capacity sampler. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 87: 425–430.
- Digerfeldt, G. & Enell, M. 1984. Paleoeecological studies of the postglacial development of the Negril and Black River morasses, Jamaica. *Petrol Corp. Jamaica. Kingston Jamaica*. 145 pp.
- Digerfeldt, G. & Enell, M. 1985. Paleoeecological studies of the post glacial development of the Negril morass, Jamaica. *Proc. Int. Peat Soc. Symp. Trop. Peat Resources, Kingston, Jamaica*. pp. 88–98
- Fægri, K. & Iversen, J. 1950, 1964, 1975. *Textbook of Pollen Analysis*. Munksgaard.
- Fries, M. & Hafsten U. 1965. Asbjørnsen's peat peat sampler – the prototype of the Hiller sampler. *Geol. Fören. Stockholm Förhandl.* 87: 307–313.
- Heikurainen, L. 1955. Rämännikön juuriston rakenne ja kuivatuksen vaikutus siihen. *Referat: Der Wurzel Aufbau der Kiefernbestände auf Reisermoorböden und seine Beeinflussung durch die Entwässerung. Acta Forestalia Fennica* 65: 1–85.
- Jeglum, J.K., Rothwell, R. I., Berry, G.J., Smith, G.K.M. 1992. A peat sampler for rapid survey. Technical note. *Canadian Forest Service* 13: 921–932.
- Jowsey, P.C. 1966. An improved peat sampler. *New Phytologist* 65: 245–248.

- Keskitalo, J. 1982. Reserves of peat and ligneous material in the mires of Siikajoki valley and Oulujärvi area. *Nordia* 16:1. 1–109.
- Korpijaakko, M. 1981. Uusi kaira turvenäytteiden ottoa varten. (Summary: A piston sampler for undisturbed peat samples) *Suo* 32: 7–8.
- Kullenberg, B. 1947. The piston core sampler. *Svensk Hydrografisk-Biologiska Komm. Skr. ser. 3, Hydrgrafi, v.1 no 2*, 1–46.
- Laine, J. & Päivänen, J. 1982: Water content and bulk density of peat. *IPS Symposium "Peat: its properties and perspectives for utilization"*. Minsk, USSR, September 14–25, 1982, 422–430.
- Pitkänen, A., Turunen, J. & Simola, H. 2011: Comparison of different peat corers in volumetric sampling– (Tiivistelmä: Erityyppisten turvekairojen vertailu tilavuustarkkojen näytteiden otossa). *Suo* 62 (2): 51–57.
- Päivänen, J., Tolonen, K., Laitinen, K., and Karakoski, P. 1977. Turvealan koulutus Neuvostoliitossa ja ehdotus sen kehittämiseksi Suomessa. (Summary: Peat harvesting education in the U.S.S.R. and its proposed development in Finland). *Suo* 28: 33–40.
- Saarilahti, M. 1982. Tutkimuksia radioaalto menetelmien soveltuvuudesta turvemaiden kulkukelpoisuuden arvioimiseen. *Acta Forestalia Fennica* 176: 1–105.
- Seppälä, M. & Koutaniemi, L. 1982. Formation of a string and pool topography as expressed by morphology, stratigraphy and current processes on a mire in Kuusamo, Finland. *Boreas* 14: 287–309.
- Thomas, K.W. 1964. A new design for a peat sampler. *New Phytologist* 63: 422–425.
- Tiuri, M., Toikka, M. ja Tolonen, K. 1985. Capability of new radiowave moisture probe in tropical peat resource inventory. *International Peat Society. Tropical Peat resources – Prospects and Potential. Proceedings of Symposium, Kingston, Jamaica, February 25 – March 1, 1985. pp.* 215–223.
- Tolonen, K. 1967. Über die Entwicklung der Moore im Finnischen Nordkarelien. *Annales Botanici Fennici* 4: 1–416.
- Tolonen, K. 1968. Soiden kehityshistorian tutkimusmenetelmistä. II. Turvekairoista. (Summary: On methods used in studies of the peatland developments. II. On the peat samplers). *Suo* 18: 86–92.
- Tolonen, K. & Ijäs, L. 1982. Comparison of two peat samplers used in estimating the dry peat yield in field inventories (Tiivistelmä: Turveaannon arviointiin käytetyn kahden suokairan vertailu). *Suo* 33: 33–42.
- Tolonen, K., Davis, R.B. & Widoff, L. 1988. Peat accumulation rates in selected Maine peat deposits. *Maine Geological Survey Department of Conservation Bulletin* 33: 1–99.
- Weber, C.A. 1902. Über die Vegetation und Entstehung der Hochmoor Augstumaal im Memeldelta, mit vergleichenden Ausblicken auf ander Hochmoore der Erde. Berlin. 252 pp.

Summary: Retrospections about the peat borers and mire investigation.

The author tells about his experiences in the use of different devices used in peat peatland investigations. Particularly, the origin (as far as is known) and the usefulness of several peat borers was treated. The samplers discussed include: the Hiller -sampler, the Russian (syn. MacCauley) peat borer, the Reissiger -sampler, the Finnish piston borer (Ignatius and Leino), the Livingstone –sediment sampler, the volumetric piston corer by Korpijaakko, the box sampler by Jeglum, the Digerfeldt box corer, as well as the cylinder samplers for surface peats. The excellent properties of the Russian peat sampler are emphasized, but certain weaknesses were also found. The innovation and the primary development of two radio wave methods for peat and peatland investigations were discussed.

Finally, a new method used for the leveling of peatlands “The Vodka bottle leveling method” developed by the author and Dr. Tapio Lindholm in 1997 was shortly presented.

The idea of this method was born on the Solovetsky Island, Russia in 1997, when the International Mire Conservation Group (IMCG) studied the vegetation and the stratigraphy of four mires there. We had the Russian peat sampler available, but no levelling apparatus on the remote island. So, we built a simple levelling instrument using a vodka bottle and a 2 meter long straight saw board (Fig. 3). It appeared that the crucial point was to find a suitable bottle (such as Smirnov-vodka), where the air bubble in the bottle, filled almost to the full volume, was not moving too quickly. Altogether three mires were levelled, two of which are shown in Fig. 4. The total length of the levelled profiles was 464 m.

The slope in the mires levelled by this new method varied from 0.00145 (mire 3) to 0.0121 (mire 4). The former one is small forested mire with Scotch pine and Norwegian spruce in the middle part of the isle, some 5 km north of the monastery of Solovetsky. The later one is an almost treeless and shallow peated coastal mire in the easternmost part of the Solovetsky Island.

Kimmo Tolonen

Sepänkatu 4 as. 2

24240 Salo

