

Suot ruoantuotannon palveluksessa

Suomen suoviljelysyhdistys 120 vuotta — Yrjö Pessin juhlaseminaari
8.5.2014

Finnish Society of Peat Cultivation celebrates its 120 year anniversary — Yrjö Pessi Festive Seminar on Peatlands in Food Production

Suomen Suoviljelysyhdistys viettää tänä vuonna yhdistyksen 120. toimintavuotta. Yhdistys järjestää seminaarin, jonka on tarkoitus sekä juhlia merkkivuotta että toisaalta kunnioittaa vuorineuvos Yrjö Pessin pitkää elämäntyötä soiden käytön ja tutkimuksen edistämisessä. Julkaisemme tässä katsauksessa juhlaseminaarissa pidettävät esitelmät.



Suon ojitusta 1900-luvun alussa. *Draining of peatland in the beginning of 1900's. (Photo. Martti Salmi)*

Yhdistystoimintaa kansallisen ruokaturvan hyväksi

Erkki Kempainen, ylijohtaja MTT

Yhdistyksen perustamiselle oli vahva tilaus

Suoviljelysyhdistyksen perustamisesta tulee tänä vuonna kuluneeksi 120 vuotta. Keisarillinen senaatti vahvisti nimellä Suomen Suoviljelysyhdistys perustetun yhdistyksen säännöt 18.10.1894.

Yhdistyksen tarkoitus ilmaistiin alkuperäisissä säännöissä seuraavasti: ”Yhdistyksen tarkoituksena on suo- ja rämeviljelyksen kehittämisen edistäminen maassamme. Yhdistys toimii tätä tarkoitusta varten koetoinnalla, kemiallisesti, kasvitieteellisesti ja muulla tieteellisellä tavalla tutkimalla soita ja rämeitä, tarjoomalla maanviljelijöille tilaisuutta saamaan käytännöllisiä neuvoja suo- ja rämeviljelyskysymyksissä yhdistyksen palveluksessa olevilta asiantuntijoilta, julkaisemalla kirjasia, toimeenpanemalla kokouksia ja esitelmiä, ja muilla sopivilla keinoilla. Yllämainitun päätehtävänsä ohella yhdistys myöskin koettaa edistää tietoa suomaan ja suoturpeen käyttämisestä teknillisiin ja muihin tarkoituksiin”.

Suoviljelysyhdistyksen tehtävä oli tuolloin 120 vuotta sitten koko maamme ja kansamme tulevaisuuden kannalta äärettömän tärkeä. Suurin osa Suomen kansasta eli maanviljelystä, mutta elintarvikkeiden tuotanto oli tehotonta ja riittämätöntä. Soiden hyödyntäminen koettiin suurena mahdollisuutena. Osoittihan yhdistyksen toiminnanjohtaja E. A. Malmin tekemä selvitys, että suota oli maamme pinta-alasta tuolloin hie- man runsas 30 %.

Suon viljelystä oli maassamme tuohon aikaan kokemusta ja sitä myötä myös kirjallista tietoa jo parin vuosisadan ajalta. Kokemuksen karttuessa suon viljely oli yleistynyt, mutta myös epäonnistumisia koettiin. Raivattujen suopeltojen ravinnevarat hupenivat nopeasti, ja halla oli alavilla suopelloilla usein hyvin tuhoisa. Laajojen suoalueiden käyttöönotto oli työlästä ja edellytti valtiiovallan tukea peruskuivatukseen.

Suonviljelyn edistämiseksi oli siis selvä tilaus. Mainittakoon, että tuo aika oli heräämisen aikaa myös maamme muun maataloustutkimuksen

osalta: vuonna 1898 perustettiin Maanviljelystalo-oudellinen koelaitos, jonka työtä jatkaa nykyinen Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT. Samalla vuosikymmenellä perustettiin Helsingin yliopistoon (tuolloin Aleksanterin yliopisto) maanviljelys-taloudellinen tiedekunnan osasto ja sen ensimmäiset oppiutolit.

Yhdistyksen perustaminen suon viljelyn edistämiseksi koettiin yleisesti hyvin innostavana askeleena kohti taloudellisesti vauraampia aikoja. Suohon uskottiin. Yhdistyksen puheenjohtaja Oskar Heikel lausui yhdistyksen ensimmäisessä vuosikokouksessa Seinäjoella pitämässään avauspuheessa 2.7. 1896 muun muassa näin: ”Myös tällä paikkakunnalla oli pari miespolvea sitten viljelemättömien soiden ja rämeiden luku hyvin suuri. Niissä piti maamiehen pahin vihollinen, maamme vitsaus, halla asuntoaan. Tästä pesästä se sitten teki tuhoa tuottavia retkiään viljeltyihin seutuuihin, vieden maamiehen kaiken vaivannäön, ja suru ja puute seurasi sen jälkiä. Nämä kolkot, vähän viehättävät maa-alat, joissa ainoastaan kurki, kuovi taikka muut synkkämielisellä äänellä parahtavaiset kahlaajalinnut pitivät asuntoaan, vaan joista ihmisellä ei ollut mitään hyötyä, ovat nyt ihmisten taidon, toimeliaisuuden ja työn kautta täydelleen muuttaneet luontonsa. Luonto oli täällä vuosisatojen kuluessa koonnut aarteita, joista ihmiskunnalla ei silloin ollut aavistustakaan. Nyt on laita toisin. Semmoiset maat ovat nyt viljavina vainioina ja rehevinä ruohonurmina, jotka tyydyttävät silmää ja runsaasti palkitsevat viljelijän vaivoja ja kustannuksia ja niiden ylitse lentelevät nyt ilman iloiset laululinnut ylistäen Luojaa, joka on antanut ihmiselle, hänen luomallensa olennolle voimaa tällä tavalla toiseksi luoda luontoa.”

Yhdistyksen monipuolisesta toiminnasta

Nyt 2010-luvulla taaksepäin katsottaessa Suoviljelysyhdistyksen 120-vuotinen toiminta tuntuu

suorastaan uskomattomalta tarinalta toimeen tarttuvista miehistä ja heidän palavasta innostaan sekä yhteistoiminnan voimasta. Tapahtumista antaa hyvän kuvan professori Erkki Huokunan vuonna 1994 kirjoittama yhdistyksen historiikki ”Sata vuotta suotutkimusta ja viljelyneuvontaa”, jonka sisältöä minäkin olen tässä esityksessäni hyödyntänyt.

Suoviljelysyhdistyksen toiminta oli alusta lähtien valtakunnallista. Vuonna 1907 tarkistettujen sääntöjen mukaan johtokuntaan tuli valita edustaja maamme kustakin läänistä. Tämä kiintiöjärjestelmä kuitenkin poistettiin myöhemmin. Myös kaksikielisyyttä (suomi ja ruotsi) korostettiin jo yhdistyksen ensimmäisissä säännöissä aina julkaisujen painattamiseen molemmilla kielillä.

Yhdistyksen keskeinen toimintamuoto oli alkuaikoina suotutkimus, joka käsitti soiden kartoitusta ja niiden kasvitieteellistä ja kemiallista analysointia. Myös turpeen maatumisasteen luokittelua kehitettiin. Tavoitteena tässä työssä oli ensisijaisesti soiden viljelykelpoisuuden selvittäminen, mutta samalla edistettiin suoturpeen muuta käyttöä. Turpeella oli nimittäin merkittävää käyttöä myös rakennuseristeenä ja karjan kuivikkeena. Suotutkimuksella ja siihen perustuvalla viljelykelpoisen maan inventoinnilla oli kysyntää taas 1940-luvulla, kun Karjalan luovutuksen jälkeen oli nopeasti saatava uutta peltoa menetetyn tilalle.

Koetoiminta on ollut Suoviljelysyhdistykselle hyvin merkittävä toimintamuoto. Se alkoi jo vuonna 1896, jolloin yhdistys järjesti koulutilojen ja maanviljelijöiden pelloille paikalliskokeita. Paikalliskokeet olivatkin yhdistyksen toiminnan alkuvaiheissa tärkein koetoiminnan muoto. Pitkäaikaisia kokeita varten perustettiin kiinteitä koekenttiä Ilmajolle, Muhokselle ja Elisenvaaraan.

Yhdistyksen tavoitteena oli alun alkaen omien suokoeasemien perustaminen eri puolille Suomea. Niitä perustettiinkin kolme. Ensimmäinen oli vuonna 1902 perustettu Leteensuon koeasema, joka toimi aina vuoteen 1973 saakka. Etelä-Pohjanmaan koeasema toimi Ilmajoella vuodesta 1907 vuoteen 1934. Karjalan koeasema toimi Suoviljelysyhdistyksen asemana vuodesta 1921 vuoteen 1977, jolloin sen toiminta siirtyi silloisen Maatalouden tutkimuskeskuksen haltuun.

Yhdistyksen tutkimusasemat olivat valtakunnallisesti merkittäviä ja arvostettuja tiedon tuotta-

ja. Tuotettu tieto perustui hyvin suunniteltuihin ja toteutettuihin kenttäkokeisiin. Mainittakoon, että Leteensuolle vuonna 1910 perustettu maanparannus-, kalkitus- ja lannoituskoe oli käynnissä yli 60 vuotta ja tuotti aineiston kahteen väitöskirjaan. Koeasemat todettiin myös hyvin tehokkaasti hoidetuiksi.

Yhdistys harjoitti myös soiden käyttöä koskevaa neuvontaa. Etenkin toiminnan alkuvaiheessa yhdistyksen palkkaamien neuvojien rooli oli erittäin tärkeä. Koeasemien perustamisen myötä neuvontatehtävä siirtyi enenevässä määrin niiden johtajille. Erityisen näyttäviä neuvontatilaisuuksia olivat suopäivät, joista ensimmäinen järjestettiin Leteensuolla vuonna 1910. Usein ne olivat kaksipäiväisiä sisältäen esitelmiä, tutustumisia kenttäkokeisiin sekä retkeilyjä lähiseutujen suoviljelmille. Osanottajamäärät olivat Leteensuolla muutamia satoja, mutta Ilmajolle ja Tohmajärvelle kokoontui enimmillään jopa 2000 henkilöä. Historiikin mukaan suopäivillä vallitsi suuri innostus, puhuttiin jopa ”suovillityksestä”.

Pohjois-Karjalassa suopäivät muodostuivat koko maakunnan kannalta hyvin merkittäväksi tapahtumaksi. Tätä kuvaa seuraava muistiinmerkitty tapaus: ”*Tohmajärven koulussa kansakoulun opettaja selitti Israelin lasten lehtimaja-juhlaa ja kysyi oppilailta, onko Suomen kirkolla vastaavaa Juhlaa. Eräs pieni oppilas viittasi terhakasti ja vastasi: On, suopäivät*”. Viimeiset suopäivät pidettiin Tohmajärvellä vuonna 1958.

Suoviljelysyhdistyksen julkaisutoiminta käynnistyi jo vuonna 1896 julkaistun vuosikirjan myötä. Lisäksi yhdistyksellä oli vuosina 1922–1951 oma tieteellinen sarja. Yhdistyksen 100-vuotisesta toiminnasta kirjoittanut professori Huokuna esittää historiikissa erityisen arvostuksensa yhdistyksen julkaisutoimintaa kohtaan. Hänen mukaansa: ”*On hämmästyttävää, että yhdistyksen toimihenkilöt ovat kaikki olleet ahkeria kirjoittajia. Erityisesti pistää silmään, että koetulokset julkaistiin heti, kun tutkija oli varma tulosten luotettavuudesta. Pöytälaatikkoon kirjoittajia ei Suoviljelysyhdistyksen palkkalistoilla näytä olleen lainkaan*”.

Yhdistyksen jäsenkunta on aina painottunut henkilöjäseniin, yhteisöjäseniä on ollut vain muutama. Vuonna 1896 jäsenmäärä oli 415. Suurimmillaan se oli 1920-luvun alussa, jolloin

jäseniä oli yli 1000. Jäsenmäärä pysyi korkeana, noin 600 jäsenessä aina 1950-luvulle saakka. Sen jälkeen määrä on pienentynyt tasaisesti. Vuonna 2014 yhdistyksessä on noin 50 jäsentä.

Yhdistyksen pitkän ja kunniakkaan historian takana on joukko asialleen omistautuneita ja toimeliaita ihmisiä. Suoviljelysyhdistyksellä onkin ollut tässä suhteessa harvinaisen hyvä onni. Alkuvaiheen toiminnan keskeisiä henkilöitä olivat puheenjohtajina toimineet Oskar Heikel ja Arthur Rindell sekä toiminnanjohtaja E. A. Malm. Puheenjohtajien lista jatkuu vuodesta 1924 komeasti nimillä E. F. Simola, Pauli Tuorila, Erkki Kivinen ja Yrjö Pessi.

Tässä siis historiaa, mutta mitä on Suoviljelysyhdistys nyt? Se on edelleen toimiva yhdistys, joka sääntöjensä mukaan ”*edistää soiden hyväksikäytön yleisiä edellytyksiä sekä viljelys- että teollisuustarkoituksiin. Yhdistys toimii tarkoituksensa hyväksi suorittamalla tieteellisiä ja käytännöllisiä suotutkimuksia sekä harjoittamalla ja tukemalla alan koe-, valistus- ja julkaisutoimintaa*”. Käytännössä tärkein toimintamuoto ovat yhdistyksen varoista jaettavat tutkimusapurahat. Näin yhdistys jatkaa 120-vuotisen historiansa kunniakkaita perinteitä, mutta hieman vaatimattomammassa puitteissa.

Yrjö Pessin mittava elämäntyö yhdistyksessä

Viettäessämme Suoviljelysyhdistyksen 120-vuotisjuhlaa kunnioitamme samalla vuorineuvos Yrjö Pessin pitkäaikaista työtä suotutkimuksen ja etenkin Suoviljelysyhdistyksen hyväksi.

Yrjö Pessi on siirtokarjalaisia. Hän syntyi Kaukolan pitäjässä vuonna 1926. Oli mielenkiintoista huomata hänen ansioluettelostaan, että hän joutui sota-ajan vuoksi käymään oppikoulua ja lukiota sotatilanteesta riippuen nykyisen itärajamme molemmin puolin. Opinnot Helsingin yliopistossa etenivät ripeästi: agronomin ja kandidaatin tutkinnot valmistuivat vuonna 1951 ja liseniaatin tutkinto sekä tohtorin arvon oikeutanut väitöskirja vuonna 1956.

Vuorineuvos Pessin ansiot ovat laajasti tunnetut. Maatalous- ja elintarvikealan ihmisille hän on maanviljelyskemian tohtori ja alan professori.

Yhteiskunnassamme hänet tunnetaan laajemmin teollisuusmiehenä; Kemiran Oy:n toimitusjohtajana ja pääjohtajana. Lisäksi hän on toiminut lukuisissa hyvin merkittävässä kotimaisissa ja kansainvälisissä luottamustehtävissä. Hänen aktiivinen kirjallinen tuotantonsa ulottuu vuodesta 1952 aina 2000-luvulle asti. Viimeisissä julkaisuissaan hän on käsitellyt johtamiseen liittyviä kysymyksiä sekä omaa elämäntaivaltaan. Tiedemiehen asiakeskeinen ilmaisu on antanut sijaa koskettavasti kirjoitetuille muistelmille.

Vuorineuvos Yrjö Pessi on keskeinen henkilö Suoviljelysyhdistyksen toiminnassa aina 1950-luvulta 2010-luvulle saakka. Hän toimi Leteensuon koeaseman johtajana vuosina 1957–1964. Sitä aiemmin hän oli perehtynyt suoviljelyn kysymyksiin silloisen Maatalouden tutkimuskeskuksen Hallakoeaseman johtajana Vaalan Pelsolla vuosina 1951–1957. Edelleen hän toimi yhdistyksen sihteerinä vuosina 1957–1967 ja puheenjohtajana 1975–2013. Puheenjohtajan tehtävä kesti siis kaikkiaan 38 vuoden ajan. Yrjö Pessi toimi myös IPS:n presidenttinä 1985–1992. Kun otetaan huomioon Pessin jo 1940-luvulla opiskelijana tekemät harjoittelut, voidaan todeta että hän on ollut mukana suotutkimuksessa kahdeksalla vuosikymmenellä. Yrjö Pessin ura suotutkimuksessa ja Suoviljelysyhdistyksen eri tehtävissä on vertaansa vailla.

Arvoisat juhlavieraat!

Tämän seminaarin tarkoituksena on yhtäältä juhlaa Suoviljelysyhdistyksen 120-vuotista toimintaa ja toisaalta kunnioittaa viime vuoden vaihteessa yhdistyksen puheenjohtajuuden jättäneen vuorineuvos Yrjö Pessin elämäntyötä. Esitänkin Suoviljelysyhdistyksen puolesta Yrjölle kunnioittavat kiitokset hänen elämäntyöstään yhdistyksen toiminnassa ja maamme suotutkimuksen palveluksessa.

Kirjallisuus

Huokuna, E. 1994. Sata vuotta suotutkimusta ja viljelyneuvontaa. Suoviljelysyhdistys ry – Mosskulturförening rf 1894–1994. 68 s. Mikkeli.

Viljeltyjen turvemaiden kasvihuonekaasupäästöt ja niiden hillintä

Kristiina Regina, MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Jokioinen

Ojitus muuttaa turvemaan hiilen nielusta sen lähteeksi, ja viljelytoimet kuten kyntö ja kalkitus vielä voimistavat orgaanisen aineksen hajotusta. Turpeen hajotessa ilmakehään vapautuu hiilidioksidia (CO_2) ja dityppioksidia (N_2O). Turvemaan maatalouskäyttö johtaa vääjäämättä koko turvekerroksen häviämiseen. Eloperäisten viljelymaiden kasvihuonekaasupäästöt ovat noin 10 % Suomen kokonaispäästöistä (Lapveteläinen ym. 2007).

EU:n ilmastopolitiikan taakanjaon mukaisesti Suomessa päästökauppaan kuulumattomien sektorien (ml. maatalous) kasvihuonekaasupäästöjä tulisi vähentää 16 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä. Tämä tavoite koskee turvemaiden osalta vain N_2O -päästöjä, jotka raportoidaan varsinaisen maataloussektorin päästöinä. Ilmasto- ja energiastrategian mukainen päästövähennystavoite maataloussektorille on 0,76 Mt CO_2 -ekv. vuosina 2005–2020. Hiilidioksidipäästöt puolestaan ovat osana maankäyttösektoria muun maankäytön päästöjen ja nielujen raportoinnin kanssa. EU tehostaa myös niiden seurantaa vuoden 2015 alusta alkaen.

Koska orgaanisten maiden osuus on 60 % maatalouden päästöistä, on suurin potentiaali odotettavissa näiden päästöjen vähennyksissä. Maataloudessa on vaikeaa löytää muita yksittäisiä päästölähteitä, joilla olisi yhtä suuria päästövähennysmahdollisuuksia. Tämä nostettiin esiin myös IPCC:n neljännessä arviointiraportissa (Smith ym. 2007).

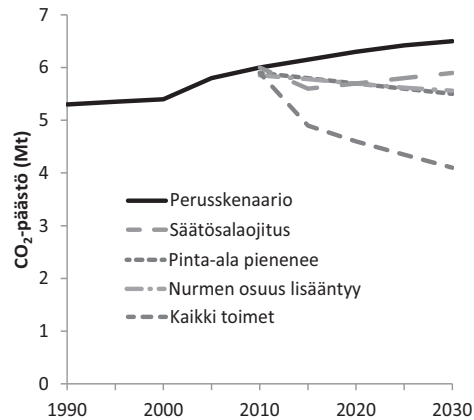
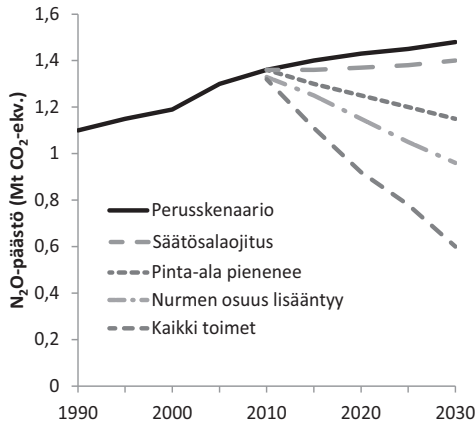
Orgaanisten maiden päästöihin voidaan vaikuttaa joko vähentämällä niiden pinta-alaa tai muuttamalla viljelykäytäntöjä. Pinta-ala vähenisi ilman erityisiä toimiakin, jos ei uutta peltoa raivattaisi, koska turvekerroksen kuluessa nämä pellot muuttuvat kivennäismaiksi. Pellonraivaukseen kuitenkin on paineita siellä, missä eläintilat laajentavat ja tarvitsevat lisää joko rehu- tai lannanlevitysalaa. Uutta peltoalaa raivattiin voimakkaasti vuosina 2000–2010, ja silloin eloperäisten peltojen pinta-ala kasvoi noin

30 000 ha. Kokonaispeltopinta-ala ei kuitenkaan ole kasvanut, joten kyse on tuotannon kasvun keskittymisestä tietyille alueille. Tukipolitiikka on avainasemassa, jos keskittymiseen halutaan vaikuttaa. Pellonraivausta voitaisiin vähentää kehittämällä tilusjärjestelyjä, joissa tilat voivat vaihtaa peltoja. Koska raivaukseen usein on syynä lannan kasvaneisiin fosforimääriin perustuva uuden pinta-alan tarve, yksi keino olisi kehittää lannankäsittelymenetelmiä siten, että lantaa voitaisiin kannattavasti kuljettaa pitkiäkin matkoja. Tämä edellyttäisi lannan jakeistamista kuiva- ja nestejakeisiin ja mahdollisesti fosforia sisältävän kuivajakeen jatkojalostusta helposti kuljetettavaan muotoon.

Pinta-alan vähentäminen tulee kyseeseen siellä, missä peltoalasta voidaan luopua. Turvepeltojen metsitys pienentää maaperän päästöjä, mutta ei muuta peltoja laskennalliseksi nieluksi, koska N_2O -päästöt pysyvät korkealla tasolla vielä vuosikymmeniä metsityksen jälkeen (MMM 2007). Turvetuotantoon siirtäminen tulee kyseeseen vain osalla pelloista, koska niiden turve ei yleensä sovellu hyvin energiantuotantoon. Ennallistaminen vesipintaa nostamalla saattaisi muuttaa pellonkin hiilinieluksi ajan myötä, mutta riskinä ovat isot huuhtoumat vesistöihin.

Olemassa olevien peltojen päästöjä voidaan vähentää esimerkiksi lisäämällä nurmen viljelyä, vähentämällä maan muokkausta muuten tai nostamalla pohjaveden pintaa esimerkiksi säästösalaojituksen avulla. Nämä kaikki vähentävät turpeen hapellisuutta ja siten mikrobiologista hajotustoimintaa.

Tällä hetkellä noin 40 % orgaanisten peltojen alasta on nurmen viljelyssä. Jonkin verran voitaisiin mahdollisesti tilan sisäisillä järjestelyillä ohjata nurmen viljelyä kivennäismailta turvemaille. Nurmen viljelyn laajamittainen lisääminen kuitenkin onnistuisi vain, jos sen bioenergiakäyttö yleistyisi. Erityinen synergiaetu löytyy ruokohelven viljelystä, koska sitä viljeltäessä maan muokkaus tehdään vain 15–20 vuoden välein ja



N₂O- ja CO₂-päästöt orgaanisilta mailta perusskenaariossa ja politiikkaskenaarioissa 1990–2035. Pinta-alan pienentämiseen metsityksellä on laskettu mukaan myös metsäbiomassan ja metsämaaperän vaikutus metsitytällä alalla.

The N₂O- and CO₂-emissions from the organic soils according to the different simulated politic scenarios 1990–2035. The scenarios down from the upmost one: basic scenario, controlled subsurface drainage is used, the area of the organic crop land decreases, the area of the grassland increases, and all activities aimed to decrease the emissions are in use. When the area is decreased by afforestation, also the effects of the forest biomass and the characteristics of forest soil on the emissions are included in the predictions.

siitä saadaan parhaat sadot pohjaveden ollessa lähellä maan pintaa.

Säätösalaajitus mahdollistaa pohjaveden pinnan noston pellolla tarvittaessa. Sen avulla voidaan varautua kuiviin jaksoihin tai nostaa vesipinta korkeammalle turpeen säästämiseksi satokauden ulkopuolella, kun pellolle ei tarvitse mennä isoilla koneilla. Nurmiviljelyssä pohjaveden pinta voisi olla jatkuvastikin jopa 30 cm:ssä, koska pellon kantavuus yleensä on riittävä maatalouskoneille. Pohjaveden nosto pysyvästi ei olisi viljelijälle kallista, jos satotaso ei pienenis. Säätösalaajitus lienee käytännössä parempi tapa nostaa vedenpintaa kuin pysyvä ojitustehokkuuden muutos. Säätösalaajitus mahdollistaisi pohjaveden noston ajoittain, silloin kun painavia koneita ei pellolla tarvita. Tällöin menetelmän käyttö ei rajoittuisi nurmen viljelyyn. Säätösalaajitus vähensi päästöjä sekä laboratoriokokeessa että peltokokeessa vähintään 25 % (Regina & Mylly 2014; Regina ym. 2014a).

Yllä esitettyjen toimien tehoa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä arvioitiin tekemällä päästöskenaarioita vuoteen 2035 asti (Regina ym. 2014b). Skenaariotarkastelujen avulla pyrittiin löytämään toimia, joilla maatalouden päästöjä voitaisiin vähentää mahdollisimman tehokkaasti

ilman kotimaisen tuotannon vähenemistä. Koska tarvetta uuden pellon raivaukselle edelleen arvioitiin olevan, on perusskenaariossa nouseva trendi, jossa uutta peltoa tulee 1300 ha vuodessa. Poliitiikkaskenaarioissa on taustalla tämä kehitys, mutta sen lisäksi oletettiin 1) pinta-alan pienenevän toisaalla 3000 ha metsityksellä, 2) nurmen viljelyn lisääntyvän 80 prosenttiin orgaanisten peltojen alasta ja 3) koko nurmialan olevan sääätösalaajituksen piirissä ja vesipinnan 30 cm:ssä vuodesta 2015 alkaen. Lisäksi laskettiin vaikutus, jossa kaikki toimet on toteutettu yhtäaikaaisesti.

Dityppioksidin päästöt pienenisivät parhaiten nurmen viljelyä lisäämällä. Hiilidioksidipäästöt maaperästä pienentyvät tehokkaimmin metsityksellä ja nurmen viljelyä suosimalla. Säätösalaajitus pitäisi molempien kaasujen päästöt perusskenaarion tasoa alhaisempana, mutta pinta-alan nousun aiheuttama nouseva kehitys jatkuisi. Toimet, joilla vaikutettaisiin orgaanisten maiden päästöihin, olisivat tehokkaampia kuin muut esillä olevat toimet sekä maatalous- että maankäyttösektorilla. Päästövähennyskeinoista parhaita ja toteuttamiskelpoisimpia ovat toimet, jotka tuovat päästövähennysten lisäksi myös muita hyötyjä. Tällaisia voisivat olla esimerkiksi lannankäsittelyjärjestelmät, jotka tuovat tiloille sivutuloja,

vähentävät lannanlevitystyötä ja pienentävät päästöjä vesistöihin. Sääntösalajoituksella puolestaan pystytään vaikuttamaan päästöjen hillinnän lisäksi myös ilmastonmuutokseen sopeutumiseen, sillä säädoilla voidaan paitsi hidastaa turpeen hajoamista, myös varautua kuiviin kausiin.

Kirjallisuus

- Lapveteläinen T., Regina K. & Perälä P. 2007. Peat-based emissions in Finland's national greenhouse gas inventory. *Boreal Environ Res* 12: 225–236
- MMM. 2007. Turpeen ja turvemaiden käytön kasvihuonevaikutukset Suomessa. Maa- ja metsätalousministeriö 11/2007. Internet-sivulla: http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/julkaisusarja/2007/5vg23dSGp/korjattu_11_2007_Hiiliraportti_nettiversio.pdf
- Regina K., Mylly M. 2014. Pohjaveden tason vaikutus turvepellon kasvihuonekaasupäästöihin.

- Maataloustieteen päivät, Helsinki.
- Regina K., Sheehy J. & Mylly M. 2014a. Mitigating greenhouse gas fluxes from cultivated organic soils with raised water table. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, hyväksytty julkaistavaksi.
- Regina, K., Lehtonen, H., Palosuo, T. & Ahvenjärvi, S. 2014b. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt ja niiden vähentäminen. MTT Raportti 127. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus 2013. www.mtt.fi/mttraportti
- Smith P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, B. Scholes, O. Sirotenko. 2007. Agriculture. Teoksessa: *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (toim.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Sammalesta kasvualusta ja kitusuot sammalen tuotantoon

Risto Tahvonen, MTT puutarhatuotanto, Piikkiö

Rahkasammalen tuotantomahdollisuudet Suomen soilla

Suomessa on soita noin 10 miljoonaa hehtaaria, josta noin 50 % on metsitetty, 45 % on luonnonvaraista ja suojeltuja soita ja loppupinta-ala jakautuu maatalouden (4 %) ja turvetuotannon (1 %) kesken. Ojitetuista metsämaista noin 800000 ha on ns. kitusoiita, joiden ravinnetila on niin heikko, että ne kasvavat puuta hyvin heikosti, jolloin niillä ei ole tällä hetkellä juurikaan taloudellista tuottoa. Näistä kitusoista noin 300000 ha on sellaisia alueita, että niistä voidaan nostaa sammalta suon pintakerroksesta. Kun sammalen elävä kerros, joka on tyypillisesti 20–30 cm paksu, nostetaan

pois, sammalkerros uusiutuu entiselleen noin 30 vuodessa. Vuosittainen uudiskasvu on 2–5 tn kuivaa sammalmassaa hehtaarilta. Noston jälkeen kolmen vuoden kuluessa maisema on ulkonäköllisesti palautunut ennalleen uuden kasvuston ansiosta. Sammalen nostosta ei aiheudu lainkaan suolta valuvien vesien laadun muutoksia verrattuna vastaaviin muihin alueisiin. Myös hyvin vähäiset kasvihuonekaasujen ja hiilidioksiditaseen muutokset palautuvat alkuperäiselle tasolle jo kolmen vuoden kuluttua nostosta. Sammalen noston takia soita ei ole tarpeellista ojittaa tai muuten esikäsitellä. Kitusuon jo tukkeutuneet ojaot saavat edelleenkin kasvaa umpeen ja niitä voidaan mielellään jopa ennallistaa tukkimalla.



Luonnontilaisen suon pintaa, josta on korjattu rahkasammalta kasvualustakäyttöön. (Kuva. Risto Tahvonen)

A pristine peatland site (bog), where Sphagnum mosses have been harvested for the substrate purposes. (Photo: Risto Tahvonen).

Modernien kasvualustojen ongelmat

Puutarhataloudessa kasvuturve on tärkein kasvualustojen raaka-aine niin Suomessa kuin muissakin Euroopan maissa. Laadukkaimmat kasvualusta valmistetaan heikosti maatumesta vaaleasta rahkaturpeesta. Vaalean rahkaturpeen ohella kasvihuoneissa käytetään runsaasti kasvualustana kivivillaa Näiden kasvualustojen käytössä on jo lähitulevaisuudessa ongelmia. Hyvälaatuisen rahkaturpeen saatavuudessa alkaa olla vaikeuksia eurooppalaisten soiden ehtymisen ja suojelutarpeiden johdosta. Joissain maissa, kuten Englannissa, on tehty jopa periaatepäätöksiä luopua puhtaan turpeen käytöstä kasvualustana. Myös kivivillalla on näköpiirissä vaikeuksia materiaalin ympäristöongelmien kanssa, sillä se ei sovellu maatumattomana aineena käytön jälkeen käytännössä muuhun kuin kaatopaikkajätteeksi.

Mm. näiden syiden takia on MTT, METLA ja VTT tutkinut ja kehittänyt menetelmiä elävän rahkasammalen käyttömahdollisuuksista kasvihuonekasvien kasvualustoina viimeisen neljän vuoden aikana. Kunnianhimoisena tavoitteena on tuoda Euroopan markkinoille parhaimpien kasvualustojen veroinen kasvualustakokonaisuus, joka on aidosti uusiutuva, ympäristöä ja luontomaisemaa rasittamaton ratkaisu, jonka raaka-aineesta ei koskaan tule pulaa.

Sammalen biologiset ja fysikaaliset ominaisuudet kasvualustana

Tärkein ja yleisin kasvualustaksi soveltuva rahkasammallaji on ruskorahkasammal (*Sphagnum fuscum*), josta valmistetun kasvualustaraaka-aineen irtotiheys on n. 23 g/l. Muita yleisiä rahkasammallajeja nostetussa sammalpopulaatioissa



Korjattua rahkasammalbiomassaa (ns. sekasammalta), jossa pääajit ovat ruskorahkasammal (*S. fuscum*), punarahkasammal (*S. magellanicum*) ja haprarahkasammal (*S. riparium*) sekä valmista kasvualustaa (Kuvat: Risto Tahvonen).

*Harvested mossbiomass, where the dominant species are Rusty Bog-moss (*S. fuscum*), Magellanic Bog-moss (*S. magellanicum*) and Cleft Bog-moss (*S. riparium*) and the final substrate plate (right) (Photos: Risto Tahvonen).*

ovat punarahkasammal (*S. magellanicum*) ja haprarahkasammal (*S. riparium*). Näiden sammallajien irtotiheys on vain 15 ja 16 g/l. Tavanomaisessa sammalkasvustossa on lajisto lähes poikkeuksetta usean sammallajin seos, jossa on joukossa pieniä määriä mm. varpuja, heiniä ja saroja alle 5 % kuiva-aineesta. Tällaisesta sammalesta valmistetun kasvualustan happamuus on pH 5,1–5,3 ja sähkönjohtavuus n. 0,02 mS/cm lukuun ottamatta haprarahkasammalta, jonka arvot ovat pH 6,5 ja 0,13 mS/cm. Tämä sammallaji suosii kasvupaikkana muita ravinteikkaampia paikkoja kuten vanhojen ojien pohjia. Sammalkasvualustan kalkitustarve edullisen viljelyhappamuuden saavuttamiseksi on 3–4 g/l dolomiittikalkkia.

Kun nostetusta ja kuivatusta sammalesta valmistetaan kasvualusta, se on hienonnettava käyttötarkoituksen mukaiseen hiukkaskokoon. Esimerkiksi taimikasvatusalustassa on sopiva karkeusaste alle 20 mm. Taimikasvatussammalessa on 8–20 mm:n hiukkasia 17–25 % ja loput (75–83 %) on alle 8 mm:n hiukkasia. Kasveille helpon veden pidätysominaisuudet (pidätysvoimakkuus 10–50 cm) ovat sammalella poikkeukselliset verrattuna muihin kasvualustoihin. Kasvuturpeessa on kasveille käyttökelpoista vettä 30 tilavuus-% ja sammalella 20 tilavuus-%. Kasvin kasvun kannalta hyvin tärkeää ilmatilaa on hyvin kosteissa olosuhteissa (-10 cm) kasvuturpeessa 20

ja sammalella 40 tilavuus-%. Tämä käytännössä merkitsee, että sammalta ei voi missään oloissa ylikastella hapettomaksi.

Sammalkasvualustalla on myös muita poikkeuksellisia ominaisuuksia verrattuna yleisimpiin alustoihin. Elävänä materiaalina sammalella ei kasva organisille kasvualustoille tyypillisiä saprofyttisiä homesieniä, joista haitallisina on kanelihome. Tällä ominaisuudella on suuri merkitys siemenkylvöille, sillä valtoimenaan kasvavat saprofyttiset homeet vaikeuttavat ja jopa estävä sirkkataimien kasvun. Homeettomuus on myös merkittävä esteettinen seikka. Homeen esto-ominaisuus indikoi myös sammalen kykyä torjua maa- ja siemenlevintäisiä sienitauteja. Jo ensimmäisessä testissä *Alternaria*-taimipoltetta oli merkittävästi vähemmän kuin desinfioidussa turpeessa. Kun sammalta sekoitetaan 50 tilavuus-% kasvuturpeeseen, estyy turpeen homehtuminen ja taimipolte vähenee kuten puhtaassa sammalella.

Sammalen ”resistenssi” homesienille selittää ymmärrettävästi rakenteen pysyvyyden pitkässäkin viljelyssä. Tähän mennessä sammalella on kasvatettu kurkkua kaksi täyspitkää kasvustoa sadon muuttumatta ja alustan rakenteen huononematta. Kun sammalta käytetään taimipaakuissa, niin kiertovesiviljelyssä taimiruukuista ei kulkeudu veteen suodattimia tukkivaa humusta.

Sammalesta kaupallinen kasvualusta

Sammalen käyttö kasvien kasvualustana muisuttua hyvin pitkälle viljelyä kasvuturpeessa tai kivivillassa. Kun sammalen erikoisominaisuudet vesi-ilmatilan suhteen huomioidaan, saadaan sammalesta yhtä hyvää tai jopa parempaa kasvua kuin turpeesta tai kivivillasta. Kun sammalalustan tiheys ja kastelutekninen ratkaisu on toteutettu siten, että vesi ei poistu liian nopeasti alustasta kastelun jälkeen ja koko kasvualusta kostuu tsaaisesti, kasvin juurille on ihanteelliset olot veden ja ravinteiden otolle sekä juurien hapen saannille.

Sammalesta voidaan muokata käyttötärpeen mukaisia kasvualustaratkaisuja kaikkiin viljelytilanteisiin. Sammalen noston ja kuivatuksen jälkeen sammal hienonnetaan ja seulotaan sopivaan karkeusluokkaan. Karkeusluokat voivat olla samankaltaiset kuin vaalealla kasvuturpeella luokat A (karkea), B (keskikarkea) ja C (hieno). Näistä karkeusluokista saadaan toimivat kasvualustat niin suurikokoisten vihannesten kuin pienen siemen- ja mikrotaimien esikasvatukseen.

Karkeusluokkiin seulottuja sammalia voidaan käyttää irtoturpeen tavoin sellaisenaan tai näistä jakeista voidaan valmistaa kasvulevyjä ja erilaisia taimikuutioita. Kiinteiden kivivillavalmisteiden kaltaisia tuotteita on mahdollista valmistaa esimerkiksi VTT:n kehittämällä vaahtorainaus-tekniikalla, jossa sammal kastellaan vaahtotamalla, minkä jälkeen kostutusneste imetään pois ja tuotteet kuivataan. Vaahtorainauksen ansiosta sammalkappaleet jäävät toisiinsa kiinni pysyvästi. Kun vaahtorainauksessa on käytetty edullista määrää sammalta tilavuudessa, niin sekä taimikasvatuksessa että kurkun kasvatuksessa saavutetaan parempi kasvutulos kuin muilla kasvualustoilla.

Sammalen nosto ja raaka-aineen riittävyys

Sammalen nostoa voidaan tehdä talvella ja kasvukauden aikana. Talvinostossa käytetään maataloustraktorin kuljetuskalustoa ja kaivinkonetta, joka nostaa elävän sammalkerroksen irti jäätyneinä levyinä kuljetettavaksi varastointialueille. Sulan maan tuotantoketjuun ei ole soveliasta konekalustoa. Erilaisia koelaitteita on kuitenkin alustavasti testattu.

Sammalraaka-aineesta ei Suomessa koskaan tule pulaa. Kun sammalta nostetaan 300 hehtaarin alalta, siitä saadaan kasvualustaa noin miljoona kuutiometriä. Kun sammal uusiutuu 30 vuodessa, tarvitaan miljoonan kuution jokavuotiseen tuotantoon 10000–15000 hehtaarin kokonaisala, joka on vain murto-osa hyödyntämiskelpoisten kitusoiden pinta-alasta.

Tutkimusten rahoittajat: Suoviljelynyhdistys ry., MMM, TEKES, MTT, METLA, VTT

Kirjallisuus

- Reinikainen, O., Korpi, J., Tahvonen, R., Näkkilä, J., Silvan, N., Silvan, K. 2012. Harvesting of Sphagnum biomass and its use as a growing medium constituent. In: Book of abstracts of the 14th international peat congress: peatlands in balance, June 3–8, 2012 / Editor Tord Magnusson. International Peat Society. 5 s.
- Silvan, N., Silvan, K., Näkkilä, J., Tahvonen, R., Reinikainen, O. 2012. Renewability, use and properties of sphagnum biomass for growing media purposes. Julkaisussa: Magnusson, T. (toim.). Book of abstracts of the 14th international peat congress: peatlands in balance, June 3–9, 2012. International Peat Society. 6 s.
- Näkkilä, J., Jokinen, K., Särkkä, L., Tahvonen, R., Silvan, K & Silvan, N. 2013. Rahkasam-
malessa vihannestaimi kasvaa hyvin. Puutarha & Kauppa 2013: 20–21.

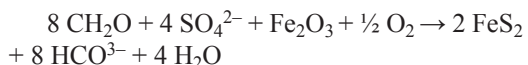
Turvetuotannossa olleen mustaliuskealueen pellon ja siinä kasvaneen timotein ominaisuuksia

Markku Yli-Halla, Jaakko Mäkelä ja Mirva Kauppinen, Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos, Maaperä- ja ympäristötiede, Helsingin yliopisto

Johdanto

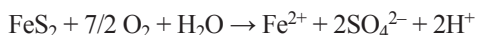
Suomessa nostetaan turvetta nykyisin noin 60 000 ha:n alalta. Turvetuotanto on päättynyt noin 40 000 ha:n alalla, ja vuoteen 2020 mennessä tuotannosta lasketaan poistuvan noin 44 000 ha (Paappanen ym. 2005, MMM 2011). Turvetuotannon loputtua entinen tuotantoalue voidaan ottaa maatalouskäyttöön. Viime vuosiin asti monilla entisillä turvetuotantoalueilla on viljelty ruokohelpä. Ruokohelven heikko menekki on kuitenkin johtanut tarpeeseen kehittää näille maille enenevässä määrin myös muita maatalouskäytön muotoja.

Osa turvetuotannosta poistuvista alueista sijaitsee mustaliuskealueilla. Mustaliuske on merenpohjan mätäliejasta syntynyt metamorfinen kivilaji, joka sisältää grafiittia ja erilaisia kiisuja (esim rikkikiisu FeS_2 , kuparikiisu Cu-FeS_2). Geologian tutkimuskeskuksen tekemän kartoituksen (Arkimaa ym. 1999) perusteella mustaliusketta esiintyy melko yleisesti kallioperämme liuskevyöhykkeillä, esimerkiksi Pohjois-Karjalassa, Kainuussa ja Oulun seudulla. Monet metallikaivoksemme sijaitsevat nimenomaan mustaliuskealueella. Suomen kallioperän mustaliuskeet ovat noin kaksi miljardia vuotta vanhoja (Loukola-Ruskeeniemi 1999). Ne ovat syntyneet, kun meriveden ja eliöiden sisältämä rikki on pelkistynyt sedimentin hapettomissa oloissa sulfidimuotoon mikrobien hapettaessa orgaanista ainesta (CH_2O) esimerkiksi seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:



Mannerjää on aikanaan rouhinut mustaliuskepitoista kalliota, joka on jauhautunut irtaimeksi maa-ainekseksi. Mustaliuskeen rapautuessa aero-

bisissa oloissa sen sisältämä sulfidimuotoinen rikki hapettuu sulfaatiksi, ja syntyvästä rikkihaposta (H_2SO_4) vapautuu vetyioneja (H^+):



Kaksiarvoisen raudan hapettuessa kolmiarvoiseksi syntyy ruskeaa rautahydroksidia ja muodostuu lisää happamuutta:



Mustaliuskealueilla tavataankin samantapaisista paikallista sulfidien hapettumisesta johtuvaa maan happamoitumista kuin rannikkoseuduillemme esiintyvillä happamilla sulfaattimailla eli alunamailla (esim. Purokoski 1959, Yli-Halla ym. 1999), joiden sulfidit ovat muodostuneet Itämeren Litorinavaiheen aikana 7000 – 3500 vuotta sitten. Jo professori Erkki Kivinen (1944) mainitsi kaukana sisämaassa esiintyvistä sulfaattimaiden kaltaisista alueista alunamaita käsitelleessä kirjoituksessaan.

Geologian tutkimuskeskuksen turvetutkimuksissa monissa mustaliuskealueiden soissa on todettu korkeita rikkipitoisuuksia. Yksi runsaasti rikkiä sisältävien soiden keskittymä on Joensuun ympäristössä, jossa monella suolla turvekerroksen keskimääräinen rikin kokonaispitoisuus oli 1,0 – 3,3 % (Herranen 2010). Tosin vielä suurempia rikkipitoisuuksia näytti esiintyvän Pohjanmaan sulfaattimaa-alueiden soilla. Matala rikkipitoisuus on yksi polttoturpeen toivottu laatutekijä. Savonlinnan Niittyjärven alueen peltojen tutkimuksissa todettiin niin ikään turvepeltojen pohjamaassa (60–100 cm syvyys) 4,5 %:n rikkipitoisuuksia (Räisänen ja Nikkarinen 2000); ilmakuivatusta näytteestä tehdyssä määrittäyksessä tästä noin puolet oli heppoliukoisessa muodossa, ja maan $\text{pH}(\text{CaCl}_2)$ oli välillä 1,4 – 2,1. Toisin kuin

rannikon sulfaattimailla, mustaliuskealueilla on raportoitu valumavesiä vastaanottavien jokien ja järvien merkittävästä happamoitumisesta kalakuolemiseen vain harvoin (esim. Wichmann & Ovaskainen 2012). Ero saattaa johtua siitä, että mustaliuskealueet muodostavat yleensä kohtalaisen pienen osan valuma-alueen pinta-alasta.

Mustaliuskeiden sulfidi on säilynyt muuttumattomana suon vedellä kyllästyneessä pohjamaassa. Turvetuotanto on kuitenkin edellyttänyt suon ojittamista, mikä on altistanut mustaliuskeiden hapettumiselle. Maatalouskäyttö edellyttää yleensä vielä tehokkaampaa maan kuivattamista. Yhtenä erona tavanomaisiin suopeltoihin verrattuna turvetuotannosta poistuneilla alueilla on se, että niissä pintamaa (muokkauskerros) on itse asiassa luonnontilaisen suon pohjaturvetta. Mustaliuskeiden vaikutuspiirissä olevilla alueilla tämä kerros on erityisen hapan. Niillä alueilla, joilla turve on poistettu kokonaan, mustaliuskepitoinen maa-aines ulottuu maan pintaan asti ja on alttiina nopealle hapettumiselle.

Viljelykasvien juuret joutuvat muokkauskerroksen kalkituksesta huolimatta tekemisiin hyvin happaman maan kanssa. Tällaisessa maassa voi olla runsaasti helppoliukoisia raskasmetalleja (mm. nikkeliä), mikä on näkynyt jonkin verran viljelykasvien koostumuksessa (Palko 1994, Fältmarsch 2011), koska maan happamuus yleensä lisää metallien liukoisuutta.

Turvetuotannosta poistuneet, maatalouskäyttöön otetut pellot sisältävät siis monia viljelymaan ravinnetalouden, satotuotteiden laadun ja maatalouden vesistövaikutusten näkökulmasta tärkeitä tutkimusaiheita. Tässä tutkimuksessa kartoitettiin Pärnän-suolla Joensuun lähellä sijaitsevan entisen turvetuotantoalueen maan ominaisuuksia ja tutkittiin alueella kasvavan timotein kivennäisainepitoisuuksia. Tulokset ovat sovellettavissa muillekin turvetuotannosta poistuneille ja poistuville alueille, joiden maataloudellisista ominaisuuksista tarvitaan lisätietoa. Tulokset on syytä ottaa huomioon myös valittaessa uusia turpeenottoalueita.

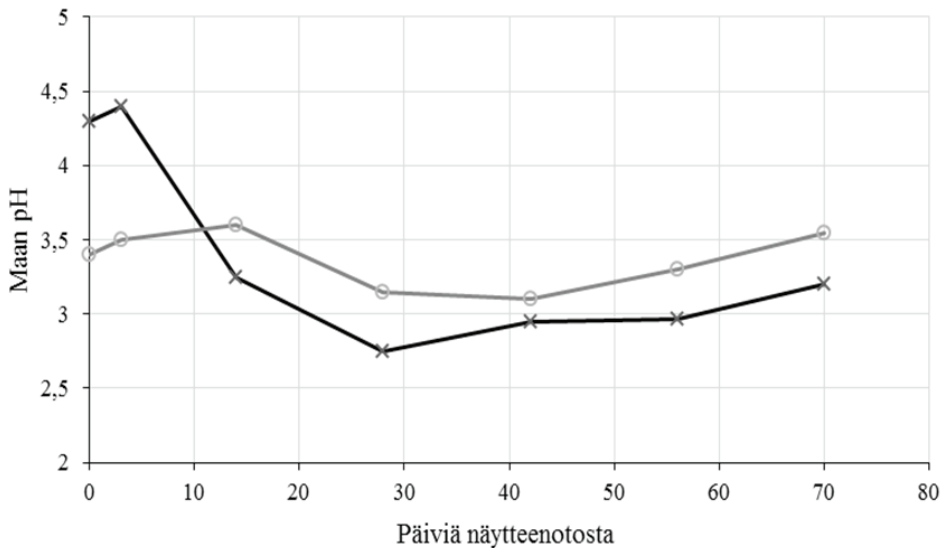
Aineisto ja menetelmät

Pärnän-suo on Joensuussa mustaliuskevyöhykkeellä sijaitseva mustaliuskepohjainen turvesuo, jolta on otettu turvetta vuodesta 1979 viime vuosiin asti. Turpeennoston loputtua suo on siirtynyt maatalouskäyttöön vuonna 2011. Suolla on viime vuosina kasvatettu ruokohelpeä, mutta tulevaisuudessa alueella viljellään muita kasveja. Vuonna 2011 ruokohelpikasvusto hävittiin kemiallisesti ja pelto kalkittiin ja kynnettiin. Ke-väällä 2012 perustettiin timotein siemenviljely suojaviljaan (kaura). Aluetta on ojitettu ja avattu uusia valtaojia veden pinnan pitämiseksi alhaalla. Tutkimusalueen koko on 76 ha, josta peltoa kaikkiaan 60 ha.

Toukokuussa 2012 pellolle tehtiin neljä sarkojen suuntaista tutkimuslinjaa, joilta kerättiin maanäytteitä muokkauskerroksesta ja pohjamaasta pH:n, johtoluvun ja helppoliukoisen rikin pitoisuuden selvittämiseksi. Näytteistä mitattiin kentällä tuoreen maan pH ja otettiin lieriönäytteet tilavuuspainomääritystä varten. Näytteet kuljetettiin laboratorioon ja niitä inkuboitiin 8 viikon ajan. Jos näytteissä on sulfidia, niiden pH laskee tällöin huomattavasti. Eripituisten inkubointiaikojen jälkeen näytteiden pH määritettiin uudestaan ja tehtiin kokonaisrikkimääritys. Muokkauskerroksen näytteistä tehtiin viljavuusanalyysi.

Kolmelta näytelinjalta kolmelta eri syvyydeltä (jankko ja kaksi pohjamaanäytettä) otettiin maanäytteitä, joita huuhdottiin toistuvasti vedellä ja määritettiin saadun uutteen pH sekä rikki- ja alumiinipitoisuus. Näin pyrittiin saamaan karkea käsitys siitä, miten helposti sulfidien hapetustuotteet huuhtoutuvat maasta ja mitä suuruusluokkaa pellolta tuleva vesistökuormitus voi olla. Las-kuojien vedestä mitattiin pH ja liukoisen raudan pitoisuus.

Juhannusviikolla 2013 pellolta kerättiin kasvustonäytteitä sinä vaiheessa, kun vuonna 2012 kylvetty timotei oli tulossa tähkälle. Näytteet kerättiin kolmena osanäytteenä kolmelta alueelta. Yhdellä näytealueella ei ollut enää turvetta jäljellä ja timotei siis kasvoi kivennäismaassa, kun taas kahdella muulla näytealalla oli turvetta jäljellä



Pohjamaan (70–85 cm) pH inkubointikokeessa, jossa näytteitä pidettiin kosteina huoneen lämpötilassa. x = pohjamaa, jonka päällä oli 70 cm turvekerros; o = pohjamaa alueelta, jossa ei ollut turvetta jäljellä.

pH-value of the bottom soil (in the depth of 70–85 cm) in the incubation experiment, where the moist soil samples were maintained in the room temperature. x= bottom soil, where a peat layer of 70 cm occurred above it, o= bottom soil, where the peat layer did not occur anymore in the field.

0,5 – 1 m kerros. Kasvinäytteistä määritettiin seuraavien alkuaineiden pitoisuudet: Ca, K, P, Zn, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Fe ja Mn. Tuloksia verrattiin Suomen peltoja edustavien noin 2000 timoteinäytteen pitoisuuksiin ja muihin tyypillisillä suomalaisilla mailla kasvaneiden timoteinäytteen pitoisuuksiin. Lisäksi yhtenä vertailuaineistona oli Tupoksen happamilta sulfaattimailta kerätty 45 timoteinäytteen aineisto (Palko 1986).

Tulokset ja tarkastelu

Maa- ja vesianalyysit

Turpeenoton päätyttyä jäljellä olevan turvekerroksen paksuus vaihteli: osalla alueesta orgaanista kerrosta ei ollut ollenkaan, ja alueen toisessa laidassa turpeella oli paksuutta lähes metri. Alue oli kauttaaltaan erittäin hapan. Huolimatta runsaasta kalkituksesta pintamaan pH oli viljavuusanalyysissä keskimäärin 3.6. Muokkauskerroksen johtoluku, joka kuvastaa heppoliukoisten suolojen pitoisuutta maassa, vaihteli välillä 4,0–25,5

(keskiarvo 12,4), ja oli sitä korkeampi, mitä vähemmän kyseisellä paikalla oli turvetta jäljellä. Johtoluvut olivat usein kymmenkertaiset tavanomaisiin viljelymaihin verrattuna. Happaminta maa oli 25–45 cm:n syvyydessä (keskimääräinen pH 3,2). Tässä kerroksessa olivat myös pellolla tuoreesta maasta mitatut matalimmat pH-arvot (2,8). Syvemmälle mentäessä tuoreen maan pH hieman nousi. Alueilla, joilla turvetta oli jäljellä noin 70 cm, turpeen alapuolella olevan kivennäismaan pH oli 4,4 mutta alueella, jolta kaikki turve oli poistettu, syvimmältä otetun pohjamaankin pH oli 3,6. Siellä, missä turve oli kokonaan poistettu, aivan kivennäismaan pintaan saakka ulottui keltaista jarosiittia, $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$, jota syntyy sulfidien hapettuuessa. Jarosiittia oli runsaasti myös turvekerroksen ja sen alla olevan kivennäismaan rajapinnassa.

Vaikka turvekerroksen alla ollut kivennäismaa oli jo näytteenottohetkellä hapanta, sen pH laski inkubointikokeissa edelleen niissä näytteissä, jotka olivat peräisin paksuimman turvekerroksen alta (esimerkki kuvassa). Sen sijaan alueella, jossa ei ollut ollut enää turvetta, pohjamaan pH

ei inkuboinnin aikana enää laskenut. Jäljellä ollut turvekerros oli siis hieman hidastanut pohjamaan sulfidien hapettumista. Tulokset osoittavat joissain pohjamaanäytteissä olleen vielä jäljellä pelkistynyttä rautasulfidia, jonka hapettuminen laski pH:ta. Pohjamaassa oli rikkiä keskimäärin 0,6 %, joka on myös melko tyypillinen rannikon happamilla sulfaattimailla esiintyvä rikin kokonaispitoisuus. Muokkauskerroksen helppoliukoisen rikin pitoisuudet (keskimäärin 750 mg/l, vaihteluväli 89 – 2240 mg/l) sijoittuivat valtaosin luokkaan ”arveluttavan korkea”, jonka alaraja on 150 mg/l. Korkeimmat pitoisuudet esiintyivät alueella, josta kaikki turve oli poistettu.

Huuhoutumiskokeessa saadun valumaveden pH oli keskimäärin 3,7, ja se oli hapanta heti huuhoutumiskokeen alusta alkaen. Tämä tukee käsitystä siitä, että maassa alun perin ollut sulfidi oli jo pääosin hapettunut. Jos maassa olisi etupäässä hapettumatonta sulfidimuotoista rikkiä, pH olisi aluksi korkeampi ja rikin huuhoutuminen lähtisi käyntiin hitaasti, vasta viikkojen kuluessa (Hartikainen & Yli-Halla 1986). Rikkiä huuhoutui keskimäärin 1,8 g maalitraa kohti, mikä vastaa 18 000 kg/ha metrin paksuisesta maakerroksesta. Jos oletetaan kaiken rikin olleen peräisin sulfidien hapettumisesta, samalla syntyneen happamuuden neutralointiin tarvittaisiin kalkkia noin 50 tonnia

hehtaaria kohti. Monissa maa-uteteissa liuenneen alumiinin pitoisuus oli korkea (100–200 mg/l). Pellolla avo-ojista mitatut pH-arvot olivat matalia, keskimäärin 3,2, ja näissä vesissä oli runsaasti liuenneutta rautaa (50–100 mg/l).

Timotein alkuainepitoisuudet

Huolimatta maan suuresta happamuudesta Pärnänsuon pellolla kasvoi hyvinvoiva ja rehevä timoteikasvusto. Kasvinäytteiden makroravinnepitoisuudet (Ca, P, K) olivat jonkin verran alhaisempia kuin suomessa kasvaneen timotein pitoisuudet keskimäärin. Mikroravinteista sinkkipitoisuudet olivat huomattavan pieniä ja lähellä puutosrajaa, vaikka ainakin raiheinän sinkkipitoisuudet pyrkivät kasvamaan happamassa maassa (Yli-Halla 1993); Pärnänsuolla sinkkipitoisuudet olivat kuitenkin vain viljavuusluokissa ”välttävä” ja ”tyyydyttävä”. Kupari-, mangaani- ja rautapitoisuudet olivat tavanomaista tasoa. Kromi-, nikkeli- ja lyijypitoisuudet olivat hiukan keskimääräistä suurempia, mutta kadmiumpitoisuudet olivat hyvin pieniä. Nikkelin ja kromin osalta tulokset vastaavat hyvin Limingan Tupoksesta happamilta sulfaattimaailta saatuja tuloksia (Palkko 1984): molempien pitoisuudet olivat Suomen timotein keskimääräisiä pitoisuuksia suurempia mutta

Taulukko 1. Pärnänsuolla kasvaneen timotein (*Phleum pratense*) alkuainemääriä kasvuston tullessa tähkälle. Vertailuarvot edustavat timoteista samalla kasvuasteella tehtyjen mittausten tuloksia. Vertailuaineistoista Palkon (1984) tulokset edustavat sulfaattimaata, muut tutkimukset muilla mailla kasvaneen timotein pitoisuuksia.

Table 1. The element contents in the Timothy-grass (*Phleum pratense*) vegetation when it is coming into ear. The comparative values represent the measurement results of the previous studies done in the similar developmental stage of the Timothy-grass. The study by Palko (1984) has been carried out in the sulphate-rich soils.

Alkuaine	Pärnänsuo	Käräri & Nissinen 1978 Paasikallio 1978	Palko 1984	Sillanpää & Jansson 1992 Yläranta & Sillanpää 1984 Jansson ym. 1985
Ca, g/kg	1,60 ± 0,23	2,55	1,58	3,0
P, g/kg	1,66 ± 0,23	2,91	1,93	2,85
K, g/kg	20,2 ± 1,83	23,7	18,1	25
Zn, mg/kg	11,9 ± 1,46	31,6	22,9	30
Cr, mg/kg	0,86 ± 0,15	0,26	1,12	
Cd, mg/kg	0,03 ± 0,01			0,06
Cu, mg/kg	5,18 ± 0,77	4,24	3,76	6,2
Ni, mg/kg	1,50 ± 0,51	0,36	1,83	
Pb, mg/kg	0,84 ± 0,14	0,37		
Fe, mg/kg	38,9 ± 5,14	42,7	45,0	75
Mn, mg/kg	66,1 ± 5,51	63,8	94,8	75

eivät edusta huippuarvoja. Nikkelipitoisuus oli matalampi turvepeitteisellä alueella kasvaneessa timoteissa (1,03 mg/kg) kuin siellä, mistä kaikki turve oli poistettu ja timotei kasvoi hyvin happamassa kivennäismaassa (Ni 2,43 mg/kg). Muita selkeitä eroja näiden kahden alueen tuottaman timotein koostumuksessa ei ollut.

Päätelmät

Hyvin matalat pH-arvot ja korkeat johtoluvut ja helppoliukoisien rikin pitoisuudet osoittavat, että Pärnäsuo maassa on ollut huomattava määrä sulfidimuotoista rikkiä, joka on hapettunut maankuivatuksen seurauksena. Sulfidipitoinen maa-aines on ulottunut kivennäismaan ylärajaan asti. Varsinkin siellä, missä turvekerros on hyvin ohut tai kokonaan poistettu, nämä sulfidikerrokset ovat hapettuneet nopeasti. Happamuuden ohella ojavessissä mitatut suuret rautapitoisuudet merkitsevät, että valumavesien johtaminen aluetta ympäröiviin heikosti puskuroituihin jokiin ja järviin voi aiheuttaa niissä vahinkoa. Tällaiselta alueelta tulevien valumavesien laatua ei voitane sanottavasti parantaa ”ennallistamistoimin” eli pohjaveden pintaa korottamalla. Liukoinen rauta jäisi kuitenkin valumavesiin ja vastaanotavissa vesistöissä hapettuessaan se aiheuttaisi happamoitumista yhtälön (3) mukaisesti. Suurin osa kuivatussyvyydellä olleesta sulfidista on jo hapettunut ja huomattava osa happokuormasta on todennäköisesti poistunut niiden kolmen vuosikymmenen aikana, jolloin suo on ollut ojitettuna ja turpeenoton piirissä. Kuivatuksen tehostamista esimerkiksi salaojituksella ja valumavesien johtamista vesistöihin pitää välttää. Alueella pystytään kasvilaji- ja lajikevalinnalla ja kalkituksen avulla kuitenkin tuottamaan ilmeisen hyviä satoja.

Tämä tutkimus osoittaa, että turvetuotantoon valittavien alueiden pohjamaa pitäisi tutkia ja niissä mahdollisesti olevan mustaliuskeen hapettumisen aiheuttama ympäristöriski tiedostaa ennakolta. Riskin tunnistaminen on merkittävä askel kohti ympäristöystävällisempää turvetuotantoa ja riskin huomioon ottaminen tuotantoon otettavien alueiden valinnassa helpottaa aikanaan myös tuotannosta poistuvien alueiden jälkikäyttöä.

Kiitokset

Kiitämme Suoviljelysyhdistys ry:tä tutkimusta varten saamastamme apurahasta. Agronomi Pekka Tahvanaista kiitämme siitä, että olemme saaneet tehdä tutkimuksia hänen pellollaan.

Kirjallisuus

- Arkimaa, H., Hyvönen, E., Lerssi, J., Loukola-Ruskeeniemi, K. & Vanne, J. 2000. Suomen mustaliuskeet aeromagneettisella kartalla. Geologian tutkimuskeskus.
- Fältmarsch, R., Österholm, P. & Jacks, G. 2010. Chemical composition of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) grown on acid sulphate soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 173: 423–433.
- Hartikainen, H. & Yli-Halla, M. 1986. Oxidation-induced leaching of sulphate and cations from acid sulphate soils. *Water, Air and Soil Pollution* 27: 1–13.
- Herranen, T. 2010. Turpeen rikkipitoisuus Suomen soissa – tuloksia laajasta turveinventoinnista. *Suo* 61: 49–56.
- Jansson, H., Ylärinta, T. & Sillanpää, M. 1985. Macronutrient contents of different plant species grown side by side. *Annales Agriculturae Fenniae* 24: 139–148.
- Kivinen, E. 1944. Aluna- eli sulfaattimaista. *Maataloustieteellinen Aikakauskirja* 16: 147–161.
- Kähäri, J. & Nissinen, H. 1978. The mineral element contents of timothy in Finland I. The elements calcium, magnesium, phosphorus, chromium, cobalt, copper, iron, manganese, sodium and zinc. *Acta Agriculturae Scandinavica Supplementum* 20: 26–39.
- Loukola-Ruskeeniemi, K. 1999. Origin of black shales and the serpentine-associated Cu-Zn-Co ores at Outokumpu, Finland. *Economic Geology* 94: 1007–1028.
- MMM 2011. Valtioneuvoston soiden ja turvemaiden kestävä ja vastuullista käyttöä ja suojelua koskevan periaatepäätöksen (30.8.2012) taustaraportti: Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävä ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi. Työryhmämuistio, MMM 2011:1

- Paappanen, T., Leinonen, A., Flyktman, M. & Hillebrandt, K. 2005. Fuel peat industry I Finland. VTT project report PRO2/P2079/05.
- Paasikallio, A. 1978. The mineral element contents of timothy in Finland II. The elements aluminium, boron, molybdenum, strontium, lead and nickel. *Acta Agriculturae Scandinavica Supplementum* 20: 40–52.
- Palko J. 1986. Mineral element content of thimothy ((*Phleum pratense* L.) in an acid sulphate soil area of Tupos village, Northern Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica* 36: 399–409.
- Purokoski, P. 1959. Rannikkoseudun rikkipitoisista maista. *Agrogeologia Julkaisuja* 74.
- Räisänen, M.-L. & Nikkarinen, M. 2000. Happamoitumisen seurausvaikutukset peltojen ravinnetilaan ja vesien laatuun mustaliuskekallioperäalueilla. *Vesitalous* 6: 9–15.
- Sillanpää, M. & Jansson, H. 1991. Cadmium and sulphur contents of different plant species grown side by side. *Annales Agriculturae Fenniae* 30: 407–413.
- Wichmann, A. & Ovaskainen, J. 2012. Peat production on sulfide soil: case Linnunsuo in eastern Finland. *Geological Survey of Finland, Guide* 56: 151–152.
- Yli-Halla, M. 1993. Plant-availability of soil and fertilizer zinc in cultivated soils of Finland. *Agricultural Science in Finland* 2: 197–270.
- Yli-Halla M, Puustinen M & Koskiahho J. 1999. Area of cultivated acid sulfate soils in Finland. *Soil Use and Management* 15: 62–67.
- Ylärinta, T. & Sillanpää, M. 1984. Micronutrient contents of different plant species grown side by side. *Annales Agriculturae Fenniae* 23: 158–170.