

Suot biotalouden maailmassa

Suopäivä

2.2.2016 Helsinki



Tiivistelmät

Esitelmät ja posterit



KUTSUESITELMÄT

Kosteikkojen kestävä käyttö ja Ramsar sopimus

Kristiina Niikonen
Ympäristöministeriö

Ramsar kosteikkosopimuksen rooli, osana kansainvälisiä ympäristösopimuksia, on määritelty luonnonsuojelulain 4 §:ssä, mikä velvoittaa mitä Suomea sitovissa kansainvälisissä luonnon tai siihen kuuluvien luonnonvaraisten eliölajien suojelua koskevilla sopimuksilla on määrätty.

Vesilintujen elinympäristönä kansainvälisesti merkittäviä vesiperäisiä maita koskeva yleissopimus Ramsarin sopimus syntyi 2.2.1971. Sopimuksen on tähän mennessä allekirjoittanut 169 valtiota, Suomi mukaan lukien. Ramsar-alueita on yhteensä 2 225, joiden yhteispinta-ala yli 214,6 milj. (01/2016). Sopimuksen mukaan kosteikot ovat suo- tai vesialueita, luonnon luomia tai ihmisen tekemiä, pysyviä tai väliaikaisia, virtaavaa tai paikallaan pysyvää vettä, makeaa, suolaista tai murtovettä sekä merialueita, joiden veden syvyys on laskuveden aikaan enintään 6 m. Kosteikko määritelmän mukaisia Natura luontotyyppejä ovat Itämeri ja rannikko, sisävedet ja rannat, suot, perinnebiotoopit ja sisämaan tulvametsät. Lisätietoja: www.ramsar.org

Sopimus velvoittaa osapuolia nimeämään Ramsar-kohteita, edistämään niiden järkiperaistä käyttöä ja laatimaan niille hoito- ja käyttösuunnitelmat. Sopimuksen osapuolten tulee raportoida kosteikkojen ekologisen tilan muutoksista, korvata menetetty kohde, tehdä yhteistyötä muiden maiden kanssa mm. yhteisten alueiden osalta. Lisäksi sopimus edellyttää mailta: tutkimusta, tiedotusta, alueiden suunnittelua ja hoitoa sekä pätevän henkilöstön kouluttamista, sekä strategian ja osapuolikokousten päätösten toimeenpanoa.

Kosteikkojen kestävä käyttö ja sen edistäminen on koko Ramsar sopimuksen punainen lanka. Kestävä käyttö määritellään kosteikon ekologisen ominaisuuksien, prosessien ja sen tuottamien palveluiden ylläpitämiseksi, jotta luonnon monimuotoisuus ja ihmisten hyvinvointi säilyy sekä köyhyys lieventyy. Sopimuksen käsikirjat, tekniset raportit ja muut materiaalit avaavat kestävän käytön tarvittavia eri työkaluja ja prosesseja.

Sopimuksen toimintaa vahvistetaan alueellisilla verkostoilla. Suomi on mukana Nordic-Baltic -Wetlands verkostossa, johon kuuluvat lisäksi Tanska, Grönlanti, Fär -saaret, Viro, Islanti, Latvia, Liettua, Norja, Venäjä, ja nykyinen puheenjohtajamaa Ruotsi (pj 2016-2017). Lisätietoja: www.norbalwet.org

Suomessa Ramsar sopimuksesta vastaa ympäristöministeriö, mutta kansallisena yhteystahona toimii Metsähallituksen luontopalvelut. Ympäristöministeriö perusti vuonna 2013 kansallisen Ramsar kosteikkotyöryhmän, joka on laatinut luonnoksen kansallisesta Ramsar toimintaohjelmasta.

Kansallisen Ramsar toimintaohjelman tavoitteet:

1. Kosteikkojen luontotyyppien ja lajiston uhanalaistuminen on pysäytetty vuoteen 2020 mennessä.
2. Kosteikkoihin vaikuttavaa suunnittelua tehdään kokonaisvaltaisesti.
3. Kosteikkojen tilasta, hyödyistä ja kestävästä käytöstä on riittävästi tietoa, jonka avulla kehitetään uusia keinoja kosteikkojen hyväksi.
4. Kosteikkojen merkitys on oivallettu laajasti.
5. Suomi toimii kansainvälisessä yhteistyössä aktiivisesti kosteikkojen suojelun ja kestävän käytön edistämiseksi.
6. Kosteikkojen suojelu ja kestävä käyttö toteutuu yhteisten tavoitteiden mukaisesti.

Suot ja biotalous

Marja Kokkonen
Maa- ja metsätalousministeriö

Biotalousmäärittelyn mukaisesti biologisia luonnonvaroja käytetään kestävästi tuotteiden, energian, ravinnon ja palveluiden tuottamiseen. Pyrkimyksenä on myös ehkäistä ekosysteemien köyhtymistä, vähentää riippuvuutta fossiilisista raaka-aineista sekä edistää talouskehitystä ja luoda uusia työpaikkoja. Nämä kaikki yleismäärittelyt sopivat myös soiden kestäväan käyttöön. Suometsien kasvavat hakkuumahdollisuudet tukevat metsäbiotalouden kasvua ja uusia investointeja. Turve polttoaineena turvaa omavaraisuutta sen tavoitteen mukaisesti, joka valmisteilla olevassa energia- ja ilmastostrategiassa asetetaan. Turpeen monet hyvät ominaisuudet mahdollistavat sen monipuolisen käytön aina perinteisemmästä kasvu- ja kuiviketurpeesta vaatteisiin ja hoitotuotteisiin. Tavoitteena tulee olla turvevarojen resurssitehokas ja lisäarvoa tuova käyttö. Soiden matkailu- ja virkistyskäytössä on myös kasvumahdollisuuksia. Soiden monet käyttömuodot mahdollistavat erikokoisten yritysten kehittymisen ja verkostoitumisen.

Soiden käytölle on luotu aiempaa mahdollistavampi ja selkeämpi toimintaympäristö mm. suostrategialla, vesienhoitosuunnitelmilla, metsälain uudistuksella ja soidensuojelutyöryhmän työllä. Yritysrahoitus ja tutkimustoiminta ovat jatkossakin tärkeitä kehitysedellytysten luoja.

Suot ja ilmasto – menneisyys on avain tulevaisuuteen

Minna Väiliranta

Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos

Suot ja ilmakehä ovat välittömässä vuorovaikutuksessa keskenään. Käynnissä oleva ilmastonmuutos voi vaikuttaa soiden toimintaan monin eri tavoin. On kuitenkin hyvä muistaa, että ilmasto-olosuhteet ovat vaihdelleet myös menneisyudessa. Suot ovat luonnon omia arkistoja, joihin on tallentunut tietoa menneistä ilmasto-olosuhteista. Aivan erityisen soveliaita suot ovat paikallisessa kasvillisuudessa ja näin ollen kosteusolosuhteissa tapahtuneiden vaihteluiden tutkimiseen. Näiden muutosten kautta taas on mahdollista arvioida ja mallittaa myös esimerkiksi hiilidynamiikassa tapahtuneita muutoksia ja niiden yhteyttä vallinneisiin ilmasto-olosuhteisiin. Tutkimalla soiden toiminnan ja ilmaston välillä menneisyudessa esiintyneitä yhteyksiä, voimme paremmin ennakoida tulevia muutoksia.

Soiden muuttuva monimuotoisuus

Teemu Tahvanainen

Itä-Suomen yliopisto, ympäristö- ja biotieteiden laitos

Antroposeenin alkaessa Suomen suopinta-alasta yli puolet on menettänyt luonnontilansa vain muutaman vuosikymmenen aikana. Ilmastonmuutos etenee ihmisvaikutuksen ansiosta uuteen suuntaan ja entistä nopeammin aiheuttaen lisää muutospainetta suoluonnolle. Pinta-alallisesti merkittävin Suomen soiden luonnontilaan yhä vaikuttava tekijä on metsäojitus. Ojat vaikuttavat paitsi varsinaisten ojitusalojen, myös ojittamattomina säilyneiden suoalueiden luonnontilaan valumasuhteiden muutosten kautta. Ojittamattomina säilyneet suot ovat usein paksuturpeisia ja monilla alueilla niitä uhkaa turpeenotto.

Ojitustilanne on avainasemassa soiden luonnontilan arvioinnissa, jonka tulisi mm. ohjata vain luontoarvoiltaan heikentyneitä soita turpeenottoon. Periaate on hyvä mutta siihen sisältyy myös merkittäviä ongelmakohtia. Luonnontilaisuus itsessään ei voi olla monimuotoisuuden ja ekosysteemipalvelujen kaiken kattava mitta. Kansallisen suostrategiatyön tuottama luonnontilaisuusasteikko on tehokas instrumentti alueellisten yleiskatsausten luomiseen, mutta on ymmärrettävä että tapauskohtaisessa tarkastelussa luokitus itsessään ei anna luotettavaa tietoa luontoarvoista. Turvetuotannon luvitusprosesseissa törmätään lähes säännönmukaisesti valituksiin, joiden kestoaiheita ovat luontoselvitysten puutteellisuudet. Liian usein valitukset ovat myös aiheellisia, mikä ilmenee hylätyiksi tulleiden hakemusten suurena määränä.

Luonnontilaisuuteen liittyvän yleisen periaatteen soveltaminen tuskin lisää tämän prosessin luotettavuutta. Euroopan laajuisessa habitaattien uhanalaisuusarviossa Pohjoismaiden soilla on erityinen merkitys verraten suurten säilyneiden pinta-alojen ansiosta. Arviointityön ollessa vielä kesken, mainittakoon alustavina tuloksina ehdotukset aapasoiden (elinvoimainen, LC) ja palsasoiden (äärimmäisen uhanalainen, CR) habitaattityypin uhanalaisuusarvioiksi. Arviot kuvastavat paitsi pohjoisten soiden tilaa, myös käytetyn luokituksen, kriteeristön ja aineistojen ominaisuuksia. Ilmastomallien ennustama ja jo käynnissä oleva palsakumpujen sulaminen tekee palsasoista äärimmäisen uhanalaisia, koska ikiroutaisten palsakumpujen esiintyminen määrittelee palsasuon. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, etteivätkö palsasuot olisi tärkeitä luonnonympäristöjä sulamisen jälkeenkin. Aapasoiden kohdalla puolestaan ei ehkä ole tunnistettu ilmastonmuutoksen ja valuma-alueiden käsittelyn hydrologisia vaikutuksia – ne eivät ole yhtä ilmeisiä kuin jään sulaminen. Habitaattien uhanalaisuusarviointi on laaja-alaiseen yleiskatsaukseen soveltuva instrumentti, joka ei kuitenkaan tapauskohtaisesti mittaa todellisia luontoarvoja.

Ihmistoiminnan laajamittainen vaikutus suoluontoon on yhtäkkinen ilmiö geologisessa ja evolutiivisessa aikaskaalassa. Edes tähänastisten muutosten monimuotoisuusvaikutukset eivät ole vielä täysimääräisesti toteutuneet ja monilta osin muutospaine jatkuu. Monimuotoisuuden suojelun kannalta on lupaavaa, että ennallistamistoimien on osoitettu tuottavan positiivisia tuloksia verraten nopeassa ajassa. Ennallistaminen ei kuitenkaan voi korvata jäljellä olevien luontoarvojen suojelua. Soidensuojeluohjelman täydennys lisää suojeluastetta valtion mailla, mutta paljon arvokkaita soita on yhä jäämässä suojelun ulkopuolelle. Soiden käytön ohjaus onkin avainasemassa ja sitä on tarkasteltava kriittisesti.

Rinnakkaissessiot

Suot ja biotalous- Peatlands and Bioeconomy

Suomen soiden ja turvemaiden rajaushanke

Matti Laatikainen, Asta Harju, Janne Kivilompolo, Tuija Vähäkuopus ja Samu Valpola

Matti Laatikainen, Geologian tutkimuskeskus, PL 1237, 70211 Kuopio, matti.laatikainen@gtk.fi

Asta Harju, Geologian tutkimuskeskus, PL 1237, 70211 Kuopio, asta.harju@gtk.fi

Janne Kivilompolo, Geologian tutkimuskeskus, Lähteentie 2, 96101 Rovaniemi, janne.kivilompolo@gtk.fi

Tuija Vähäkuopus, Geologian tutkimuskeskus, PL 97, 67101 Kokkola, tuija.vahakuopus@gtk.fi

Samu Valpola, Geologian tutkimuskeskus, PL 97, 67101 Kokkola, samu.valpola@gtk.fi

Geologian tutkimuskeskus (GTK) on vuoden 2015 alusta käynnistänyt Suomen soiden ja turvemaiden rajaamiseen tähtäävän paikkatieto- ja maastotyöhankkeen (jatkossa rajaushanke). Rajaushankkeen tuloksena tuotetaan menetelmä soiden ja suoalaiden rajaamiseen paikkatietotyökaluja ja -aineistoja käyttäen sekä luodaan rajausaineisto, joka tullaan liittämään osaksi GTK:n tietoaaineistoja ja Turvevarojen tilinpitopalvelua (www.gtk.fi/turvevarat).

Tämä tarve on suoraa jatkoa soita ja turvemaita koskevan valtioneuvoston periaatepäätöksen (annettu 30.8.2012) jälkeen käynnistyneelle Turvevarojen tilinpitopalvelun kehittämiselle, jonka tavoitteena tällä hetkellä on siirtyä täysin verkkopohjaiseen GTK:n turvevarojen kartoitus- ja inventointitiedon jakeluun vuodesta 2016 alkaen. Rajaushankkeen toteuttamisen ajankohtaisuutta ovat lisänneet myös syyskuussa 2014 voimaan tulleet uusi ympäristönsuojelulaki ja ympäristönsuojeluasetus sekä, GTK:n toistaiseksi noin 15 000 suota kattavan soiden luonnontilaisuusluokituksen aineiston laadun tarkastaminen ja sen laajentamisen asettamat tietotarpeet.

Hankkeessa laaditaan menetelmä, jonka tuottama aineisto mahdollisimman kattavasti rajaa Suomen suot ja turvemaat siten, että ne tämänhetkisestä maankäytöstä riippumatta ovat rajauksessa mukana. Aineiston oikeellisuus ja riippumattomuus ovat välttämättömiä paitsi maankäytön, so. soiden suojelun, maa- ja metsätalouden sekä turvealan elinkeinotoiminnan kannalta, myös hiilivarannon, GHG-kysymysten ja ennallistamisen kannalta.

GTK:n turvetietoaaineistot ovat kolmen viimeisen vuoden aikana läpikäyneet laajan aineistokunnostuksen, ja niiden käytettävyys ja yhteismitallisuus parantavat huomattavasti rajaustyön edellytyksiä. Tällä hetkellä käytössä ovat lisäksi kaikki soihin ja turvemaihin liittyvät julkiset aineistot, joita työhön suunniteltiin käytettävän jo vuonna 2013, sekä täydentäviä, mm. GTK:n omia ja Luonnonvarakeskuksen turvepeltoja koskevia aineistoja. GTK:n normaalin turvevarojen inventointityön lisäksi tässä hankkeessa on kesän 2015 aikana tehty täydentäviä maastotutkimuksia viiden maakunnan alueella. Työn aikana analysoidaan eri aineistojen käyttökelpoisuutta, vertailukelpoisuutta ja toimivuutta maan eri osissa ja erilaisissa geologisissa olosuhteissa. Tavoitteena on, että tuotetulla aineistolla voidaan objektiivisesti ja mahdollisimman luotettavalla tavalla rajata Suomen suot ja turvemaat. On selvää, että aineisto ei voi olla valmis ensimmäisen vaiheen kehitystyön jälkeen, mutta sen merkitys perustana soiden ja turvemaiden luokittelun, maankäytön ja tutkimuksen tulevaisuudelle on suuri. Siksi sen täydentämiseen ja parantamiseen tähtäävän työn tulee jatkaa laajassa hallinnonalat ylittävässä tutkimusyhteistyössä.

Uusilla suunnittelutyökaluilla parempia kompromisseja biodiversiteetin säilyttämisen ja biotalouden välille.

Tekijä:

Santtu Kareksela

Abstrakti:

Maaailman laajuisesti lisääntyvä maankäyttö ja rajalliset resurssit asettavat jatkuvan paineen biodiversiteetin ja ekosysteemipalvelujen säilyttämiselle. Samalla pyrkimyksemme yhä tehokkaampaan uusiutuvien energialähteiden materiaalien hyödyntämiseen haastaa osaamisemme luonto- ja biotalousarvojen yhteensovittamisessa. Perinteisten suojelumenetelmien toimivuus yksinään onkin usein kyseenalaistettu ja tarve suojelun määrän ja laadun kustannustehokkaalle lisäämiselle nostaa esiin tutkijoiden, suunnittelijoiden ja päätöksentekijöiden taidot kokonaisvaltaisemman, suojeluarvot huomioivan, maankäytön arkkitehteina. Tässä työssä tarkastelemme todellisen esimerkin kautta, miten luontoarvoja ja ekosysteemien käyttöä yhdessä huomioivaa analyysitekniikkaa hyödyntäen voidaan identifioida suojelu ja turvetuotanto maankäyttömuotojen kannalta hyödyllisiä kompromisseja maakunnallisessa maankäytön suunnittelussa. Työn keskeisenä ajatuksena on minimoida ekologisia tappioita turvetuotantoalueiden valintaa suunniteltaessa, toisin sanoen löytää alueita, jotka ovat turvetuotannon kannalta arvokkaita ja toisaalta suojelun kannalta vähiten arvokkaita. Tällaisten alueiden tunnistaminen mahdollistaa luontoarvojen kustannustehokkaan huomioimisen maankäytössä. Toteutuneen esimerkitapauksen lisäksi esityksessä tarkastellaan mahdollisuutta huomioida biotalousmuotoja laajemminkin vastaavan kaltaisessa maankäytön suunnittelun analyysissä.

Tutkimus on julkaistu Conservation Biology lehdessä 2013 ja esitelty aiemmin mm. European Conference for Conservation Biology (ECCB) tapaamisessa Glasgow:ssa 2012.

Suometsät: optimaalinen päätehakkuikä, kunnostusojitus ja vesiensuojelu

Jenni Miettinen, Markku Ollikainen, Leena Finér, Harri Koivusalo, Soili Kojola, Ari Laurén, Mika Nieminen & Lauri Valsta

Jenni Miettinen, Helsingin yliopisto, Taloustieteen laitos, Latokartanonkaari 7, 00014 Helsingin yliopisto, jenni.miettinen@helsinki.fi

Markku Ollikainen, Helsingin yliopisto, Taloustieteen laitos, Latokartanonkaari 7, 00014 Helsingin yliopisto

Leena Finér, Luonnonvarakeskus, Yliopistokatu 6, 80100 Joensuu

Harri Koivusalo, Aalto-yliopisto, Tietotie 1 E, Espoo

Soili Kojola, Luonnonvarakeskus, Jokiniemenkuja 1, 01370 Vantaa

Ari Laurén, Luonnonvarakeskus, Yliopistokatu 6, 80100 Joensuu

Mika Nieminen, Luonnonvarakeskus, Jokiniemenkuja 1, 01370 Vantaa

Lauri Valsta, Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos, Latokartanonkaari 7, 00014 Helsingin yliopisto

Abstrakti:

Tutkimus käsittelee optimaalisia metsätalouden toimenpiteitä ja niihin liittyviä vesiensuojelutoimenpiteitä turvemilla. Tarkasteltavia metsätalouden toimenpiteitä ovat päätehakkuu ja kunnostusojitus. Vesiensuojelutoimenpiteistä tutkimukseen sisältyvät pintavalutuskenttä ja laskeutusallas. Tutkimuksen teoreettisessa osassa laajennetaan perinteinen Faustmannin (1849) malli sisältämään kunnostusojituksesta sekä turvemaiden päätehakkuusta tuleva vesistökuormituksen aiheuttama haitta. Teoreettisen mallin perusteella tarkastelemme miten optimaalinen päätehakkuikä ja metsänhoitopanos kunnostusojitukseen sekä vesiensuojelutoimenpiteiden optimaalinen mitoitus ratkaistaan samanaikaisesti. Tarkastelukohteena on ensiharvennuksen jälkeen tehtävä kunnostusojitus sekä 1.puusukupolven kiertoajan lopussa tehtävä päätehakkuu. Tutkimuksen empiirisessä osassa tarkastelemme sekä yksityisen metsänomistajan että yhteiskunnan näkökulmasta optimaalista päätehakkuukä ja kunnostusojituksen kannattavuutta. Yhteiskunnallisen optimin tapauksessa hyödynnetään empiiristä aineistoa turvemaiden päätehakkuiden ja kunnostusojituksen aiheuttamasta ravinne- ja kiintoainekuormituksesta. Empiiristen tulosten mukaan yhteiskunnan näkökulmasta vesiensuojelutoimenpiteiden optimaaliseen mitoitukseen vaikuttavat merkittävästi pintavalutuskentän ja laskeutusaltan kustannukset sekä kiintoaineen haitan arvo.

Viitteet

Faustmann, M., 1849. Calculation of the value which forest land and immature stands possesses, Reprinted in Journal of Forest Economics 1995(1), 89-114.

Ojitettujen suometsien kasvatuksen vaihtoehdot ja niiden vaikutus vesitalouteen

Markku Saarinen, Hannu Hökkä, Mika Nieminen, Sakari Sarkkola & Raija Laiho

Markku Saarinen, Luonnonvarakeskus, Kaironimentie 15, 39700 Parkano, markku.saarinen@luke.fi

Hannu Hökkä, Luonnonvarakeskus, Eteläranta 55, 96300 Rovaniemi

Mika Nieminen, Sakari Sarkkola & Raija Laiho, Luonnonvarakeskus, Jokiniemenkuja 1, 01370 Vantaa

Luonnontilaisen suon puustorakenne on ennen ojittamista yleensä hyvin erirakenteinen.

Erirakenteisuus johtuu paitsi puiden ja puusto-ositteiden iän vaihtelusta ja ryhmittäisyydestä. Ojituksen jälkeen aukkopaikkoihin syntyy runsaasti uutta taimiainesta, joka lisää entisestään puuston erirakenteisuutta (Sarkkola ym. 2005).

Rakennevaihtelun vuoksi uudistamiskypsien ojitusalue metsien puustot tarjoavat kangasmaametsiä useammin mahdollisuuksia erirakenteisen metsän kasvatukseen uuden puusukupolven perustamisen vaihtoehtona. Melko tasarakenteisenkin ojitusaluepuuston kohdalla vähittäistä siirtymää kohti eri-ikäistä puustorakennetta helpottaa ojitusalueiden hyvä luontainen taimettumiskyky. Tästä on esimerkkinä turvemaakuusikoiden pienaukoissa havaittu tyydyttävä taimettuminen ainakin Pohjois-Suomen humidisissa oloissa (Hökkä ym. 2012). Pienaukkouudistaminen saattaakin olla varsin käyttökelpoinen menettely eri-ikäiseen puustorakenteeseen siirtymiseksi.

Eri aikamittakaavoissa joko jatkuvasti tai osa-aikaisesti erirakenteisina kasvatettavien metsien vaihtoehdot saavat lisäarvoa ojitusalueilla erityisesti silloin, kun vesistönsuojeluun liittyvillä tavoitteilla halutaan vähentää kunnostusojituksia tai avohakkuita maanmuokkauksineen. Tällä hetkellä tiedetään ainakin varttuneen tasarakenteisen kasvatusmetsän puuston oman haihdunnan riittävän sellaisen pohjavesitason ylläpitämiseen, että kunnostusojitusta ei tarvita ennen päätehakkuuta (Sarkkola ym. 2012). Vastaavaan puustomäärään ($120\text{--}150\text{ m}^3\text{ha}^{-1}$) päästään eri-ikäisrakenteisessa metsässä kuitenkin vasta poimintahakkuukierron lopussa ennen seuraavaa hakkuuta. Luonnonvarakeskuksessa aloitetussa tutkimuksessa selvitetään, voisiko eri-ikäisrakenteisessa metsikössä pohjavesitaso silti vaihdella sellaisissa rajoissa, että se tarjoaa puuston kasvun ja uudistumisen mahdollisuudet. Sallittavan pohjavesitason vaihtelun arvioinnissa olennaisinta on se, paljonko nykyisestä kuivatuksen tavoitenormista voidaan tinkiä saavuttaaksemme kuitenkin tyydyttävän metsänkasvatuksen tuloksen. Kun kasvu ja tuotos todennäköisesti heikkenevät, kompensoituuko se kunnostusojitusten välttämisen kautta saatavilla kustannussäästöillä, tai onko alhaisempi taloustulos riittävä, kun hyödyiksi lasketaan myös vesien suojeluun liittyvät arvot.

Viitteet

Hökkä, H., Repola, J., Moilanen, M. & Saarinen, M. 2012. Seedling establishment on small cutting areas with or without site preparation in a drained spruce mire - a case study in northern Finland. *Silva Fennica* 46: 695-705.

Sarkkola S., Hökkä H., Laiho R., Päivänen J. & Penttilä T. 2005. Stand structural dynamics on drained peatlands dominated by Scots pine. *Forest Ecology and Management* 206: 135-152.

Sarkkola, S., Hökkä, H., Ahti, E., Koivusalo, H. & Nieminen, M. 2012. Depth of water table prior to ditch network maintenance is a key factor for tree growth response. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27. 10 p.

Impact of whole-tree harvesting on water quality and quantity from drained peatland forests in Finland

Liisa Ukonmaanaho^a, Mike Starr^b, Juha Heikkinen^a, Marjatta Kantola^a, Ari Laurén^a, Mika Nieminen^a, Paavo Perämäki^c, Heidi Pietilä^c, Juha Piispanen^a & Tiina M. Nieminen^a

^aNatural Resources Institute Finland, Vantaa, 01301, Finland, e-mail: liisa.ukonmaanaho@luke.fi

^bUniversity of Helsinki, 00014 Helsinki, Finland, ^cUniversity of Oulu, 90014 Oulu, Finland

Introduction

Increasing demand for production of bioenergy has led to an interest in the forest harvesting method which removes logging residues (tree tops, branches, stumps) in addition to stemwood. However, the impacts of whole-tree harvesting on biogeochemical cycles, growth and element leaching to surface waters are largely unknown, especially in drained peatlands. It is generally acknowledged that all forest management measures, including harvesting, increase leaching of eutrophying substances such as nitrogen (N), phosphorus (P), dissolved organic carbon (DOC), suspended solid matter (SSM) and heavy metals (e.g. Ni, Hg) into water and cause deterioration of downstream water quality. On the other hand, it is hypothesized that whole-tree harvesting might reduce nutrient leaching into water because the amount of decomposable litter at the site decreases, and consequently the amount of nutrients released also decreases. Our aim was to compare the effects of stem-only, conventional harvesting (SOH) to those of whole-tree harvesting with stump lifting (WTHs) by measuring the release and transport of N, P, DOC, base cations (Ca+Mg+K), SSM, iron (Fe), nickel (Ni), mercury (Hg) and methylmercury (MeHg) to surface waters.

Materials and methods

We carried out the study on eight small peatland catchments in the boreal forest zone in eastern Finland. Four of the catchments were on felsic bedrock, four on black schist. The peatland on all the catchments has been drained for forestry purposes and the trees had reached maturity for final felling. Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*) are dominant tree species on these catchments. In 2007, we established study plots and installed a runoff gauge in the outlet ditch of each catchment. In 2009, two of the catchments were subjected to final felling using SOH, and four of the catchments to WTHS, including stump removal. The remaining two catchments were left unharvested to serve as controls. We have collected ditch water samples during the non-frost season since 2008, which represents a calibration year. Base cations, P, N, DOC, S, SSM, Fe, Ni, Hg and MeHg have been determined from the samples. Our results are from the period 2008–2013. We adopted a paired-catchment approach in the study, where the ditch water quality and quantity in one catchment is compared to the water quality and quantity from another catchment before and after harvesting. We used the Hydrological model FEMMA to compute daily runoff (Koivusalo et al. 2008).

Results and discussion

Results showed there are differences in drainage water quality and quantity after the harvesting (both WTHs and SOH) as well as between the bedrock types. The change was strongest two first years after harvesting. The magnitude of the increase varied a lot due to varying site characteristics but there was no clear difference between treatments, although WTH caused more mechanical disturbance to the sites. At the control sites concentrations of studied elements remained at a similar level as during the calibration year. According to the FEMMA model the amount of runoff varied between years and between sites. Comparison between the yearly runoff on the harvested sites and that on the control sites indicated that on average harvesting increased the runoff by 46 mm during the studied years, the increase being highest in the first year after harvesting. For example N load increased between 0.65 and 1.65 kg ha⁻¹ yr⁻¹ during the first year after harvesting at all sites, but at WTHs sites only, the N load continued to increase in all the monitored years.

References

Koivusalo et al. 2008. Impacts of ditch cleaning on hydrological processes in a drained peatland forest. Hydrol. Earth Syst. Sci. 12: 1211–1227.

Riittääkö kali soilla? Metsätaloustoimenpiteiden vaikutus suometsien kaliumtaseeseen

Sakari Sarkkola, Liisa Ukonmaanaho, Tiina Nieminen, Raija Laiho, Ari Laurén, Leena Finér, Timo Penttilä, Mika Nieminen

Luonnonvarakeskus (Luke), email: sakari.sarkkola@luke.fi

Suometsissä kalium on usein kasveille minimiravinne turpeen alhaisen kaliumvaraston johdosta ja siitä esiintyy monin paikoin puutetta. Merkittävä osuus useiden kasvupaikkojen koko kaliumvarastosta on sitoutunut puustoon ja sitä poistuu korjatun puusadon mukana. Kaliumvarasto pienenee myös huuhtoumalla turpeesta ja kasvibiomassasta. Erityisesti hakkuutähteiden korjuun päätehakkuun yhteydessä on otaksuttu voivan johtaa kaliumvaraston liialliseen köyhtymiseen, koska hakkuutähteiden mukana poistuu suuria määriä kaliumia. Myös kunnostusojitukset lisäävät huuhtoumaa ja kaliumia huuhtoutuu ojitusalueiden turpeesta silloinkin, kun hakkuut ja kunnostusojitukset eivät enää vaikuta kaliumin vapautumiseen (taustahuuhtouma). Toisaalta kaliumia tulee kasvupaikalle laskeuman mukana. Metsätalouden vaikutuksista kaliumin huuhtoutumiseen ja riittävyyteen ojitusalueilla on puutteellisesti tietoa, vaikka kaliumin riittävyys vaikuttaa merkittävästi kasvupaikkojen tulevaisuuden puuntuotantokykyyn.

Laskimme ojitetun suometsän kaliumtaseen koko kiertoajan (80 v.) aikana karuilla mäntyvaltaisilla ja rehevillä kuusivaltaisilla kasvupaikoilla tukeutuen sekä viimeaikaisista kokeistamme että kirjallisuudesta saatua tietoa hakkuissa (runkopuukorjuu ja kokopuukorjuu) ja kunnostusojituksissa poistuvista sekä toisaalta laskeuman mukana kasvupaikalle tulevasta kaliummäärästä. Tarkasteltavat tasekomponentit olivat: eri uudistushakkuumenetelmissä poistuvan biomassan kalium pohjautuen biomassamittauksiin (Nieminen ym. julkaisematon) sekä ravinneyhtälöihin (Laiho 1997), kaliumin vuosittainen taustahuuhtouma, hakkuiden (Sarkkola ym. julkaisematon) sekä kunnostusojituksen aiheuttama lisähuuhtouma (Joensuu ym. 2002) sekä arvioitu kaliumlaskeuma.

Laskelmat osoittivat, että kokopuukorjuussa, jossa poistettiin kannotkin, biomassan korjuun aiheuttama kaliumhävikki oli 2-5 kertaa suurempi (74 kg ha^{-1}) kuin runkopuukorjuussa ($15\text{--}30 \text{ kg ha}^{-1}$), vaikka noin kolmannes oksien ja neulasten kaliumista jäi metsään. Tavanomaisessa kokopuukorjuussa kaliumhävikki oli 2-3 kertaa suurempi kuin runkopuukorjuussa. Noin 2/3 kaliumista poistui korjatussa neulas- ja oksabiomassassa ja noin kolmannes kanto-/juuribiomassassa. Kun biomassapoistumiin lisättiin hakkuiden aiheuttama kaliumin huuhtoutumishävikki (karut: 9 kg ha^{-1} , ravinteikkaat: 28 kg ha^{-1}), kaliumin taustahuuhtouma ojitusalueilta ($1\text{--}2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ v}^{-1}$ kasvupaikasta riippuen), kahden kunnostusojituksen aiheuttama lisähävikki ($8,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ kerta}^{-1}$) sekä vähennettiin näistä laskeuman tuoma kalium (n. $1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ v}^{-1}$), nettokaliumhävikki oli pelkässä runkopuuhakkuussa karuilla kasvupaikoilla $30\text{--}40 \text{ kg ha}^{-1}$ ja rehevillä kasvupaikoilla $135\text{--}155 \text{ kg ha}^{-1}$ kiertoajan (80 v.) aikana. Vastaavasti kokopuukorjuukohteilla kiertoajan kaliumhävikki oli karuilla ojitusalueilla $50\text{--}75 \text{ kg ha}^{-1}$ ja rehevillä kasvupaikoilla $160\text{--}210 \text{ kg ha}^{-1}$ kiertoajan aikana. Kun kaliumin nettohävikkiä vertaa turpeen tyyppilliseen kaliumvarastoon paksuturpeisilla soilla ($<100 \text{ kg ha}^{-1} 50 \text{ cm}$:n kerroksessa), vaikuttaa siltä, että kaliumvarastot hupenevat jo toisen puusukupolven aikana, ellei kaliumia lisätä keinollisesti tai kaliumlisää tule kasvupaikalle jostakin toistaiseksi tuntemattomasta lähteestä.

Niilläkin kasvupaikoilla, joita on pidetty hyvin soveltuvina kokopuukorjuuseen (esim. Mtkg I -tyypit), kaliumvarat voivat ehtyä liikaa, jos runkopuun lisäksi korjataan hakkuutähteet. Toisaalta hakkuutähteiden korjaamatta jättäminen ei välttämättä pienennä kalinpuutosriskiä. Mikäli kaliumlannoituksesta tulee välttämätön edellytys metsätalouden yli kiertoaikojen kestävään harjoittamiseen paksuturpeisilla ojitusalueilla, tällaisen lannoituksen perustuvan metsänkasvatuksen taloudellinen kannattavuus on tärkeä selvittää jo ennen kuin ojitusaluemetsiköitä aletaan laajamittaisesti uudistaa toisen puusukupolven aikaansaamiseksi.

Viitteet

Joensuu, S., Ahti, E. & Vuollekoski, M. 2002. Effects of ditch network maintenance on the chemistry of run-off water from peatland forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 238-247.

Laiho, R. 1997. Plant biomass dynamics in drained pine mires in southern Finland. Implications for carbon and nutrient balance (väitöskirja). *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 631. 53 s. + 5 osajulkaisua.

Nieminen, M., Laiho, R., Sarkkola, S. & Penttilä, T. Whole-tree, stem-only and stump harvesting impacts on site nutrient capital of a Norway spruce dominated peatland forest. (käsikirjoitus)

Sarkkola, S., Ukonmaanaho, L., Nieminen, T., Laiho, R., Laurén, A., Finér, L. & Nieminen, M. Should harvest residues be left on site in peatland forests to decrease the risk of potassium depletion? (käsikirjoitus)

Suonpohjan viljavuuden arviointi turveanalyysin, kasvillisuuskuvauksen ja puuston kasvun perusteella

Lasse Aro, Juha-Pekka Hotanen ja Hannu Nousiainen

Luonnonvarakeskus (Luke), lasse.aro@luke.fi

Turpeennostosta vapautuneille suonpohjille ei ole toistaiseksi omaa kasvupaikkaluokitusta. Turpeennostosta vapautuneen suonpohjan jäännösturpeen paksuuden ja sen alla olevan kivennäismaan, pohjamaan, ominaisuuksien perusteella voidaan karkeasti arvioida suonpohjalle sopivaa jatkokäyttöä. Tällä hetkellä nurmiviljely ja metsänkasvatus ovat yleisimpiä jälkikäytön vaihtoehtoja, mutta alueellisesti myös uudelleensoistaminen ja erilaiset allastukset ovat suosittuja. Metsänkasvatuksessa ja monimuotoisuuden huomioimisessa olisi kuitenkin hyödyksi, jos kasvupaikan luokittelulla pystyttäisiin arvioimaan myös myöhemmässä vaiheessa puuston tuotosodotuksia ja kasvupaikan monimuotoisuutta.

Työn tavoitteena oli vertailla turveanalyysiä, kasvillisuuskuvausta ja puuston kehitystä kuvaavia tunnuksia turpeennostosta vapautuneen suonpohjan kasvupaikkaluokituksessa 35-50 vuotta metsityksen jälkeen. Tutkimuskohde oli paksuturpeinen (49 – 113 cm). Tutkimus tehtiin Kihniön Aitonevalle vuonna 1964 istutetussa männikössä, jossa eri luokitusmenetelmiä sovellettiin lannoittamattoman vertailukäsittelyn lisäksi PK+PKB –jatkolannoituksen vuosina 1975 ja 1996 saaneisiin koealoihin (Aro & Kaunisto 2003). Turveanalyysiin sisällytettiin pintamaa (raakahumus ja 0-20 cm turvekerros). Kasvillisuuskuvauksessa käytettiin kolmen aarin ympyräkoealaa, jolta arvioitiin kasvilajien prosenttipeittävyydet. Koealat luokiteltiin kasvilajien ja niiden runsauksien perusteella metsäojitettujen turvemaiden turvekangasluokkiin (Laine ym. 2012), koska kasvillisuus oli päässyt kehittymään jo noin 50 vuoden ajan. Puusto mitattiin kultakin koealalta viideltä ympyräkoealalta, mutta tässä esitetään tulokset vain edellisen mittauksen osalta.

Turveanalyysin perusteella kontrollialojen pääravinteiden määrät pintamaassa olivat samaa suuruusluokkaa tai jonkin verran pienempiä kuin mitä on mitattu vanhoilta rämeiden ojitusalueilta. Luonnontilaisiin ruohosiini sararämeisiin verrattuna suonpohjamänniköiden pintamaassa oli tyyppiä noin kaksinkertainen määrä, magnesiumin ja kalsiumin määrät olivat lähes samalla tasolla, mutta kaliumin määrä oli huomattavasti pienempi.

Kontrollikoealojen kasvillisuuden rakenne vastasi puolukkaturvekangas II:n rehevämpää laitavarianttia (Ptkg II+). Lannoitetut alat luokiteltiin ruohoturvekangas II:ksi (Rhtkg II). Lannoituksella ei ollut juurikaan vaikutusta kenttä- ja pohjakerroksen yhteenlaskettuun lajimäärään, mutta lannoitettujen alojen kenttäkerroksen peittävyys (72 %) oli huomattavasti kontrollia (28 %) suurempi. Erityisesti ruohot olivat lannoitetuilla aloilla runsaita. Sitä vastoin pohjakerroksen peittävyys oli kontrollialoilla (38 %) lannoitettuja (12 %) korkeampi.

Männiköiden valtapituuden perusteella kasvupaikka vastaisi puolukkatyyppiä. Puuston kasvun ja runkotilavuuden perusteella nuorta kasvatusmetsää edustaneet lannoittamattomat alat sijoittuivat kasvupaikaltaan eteläsuomalaisten varpu- ja puolukkaturvekankaiden välimaastoon. Lannoitetut koealat vastasivat ruohoturvekankaita (Laine ym. 2012).

Viitteet

Aro, L. & Kaunisto, S. 2003. Jatkolannoituksen ja kasvatusiheyden vaikutus nuorten mäntymetsiköiden ravinnetilaan sekä puuston ja juuriston kehitykseen paksuturpeisella suonpohjalla. *Suo* 54(2): 49-68.

Laine, J., Vasander, H., Hotanen, J.-P., Nousiainen, H., Saarinen, M. & Penttilä, T. 2012. Suotyypit ja turvekankaat – opas kasvupaikkojen tunnistamiseen. Metla, Helsingin yliopisto, Metsäkustannus Oy. 160 s.

Hieskoivua energiaksi suonpohjilla: kasvatus, korjuu ja kannattavuus

Jyrki Hytönen, Lasse Aro, Anssi Ahtikoski & Paula Jylhä

Jyrki Hytönen, Paula Jylhä, Luonnonvarakeskus, Silmäjärventie 2, 69100 Kannus e-mail: jyrki.hytonen@luke.fi

Lasse Aro, Luonnonvarakeskus, Itäinen pitkäkatu 3, 20520 Turku

Anssi Ahtikoski, Luonnonvarakeskus, Paavo Havaksen tie 3, 90014 Oulun yliopisto

Vuosittain turvetuotannosta vapautuville noin 2 500 hehtaarille on lukuisia jälkikäyttövaihtoehtoja. Suonpohjat voidaan ottaa maatalouskäyttöön, soistaa uudelleen tai perustaa kosteikkoja. Metsätalous on kuitenkin tärkein jälkikäytön muoto. Metsähakkeen vuotuista käyttöä on tarkoitus lisätä Suomessa vuoteen 2020 mennessä 80 prosentilla 13,5 miljoonaan kuutiometriin. Turvesoita on paljon alueilla, joilla metsähakepotentiaali hyödynnetään tehokkaasti jo nyt.

Selvitimme hieskoivun energiakasvatuksen menetelmiä ja biomassan tuotannon kannattavuutta suonpohjilla. Entisille turvesoille perustettiin kokeita, joissa pyrittiin saamaan aikaan tiheä hieskoivikko luontaisesti tai kylväen eri tavoilla käsitellyille kasvualustoille. Biomassatuotosta mitattiin perustettujen kokeiden lisäksi luontaisesti suonpohjille syntyneistä vanhemmista hieskoivikoista. Myös avohakattujen koivikoiden vesomista tutkittiin. Korjuukokeella selvitettiin hakkuun ja lähikuljetuksen tuottavuutta eri-ikäisissä hieskoivikoissa. Energiapuun tuotannon kannattavuuden mittarina käytettiin paljaan maan arvoa, jonka laskennassa otettiin huomioon metsähakkeen tuotantokustannusten lisäksi myös investoinnit puuntuotantoon. Kannattavuuslaskelmissa esimerkkimetsiköiden kiertoajaksi oletettiin 14–26 vuotta ja hakkeen myyntihinnaksi 21 €/MWh (ks. oletukset Jylhä et al. 2015).

Tiheä hieskoivikko syntyy suonpohjille luontaisesti, jos maan ravinnetila on kunnossa. Metsittyminen voidaan varmistaa hajakylvöllä, ja tuhkalannoitus sopii hyvin ravinnetilan tasapainottamiseen. Taimien synty maanmuokkauksen jälkeen oli hitaampaa kuin tuhkalannoituksen jälkeen. Luontaisesti suonpohjille syntyneiden 10–27 -vuotiaiden hieskoivikoiden vuotuinen biomassatuotos oli keskimäärin 3–4 t/ha ja tuotosta voidaan lisätä lannoittamalla (Hytönen & Aro 2012). Ruotsalainen Bracke C16.b –bioenergiakoura osoittautui tehokkaaksi hieskoivutiheikköjen avohakkuussa (Jylhä & Bergström 2015). Avohakkuun jälkeen koivikot vesoivat hyvin. Neljävuotiaiden vesakoiden vuotuinen tuotos oli emopuuston tiheydestä ja iästä riippuen 0,6–4,4 t/ha. Energiapuun kasvatus oli esimerkkitapauksissa kannattavaa lyhimmän kiertoajan (14–15 v.) vaihtoehtoa lukuun ottamatta (Jylhä et al. 2015). Paljaan maan arvot olivat korkeita – esimerkiksi kahdessa vanhimmassa koivikossa se oli 5 %:n korolla samaa suuruusluokkaa eteläsuomalaisen lehtomaisen kankaan istutuskuusikon kanssa. Tulos perustuu pienempiin metsikön perustamiskustannuksiin ja lyhyempään kiertoaikaan. Ensimmäisessä puusukupolvessa 3 %:n korkokannalla energiapuusta voitiin maksaa kantohintaa parhaalla kohteella seitsemän euroa kuutiometriä kohden. Suometsien harvennuskokeissa hieskoivun harvennusvaste on ollut usein heikko. Siten päätös korjuutavasta ja -ajasta voidaan tehdä joustavasti markkinatilanteen ja hintasuhteiden mukaan.

Viitteet

Hytönen, J. & Aro, L. 2012. Biomass and nutrition of naturally regenerated and coppiced birch on cutaway peatland during 37 years. *Silva Fennica* 46(3): 377–394.

Jylhä, P. & Bergström, D. 2015. Productivity of harvesting dense birch stands for bioenergy. Manuscript.

Jylhä, P., Hytönen, J. & Ahtikoski, A. 2015. Profitability of short-rotation biomass production on downy birch stands on cut-away peatlands in northern Finland. *Biomass and Bioenergy* 75: 272–281.

Suot ja ilmasto – Peatlands and Climate

A dirty rotten fate: Coarse woody debris (CWD) in drained peatlands

Meeri Pearson, Raija Laiho & Timo Penttilä

Meeri Pearson, Raija Laiho, Timo Penttilä, Natural Resources Institute Finland, Jokiniemenkuja 1, 01370 Vantaa, e-mail: meeri.pearson@luke.fi, raija.laiho@luke.fi, timo.penttila@luke.fi

Ever wondered how long it takes for logs, i.e., CWD to break down in drained peatlands? And what happens as far as nutrients are concerned? Are nutrients imported or exported, and at what rate? No panic, we are dead set on telling you. In the study at hand, we monitored mass loss and changes in nutrient concentrations (C, N, P, K) in decaying logs in Scots pine-dominated drained peatlands for a period of up to 15 years at Vesijako and Kivalo, Finland and Väätsä, Estonia, hence representing south boreal, north boreal and hemiboreal vegetation zones, respectively. The mass loss results for all sites will be presented, as will nutrient trends in logs for Vesijako. We will also provide indication as to how log decay is affected by forest cover versus clearcut openings. And what on earth will we do with all this rotten information? This info will be used in forest stand-level simulations to assess the contribution of CWD to carbon and nutrient fluxes relative to other litter types and ecosystem fluxes in forestry-drained peatlands. Thus far, the input of woody debris, e.g., logs to soil has been lacking from the GHG impact assessment for forestry-drained peatlands. Furthermore, if CWD is shown to act as long-term carbon reserves and sources of nutrients, its retention on peatland forest harvesting sites could both mediate the nutrient imbalance typically faced by the next tree stand generation and alleviate the leaching of nutrients to watercourses.

Kemialliset kasvibiomerkit – menetelmän toimivuus turpeen kasvijäänteiden tunnistuksessa

Tiina Ronkainen, Minna Väiliranta, Erin McClymont & Eeva-Stiina Tuittila

Tiina Ronkainen, ECRU, Ympäristötieteiden laitos, Helsingin yliopisto, email:tiina.m.ronkainen@gmail.com

Minna Väiliranta, ECRU, Ympäristötieteiden laitos, Helsingin yliopisto

Erin McClymont, Maantieteen laitos, Durhamin yliopisto

Eeva-Stiina Tuittila, Metsätieteiden osasto, Itä-Suomen yliopisto

Pohjoisen pallonpuoliskon suot sitovat n. 30 % maapallon maaekosysteemien hiilestä, ja ne edustavat n. 90 % koko maapallon suopinta-alasta. Hiilen varastona toimimisen lisäksi hitaan maatumisen johdosta turpeen kasvijäänteet muodostavat myös tärkeän paleoekologisen arkiston, minkä avulla voidaan tutkia mm. ilmastohistoriaa sekä siihen liittyviä muutoksia suon hiilidynamiikassa. Turpeen kasvijäänteiden, makrofossiilien, tunnistaminen mikroskoopin avulla on käytetyin menetelmä tutkittaessa soiden historiallisia muutoksia. Suosukcession alussa (nevavaihe) muodostuvat turvekerrostumat ovat kuitenkin usein hyvin pitkälle maatuneita mikä vaikeuttaa makrofossiilien tunnistamista. Näin ollen, täydellistä kuvaa vallinneesta kasvillisuudesta on hankala rakentaa. Biomerkkimenetelmä on uusi ja lupaava kemiallinen menetelmä tutkia soiden historiallista kasvillisuutta. Menetelmää on käytetty pääasiassa suosukcession loppuvaiheen, rahkasammalvaltaisten rämeiden, kasvijäänteiden tunnistuksessa, ja menetelmä on toiminut lupaavasti tutkittaessa näitä vähemmän maatuneita turvekerroksia. Nyt tutkimme ensi kertaa biomerkkimenetelmän toimivuutta pitkälle maatuneen nevavaiheen turpeen kasvijäänteiden tunnistuksessa. Ensin kartoitimme elävien nevakasvien biomerkkikoostumusta. Tarkoituksenamme on tunnistaa turpeesta kasveja vertaamalla elävien kasvien biomerkkikoostumusta turpeesta löydettyihin biomerkkeihin. Verrokkiaineistoksi kartoitimme turpeesta myös makrofossiilit. Biomerkkimenetelmän toimivuutta testasimme koko suosukcession kattavien turveprofiilien avulla. Kasvi- ja turveaineisto kerättiin borealiselta ja arktiselta suolta. Tutkimuksemme tulokset osoittavat, että tutkittujen nevasoiden elävien kasvien biomerkkien välillä on eroja, joiden avulla kasviryhmät; rahkasammalet ja putkilokasvit, voidaan erottaa toisistaan mutta kasvilajikohtainen tunnistaminen ei biomerkkien avulla onnistunut (Ronkainen et al. 2013). Eri suotyyppien, neva ja räme, kasvilajien/ryhmien biomerkit ovat samankaltaisia, samoin tutkittujen boreaalisten ja arktisten suokasvien biomerkit ovat kasviryhmittäin samankaltaisia (Ronkainen et al. b 2014). Kaikista tutkituista turvenäytteistä läpi turveprofiilien löytyi kasviperäisiä biomerkkejä: pohjan pitkälle maatuneista kerroksista pinnan vähemmän maatuneisiin kerroksiin (Ronkainen et al. a & b 2014). Pitkälle maatuneiden nevavaiheen turvekerrosten kohdalla biomerkkimenetelmän avulla ei saatu lisää informaatiota vallinneesta kasvillisuudesta verrattuna perinteisellä makrofossiili-menetelmällä saatuun tietoon. Kuitenkin, kun biomerkki- ja makrofossiilimenetelmien avulla saatu aineisto analysoitiin samanaikaisesti monimuuttujamenetelmin, turpeen biomerkkien avulla erottuivat suurimmat muutokset vallinneesta kasvillisuudessa: neva- ja rämesuovaiheet. Biomerkkien avulla myös rämesuon eri mikrohabitaatit, mätäs- ja välipinnat, erottuivat toisistaan. Yhteenvedona voidaan sanoa, että biomerkkimenetelmä toimii hyvin rämevaiheen turpeentekijöitä tutkittaessa, mutta nevavaiheen turvekerrosten kohdalla perinteisen makrofossiilimenetelmän avulla kyetään tarkempaan kasvien tunnistamiseen. Heikon lajintunnistuskyvyn vuoksi biomerkkimenetelmän avulla saatua aineistoa ei tulisi käyttää ainoana aineistona tutkittaessa kasvillisuuden historiallisia muutoksia soilla. Näin ollen, läpi koko turveprofiilin biomerkkimenetelmä toimii lähinnä lisäinformaation lähteenä perinteisen kasvianalyysin rinnalla (Ronkainen 2015).

Viitteet:

- Ronkainen T., McClymont E. L., Väiliranta M. and Tuittila E-S (2013). The *n*-alkane and sterol composition of living fen plants as a potential tool for palaeoecological studies. *Organic Geochemistry* 59, 1 – 9.
- Ronkainen T., McClymont E. L., Tuittila E-S and Väiliranta M. (a 2014). Plant macrofossil and biomarker evidence of fen-bog transition and associated changes in vegetation. *Holocene*. 24, 7.
- Ronkainen T., McClymont E. L., Biasi C., Tuittila E-S, Väiliranta M. Salonen, S.S, Fontana, S. and Kaverin, D. (b 2014) Combined biogeochemical and paleobotanical approach to study permafrost environments and past dynamics. *Journal of Quaternary Science*. 30, 3.
- Ronkainen T. (2015). [Plant biomarkers as a proxy to study highly decomposed fen peat](#). *Dissertationes Schola doctoralis scientiae circumiectalis, alimentariae, biologicae / Universitatis Helsinkiensis*, ISSN 2342-5423; 5/2015

Kasvihuonekaasupäästöt viljan, nurmen ja ruokohelven viljelystä turvemaalla

Kristiina Regina & Merja Myllys

Luonnonvarakeskus, Tietotie 4, 31600 Jokioinen, email: kristiina.regina@luke.fi

Suomen kasvihuonekaasupäästöistä noin 10 % tulee turvemailla tapahtuvasta viljelystä. Kaikista maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä turvemaiden osuus on 60 %, jos sekä hiilidioksidin (CO₂), dityppioksidin (N₂O) että metaanin (CH₄) päästöt otetaan huomioon. Koska turvemaat ovat suurin yksittäinen päästölähde, päästövähennyskeinoja kannattaa etsiä niiden viljelystä. Ruokohelpeä pidetään yleisesti kasvina, jolla on mahdollista vähentää turvemaiden viljelyn ympäristövaikutuksia. Sille on kuitenkin ollut vähän käyttöä. Pohjanmaalle on suunnitteilla bioetanolitehdas, joka pystyisi käyttämään muiden biomassojen ohella ruokohelpeä. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli verrata ruokohelven, nurmen ja viljan kasvihuonekaasupäästöjä ja arvioida bioetanolitehtaan käynnistyksestä johtuvien maankäytön muutosten ilmastovaikutuksia.

Kasvihuonekaasupäästöjä mitattiin Haapajärvellä sijaitsevalla koekentällä viljalta, nurmelta ja ruokohelveltä kammioimenetelmällä vuosina 2012-14. Kaikilla kasveilla oli myös kolme lannoitustasoa, joista yksi oli lannoittamaton.

Dityppioksidin päästöt eivät kovin paljon vaihdelleet vuoden aikana, ja ne olivat selkeästi kohollaan vain lannoituksen jälkeen alkukesän aikaan. Koko vuoden tasolle laskettuna päästöt vaihtelivat välillä 0,3-3,0 kg N₂O-N, mikä on turvemaan päästöiksi hyvin matala taso. Päästöt erosivat merkittävästi toisistaan eri kasveilla siten, että ruokohelveltä päästöt olivat pienimmät ja viljalta suurimmat. Kaikilla kasveilla päästöt myös suurensivat lannoitustason noustessa.

Metaanivuo oli enimmäkseen negatiivinen eli maaperä kulutti metaania, kuten viljelty turvemaat yleensä. Tällä pellolla jotkin käsittelyt olivat kuitenkin jopa metaanin nettopäästäjiä varsinkin ensimmäisenä vuonna, kun maa oli koekentän toisessa laidassa hyvin märkää. Viljelykasvi ja lannoitus eivät vaikuttaneet tuloksiin.

Ekosysteemihengityksenä mitattu hiilidioksidivuo vaihteli välillä 12-20 t C hehtaarilta käsittelyjen välillä ja se oli suurin ruokohelveltä, mikä johtuu sen suuren kasvibiomassan hengityksestä. Jos näistä luvuista arvioidaan maaperän turpeen hajoamisen osuus hengityksestä, päädytään tasolle 6-12 t C hehtaarilta. Näin laskettuna ruokohelven viljelystä aiheutuu vähiten maaperän päästöä. Normaalilla lannoitustasolla (60 kg N) sen voidaan arvioida olevan 7-9 t C hehtaarilta.

Jos verrataan vilja- ja ruokohelpipeltoa, joissa lannoitus vastaa tyypillisiä määriä eli 60 kg N/ha, niin kokonaiskaasutaseessa on noin neljänneksen vähenemä siirryttäessä viljantuotannosta ruokohelpeen. Suunnitteilla olevan bioetanolitehtaan ympäristössä 150 km säteellä on noin 410 000 hehtaaria peltoja, joista viljalla on 170 000 hehtaaria ja kesantoja 26 000 hehtaaria. Alueen viljapelloista noin 30 % ja kesannoista 55 % on turvemaalla. Teoreettinen potentiaali lisätä ruokohelven viljelyä on siis vähintään kesantoalan suuruinen. Viljelijöille tehdyn kyselyn perusteella noin 5 % eli 20 000 ha alueen peltopinta-alasta voitaisiin saada ruokohelven tuotantoon, mikäli laitos toteutuu. Jos tämä pinta-alue saataisiin käyttöön turvemaalla tapahtuvasta viljan viljelystä, vähenisivät alueen peltojen kasvihuonekaasupäästöt 0,18 miljoonaa tonnia, mikä vastaa noin neljänneksen maatalouden tämän hetkisestä päästövähennystavoitteesta. Ilman päästövähennyksiin suunniteltuja kannustimia uusi pinta-ala kuitenkin todennäköisemmin tulisi kesantoalasta, mikä ei olisi päästötaseen kannalta yhtä hyvä vaihtoehto mutta toisaalta siirtäisi jo ojitettua käyttämätöntä alaa hyötykäyttöön.

Raetuhkalannoituksen vaikutus suometsien N₂O-päästöihin

Maarit Liimatainen, Jyrki Hytönen, Pertti J Martikainen & Marja Maljanen

Maarit Liimatainen, Pertti J Martikainen, Marja Maljanen, Itä-Suomen yliopisto, PL 1627, 70211 Kuopio, email: maarit.liimatainen@uef.fi

Jyrki Hytönen, Luonnonvarakeskus, Silmäjärventie 2, 69100 Kannus

Dityppioksidi (N₂O) on voimakas kasvihuonekaasu, jonka pitoisuus on noussut ilmakehässä jatkuvasti teollistumisen jälkeen. Luonnontilaisilta soilta N₂O:a vapautuu hyvin vähän. Kun suo ojitetaan ja vedenpinnan taso laskee, orgaanisen aineen hajotus ja hapen määrä turpeessa lisääntyvät ja N₂O-päästöt saattavat kasvaa merkittävästi etenkin ravinteikkailla soilla (Martikainen ym. 1993). Bioenergian tuotannon koko ajan lisääntyessä voimalaitoksilla muodostuu sivutuotteena valtavasti puutuhkaa, jolle etsitään hyödyntämiskeinoja sen sijaan, että tuhkaa läjitettäisiin maksua vastaan kaatopaikoille. Yksi tapa hyödyntää puutuhkaa on käyttää sitä suometsien lannoitteena, sillä suometsissä on yleensä ennestään riittävästi typpeä, mutta muista ravinteista saattaa olla pulaa. Puutuhka taas sisältää paljon eri ravinteita, mutta ei typpeä (Steenari ym. 1999). Samalla metsiin palautetaan takaisin ne ravinteet, jotka sieltä ovat poistuneet, kun biomassaa on kerätty bioenergian tuotantoon.

Rakeistettu tuhka nostaa vähemmän maan pH-arvoa kuin hienotuhka (Steenari ym. 1999). Lannoitus vaikuttaa kuitenkin maan mikrobiologisiin prosesseihin ja siten mahdollisesti myös N₂O-päästöihin. Raetuhkalannoitus ei kuitenkaan lisännyt N₂O-päästöjä omissa kenttäkokeissamme (Maljanen ym. 2014) kuten ei useimmissa muissakaan tutkimuksissa (mm. Ernfors ym. 2010). Laboratoriokokeissa sen sijaan havaitsimme, että raetuhka saattaa vähentää N₂O-päästöjä (Maljanen ym. 2014). Rakeistusprosessi vaikuttaa tuhkan sisältämiin yhdisteisiin ja ravinteiden liukoisuuteen ja raetuhkasta ravinteet liukenevat paljon hitaammin verrattuna rakeistamattomaan tuhkaan (Steenari ym. 1999). Rakeistuksesta huolimatta osa ravinteista (esim. K, Na, B, S) liukenee nopeasti suolojen muodossa (Steenari ym. 1999, Nieminen ym. 2005), mikä näkyi omissa laboratoriokokeissamme kohonneena sähkönsäilytyskykyä (Maljanen ym. 2014, Liimatainen ym. 2014). Erilaisin laboratoriokokein tutkimme mikä selittää N₂O-tuoton laskemisen, vaikka pH-arvot eivät juuri muutu (Liimatainen ym. 2014). Raetuhka sisältää paljon sulfaatteja ja käyttämällä K₂SO₄ ja (NH₄)₂SO₄ lisäystä saimme aikaan samanlaisen laskun N₂O-päästöissä kuin käyttämällä raetuhkaa. Tämä viittaa siihen, että raetuhkasta liukenevat suolat inhiboivat nitrifikaatiota ja vaikutus näkyy erityisesti heti lannoituksen jälkeen, kun nopeasti liukenevat suolat vapautuvat. Kenttäkokeissa samaa ei havaittu johtuen luultavasti huuhtoutumisesta sekä kasvillisuudesta, joka hyödyntää liukenevia ravinteita.

Viitteet

- Ernfors, M., Sikström, U., Nilsson, M., Klemmedtsson, L. 2010. Effects of wood ash fertilization on forest floor greenhouse gas emissions and tree growth in nutrient poor drained peatland forests. *Sci Total Environ* 408: 4580-4590.
- Liimatainen, M., Martikainen, P.J., Maljanen M. 2014. Why granulated wood ash decreases N₂O production in boreal acidic peat soil? *Soil Biol Biochem* 79: 140-148.
- Maljanen, M., Liimatainen, M., Hytönen, J., Martikainen, P.J. 2014. The effect of granulated wood ash fertilization on soil properties and greenhouse gas (GHG) emissions in boreal peatland forests. *Boreal Environment Research. Boreal Environ Res* 19: 295-309.
- Martikainen, P.J., Nykänen, H., Crill, P., Silvola J. 1993. Effect of lowered water table on nitrous oxide fluxes from northern peatlands. *Nature* 366: 51-53.
- Nieminen, M., Piirainen, S., Moilanen, M. 2005. Release of mineral nutrients and heavy metals from wood and peat ash fertilizers: Field studies in Finnish forest soils. *Scand J Forest Res* 20: 146-153.
- Steenari, B.-M., Karlsson, L.G., Lindqvist, O. 1999. Evaluation of the leaching characteristics of wood ash and the influence of ash agglomeration. *Biomass Bioenerg* 16: 119-136.

Lisääkö typpilaskeuma ombrotrofisen suon metaanipäästöjä?

Sini Arnkil, Sari Juutinen, Tuula Larmola, Jill Bubier, Elyn Humphreys & Tim Moore

Sini Arnkil, Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos, PL 27 (Latokartanonkaari 7), 00014 Helsingin yliopisto, email: sini.arnkil@helsinki.fi

Sari Juutinen, Helsingin yliopisto, Ympäristötieteiden laitos, PL 65 (Viikinkaari 1), 0014 Helsingin yliopisto

Tuula Larmola, Luonnonvarakeskus (Luke), Viikinkaari 4, 00790 Helsinki, Suomi

Jill Bubier, Mount Holyoke College, Environmental Studies Department, 50 College Street

South Hadley, Massachusetts 01075, USA

Elyn Humphreys, Carleton University, Department of Geography & Environmental Studies, 1125 Colonel By Dr, Ottawa, ON K1S 5B6, Canada

Tim Moore, McGill University, Department of Geography and Global Environmental & Climate Change Centre, 805 Sherbrooke Street West, Montreal, Quebec H3A 0B9, Canada

Ilmaperäisen typen (N) laskeuma voi aiheuttaa muutoksia soiden kasvillisuudessa, mikrotopografiassa ja hiilen kiertossa. Ravinnelaskeuman vaikutusten tunteminen on tärkeää, koska boreaalisiin karuihin soihin on varastoitunut huomattava määrä hiiltä (C) ja toisaalta ne ovat myös merkittävä luontainen metaanin (CH₄) lähde. Selvitimme pitkäaikaisen lannoituskokeen avulla, miten kasvanut typpilaskeuma vaikuttaa suon metaanivirtoihin ja toimintaan hiilinieluna.

Tutkimus toteutettiin rahkasammalten (*Sphagnum*) ja varpujen dominoimalla Mer Bleuella, joka on ombrotrofisen suo Ottawassa, eteläisessä Ontariossa. Lannoituskäsittelyjä oli yhdeksän, joista jokaisessa oli kolme toistoa. Kesällä 2015 koealoja oli lannoitettu 11–16 vuoden ajan käsittelyin 1,6, 3,2 ja 6,4 g N m⁻² v⁻¹. Osaan lannoituksista lisättiin fosforia (P) ja kaliumia (K), ja kontrollialoja kasteltiin tislatusella vedellä. Metaanimittaukset tehtiin viikoittain käyttäen suljetun kammion menetelmää. Tutkimusta varten mitattiin myös turpeen lämpötila, vedenpinnan taso sekä maan vesipitoisuus. Lisäksi seurattiin kasvillisuuden muutoksia ja mitattiin metaanin tuotto- sekä kulutuspotentiaalit laboratoriossa tehdyillä inkuboinneilla.

Tulokset osoittavat, että CH₄ vuot suolla ovat pieniä (0,01–0,2 mmol m⁻² h⁻¹), mutta 16 vuoden typpilannoituksen jälkeen metaanipäästöt ovat lisääntyneet suurimmista lannoituskäsittelyistä verrattuna lannoittamattomaan kontrolliin johtuen typen aiheuttamista kasvillisuuden, suon mikrotopografian sekä turpeen ominaisuuksien muutoksista. Kasvillisuuden muutoksiin kuuluvat muun muassa rahkasammalten häviäminen ja uusien kesävihantien lajien ilmestyminen alueelle. Sammaleiden puuttuessa ja hajotuksen kasvaessa turvekerros on painunut ja siitä on tullut märempi, mikä selittää kasvaneet CH₄-päästöt. Tulosten perusteella ilmaperäinen typpilaskeuma heikentää suon toimintaa hiilinieluna ja lisääntyneet metaanipäästöt johtuvat useista eri tekijöistä kasvillisuuden, mikrobiyhteisöjen ja suon kosteuden välillä.

Viitteet

Bubier, J.L., Moore, T.R. & Bledzki, L.A. 2007. Effects of nutrient addition on vegetation and carbon cycling in an ombrotrophic bog. *Global Change Biology* 13: 1168–1186.

Juutinen, S., Bubier, J.L. & Moore, T. 2010. Responses of Vegetation and Ecosystem CO₂ Exchange to 9 Years of Nutrient Addition at Mer Bleue Bog. *Ecosystems*.

Larmola, T., Bubier, J.L., Kobyljanec, C., Basiliko, N., Juutinen, S., Humphreys, E., Preston, M. & Moore, T.R. 2013. Vegetation feedbacks of nutrient addition lead to a weaker carbon sink in an ombrotrophic bog. *Global Change Biology*.

Ennallistamisen vaikutus metsänkasvatuskelvottomien soiden metaanivirtoihin

Tiina Heikkinen, Paavo Ojanen, Kari Minkkinen, Timo Penttilä, Tuomas Haapalehto, Anne Tolvanen

Tiina Heikkinen, Kari Minkkinen, Helsingin yliopisto, metsätieteiden laitos

Paavo Ojanen, Timo Penttilä, Anne Tolvanen, Luonnonvarakeskus

Tuomas Haapalehto, Metsähallitus

Noin puolet Suomen alkuperäisestä suopinta-alasta on ojitettu metsätalouskäyttöön. Ojitusalueista lähes 20 prosenttia voidaan heikon puuston kasvun vuoksi luokitella metsänkasvatuskelvottomiksi. Tällaisia ovat kitu- ja joutomaiden suot, jäkäläturvekankaat sekä ravinne-epätasapainoiset kohteet, kuten lettojen ojitusalueet. Metsänkasvatuskelvottomia soita voidaan kunnostusojituksen asemesta ennallistaa lähelle luonnontilaa.

Ennallistamisen vaikutuksista suon kasvihuonekaasupäästöihin on vain vähän tietoa. Metaanipäästöjen on havaittu kasvavan ennallistamisen jälkeen, mutta tutkimuksia on tehty pääosin turvetuotannosta poistuneilla tai maatalouskäytössä olleilla soilla sekä rehevämmillä turvekankailla. Tuloksia ei voi kuitenkaan suoraan yleistää metsänkasvatuskelvottomiin soihin. Myös pitkäaikaiset seurantatutkimukset ennallistamisen vaikutuksista puuttuvat. Tässä työssä, joka on osa EU rahoitteista LIFEPeatLandUse -hanketta, haluttiin selvittää metsänkasvatuskelvottomien soiden ennallistamisen vaikutusta niiden metaanivirtoihin.

Metaanivirtoja mitattiin suljetun kammion menetelmällä 39 koealalla eri puolilla Suomea vuosina 2014–2015. Koealoista 21 oli ennallistettuja, 15 ojitettuja ja loput kolme luonnontilaisia soita. Ennallistamistoimet (ojien tukkiminen/patoaminen sekä mahdollinen puuston poisto) oli tehty vuosina 1993–2013. Kaasumittausten lisäksi koealoilla seurattiin pohjavedenpinnan tasoa sekä turpeen lämpötilaa, jotka ovat tärkeitä tekijöitä metaanipäästön synnyssä.

Esitelmämme kokoaa yhteen koealakohtaiset metaanivuot ennallistetuilta sekä vastaavilta ojitetuilta ja luonnontilaisilta soilta sekä pohtii niiden yhteyttä erilaisiin ympäristötekijöihin.

Soiden ennallistaminen ja ilmastonmuutokseen sopeutuminen

Jari Ilmonen & Tuomas Haapalehto

Jari Ilmonen, Metsähallitus, luontopalvelut, PL 94, 01301 Vantaa, e-mail: jari.ilmonen@metsa.fi

Tuomas Haapalehto, Metsähallitus, luontopalvelut, PL 36, 40101 Jyväskylä, e-mail:

tuomas.haapalehto@metsa.fi

Kansainvälinen Ramsar –kosteikkosopimus koskee kaikenlaisia kosteikkoja latvavesistöistä rannikkovesiin. Sopimus painottui alun perin vahvasti lintukosteikkoihin, mutta 2000 –luvulla soiden merkitykseen sopimuksen toimeenpanon kannalta on kiinnitetty kasvavaa huomiota. Viime vuosina Ramsar –sopimuksen piirissä on keskusteltu mm. soiden ojitamisen ja ennallistamisen vaikutuksesta hiilitaseeseen ja kasvihuonekaasuihin. Tämän keskustelun seurauksena Pohjoismaiden ministerineuvosto rahoitti vuonna 2015 julkaistun pohjoismais-baltialaisen selvityksen turvemaiden ilmastovaikutuksista (Barthelmes ym. 2015).

Selvityksen keskeisiä viestejä on, että turvemaat ovat pinta-alan nähden tehokas hiilinielu, ja niiden kuivatus vapauttaa turpeeseen pitkällä aikavälillä sitoutunutta hiiltä ja tyypeä nopeasti ilmakehään ja vesistöihin. Vaikka kuivatetut turvemaat kattavat vain noin 0,4% maapallon maapinta-alasta, niiden hiilidioksidipäästöt ovat noin 5% kaikista ihmistoiminnan aiheuttamista päästöistä. Hiilidioksidipäästöjen lisäksi kuivatus aiheuttaa myös luonnon monimuotoisuuden katoa, vesistövaikutuksia ja maan vajoamista. Pohjoismaissa ja Baltiassa turvemaiden pinta-ala on suuri, mutta tästä pinta-alasta keskimäärin lähes puolet on ojitettu (vaihteluväli n. 4% Grönlanti – 93% Tanska). Näissä maissa ojitettujen turvemaiden hiilidioksidipäästöt ovatkin suuria ja voivat jopa olla suuremmat kuin päästöt muista lähteistä.

Kuivatettujen turvemaiden hiilidioksidipäästöjä voidaan vähentää veden pintaa nostamalla. Siksi tällä alueella kuivatettujen turvemaiden ennallistaminen tai uudelleenvesittäminen voisi olla merkittävä toimenpide kansallisissa ilmastonmuutokseen hillitsemisstrategioissa. Tähän tarjoutuu tulevaisuudessa aiempaa paremmat mahdollisuudet; esimerkiksi kv. päästöraportointiin on lisätty toimenpide, jolla päästöjä raportoivat maat voivat hyötyä uudelleensoistamista seuraavasta päästöjen vähenemisestä. Ojitettujen soiden ennallistamisesta koituu lisäksi hyötyä luonnon monimuotoisuudelle, ja soiden ennallistaminen on yksi merkittävimpiä suojelutoimenpiteitä uhanalaisten luontotyyppien ja lajien suojelutason parantamisen kannalta. Soiden ennallistamisella tai laajemmin kuivatettujen turvemaiden vesittämisellä on myös positiivisia vesistövaikutuksia, sillä ojaverkoston tukkiminen parantaa valuma-alueen vedenpidätyskykyä ja siten sekä ehkäisee tulvia ja kuivuusjaksoja että voi vähentää turvemailta vesistöihin valuvaa kiintoainetta ja ravinnekuormitusta.

Ojitettujen turvemaiden vesittämisestä ja ekologisesta ennallistamisesta koituu potentiaalista hyötyä sekä luonnonsuojelun, vesienhoidon, tulvasuojelun että kansallisen ilmastonmuutoksen lieventämis- ja sopeutumisstrategian kannalta. Siksi näiden alojen yhteistyön ja kommunikaation lisääminen auttaisi löytämään useampien tavoitteiden kannalta kustannustehokkaampia ratkaisuja. Monitavoitteista lähtökohtaa on sovellettu soiden ennallistamisen priorisointityössä (Kotiaho ym. 2015). Runsaan kansallisen ennallistamispotentialin lisäksi Suomessa on erinomaiset mahdollisuudet soiden ennallistamisen moniulotteisten vaikutusten viestimiseen suojelualueverkoston tarjoamien puitteiden (rakenteet, opastustaulut ja –keskukset) avulla.

Viitteet

Barthelmes, A., Couwenberg, J., Risager, M., Tegetmeyer, C., Joosten, H. 2015. Peatlands and Climate in a Ramsar context. A Nordic-Baltic Perspective. TemaNord 2015:544. 247 s.

Kotiaho, J.S., Kuusela, S., Nieminen, E., & Päivinen J. 2015. Elinympäristöjen tilan edistäminen Suomessa. Suomen ympäristö. 8/2015.

Suot Biotalousen maailmassa seminaari 02.02.2016**Teema:** Suot ja ilmasto**Esittäjä:** Jyrki Jauhiainen**Abstrakti:** Kuivatuksen ja ennallistuksen vaikutus trooppisen suon kasvihuonekaasudynamiikkaan / Tropical peat greenhouse gas dynamics in drained and restored conditions

Thick tropical peat deposits in lowlands of Southeast Asia give rise to a large regional tropical peat carbon (C) store of 68.5 Gt, equivalent to 11–14% of the global peat C-stores. Since 1990, one third of the total 15.5 Mha of peatland in Peninsular Malaysia and the islands of Borneo and Sumatra have been deforested, drained and burned. At worst, reclaimed peatlands become abandoned and form uncontrollably drained landscapes where recurrent wild fires keep the vegetation regrowth modest and deplete the topmost peat. Emissions from drained tropical peat decomposition and fires are estimated to amount *ca.* 2000 Million tons of CO_{2e} which equals over 7% of global emissions from fossil fuel burning.

Litter dynamics in reclaimed peatlands is typically characterized by low litter deposition rates from reduced vegetation biomass, deposited litter is largely in aerobic conditions, and vegetation usually form less decomposition-resistant litter types than the original swamp forest. Generally lower groundwater tables create improved conditions for aerobic organic matter decomposition and can enhance risk of wild fires. As a consequence, greenhouse gas dynamics may change due to altered peat physical and chemical characteristics in degraded tropical peat.

Degraded tropical peat management activities aiming hydrological and vegetation restoration are typically challenged by size of areas to be included, hard equatorial climate with high temperatures and annually unevenly distributed precipitation, fires, and differing stakeholders' opinions on management of the areas. Restored water table dynamics and reintroduced forest vegetation may not necessarily lead into immediate reduced rates in carbon loss from peat. The presentation will discuss greenhouse gas dynamics in natural and degraded tropical peat systems, main practical challenges found in tropical peat restoration, and what can be expected in greenhouse gas dynamics in restored peatlands in the light of most recent research on the subject.

Suot ja monimuotoisuus – Peatlands and Diversity

Kuinka laajasti ulkopuoliset toimet ovat muuttaneet suojelusoita?

Sakari Rehell, Jussi Päivinen, Pirkko Siikamäki, Juhani Karjalainen, Satu Kalpio, Tuomas Haapalehto

Sakari Rehell. Metsähallitus, Pohjanmaan luontopalvelut, sakari.rehell@metsa.fi

Monilla suojelualueilla reunojen ojitus on saanut aikaan jatkuvasti etenevän prosessin, joka muuttaa suota tyypillisesti karummaksi ja yksipuolisemmaksi. Muutosprosessi voi jatkuessaan uhata keskeisiä suojeluperusteita (esim. aapasuo, letto). Tämän kehityksen katkaiseminen edellyttäisi aktiivisia vesitalouden palauttamistoimia. Yleensä tämä vaatisi vesien ohjaamista reunoista suojelualueelle. Soiden reunojen vähäisestä kaltevuudesta johtuen veden ohjaaminen voi edellyttää pienialaista vedenpinnan nostamista suojelualan reunalla. Tällöin rajan ulkopuoliselle alueelle voi tulla haittoja kuivatusmahdollisuuksien heikkenemisestä. Rajalla tehtävät toimenpiteet edellyttävät kaikkien osapuolten hyväksymistä.

Tässä työssä selvitettiin kohteet, joilla suojeltujen soiden tilaa heikentää suojelualan ulkopuolinen ojitus tai muu maankäyttö. Työssä on tarkasteltu luonnonsuojelualailla suojellut alueet Suomessa. Selvityksessä käytettiin uusimpia ilmakuvia, karttoja, suojelualueilta kerättyjä maastotietoja ja ennallistamissuunnitelmia. Lisäksi tehtiin kysely eri alueista vastaaville viranomaisille. Lopputuloksena syntyi: 1) listaus suojelukohteista, joilla ulkopuolinen ojitus tai muu maankäyttö kuivattaa suojeltua suota, 2) digitoidut rajaukset suojelualan sisäpuolisista ulkopuolisten metsäojitusten kuivattamista alueista, 3) digitoitu arvio suojelualan ulkopuolisista metsäojitusalueista, joilla tarvittaisiin ojitusten uudelleenjärjestelyjä tms., jotta suojelusoiden kuivuminen voitaisiin ehkäistä ja tilannetta parantaa, 4) arvio siitä, kuinka suuri osa suojelualan muuttuneista soista palautuu riittävästi ilman toimenpiteitä, 5) listaus kohteista, joilla suojeltujen soiden muuttuminen johtuu muista tekijöistä kuin tavanomaisesta metsäojituksesta ja arvio suojelualueilla tästä syystä peruuttamattomasti kuivuvasta pinta-alasta.

Tarkastelun perusteella arvioidaan, että suojelualueilla on vähintään noin 24500 ha ulkopuolisten toimien takia muuttuneita soita, joiden vesitaloutta ei voi palauttaa nykyisillä käytännöillä ja rajauksilla. Tästä pinta-alasta noin 14500 ha on arvioitu sellaiseksi, että reunojen metsäojitusalueiden omistajien kanssa tehtävien sopimusten tai kohtuullisten rajaustarkistusten jälkeen suojelualan vesitalous voitaisiin saada kuntoon. Loput (noin 10000 ha) ovat vaikeammin ratkaistavissa olevia ongelmia kuten pohjavedenoton, suurten kuivatuskanavien, peltojen, teiden, maa-ainesten oton tai rakennettujen alueiden aiheuttamia tilanteita jne.

Suurimmat ongelmat keskittyvät rehevimmille, pohjavesivaikutteisille suotyypeille sekä eteläisille aapasuille. Ylivoimaisesti suurin osa edellä esitetystä ulkopuolisten tekijöiden muuttamasta suopinta-alasta sijoittuu Natura-alueille, missä viranomaisten lakisääteinen velvollisuus on turvata suojelun perusteena olevien arvojen säilyminen. Suojeltujen soiden kuivumiskehityksen pysäyttämiseksi olisi toteutettava toimenpiteet, joita näille ongelmakohteille esitetään soidensuojelun täydennysesityksessä (suunnitelmallinen vesien ohjaus ja siihen liittyvä haitankorvausjärjestelmä sekä lisäksi suojelualan rajojen tarkistuksia valtionmailla ja rahoituksen järjestämistä yksityismaiden kohteita varten). Nykyisten suojeltujen soiden laaja muuttuneisuus korostaa myös soidensuojelun täydennysesityksen täyden toteuttamisen merkitystä.

Viitteet

Rehell S, Päivinen J, Kalpio S., Karjalainen J. Siikamäki P 2014: Suojelualan kuivatustilanneselvitys. Yhteenvetoraportti + liitetaulukko. MH luontopalvelut. Ympäristöministeriö.

Rehell S, Sallantausta T, Aapala K. 2013. Suojelualan rajausten puutteet ja niiden korjaaminen. Teoksessa: Aapala K, Similä M, Penttinen J (toim.) Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. s. 33–35.

Allikoiden pohjaeläimet Karvian Alkkiannevalla – pilottitutkimus syksyllä 2015

Joni Mustonen, Ville Kangasniemi & Ari T. K. Ikonen

Ympäristötutkimus ja -arviointi EnviroCase Oy, Hallituskatu 1 D 4, 28100 Pori, joni.mustonen@envirocase.fi

Tämän pilottitutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena oli selvittää Ekman-kauhaisunoutimen soveltuvuutta pohjaeläinnäytteenottoon allikkotutkimuksessa ja tarkastella alustavasti allikoiden pohjaeläimistöä. Kohteeksi valittiin suotyypiltään nevalaitainen Karvian Alkkianneva Pohjois-Satakunnassa, jossa tiedettiin olevan tarkoitukseen soveltuvia kohtuullisesti saavutettavissa olevia allikoita. Aikaisemmin Alkkiannevaa on tutkinut ainakin GTK turvevarojen osalta, ja Metlalla (nyk. Luke) on alueella koe- ja tutkimustoimintaa.

Näytteenottopaikoiksi valittiin kaksi suhteellisen helposti tavoitettavaa allikkoa, joista toinen oli pienialainen (vesipinta-ala näytteenottopäivänä noin 50 m²) ja matala (keskisyvyys näytteenottopäivänä selvästi alle 0,5 m) ja toinen suurialaisempi (noin 500 m²) ja hieman syvempi (keskimäärin noin 0,5 m). Maastohavaintojen perusteella pienemmän allikon vesipinta-ala voi olla suurimmillaan jopa viisinkertainen ja suuremman noin kaksinkertainen. Pienemmästä allikosta otettiin kolme kauhaisunäytettä rannalta käsin ja suuremmasta yhteensä viisi kauhaisunäytettä, joista kaksi otettiin allikon keskeltä kelluntarenkaan avulla. Jokainen näyte käsiteltiin erikseen. Kauhaisunäytteet seulottiin maastossa 0,5 mm sankoseulalla. Allikoista otettiin myös pintavesinäytteet veden värin, sameuden ja tummuuden arviointia varten sekä mitattiin veden lämpötila ja määritettiin pH-paperin avulla suuntaa-antava pH. Pohjaeläimet poimittiin elävinä näytteenoton jälkeisinä päivinä.

Poimitut pohjaeläimet tunnistettiin karkealla tasolla, jonka jälkeen näiden lajien/lajiryhmien yksilömäärät laskettiin ja biomassat määritettiin mittaustarkkuuden rajoissa. Näytteistä tunnistettiin muun muassa polttiaisten (*Ceratopogonidae*), surviaissääskien (*Chironomidae*), sudenkorentojen (*Odonata*) ja vesiperhosten (*Tricoptera*) toukkia sekä keltalaisukeltaja (*Dytiscus marginalis*). Surviaissääsken toukkia (*Chironomus plumosus*) havaittiin parhaimmillaan tuhansia yksilöitä neliometriä kohti. Tutkittujen allikoiden pohjamateriaali oli pääosin tummaa liejua, hajonnutta kasviainesta ja rahkasammalia. Suuremman allikon rannoilla havaittiin lisäksi lintujen sulkia ja ulostetta.

Tässä tutkimuksessa havaittiin varsin monipuolista pohjaeliöstöä, vaikka allikot olivat näytteenottoa edeltäneen kuivan kauden vuoksi suhteellisen matalia ja pienialaisia (märempänä aikana selvästi syvempiä ja laajempia). Suppeassa kirjallisuuskatsauksessa emme havainneet Suomessa tehdyn vastaavanlaista allikkotutkimusta, mutta esimerkiksi Kanadassa ja Iso-Britanniassa allikoiden pohjaeläimistöä on tutkittu. Kanadassa on tutkittu myös allikoiden kasvillisuutta. Allikot jäävät terrestrisen ja akvaattisen tutkimuksen välimaastoon, ja allikot käsitetään usein suotyypin osana, joten niitä ei ole omana kokonaisuutenaan tutkittu kovinkaan laajasti.

Allikoihin ja niiden pohjaeläimiin voi päätyä haitta-aineita laskeuman, valumavesien tai pohjaveden mukana. Allikon pohjaeläimet pysyvät pääosin allikossa ja sen ympäristössä, mutta pohjaeläimiä syövät linnut ja muut eliöt liikkuvat ympäristössä laajemminkin ja saattavat kulkea pitkiäkin matkoja kuljettaen haitta-aineita edelleen. Allikoihin liittyvä kasvillisuus on myös mielenkiintoinen kokonaisuus, sillä se käsittää suokasvillisuuden lisäksi tyypillisesti akvaattiseksi luokiteltavaa kasvillisuutta. Tämän vuoksi olisi tärkeää tuntea tarkemmin allikoissa ja niiden ympäristössä tavattavia eläin- ja kasvilajeja sekä allikoiden veden ja pohjamateriaalin ominaisuuksia. Koko tämän kokonaisuuden kattava tutkimus avaisi mahdollisuuden ekosysteemimallinnukselle, jonka avulla päästäisiin parempaan käsitykseen sekä ekosysteemin avainlajeista että haitta-aineiden ja ravinteiden kierrosta.

Ekosysteemipalvelut tieteen ja politiikan rajapinnassa – tapaustutkimus Suomen soidensuojelupolitiikan konfliktista

Anna Salomaa^{a*} & Riikka Paloniemi^b

^aYmpäristötieteiden laitos, PL65, 00014, Helsingin yliopisto

^bSuomen ympäristökeskus, PL140, 00260, Helsinki

* Vastaava kirjoittaja anna.salomaa@helsinki.fi

Valta ja arvot vaikuttavat merkittävästi suojelupolitiikan määrittelyyn. Suomessa tämä on ollut viimeaikoina erityisen näkyvää soitaa koskevassa politiikassa. Soidensuojelun lakisääteisen suojeluohjelman valmistelusta luopuminen tilanteessa, jossa vapaaehtoisen suojelun rahoitus vähenee aiheuttaa riskin soiden säilymiselle. Lisäksi vapaaehtoinen suojelu ei takaa arvokkaimpien soiden tai suokokonaisuuksien suojelua. Koska turvetuotannon sijoittamista on rajattu uudessa ympäristönsuojelulaissa, on laki mahdollisesti tärkein soiden ekosysteemipalveluja eli luonnosta saatavia hyötyjä hallinnoiva/säilyttävä politiikkainstrumentti.

Me aiomme tutkia Suomen soidensuojelun tieteen ja politiikan rajapinnan tapahtumia empiirisesti seuraavien kysymysten avulla: 1) miten tieteellinen tieto monimuotoisuudesta, ilmaston muutoksesta ja ekosysteemipalveluista on huomioitu päätöksenteossa, 2) kuinka tieteellisen tiedon huomiointi tai huomiotta jättäminen liittyy valtaan 3) millainen vaikutus sillä on suojelun tehokkuuteen. Tutkimusaineistona toimivat keskeiset dokumentit suostrategia, valtioneuvoston periaatepäätös soiden ja turvemaiden kestävästä ja vastuullisesta käytöstä ja suojelusta, soidensuojelun työryhmän raportin tiivistelmä ja ympäristönsuojelulaki. Ennakkotutkimuksessa analysoimme kuinka ekosysteemipalveluista ja suojelukeinojen vapaaehtoisuuden näkökulmasta keskusteltiin seuraavissa soiden suojelupolitiikan määrittelyyn liittyvissä keskusteluissa; valtioneuvoston periaatepäätös, soidensuojelua koskeva asiantuntijakeskustelu sekä julkinen verkkokeskustelu otakantaa.fi -sivustolla.

Internet-keskustelu oli monipuolisempaa ja vastakkaisasettelevampaa kuin keskustelu muissa aineistoissa. Eniten keskusteltiin tuotantopalveluista turve ja puu sekä virkistykseen liittyvistä palveluista. Abstraktimmat säätely- ja tukipalvelut jäivät keskusteluissa sivuosaan. Ekosysteemipalveluista puhuminen näyttöä kiinnostavasti tiukan suojelun puolustamisena vastakohtana vapaaehtoisuudelle.

Soidensuojelun täydennysohjelmahanke – deliberatiivinen kokeilu vai pelkkää politiikkaa?

Eerika Albrecht

Eerika Albrecht, Itä-Suomen yliopisto, historia- ja maantieteiden laitos, Yliopistokatu 2, PL 111, 80101 Joensuu, eerika.albrecht@uef.fi

Soidensuojelun täydennysohjelmavalmistelu käynnistyi asiantuntijatyöryhmän voimin syyskuussa 2012. Täydennysohjelmatarve on pitkään ollut tiedossa, sillä erityisesti eteläisen suomen suoalueille kohdistuu käyttöpaineita mm. maanviljelyn, metsänhoidon ja turvetuotannon muodoissa. Työryhmän alkuperäinen tehtävä oli valmistella luonnonsuojelulain mukainen luonnonsuojeluohjelmaehdotus rajauksineen vuoden 2014 loppuun mennessä. Syksyllä 2014 työryhmä ei ympäristöministerivaihdoksen seurauksena kokoontunut. Keväällä 2015 työryhmän tehtäväksi asetettiin vaihtoehtoisten suojelun toteutuskeinojen selvittäminen ja lakisääteisen luonnonsuojeluohjelman valmisteluista luovuttiin. Haastattelin 12 työryhmän jäsentä tammi-helmikuussa 2015. Tutkimushaastattelut ajoittuivat ajankohtaan, jolloin soidensuojelu politisoitui ja määrittelykamppailua käytiin vapaaehtoisten suojelukeinojen ja lakisääteisen suojeluohjelman välillä. Kysymykset liittyivät täydennysohjelman valmisteluprosessiin, soidensuojelun perusteluihin sekä suoluonnon arvoon. Analysoin täydennysohjelmaprosessia deliberatiivisen demokratian näkökulmasta, jolloin vertaan käsitystä ideaalista hallintatavasta vallitsevaan todellisuuteen. Deliberaation tavoitteena on kansalaisten osallistuminen päätöksentekoon sekä avoin tiedottaminen. Prosessia voidaan lähestyä myös deliberatiivisten kokeilujen näkökulmasta, jolloin ongelmana on usein kytköksen puuttuminen edustuksellisen demokratian ja deliberatiivisen demokratiakokeilun välillä. Soidensuojelutyöryhmä on eräänlainen deliberatiivisen demokratian käytännön sovellus, jonka työpanos saatetaan tilanteen niin vaatiessa poliittisesti sivuuttaa.

GTK:n tutkimien soiden luonnontilaluokitukset

Kimmo Virtanen, Geologian tutkimuskeskus, PL 1237, 70211 Kuopio, kimmo.virtanen@gtk.fi

Tapio Toivonen, Geologian tutkimuskeskus, PL 97, 67101 Kokkola, tapio.toivonen@gtk.fi

Arto Laiho, Geologian tutkimuskeskus, PL 97, 67101 Kokkola, arto.laiho@gtk.fi

VN:n periaatepäätöksen (30.8. 2012) mukaan soiden ja turvemaiden kestävä ja vastuullista käyttöä, sekä suojelua sovitetaan yhteen kohdentamalla soita merkittävästi muuttava toiminta ojitetuille tai luonnontilaltaan muuten merkittävästi muuttuneille soille ja turvemaille. Soiden ja turvemaiden käytön kohdentamiseen periaatepäätöksen linjauksen mukaisesti käytetään apuna luonnontilaisuusasteikkoa ja siihen YSL:ssa ja YLA:ssa kuvattuja soveltamisperiaatteita. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ohjaavat maankäytön suunnittelua. Viranomaisten on suunnitellessaan alueiden käyttöä koskevia toimenpiteitä pyrittävä edistämään VAT:n mukaisten tavoitteiden toteuttamista.

Soiden käyttö suunniteltaessa tulee arvioida soiden yleiset - ja erityiset luonnonarvot. Soiden yleisiä luonnonarvoja arvioitaessa työkaluksi on luotu soiden luonnontilaluokitusasteikko. Luonnontila-asteikolla kuvataan suon ojitustilannetta ja siitä aiheutuneita vesitalouden ja kasvillisuuden muuttuneisuutta. Suolla tarkoitetaan luokittelua tehtäessä suokokonaisuutta. Luonnontilaisuusasteikko (luokat 0 -5) on apuväline soita ja turvemaita koskevaan yleispiirteiseen, lähinnä maakuntakaavatasoiseen maankäytön suunnitteluun.

GTK on luokitellut noin 16 800 tutkimansa suon luonnontilaluokan alustavasti. Tämä vastaa n. 2,2 milj. hehtaarin pinta-alaa. Luokituksia on tehty Pohjois-Pohjanmaan- ja Etelä-Pohjanmaan liitoille vuosina 2012 ja 2013 yhteensä n. 6 000 suolta ja vuosina 2012, 2013 ja 2014 GTK luokitteli maastotyökohteidensa luonnontilaluokat (yli 1000 suota). Vuonna 2015 luonnontilaluokittelua tehostettiin TEM:n – GTK:n tulossopimuksessa ja päätettiin luokitella kaikki luokittelemattomat GTK:n maastossa tutkitut suot ja turvemaat (n. 10 000 kpl). Luokittelussa soiden rajauksina on toistaiseksi käytetty GTK:n suotutkimuskokonaisuuksia, jotka pääsääntöisesti rajautuvat suota ympäröivään mineraalimaahan tai vesistöön.

Valtaosa GTK:n luokittelemista soista on 0 -1 luokan soita, n. 11 600 kpl (69%). Luokan 2 soita on n. 3000 kpl (n. 17%), luokan 3 soita on n. 1500 kpl (n. 9%) ja luokkien 4 ja 5 soita on yhteensä n. 750 kpl (alle 5%). Soiden epätasainen jakauma eri luokkiin johtuu GTK:n suotutkimuksien painottumisesta etäiseen Suomeen, jossa soiden ojitukset ja muu maankäyttö ovat olleet intensiivisempää kuin Pohjois-Suomessa. GTK:n tutkimusaineisto ei ole Keski- ja Pohjois-Lapissa, jossa suot ovat valtaosin luonnontilaisia, läheskään niin kattava kuin muualla Suomessa. Tutkimuksia on myös vähän luonnonsuojelualueilta. - GTK:n suotieto ei siis ole kattava koko Suomen soiden luonnontilaluokkia arvioitaessa. GTK:n tutkimista soista on jätetty luokittelematta toistaiseksi n. 500 suota. Tämä johtuu luonnontilaluokituksen sopimattomuudesta kaikkiin luonnossa vallitseviin tilanteisiin.

GTK luonnontilaluokituksen tulokset ovat nähtävissä verkkopalvelussa

http://gtkdata.gtk.fi/Turvevarojen_tilinpito/index.html. Tämän palvelun tiedonjakelu on laajenemassa muutenkin GTK:n suotietojen osalta.

Uhanalaisten kasvilajien hotspottien identifioiminen lajimallien avulla

Summed individual species models in identifying hotspots of threatened mire plant species

Miia Parviainen, Kaisu Aapala, Seppo Tuominen & Anne Tolvanen

Miia Parviainen, Anne Tolvanen, Luonnonvarakeskus, Paavo Havaksen tie 3 90014 Oulun yliopisto, email: miia.parviainen@luke.fi, anne.tolvanen@luke.fi

Kaisu Aapala, Seppo Tuominen, Suomen ympäristökeskus, Mechelininkatu 34a 00260 Helsinki, email: kaisu.aapala@ymparisto.fi, seppo.tuominen@ymparisto.fi

Low-productive drained peatlands, which is the key issue concerning the peatland use in Finland, cover ca. 20% of the drained peatland area in Finland. Land use planning concerning these areas is highly dependent on the current state of the peatland ecosystem and its capability to produce different ecosystem services. Reliable identification of areas with high ecological values is necessary in allocating proper re-use options and especially in allocating restoration options.

Predictive species distribution modelling offer a cost-efficient method to evaluate the biodiversity values of low-productive drained peatlands and their surroundings before large scale peatland re-use is planned and carried out. The aim of this study is to scrutinize, where the hotspots of threatened mire plant species may occur in aapa mire region. A traditional way to develop spatial projections of species richness would be direct measurement of numbers of species from surveyed sites and relating this information to the environmental variables derived from GIS data, to produce models that yield predictions of richness to unsampled sites. We use less often applied way: each species is first modelled separately and the predicted species richness are identified by summing up the spatial predictions of individual species. The top 5% of grid cells ranked by species richness can be classified as hotspots. This method may provide some useful advantages, such as better control for poorly modelled species and unacceptable prediction maps, and easier identification of the set of the most important explanatory variables and of the response shapes between species and their environment in certain subgroups of species.

This study is part of EU LIFE+ -project LIFEPeatLandUse (LIFE12/ENV/FI/150), which consolidates and increases the knowledge base on the impacts of peatland re-use on ecosystem services.

The variation in standing biomass and biomass production between vegetation communities of an ombrotrophic boreal bog

Aino Korrensalo, Laura Kettunen, Raija Laiho, Pavel Alekseychik, Janne Rinne, Timo Vesala & Eeva-Stiina Tuittila

Aino Korrensalo, Laura Kettunen, Eeva-Stiina Tuittila, School of Forest Sciences, University of Eastern Finland, Yliopistokatu 2, Joensuu, Finland, aino.korrensalo@uef.fi

Raija Laiho, Natural Resources Institute, Kaironientie 15, 39700 Parkano, Finland

Pavel Alekseychik, Timo Vesala, Dept. of Physics, PL 45, 00014 University of Helsinki, Finland

Janne Rinne, Dept. of Geosciences and Geography, PL 64, 00014 University of Helsinki, Finland

Due to the imbalance between organic matter production and decomposition, peatlands are a globally important carbon storage. Biomass production is known to be dependent on water table distance from the peat surface, but differences in biomass production between vegetation communities of peatlands with spatially varying water table are poorly known.

We quantified the above- and belowground biomass and biomass production of shrubs, sedges and Sphagnum mosses in six different vegetation communities of an ombrotrophic boreal bog. In addition, we estimated the biomass production of the whole ecosystem and compared that with the ecosystem NPP measured with eddy covariance method.

Standing biomass was concentrated on dry vegetation communities with a gradual decrease towards wet surface types. Biomass production was rather similar between vegetation communities with an exception of mud bottoms almost without vegetation. The even production along the water table level gradient was a result of different optima of the vegetation components. Vascular above- and belowground biomass production was concentrated on the drier surfaces whereas *Sphagnum* produced the most biomass at intermediate water table levels. On average 56 % of the vascular biomass was produced belowground. The calculated total ecosystem biomass production corresponded well with the NPP derived from eddy covariance measurements.

Suot ovat globaalisti merkittävä hiilivarasto orgaanisen aineksen tuotannon ja hajotuksen välisen epätasapainon vuoksi. Biomassatuoton tiedetään riippuvan vedenpinnan etäisyydestä turpeen pintaan. Kasviyhteisöjen väliset erot biomassan tuottajina tunnetaan huonosti soilla, joilla on voimakas spatiaalinen vaihtelu vedenpinnan tasossa.

Mittasimme varpujen, sarojen ja rahkasammalten maanpäällisen ja –alaisen biomassan määrän sekä biomassatuotannon kuudessa keidasrämeen kasviyhteisössä. Laskimme myös koko ekosysteemin biomassatuotoksen, jota vertasimme mikrometeorologisiin menetelmin arvioituun ekosysteemin nettoperustuotantoon.

Biomassaa oli eniten kasviyhteisöissä, joissa vedenpinta oli syvällä turpeen pintaan nähden, ja väheni tasaisesti korkeammilla vedenpinnan tasoilla. Biomassatuotos ei juuri eronnut kasviyhteisöjen välillä lukuunottamatta lähes kasvittomia ruoppapintoja. Biomassatuotoksen tasaisuus johtui rahkasammalten ja putkilokasvien erilaisesta tuotto-optimista vedenpinnan tason suhteen. Putkilokasvien maanpäällinen ja –alainen biomassatuotos oli suurinta mättäillä, kun taas rahkasammalet tuottivat eniten biomassaa välipinnoilla. Juuristo tuotti keskimäärin 56 % putkilokasvibiomassasta. Koko ekosysteemin biomassatuotos vastasi hyvin mikrometeorologisiin menetelmin laskettua nettoperustuotantoarviota.

SIP-leimaus ja syväsekvensointi paljastavat suon metaania hapettavan mikrobiyhteisön toiminnallisen monimuotoisuuden

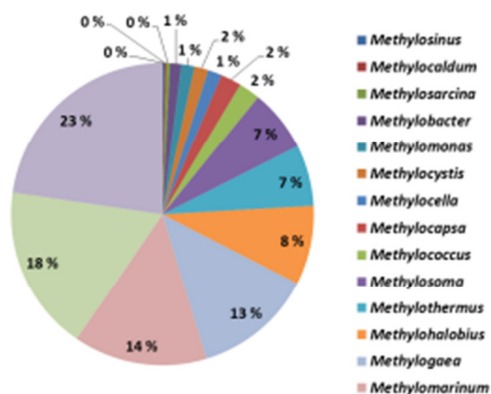
Krista Peltoniemi, Tero Tuomivirta & Hannu Fritze

Luonnonvarakeskus (LUKE), Luonnonvarat ja biotuotanto, Jokiniemenkuja 1, 01370 Vantaa, email: krista.peltoniemi@luke.fi

Borealiset suot varastoivat noin 30% koko maailman maaperän hiilestä ja ne ovat merkittäviä metaanin lähteitä. Metaanin on arvioitu sitovan jopa 34 kertaa hiilidioksidia enemmän lämpösäteilyä kuin hiilidioksidi (IPCC, 2013). Metaani syntyy suon hapettomissa kerroksissa arkeonien toimesta niiden hajottaessa erilaisia orgaanisia aineita. Osa arkeonien tuottamasta metaanista hapettuu metaania hapettavien bakteerien (metanotrofien) toimesta suon ylemmissä kerroksissa hiilidioksidiksi ja vedeksi. Niinpä metanotrofit ovat tärkeitä ja ainoita biologisia ilmaston lämpenemisen jarruttajia. Boreaalisten soiden metanotrofien toiminnallinen monimuotoisuus on kuitenkin vielä monin osin hämärän peitossa.

Toiminnallisen monimuotoisuuden tutkimiseksi turvekairanäytteet otettiin Lakkasuon runsasravinteiselta sarasuotyypiltä. Potentiaalinen metaanin hapetuskyky mitattiin osanäytteistä kaasukromatografisesti. Metaaninhapetuskyvyltään aktiivisimmat näytteet valittiin stabiili-isotooppi-leimauskokeeseen (SIP, stable isotope probing). Näytteitä inkuboitii ^{13}C leimatulla metaanilla, jonka jälkeen nukleiinihapot eristettiin. Aktiivisimpien metanotrofien eristämiseksi poistimme DNA:n, ja RNA eroteltiin cesiumtrifluoroasetaatissa (CsTFA) isopyknisellä tiheysgradienttisentrifugaatiolla raskaaseen ja kevyeen RNA:han. Aktiivisten mikrobien sisältämä raskas RNA sisältää ^{13}C -leiman. RNA saostettiin isopropanonilla, ja kuuden osanäytteen yhdistämisen jälkeen ribosomaalinen RNA poistettiin Ribo-Zero Magnetic for Bacteria kitillä. Jäljellä oleva RNA monistettiin ja käänteiskopioitiin Ovation RNA-Seq System V2 kitillä. Näyte fragmentoitiin ja sekvensoitiin Illuminan NextSeq 500 sekvensointialustalla Helsingin yliopiston Biotekniikan instituutin sekvensointilaboratoriossa.

Raakadata sisälsi 26–28 500 000 sekvenssiparia. Sekvenssiparien yhdistämisen jälkeen noin 26 % noin 170 bp:n kokoisista sekvensseistä oli ribosomaalista alkuperää. Ribosomaalisen 16S RNA:n perusteella aktiiviset metanotrofit ryhmittyivät 16:sta sukuun, joista yli 67 % oli tyyppin I metanotrofeja, joita esiintyy mm. järvien ja merten sedimenteistä, riisipelloilta sekä metsien ja arktisten alueiden maaperästä. Yllättäen vain pieni joukko ryhmittyi tyyppin II metanotrofeihin, joiden on arveltu olevan runsaampia boreaalisilla sarasoilla (Yrjälä et al. 2011).



Viitteet

IPCC, 2013. Climate Change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

Yrjälä, K., Tuomivirta, T., Juottonen, H., Putkinen, A., Lappi, K., Tuittila, E.-S., Penttilä, T., Minkkinen, K., Laine, J., Peltoniemi, K., Fritze, H., 2011. CH₄ production and oxidation processes in a boreal fen ecosystem after long-term water table drawdown. *Global Change Biology* 17, 1311–1320.

Posterit –Posters

Nutrient application affects the carbon balance of drained peatland forest sites with P and K shortage.

Markus Hartman¹, Aino Korrensalo² & Tytti Sarjala³

¹*Natural Resources Institute Finland, Management and Production of Renewable Resources, Environmental Impacts, Jokiniemenkuja 1, FI-00130 Vantaa, Finland, markus.hartman@luke.fi*

²*University of Eastern Finland, P.O.B. 111, 80101 Joensuu, Finland, aino.korrensalo@uef.fi*

³*Natural Resources Institute Finland, Bio-based business and industry, Novel products, services and technology, Kaironientie 15, FI-39700 Parkano, Finland, tytti.sarjala@luke.fi*

A fourth of the annual forest growth in Finland (about 25 Mm³ of 100 Mm³) emanates from drained peatlands, an area of about 6 Mha. Due to their nutrient imbalances, on about 1.7 Mha of these, mineral nutrients or ash has been applied to support or improve wood productivity, resulting in a surplus increment of about 50 Mm³ during the last 50 years. On the other hand, drainage and subsequent water level drawdown of peatlands have accelerated the decomposition of the substrate leading to an increased CO₂ respiration from the soil to the atmosphere.

Estimation of the short-term carbon balance on drained peatland forests require simultaneous measurements of the carbon pool changes in the aboveground vegetation and tree stand as well as in the soil, including reasonably accurate estimates of the heterotrophic and autotrophic soil CO₂ proportions. So far, only a few studies that we know of deal with the effects of nutrient application on the carbon balance of forestry drained peatland sites.

In this paper, we present the results of a study from two manipulated drained peatland forest sites where we have eliminated the autotrophic respiration input as well as studied the subsequent effect of nutrient application on the sites. During the three years of this study, nutrient application had no effect on the heterotrophic respiration, while the autotrophic respiration and tree stand biomass increased on the nutrient applied treatments.

Temperature response of methane oxidation and production potentials in peatland ecosystems across Finland / Metaanin hapetus- ja tuottopotentiaalien lämpötilavaste Suomen suoekosysteemeissä

Johanna Kerttula, Nina Welti, Marja Maljanen, Aino Korrensalo, Salli Uljas, Annalea Lohila, Anna Laine, Timo Vesala, Eeva-Stiina Tuittila

Johanna Kerttula, Nina Welti, Marja Maljanen, Itä-Suomen Yliopisto, Ympäristötieteen laitos, Yliopistonranta 1E, Kuopio nina.welti@uef.fi

Aino Korrensalo, Salli Uljas, Eeva-Stiina Tuittila, Itä-Suomen Yliopisto, Metsätieteiden osasto, Yliopistokatu 2, Joensuu

Annalea Lohila, Ilmatieteenlaitos, Finnish Meteorological Institute, Atmospheric Composition Research, P.O.Box 503 FIN-00101 Helsinki Finland

Timo Vesala, Helsingin yliopisto, Fysiikan laitos, PL 45, 00014 Helsingin yliopisto

It has been suggested that the ecosystems located in the high latitudes are especially sensitive to warming. Therefore, we compared 13 peatland systems throughout Finland along a latitudinal gradient from 69°N to 61°N to examine the response of methane production and methane oxidation with warming climate. Peat samples were taken at the height of the growing season in 2015 from 0 – 10cm below the water table depth. The plant communities in sampling locations were described by estimating cover of each plant species and pH of water was measured. Upon return to the lab, we made two parallel treatments, under anoxic and oxic conditions in order to calculate the CH₄ production and consumption potentials of the peat and used three temperatures, 4°C, 17.5°C, and 30°C to examine the temperature effect on the potentials. We hypothesized that there will be an observable response curve in CH₄ production and oxidation relative to temperature with a greater response with increasing latitude. In general, increasing temperature increased the potential for CH₄ production and oxidation, at some sites, the potential was highest at 17.5°C, indicating that there is an optimum temperature threshold for the *in situ* methane producing and oxidizing microbial communities. Above this threshold, the peat microbial communities are not able to cope with increasing temperature. This is especially noticeable for methane oxidation at sites above 62°N. As countries are being expected to adequately account for their greenhouse gas budgets with increasing temperature models, knowing where the temperature threshold exists is of critical importance.

Suomessa vallitsevan pohjoisen ilmaston vuoksi, maamme ekosysteemien uskotaan olevan erityisen herkkiä ilmaston lämpenemisen vaikutuksille. Tästä syystä olimme kiinnostuneita vertaamaan eri puolilla Suomea, 69°N – 62°N leveyspiirien välillä, sijaitsevien 13:n suoekosysteemin metaanin tuoton ja hapetuksenoksiduulituoton vastetta lämpenevään ilmastoon. Suonäytteet kerättiin vuoden 2015 kasvukaudella 0 – 10 cm syvyydestä pohjaveden pinnan alapuolella. Määritimme kullakin tutkimusalueella vallitsevan kasvillisuuden ja veden happamuuden. Näytteet kuljetettiin laboratorioon, jossa ne jaettiin kahteen rinnakkaiseen käsittelyyn, hapellisiin ja hapettomiin oloihin, metaanin tuotto- ja kulutuspotentiaalin laskemiseksi. Lisäksi lämpötilan vaikutusta metaanin tuotto- ja kulutuspotentiaaliin tutkittiin inkuboimalla suonäytteitä kolmessa eri lämpötilassa: 4 °C, 17.5 °C ja 30 °C. Odotimme näkevämme metaanin tuotto- ja kulutuspotentiaalien lämpövasteen voimistuvan korkeammilla leveyspiireillä. Yleisesti lämpötilan nosto lisäsi metaanin tuottoa ja kulutusta, mutta joillakin tutkimusalueilla potentiaali oli suurimmillaan 17,5 °C:n lämpötilassa, mikä viittaa *in situ* metaania tuottavien ja hapettavien mikrobisyhteisöjen optimilämpötilan raja-arvoon, jonka ylittyessä mikrobit eivät kykene enää sopeutumaan kohoavaan lämpötilaan. Tämä oli huomattavaa erityisesti metaanin hapetuksessa 62°N leveyspiiriä korkeammalla sijaitsevilla tutkimusalueilla. Koska valtioita velvoitetaan laskemaan kasvihuonekaasupäästöt perustuen ilmastomalleihin, jotka olettavat lämpötilan kohoamisen, on näiden lämpötilan raja-arvojen tunteminen erityisen tärkeää.

Effect of peat characteristics on P, N and DOC mobilization from re-wetted peat soils – A laboratory column study for the impacts of restoration on forestry-drained peatlands

Markku Koskinen, Annu Kaila, Zaki-ul-Zaman Asam, Risto Uusitalo, Aino Smolander, Oili Kiikkilä, Sakari Sarkkola, Veikko Kitunen, Hannu Fritze, Hannu Nousiainen, Arja Tervahauta, Liven Xiao & Mika Nieminen.

Markku Koskinen, Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Finland,
markku.koskinen@helsinki.fi

Annu Kaila, Aino Smolander, Oili Kiikkilä, Sakari Sarkkola, Veikko Kitunen, Hannu Fritze, Hannu Nousiainen, Arja Tervahauta, Mika Nieminen, Natural Resource Institute Finland (LUKE), Jokiniemenkuja 1, FI-01370, Vantaa, Finland.

Risto Uusitalo, Natural Resource Institute Finland (LUKE), Humppilantie 14, 31600 Jokioinen, Finland.
Zaki-ul-Zaman Asam, Liven Xiao, Trinity College, Dublin, Ireland.

Peatlands are an integral part of the hydrological cycle in the boreal and temperate zones, providing ecosystem services such as water filtering. From the mid to late 1900's, over 15 million hectares of peatlands and wetlands were drained for forestry in the temperate and boreal zones that have caused deterioration of biodiversity and loss of ecosystem services. They are now being restored in order to reverse this development.

Restoration of peatlands has been found to cause leaching of DOC and nutrients after raise of the water table level that has been suggested to be a result from the increase in the reducing conditions in the peat. A molar ratio between redox-sensitive Fe and P in the peat of < 10 has been previously suggested as a limit value indicating risk of high P export. The ratio, however, does not predict the level of P release well when the value is < 10 .

It has also been suggested that redox-sensitive Fe is involved in the export of DOC via consumption of protons during reduction reactions of Fe, which reduces the positive charge of the soil particles and makes the DOC molecules more electronegative repelling each other.

An incubation experiment was conducted to study factors affecting P, N and DOC release from inundated peat from forestry-drained peatlands of several fertility classes. It was discovered that in addition to Fe, a high ratio of Al to P in the peat reduces P export under reducing conditions. High peat Fe content was also found to predict high DOC export, suggesting that minerotrophic sites are susceptible to post-restoration DOC leaching due to the Fe in their peat. Microbial biomass and mineralization potential of the peat were not found to be important for the export of DOC or P. High NO_3 content in the peat predicted high export of NH_4 under reducing conditions.

Enhancing Reforestation in Degraded Tropical Peatlands

Maija Lampela, Jyrki Jauhiainen & Harri Vasander

Maija Lampela, Jyrki Jauhiainen, Harri Vasander, Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Finland, maija.lampela@helsinki.fi

Tropical peatlands of Southeast Asia are great terrestrial carbon stores and major hot spots of biodiversity. Main tropical peat ecosystem is peat swamp forest (PSF), a rain forest on top of up to 20 m deep peat. Currently peat swamp forests are converted to plantations and agriculture with breath-taking pace. Aside from conservation, also active restoration is needed on destroyed areas. Our work seeks practical and affordable techniques for reforestation of degraded peatlands. Our study site was clear-felled open, drained and several times burnt deep peat area in the so-called Ex-Mega Rice area in Central Kalimantan, Indonesia. We chose five native PSF tree species (*Shorea balangeran*, *Dyera polyphylla*, *Alstonia pneumatophora*, *Dacryodes rostrata* and *Campnosperma squamatum*) known to have potential for reforestation. Seed material acquired from local forests was grown in a field nursery. At the age of 6-11 months seedlings were planted in the field in three blocks characterized by differing wetness conditions. We used three treatments: weeding (3 intensities), mounding and fertilizing, and their combinations to study the best practices to enhance seedling success. Growth and mortality of the seedlings and environmental variables (water table, temperature, light) were monitored for two years. Effects of treatments and environmental variables on the growth rates were tested with mixed-effect models and on the survival with Cox proportional hazard model. We conclude that of the three treatments, fertilizing had most clear positive effect both on growth and mortality in tested species whereas mounding decreased mortality but the effects on growth were not clear. Weeding had slight positive effect both on growth and survival in most cases. Of the environmental variables water table position was the most influential but the sensitivity of the species to water table fluctuations varied substantially. When labor and material costs are taken into account, our results can derive species-specific best option for reforestation scheme for these five species on degraded tropical peatlands.

Kaivoksen jätevesien vaikutus turpeen ominaisuuksiin ja kasvihuonekaasupäästöihin kultakaivoksen pintavalutuskentällä

Marja Maljanen, Jenna Hynynen, Eeva-Stiina Tuittila, Katharina Palmer

Marja Maljanen, Jenna Hynynen Itä-Suomen yliopisto, ympäristötieteen laitos, PL 1627, 70211 Kuopio.

Marja.Maljanen@uef.fi

Eeva-Stiina Tuittila Itä-Suomen yliopisto, metsätieteiden osasto, PL 111, 80101 Joensuu

Katharina Palmer Oulun yliopisto, Vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio, PL 4300, 90410 Oulun yliopisto

Metallikaivossektorin tuotanto on Suomessa kasvussa samoin kuin kaivoksista aiheutuvat ympäristöriskit. Kaivostoiminnan ympäristövaikutuksia ovat erityisesti prosessijätevesien sekä kuivatusvesien aiheuttama kuormitus. Kaivosvedet ovat yleensä sulfaatti- ja metallipitoisia vesiä. Jätevesissä voi olla myös tyyppä, joka on peräisin louhintaan käytetyistä räjähdysaineista tai esim. kultamalmin prosessointiin käytetystä syanidista. Useat jätevesien haitta-aineet sitoutuvat maapartikkeleihin, mutta samalla voi aiheutua pysyviä muutoksia maaperän ominaisuuksissa ja toiminnassa. Nämä muutokset voivat vaikuttaa myös maaperän mikrobiologiaan ja kasvihuonekaasuja tuottaviin mikrobiologisiin prosesseihin. Vaikutus voi olla suuri kaivosvesien puhdistukseen käytettävillä pintavalutuskentillä.

Tavoitteena oli selvittää, miten jätevesien sisältämät haitta-aineet vaikuttavat turpeen biologisiin prosesseihin, kasvillisuuteen, typen kiertoon ja kasvihuonekaasupäästöihin suoekosysteemissä, joka toimii kultakaivoksen pintavalutuskenttänä. Kasvihuonekaasupäästöjä mitattiin neljällä pisteellä, joista kolme oli jätevesien vaikutuksen alaisena ja yksi referenssipisteenä jätevesien vaikutuksen ulkopuolella. Metaani (CH_4)- ja dityppioksidi (N_2O)- kaasujen pitoisuuksia maaperässä ja niiden päästöjä maaperästä mitattiin kahdeksan kertaa vuosien 2013-2014 aikana ja kaasuäynteet analysoitiin Itä-Suomen yliopistolla Kuopiossa. Lisäksi mittauspisteiden välittömästä läheisyydestä otettiin vesinäytteitä laboratoriomittauksia varten (mm. pH, EC, NO_3^- , NH_4^+ , SO_4^{2-} , DOC ym.) sekä määritettiin vallitseva kasvilajisto.

Tulokset osoittivat että kaivoksen jätevedet vaikuttavat merkittävästi suoekosysteemin kasvillisuuteen ja sen kasvihuonekaasuvirtoihin. Pintavalutuskentällä sijaitsevilla mittauspisteellä havaittiin erittäin suuria N_2O -päästöjä, jotka vastasivat lannoitetun orgaanisen maatalousmaan päästöjä (Maljanen ym. 2010). Referenssipisteen N_2O -päästöt olivat luonnontilaiselle suolle tyypillisesti hyvin pieniä. Metaanipäästöt sen sijaan pintavalutuskentällä olivat hyvin alhaisia, kun taas referenssipisteen päästöt olivat samaa suuruusluokkaa kun yleensä pohjoisilla soilla on havaittu. N_2O -päästöt korreloivat suon pintaveden nitraattipitoisuuden kanssa positiivisesti, joten voimme päätellä että suurien päästöjen syynä oli jäteveden nitraatti, jota ei yleensä muodostu veden kyllästävässä suossa. Metaanipäästöt puolestaan pienenevät suoveden sulfaattipitoisuuden kasvaessa. Tämä voidaan selittää sillä että suuri sulfaattipitoisuus estää metaanin muodostumisen suon hapettomissa olosuhteissa (Winfrey ja Zeikus 1977). Voimme todeta, että kaivoksen pintavalutuskenttä voi toimia merkittävänä N_2O -lähteenä ja jätevesien sisältämät haitta-aineet muuttavat huomattavasti kosteikkoekosysteemin mikrobiologiaa. Jätevesien vaikutusalueen laajuutta ei voida arvioida tämän tutkimuksen perusteella, eikä myöskään sitä kuinka kestävä kosteikkoekosysteemi on pitemmän ajan kuluessa sekä kaivostoiminnan loputtua.

Viitteet

Maljanen, M., Óskarsson, H., Sigurdsson, B.D. ym. 2010. Greenhouse gas balances of managed peatlands in the Nordic countries – present knowledge and gaps. *Biogeoscience* 7: 2711–2738.

Winfrey, M.R., Zeikus, J.G. 1977. Effect of sulfate on carbon and electron flow during microbial methanogenesis in freshwater sediments. *Applied and Environmental Microbiology* 33: 275-281.

Metaanipäästömalli pohjoisille soille

Maarit Raivonen, Sampo Smolander, Jouni Susiluoto, Leif Backman, Thomas Kleinen, Tiina Markkanen, Tuula Aalto, Janne Rinne & Timo Vesala

Maarit Raivonen, Sampo Smolander, Timo Vesala, Helsingin yliopisto, Fysiikan laitos, PL 48, 00014 Helsingin yliopisto, email: maarit.raivonen@helsinki.fi

*Jouni Susiluoto, Leif Backman, Tiina Markkanen, Tuula Aalto, Ilmatieteen laitos, PL 503, 00101 Helsinki
Thomas Kleinen, Max Planck Institute (MPI) for Meteorology, Bundesstr. 53, D-20146 Hamburg, Saksa
Janne Rinne, Helsingin yliopisto, Geotieteiden ja maantieteen laitos, PL 64, 00014 Helsingin yliopisto*

Suot ovat merkittävin luonnollinen ilmakehän metaanin (CH₄) lähde. Todennäköisesti päästöt soista vielä lisääntyvät tulevaisuudessa, kun ilmakehän hiilidioksidipitoisuus kasvaa ja ilmasto lämpenee. Jotta nykyisten ja tulevien päästöjen suuruutta voitaisiin arvioida, päästöjä säätelevät prosessit tulee tuntea ja niiden dynamiikka kuvata kvantitatiivisesti numeerisilla tietokonemalleilla.

Metaania syntyy soissa, koska niissä orgaaninen aineksen hajotusta tapahtuu hapettomissa olosuhteissa ja tämän yksi lopputuote on metaani. Kaikki tuotettu metaani ei päädy ilmakehään, vaan osa siitä hapettuu matkalla hiilidioksidiksi. Tämä prosessi vaatii happea. Yleisen käsityksen mukaan hapettava osuus riippuu paitsi vedenpinnan korkeudesta suossa, mikä määrää hapellisen maakerroksen paksuuden, myös siitä, mitä reittejä metaanilla on käytettävissään suosta poistumiseen. Metaani voi siirtyä diffuusiolla veden ja ilman täyttämässä maahuokosissa, kerääntyä kaasukupliin jotka vapautuvat ilmakehään, sekä siirtyä aerenkymaattisten suokasvien kautta diffuusiolla tai aktiivisessa kuljetuksessa. Kasvien ja mahdollisesti kuplinnan kautta siirtyvä metaani pystyy välttämään hapettavia mikrobeja.

Olemme kehittäneet mallin, joka kuvaa metaanin kuljetusta ja hapetusta suossa, erityisesti pohjoisissa turvetta kerryttävissä soissa. Tavoite on, että malli voisi toimia osana suurempaa biosfäärimallia, MPI-ilmastomallin biosfääriosaa JSBACH:a (Raddatz ym. 2007). Mallin syötteenä on hapeton hajotus, josta lasketaan metaanin tuotto. Malli simuloi metaanin ja hapen kuljetuksen suon ja ilmakehän välillä em. kolmea kuljetusreittiä käyttäen (hapen osalta ei tosin huomioida kaasukuplien avulla tapahtuvaa kuljetusta) sekä metaani- ja happipitoisuudesta riippuvan hapetuksen turvepatsaassa.

Ensimmäisessä vaiheessa testaamme mallin toimivuutta Siikanevalla, suolla, jolla sijaitsee Helsingin yliopiston mittausta paikka. Suon metaanivuota on mitattu siellä mikrometeorologisella kovarianssimenetelmällä vuodesta 2005 alkaen (Rinne ym. 2007). Tässä työssä tarkastelemme mallin toimintaa, vertaamme mallin Siikanevalle ennustamia metaanipäästöjä mitattuihin ja tarkastelemme eri kuljetusreittien osuuksia päästöissä.

Viitteet:

Raddatz, T.J., Reick, C.H., Knorr, W., Kattge, J., Roeckner, E., Schnur, R., Schnitzler, K.G., Wetzel, P., Jungclaus, J. 2007. Will the tropical land biosphere dominate the climate-carbon cycle feedback during the twenty-first century? *Climate Dynamics* 29(6): 565-574.

Rinne, J., Riutta, T., Pihlatie, M., Aurela, M., Haapanala, S., Tuovinen, J.-P., Tuittila, E.-S., Vesala, T. 2007. Annual cycle of methane emission from a boreal fen measured by the eddy covariance technique. *Tellus* 59B: 449-457

Peatland Restoration Monitoring Network in Finland

Reijo Hokkanen, Kaisu Aapala, Tuomas Haapalehto, Janne S. Kotiaho, Jouni Penttinen, Anna-Kaisa Ronkanen & Teemu Tahvanainen

Reijo Hokkanen, Metsähallitus Parks & Wildlife Finland, Haapasaarentie 18, FI-44500 Viitasaari, Finland, email: reijo.hokkanen@metsa.fi

Kaisu Aapala, Finnish Environment Institute, Natural Environment Centre, PO Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland

Tuomas Haapalehto, Jouni Penttinen Metsähallitus Parks & Wildlife Finland, PO Box 36, FI-40101 Jyväskylä, Finland

Janne S. Kotiaho, Department of Biological and Environmental Science, University of Jyväskylä, PO Box 35, FI-40014 Jyväskylä, Finland

Anna-Kaisa Ronkanen, Water Resources and Environmental Engineering, University of Oulu, PO Box 4300, FI-90014 Oulu, Finland

Teemu Tahvanainen, Department of Biology, University of Eastern Finland, PO Box 111, FI-80101 Joensuu, Finland

In large parts of Finland over 75% of peatlands has been drained for forestry. Drainage has many negative effects on peatland hydrology and ecology. Today over 22 000 ha of drained peatlands have been restored in Finland. The goal of restoration is to recover peatland ecosystem. Monitoring of the effects of restoration is needed to evaluate if the goals of restoration have been achieved.

Parks & Wildlife Finland of Metsähallitus has established a permanent network since 2008 for quantitative monitoring of the ecological effects of restoration i.a. on hydrology and vegetation (Aapala et al. 2012). The monitoring network includes 145 monitoring plots covering the whole country. Automatic data loggers collect data on water table level. Water samples are taken four times a year to examine the changes in peatland water quality (e.g. pH, DOC, nutrients). Vegetation monitoring is done on a regular basis.

The hydrological data from 2008 – 2014 indicate that within a couple of years after restoration the water table level rises to targeted level of pristine sites (Ronkanen et al. 2015). Drainage had significantly impacted peatland water quality. In a few years after restoration of drained sites, peatland water quality has recovered, but not yet reached the natural values.

The analysis of plant community data shows significant impacts of drainage also on plant communities (Elo et al. 2015). Most significant short-term changes after restoration were observed for spruce mires. Our comprehensive data pointed out rapid recovery of hydrology in forestry drained peatlands. The recovery of restored peatlands is, however, a long-term process as indicated by minor short-term changes in plant communities. In conclusion, it is vital to establish and maintain long-term monitoring set-ups to understand whether the goals for restoration will be achieved.

References

Aapala, K., Lindholm, T., Sallantausta, T., Similä, M., Tahvanainen, T., Haapalehto, T., Penttinen, J., Salminen, P., Suikki, A & Vesterinen, P. 2012. Monitoring restored peatlands in Finnish nature reserves. *The Finnish Environment* 2012/38: 197-204.

Elo, M., Haapalehto, T., Kareksela, S. & Kotiaho J. 2015. Boreal Peatland LIFE –project: The effect of peatland restoration on bryophyte and vascular plant species richness, community composition and community dispersion.

Ronkanen, A-K., Irannezhad, M., Menberu, M., Marttila, H., Penttinen, J., & Klöve, B. 2015. Boreal Peatland LIFE –project: Effect of restoration and drainage on peatland hydrology – A study of data before and after restoration at 46 sites in Finland.

Turpeen kätkemää – Suolöydöt arkeologisena tutkimusaineistona

Satu Koivisto, FM

Helsingin yliopisto, Lost Inland Landscapes -projekti

Filosofian, historian, kulttuurin ja taiteiden tutkimuksen laitos, Arkeologia, PL 59, 00014 Helsingin yliopisto

Suomi on läntisen Euroopan soisimpia maita. Meillä on pitkät perinteet soiden hyödyntämisestä ja turpeella on edelleen tärkeä rooli energiataloudessamme. Käyttöä koskevissa keskusteluissa soiden kulttuuriset arvot ovat jääneet kuitenkin pitkälti huomioimatta vaikka suot sisältävät ainutkertaista lähdeaineistoa menneiden väestöjen asutuksesta, elinkeinoista ja materiaalisesta kulttuurista. Orgaanisia materiaaleja, kuten puuta, nahkaa tai kasvinosia ei löydy tavallisilta ”kuivan maan” arkeologisilta kohteilta kuin poikkeustapauksissa niiden huonon säilymisen vuoksi. Sen sijaan kosteissa, hapettomissa oloissa nämä materiaalit voivat säilyä erinomaisesti jopa tuhansien vuosien ajan. Tunnetuimpia soihin tai vesistöjen pohjaliejuihin hautautuneita löytöjä maailmalla ovat suoruumiit, veneet, kulkuväylät ja kokonaiset esihistorialliset asuinpaikat. Tällaiset löytöaineistot ovat siten empiirisesti hyvin rikas arkeologinen lähdemateriaali.

Suomi on suoarkeologisesti hyvin potentiaalinen maa, myös kansainvälisesti tarkasteltuna. Tällä hetkellä meiltä tunnetaan lähes sata suoarkeologista kohdetta, joita ovat esimerkiksi eri syistä turpeeseen tai tulvakerrokseen hautautuneet puiset kalastusvälineet, asuinpaikkojen osat tai hautapaikat. Suurin osa kohteista meillä ja maailmalla ovat löytyneet ”sattumalta” turpeenoton, ojituksen tai muun maankäytön seurauksena. Aineistoja vasta analysoidaan ja menetelmiä testataan soiden arkeologisen potentiaalin selvittämiseksi ja kokonaiskuvan muodostamiseksi. Viime aikoina on huomattu, että osa tunnetuista kohteistamme on myös kiihtyvällä vauhdilla tuhoutumassa ojituksen ja muun maankäytön seurauksena. Siksi onkin aika ottaa käyttöön aktiivisempi toimintamalli suoarkeologisen kulttuurivarannon suojelun turvaamiseksi. Suomella on myös kansainvälinen vastuu suoarkeologisen kulttuuriperintönsä hallinnoimisesta ja tutkimisesta.

The changes in the understorey vegetation composition and functional groups of forested mires in Finland during 1985–2006

Korpela, Leila
Leila.Korpela@luke.fi

Understorey vegetation of forested mires has been surveyed three times (1985-86, 1995 and 2006) on the same monitoring plots by the former Finnish Forest Research Institute (Metla).

The objective of this study is to analyse the changes taken place in the vegetation of drained and undrained mires with different kind of forest management treatments between the inventories 1985 and 2006, during 21 years.

The data consists of 120 forested mire plots derived from the systematic network of Finnish Level I/BioSoil-plots (n=650, EU Forest Focus project in 2006). Composition and percentage covers of plant species were identified on the same four sampling units (squares of size 2 m²) on each plot in both surveys. The mean covers of the functional species groups, representing two site fertility levels (meso-eutrophic, oligo-ombrotrophic) and two drainage phases (drained, undrained) were compared between the years 1985 and 2006. The temporal change in the community pattern was analysed using NMDS ordination including the vegetation data of both years. The plots were divided into ten groups according to fertility level and drainage/cutting treatments (uncut, thinned and clear cut).

In drained site groups, post-drainage vegetation succession proceeded during 21 years. The cover of mire dwarf-shrubs, *Sphagnum* mosses as well as other mire mosses decreased in nutrient-poor sites and the cover of grasses and sedges decreased in nutrient-rich sites.

NMDS ordination analysis revealed a temporal change of these plots between 1985 and 2006. In undrained site groups the changes were not so clear. In most cases the change followed the direction of increasing stand volume and slightly the nutrient level gradient too.

Hardly any temporal changes were observed in the undrained (uncut or thinned) plots in nutrient-poor site group. On the other hand, the vegetation changes were clear in drained plots and the changes followed quite well the direction of increasing stand volume gradient.

In nutrient-rich site group the temporal changes of both undrained and drained plot followed the direction of increasing stand volume gradient. The centroid of drained plots with clear-cut showed clearly a change to the opposite direction.

Ojitettujen soiden ennallistamiskohteiden metsittyminen – Näkökulmia ongelmaan ojitusalueiden metsänuudistamisen tutkimusten valossa

Markku Saarinen

Markku Saarinen, Luonnonvarakeskus, Kaironiementie 15, 39700 Parkano, markku.saarinen@luke.fi

Ojitettujen soiden ennallistamisen tuloksellisuutta arvioidaan Metsähallituksen luontopalveluiden hoitoseurantojen avulla. Niiden mukaan lähes 40 % sellaisesta ennallistetusta pinta-alasta, jossa puustoa oli poistettu, havaittiin liiallista vesa- tai siemensyntyisen taimikon kasvua. Karuilla suotyypeillä puustoon liittyi vähemmän ongelmia kuin rehevillä soilla (Haapalehto 2013).

Vanhojen ojitusalueiden metsänuudistamisaloilla kasvupaikan valaistusolot, hydrologia, kasvillisuus ja pintaturpeen ominaisuudet ovat usein samat kuin juuri ennallistetuilla ojitusalueilla, joilta puusto on poistettu. Vaikka oja ei olekaan luotu umpeen, voi ainakin osalla uudistamisalaa turpeen vesipinta nousta samalle tasolle kuin useimmilla ennallistetuilla soilla. Metsänuudistamisen koekentillä on ollut mahdollista seurata luontaisen taimettumisen ekologiaa ennallistamisalojen kaltaisissa oloissa ja selittää ennallistettujen soiden uudelleen metsittymiseen vaikuttavia syitä.

Vanhan ojitusalueen luontainen taimettuminen riippuu kasvukauden sisäisestä sääolojen vaihtelusta erityisesti alku- ja loppukesän pohjavesipintojen väliseen eroon vaikuttavana tekijänä. Kasvukauden sadannan ja pohjavesipinnan vaikutuksen voimakkuus kuitenkin riippuu myös suon kuivatushistorian määräämästä kasvillisuuden sukkessiosta ja sen mukaisesta pintakasvillisuuslajistosta sekä turpeen pinnalle ojituksen jälkeen kertyneen karikekerrostuman paksuudesta (Saarinen 2013). Pohjavesipinnan tasoon vaikuttavat olennaisesti myös uudistamisalan valuma-alueen koko ja vesien virtaamat ympäröiviltä kivennäismailta uudistamisalan eri osiin. Samoin myös kuivatusojien sijoittuminen silloinkin, kun ne ovat täysin umpeen kasvaneet ja sammaloituneet.

Uudistamistutkimusten perusteella voi sanoa, että ennallistamisalan uudelleen taimettuminen ja metsittyminen voi olla voimakasta vaikka pohjavesitaso nousisi noin 10 cm:n etäisyydelle suon pinnasta. Korkealle nouseva alkukesän vesipinta on suorastaan edellytys muokkaamattomien kasvillisuuspiintojen luontaiselle taimettumiselle turvekangasasteelle kehittyneellä ojitusalueella, jonka turpeen pinnalle on muodostunut usean senttimetrin vahvuinen karikekerrostuma. Rahkasammalkasvustoissa sekä paljailla turvepinnoilla vesipinnan läheisyyden vaikutus kapillaarisuuden ja taimettumispinnan vedenpidätyskyvyn ansiosta on niin voimakas että taimien syntymisen kannalta optimaalinen vesipinnan tason etäisyys on suurempi. Näin ollen vielä valtaosin rahkasammalpinnaisten ennallistamisalojen uudelleen metsittymisen riski on huomattavasti pienempi varsinkin Pohjois-Suomen humidisemmassa ilmastossa.

Viitteet

Saarinen, M. 2013. Männyn kylvö ja luontainen taimettuminen vanhoilla ojitusalueilla - turvemaiden uudistamisen erityispiirteitä. Abstract: Artificial and natural seeding of Scots pine in old drainage areas – Unique features of forest regeneration on peatlands. *Dissertationes Forestales* 164. 64 s.

Haapalehto, T. Suojelusoiden ennallistamisen onnistuminen – yhteenveto kymmenvuotishoitoseurantojen tuloksista. Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.). 2013. Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. s. 62-65.

LASSE – Laskeutusallas-kosteikosta poistettavan sedimentin peltolevitys -hankkeen tuloksia

Johanna Laakso, Risto Uusitalo & Markku Yli-Halla

Johanna Laakso, Markku Yli-Halla, Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos, PL 27, 00014 Helsingin yliopisto, johanna.m.laakso@helsinki.fi

Risto Uusitalo, Luonnonvarakeskus, Luonnonvarat ja biotuotanto, 31600 Jokioinen

Hienojakoisilta maatalousmailta vesieroosion mukana kulkeutuvaa maa-ainesta ja ravinteita pyritään pidättämään kosteikoiden ja laskeutusaltaiden avulla. Kosteikkoaltainen syvänteisiin kertyy runsaasti partikkelimuotoista fosforia (P) sisältävää hienojakoista sedimenttiä, jonka poistamista suositellaan 2-5 vuoden välein. LASSE-hankkeessa tutkittiin maatalouskosteikosta poistetun sedimentin P-sisältöä ja P:n käyttökelpoisuutta kasveille sekä sedimentin käyttömahdollisuutta P:n pidättämiseen valunnasta.

Hankkeeseen valittiin viisi savimaalle perustettua maatalouskosteikkoa, joissa kahdessa oli kemikaalikäsittely (ferrisulfaatti, polyalumiinikloridi) tulevaan veteen. Sedimenttinäytteitä ja lähivaluma-alueen peltomaanäytteitä vertaamalla luonnehdittiin eroosioaineksessa tapahtuvia muutoksia. Astiakokeessa tutkittiin sedimentin P:n käyttökelpoisuutta Italian raiheinälle. Sadesimulointikokeessa laboratoriossa selvitettiin sedimentin kykyä pidättää valunnasta liukoista ja kiintoainekseen sitoutunutta P:a.

Tutkimuksen tulokset osoittivat sedimentin sisältävän runsaasti P:a, mutta sen käyttökelpoisuus kasveille on hyvin huono. Selektiivisen eroosion myötä sedimentti sisälsi 10-80 % enemmän savesta (<2 µm) kuin vastaava peltomaa. Kosteikon pohjalla ja sedimentin ruoppauksessa tapahtuvat olosuhdemuutokset lisäsivät P:a pidättävien alumiini- ja rauta(hydr)oksidien määrää. Hapettuneen sedimentin P:n kyllästysaste oli 1,9-6,4 %, kun peltomaassa se oli 2,7-9,6 %. Sedimentin P:n pidätyskyky on siis huomattavasti suurempi kuin vastaavan peltomaan. Astiakokeessa sedimenttilisäys kasvatti maan kykyä pidättää myös lannoitefosforia tiukasti kasvien ulottumattomiin.

Sadesimulointikoe antoi lupaavia tuloksia ruopatun kosteikkosedimentin hyödyntämiselle fosforin pidättämiseen valunnasta. Jo 2 % sedimenttiä maan tilavuudesta vähensi 25 % liukoisen P:n ja 24 % partikkelimuotoisen P:n pitoisuutta runsaasti helppoliukoista fosforia sisältävän savimaan pintakerrosvalunnasta. Karkeammalla hietamaalla vastaavat reduktiot olivat 20 % ja 4 %.

LASSE-hankkeen päätelmien mukaan sedimentin peltolevityksestä ei ole kasvinravitsemuksellista hyötyä ja suuri sedimenttimäärä peltomaassa saattaa aiheuttaa jopa P:n puutosta viljelykasveille. Sen sijaan, sedimenttiä voisi hyödyntää runsaasti helppoliukoista P:a sisältävien maiden (esim. karjan ruokintapaikat) P:n sidontaan pintakerrosvalunnasta.

Kiitokset LASSE-hankkeen päärahoittajalle MMM/Makeralle. Myös Salaojituksen Tutkimusyhdistys ry on rahoittanut tätä tutkimusta, josta Johanna Laakso laatii väitöskirjansa.

Impact of forest machinery on soil physical properties and microbiology of forestry-drained peatlands

Dmitrii Lepilin, Bryn Kimura, Jori Uusitalo, Raija Laiho, Hannu Fritze, Ari Lauren, Eeva-Stiina Tuittila

Dmitrii Lepilin, Eeva-Stiina Tuittila, Itä-Suomen Yliopisto, Metsätieteiden osasto, Yliopistokatu 2, Joensuu
dmitrii.lepilin@uef.fi

Jori Uusitalo, Raija Laiho, Luke, Kaironiementie 15, 39700 Parkano

Bryn Kimura, Hannu Fritze, Luke, PL 18, 01301 Vantaa

Ari Lauren, Luke, PL 68, 80101 Joensuu

Forestry-drained peatlands occupy approximately 5.7 million ha and represent almost one fourth of the total forest surface in Finland. They are subjected to the same silvicultural harvesting operations as upland forests. However, although the potential of timber harvesting to cause detrimental effects on soil is well documented in upland forests, the knowledge on environmental impact of harvesting machinery on peat soils is still lacking.

To assess the impact of harvesting machines on peat physical properties and biology we collected soil samples from six peatland forests that were harvested by commonly employed Harvester and Forwarder. Samples were taken from trails formed by harvesting machinery (treatment plots) and outside of trails (control plots unaffected by machinery traffic) to a depth of 15 cm. To address the recovery of soil properties after disturbance we sampled sites that form a chronosequence in respect to time since harvesting: 1 month (class I), 3-4 years (class II) and 14-15 years (class III). The physical and microbiological properties of soil samples were analyzed in laboratory.

Harvesting operations with heavy machinery appeared to significantly increase the bulk density of peat in the machines' trails at recently harvested sites in comparison to control plots. Following change in bulk density there was change of pore size distribution with decreasing macropores quantity. This led to slight decrease of total porosity and decrease of air filled porosity. Water retention capacity increased with increasing bulk density. CO₂ evolution increased in the trails of class I site with where dissolved organic carbon concurrently decreased. While there was not impact of harvesting on microbial biomass or carbon, PLFA analysis indicated that machinery traffic caused a shift in microbial community structure. Results of class II and class III sites showed a recovery of physical properties within 16 years: treatment plots and control plots started to resemble each other in their soil properties. The results imply that peat soil have high recovery potential.

Metsätalouden käyttöön ojitetut 5.7 miljoonaa hehtaaria suota muodostavat lähes neljänneksen Suomen metsätalousmaasta. Niillä tehdään samanlaisia metsänhoidollisia hakkuita kuin kivennäismaan metsissä. Vaikka puunkorjuun tiedetään aiheuttavan häiriöitä kivennäismaan metsien maaperälle, sen vaikutuksesta turvemaalla tiedetään vähän.

Arvioidaksemme korjuukoneiden vaikutusta turpeen fysikaalisiin ominaisuuksiin ja mikrobiologiaan keräsimme maanäytteitä kuudesta suometsästä, joilla puita oli korjattu kuormatraktorilla. 15 cm syvyiset turvenäytteet otettiin ajourista (käsittely) ja urien ulkopuoliselta koskemattomalta maalta (kontrolli). Tarkastellaksemme turvemaan ominaisuuksien palautumista häiriöstä tutkimusalamme muodostivat jatkumon suhteessa korjuusta kuluneeseen aikaan: 1 kuukausi (luokka I), 3-4 vuotta (luokka II) ja 14-15 vuotta (luokka III) puunkorjuusta. Turvenäytteiden fysikaaliset ja mikrobiologiset ominaisuudet analysoitiin laboratoriossa.

Puunkorjuu lisäsi merkittävästi turpeen tiheyttä ajourissa nuoremmassa ikäluokassa. Tiheyden lisääntyessä turpeen huokoskokojakauma muuttui makrohuokosten määrän vähentymisen myötä. Kokonaishuokosmäärä lisääntyi hieman, ja ilman täyttämien huokosten määrä väheni. Turpeen vedenpidätuskyky kasvoi turpeen tiheyden kasvaessa. Hiilidioksidin tuottopotentiaali kasvoi ajourissa nuorimmassa ikäluokassa, jossa liukoisen orgaanisen hiilen määrä väheni. Vaikka puunkorjuu ei vaikuttanut turpeen mikrobibiomassan tai -hiilen määrään, rasvahappoanalyysi osoitti sen muuttavan mikrobiyhteisön koostumusta. Tulokset luokista II ja III osoittivat fysikaalisten ominaisuuksien palautumista 16 vuoden aikana: käsittely ja kontrolli alkoivat muistuttaa toisiaan maan ominaisuuksien suhteen. Tulosten mukaan turvemailla vaikuttaa olevan kyky palautua häiriön jälkeen.

Turpeen ja soiden valumavesien raskasmetallipitoisuuksien kartoitusprojekti

Juha Ovaskainen, Anneli Wichmann & Jaakko Lehtovaara

*Juha Ovaskainen, Vapo Oy, PO Box 22, FI-40101 Jyväskylä
Anneli Wichmann, Vapo Oy, PO Box 22, FI-40101 Jyväskylä
Jaakko Lehtovaara, Vapo Oy, PO Box 22, FI-40101 Jyväskylä*

Vapo Oy:llä on meneillään tutkimushanke turpeen ja soiden valumavesien raskasmetallipitoisuuksien selvittämiseksi. Hankkeen ensimmäinen vaihe toteutettiin Turvetuotannon ja metsätalouden vesiensuojelutason kehittämishankkeeseen (TASO) kuuluvana erillisosiona vuonna 2013. Kartoitustyössä selvitettiin kolmen eri tuotantosuon turpeen ja pohjamaiden raskasmetallipitoisuuksia sekä näiden mahdollista korrelaatiota valumavesien pitoisuuksien välillä. Tilastollista riippuvuutta ei turpeen ja valumavesien pitoisuuksien välillä kuitenkaan ensimmäisen hankkeen tuloksista voitu havaita.

Koska turvemaiden raskasmetallipitoisuuksia käsittelevä materiaali perustuu varsin suppeaan julkaisuaineistoon, erityisesti elohopean (Hg) osalta, päätettiin raskasmetallien kartoitusta jatkaa Vapo Oy:n vetämänä ja alan yritysten yhteisesti toteuttamana tutkimushankkeena.

Hankkeen aineisto on koottu maantieteellisesti kattavasti niin toiminnassa olevilta turvetuotantoalueilta että metsäojitetuilta ja osin ojitamattomilta soilta. Turve- ja maaperänäytteet kerättiin kahden projektiin palkatun kausityöntekijän voimin kesä-elokuun 2015 välisenä ajanjaksona. Vesinäytteet otettiin turvetuotannon velvoitetarkkailujen yhteydessä tarkkailusta vastaavan tahon toimesta. Vesinäytteenotto ajoittui kokonaisuudessaan vuoden 2015 touko-joulukuun väliselle ajanjaksolle. Niin turve- kuin vesinäytteistä analysoitiin kahdeksan eri raskasmetallin pitoisuudet sekä muita keskeisiä laatuparametreja.

TASO- hankkeeseen kuuluneen tutkimuksen tapaan pyritään tuloksilla löytämään mahdollinen korrelaatio soiden turpeen ja valumavesien välillä. Tämän lisäksi tulosten avulla pyritään vertaamaan turvetuotannon ja erityyppisten soiden valumavesien laatua muiden maankäyttömuotojen vesistökuormitukseen ja arvioimaan pitoisuuksien todellista merkitystä vastaanottavassa vesistössä. Tutkimustulokset on tarkoitus saattaa julkaisuksi vertaisarvioidulla tiedefoorumilla vuoden 2016 kuluessa.

Tutkimushankkeen rahoittavina tahoina ovat olleet Vapo Oy, Alholmens kraft Oy Ab, EPV energia Oy, Kanteleen voima Oy, Turveruukki Oy ja Kuopion Energia. Lisäksi hankkeelle on myönnetty Energiatekniikan ympäristöpoolin tutkimusapuraha.

Denitrifikaatio rakennetuissa kosteikoissa

Sari Uusheimo & Tiina Tulonen

Sari Uusheimo, Lammin Biologinen asema, Pääjärventie 320 Lammi, email: sari.uusheimo@helsinki.fi
FT Tiina Tulonen, Lammin Biologinen asema, tiina.tulonen@helsinki.fi

Vesistöjen typpikuormitus ei ole vähentynyt, vaan paikoin jopa lisääntynyt. Kosteikkojen on todettu toimivan vaihtelevasti typpikuormituksen vähentämisessä. Denitrifikaatio on tärkein tyyppiä vesistöistä poistava mikrobiologinen prosessi. Denitrifikaatiossa liukoinen nitraattityppi $\text{NO}_3\text{-N}$ muutetaan mikrobien toimesta typpikaasuksi, joka ei ole typensitojia lukuun ottamatta perustuottajien käytettävissä. Denitrifikaatioon vaikuttavia tekijöitä ovat kokeellisten tutkimusten mukaan mm. nitraattipitoisuus ja lämpötila, sekä hiilen määrä ja laatu. Tässä Maj ja Tor Nesslingin Säätiön rahoittamassa tutkimuksessa selvitetään denitrifikaatioon vaikuttavia tekijöitä ja typenpoistoa erilaisissa rakennetuissa kosteikoissa.

Tutkimuksen pääkohteena on maatalousvaltaisen valuma-alueen Koiransuolenojaan vuonna 2013 rakennetut laskeutusaltaat Lammilla. Muut tutkimuskohteet ovat Lammin jätevedenpuhdistamon jälkilammikko, kaupungin hulevesiä keräävä viivytysallas sekä ojitetun metsätalousalueen laskeutusallas. Denitrifikaation vuodenaikaista vaihtelua tutkittiin kenttämittauksin Koiransuolenojan laskeutusaltaalla 2014-2015. Eri kosteikkoaltaiden välisiä eroja denitrifikaatiossa tutkittiin inkuboimalla sedimentinäytteet laboratoriossa vakioämpötilassa ja pimeässä kesä- ja elokuussa 2015. Denitrifikaation nopeutta mitattiin isotooppitekniikan avulla (IPT, Isotope pairing technique). Denitrifikaatiotutkimusten yhteydessä mitattiin sedimentin yläpuolisen veden nitraattipitoisuus, sedimentin happiolosuhteet, sedimentin orgaanisen hiilen määrä, sekä huokosvedestä laskettiin hiilen laatua kuvaava SUVA_{254} .

Koiransuolenojan laskeutusaltaan nitraattipitoisuus pysyi korkealla ympäri vuoden vaihdellen välillä 1,3-5,2 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$. Vuoden ympäri kestäneissä mittauksissa denitrifikaationopeus vaihteli välillä 0–87 mg N /d/m² ja siinä oli havaittavissa vuodenaikaisvaihtelua. Denitrifikaatioaktiivisuutta todettiin vielä lähes nolla-asteisessa lämpötilassa. Kohonnut nitraattipitoisuus ja todennäköisesti mineralisaation aikaansaamat muutokset sedimentin happiolosuhteissa nopeuttivat denitrifikaatiota myös alhaisessa, alle + 2 °C-asteen lämpötilassa huhtikuun alussa. Toisaalta, korkein denitrifikaatioaktiivisuus mitattiin alhaisimman nitraattipitoisuuden aikaan kesällä, jolloin valuma-alueen pelloille oli levitetty lietettä ja laskeutusaltaan veden liukoisen hiilen määrä (DOC) oli korkeimmillaan. Molemmissa tapauksissa kiihtynyt mineralisaatio näkyi alhaisempaan happipitoisuutena sedimentin pinnassa ja hapellinen sedimenttikerros oli ohuempi. Korkeissa nitraattipitoisuuksissa hiilen määrä voi rajoittaa denitrifikaatiota.

Laboratoriomittauksissa eri altaiden denitrifikaationopeudet vaihtelivat keskimäärin välillä 1–106 mg N d⁻¹ m⁻². Suurin aktiivisuus mitattiin jätevedenpuhdistamon jälkilammikon rantakasvillisuuden (*Typha sp.*) seasta otetuista näytteistä, joissa oli paljon nitraattia, mutta myös eniten eloperäiseen ainekseen sitoutunutta hiiltä sedimentissä. Lisäksi puhdistamon jälkilammikon alhaiset huokosveden SUVA_{254} -tulokset viittaavat siihen, että siellä on muita altaita vähemmän aromaattisia yhdisteitä, joka tekee hiilestä käyttökelpoisempaa. Alhaisinta denitrifikaatioaktiivisuus oli turvepitoisen laskeutusaltaan rannassa, jossa nitraattia oli vähiten ja sedimentin huokosveden sisältämän hiilen käyttökelpoisuus oli huonoin, vaikka kiinteään ainekseen sitoutuneen hiilen suhteellinen määrä oli suurin. Eri kosteikkoaltaiden denitrifikaatiotulokset vahvistivat käsitystä siitä, että denitrifikaation nopeus on riippuvainen saatavilla olevasta nitraatista, mutta siihen vaikuttavat myös saatavilla olevan hiilen määrä ja laatu.

Viitteet / References

Nielsen L. 1992. Denitrification in sediment determined from nitrogen isotope pairing. FEMS Microbiology Ecology 86 (357-362).

