

Maatalouden rehevöittävä vaikutus lievää eteläisellä Suvasvedellä

Johdate

Selvitin pro gradu -tutkielmassani maatalouden kuormituksen vaikutusta järvikasvillisuuteen Suvasvedellä vuonna 2021. Kasviyhteisöjen perusteella rehevöityminen oli vähäistä eteläisellä Suvasvedellä. Järvi osoittautui niukka—keskiravinteiseksi. Rantakasvillisuus ja vesisammalet ilmensivät keskiravinteisuutta. Muu vesikasvillisuus ilmensi niukkaravinteisuutta.

Johdanto

Karut järvet kuuluvat alkuperäiseen suomalaiseen maisemaan. Suvasvesi sijaitsee Pohjois-Savon eliömaakunnassa, Etelä-Suomen eteläboreaalisella kasvillisuusvyöhykkeellä. Niukkaravinteiset järvet ovat luontaisesti karuja, koska valuma-alueen kallio- ja maaperä ja järven pohjasedimentit ovat vähäravinteisia, eikä vesi liuota niistä helposti suoloja. Aikojen saatossa Suvasveteen on huuhtoutunut ravinteita mm. ihmisasutuksesta ja rantamaiden karjanlaidunnuksesta. Nykyisin Suvasveden kuormitus on todennäköisesti peräisin valuma-alueen maatalouden hajakuormituksesta (Ympäristöministeriö 2013). Kasvinsuojeluaineet eivät kuitenkaan aiheuta mittavaa kuormitusta suomalaisissa pintavesissä (Karjalainen ym. 2014). Suvasvedellä ei ole teollisuutta, ja Suvasveden saaristo on suojeltu osana Natura 2000 -verkostoa (Ympäristöministeriö 2013). Suvasveden pohjoisosassa vuonna 2000 kerätyn kasvillisuusaineiston perusteella järvi todettiin niukka—keskiravinteiseksi (Hellsten ym. 2002).

Selvitin Pro gradu -tutkielmassa maatalouden kuormituksen vaikutusta suojaisten rantojen kasvillisuuteen eteläisellä Suvasvedellä. Maatalouden ravinnekuormitus näkyy maa-alueilla, sillä pelto-ojissa kasvavat osmankäämi (*Typha latifolia*) ja pikkulimaska (*Lemna minor*), joiden kasvustoja ei kuitenkaan näy järvenrannoilla. Tutkin maatalouden kuormituksen vaikutusta järveen vertailemalla järvenlahtien kasviyhteisöjen lajikoostumusta kuormitettujen ja kuormittamattomien järven rantojen välillä (Metso 2022).

Aineisto ja menetelmät

Suvasveden eteläosan tutkimusalue (Kuva 1) on halkaisijaltaan alle 8 km, ja sen keskikoordinaatit ovat 6931654 ja 561955 (TM35FIN). Valitsin tutkimuspaikoiksi 24 lahtea kartta-aineiston (Geologian tutkimuskeskus 2021a; Geologian tutkimuskeskus 2021b) visuaalisen tulkinnan perusteella. Puolella lahdista on valuma-alue, jossa paikkatietoaineiston (Ruokavirasto 2000) perusteella on peltoja viljelykäytössä; puolet on vertailulahtia, joiden valuma-alueilla ei ole peltoja. Karttapalvelussa olen hyödyntänyt laserkeilausaineistoa tarkastellessani rantojen ja peltojen yhteyttä valuma-alueilla.

Lahdet ovat niukkaravinteisten järvien rehevöitymisherkimpiä rantoja. Suojaisissa lahdissa kasvukaudella veden lämpötila kohoaa nopeasti auringon lyhytaaltoisen säteilyenergian vaikutuksesta, mikä tehostaa fotosynteesiä, kun ravinteita on saatavilla. Lahtien rehevöitymisherkkyttä selittää myös järvien ja peltojen sijainti jääkauden muovaamissa murroslaaksoissa, jolloin valuma-alueiden maavedet virtaavat ensimmäisenä lahtien pohjukoihin.

Kasviyhteisöinä käsittelin kuivan rannan ja vedenalaisen matalan rannan putkilokasveja ja sammalia. Keräsin tutkimuspaikoissa rantakasvillisuudesta ja vesikasvillisuudesta lajiaineistoa syvyyksiltä 0–2,5 m siten, että puolen metrin syvyyseroin kirjasin kunkin havaitun lajin peittävyuden erikseen. Kultakin upossyvyydeltä kirjasin lajin peittävyuden suurimmillaan. Käytin peittävyuden arvioinnissa apuna 1 m²:n kasvuruutua. Upossyvyydet olivat 10 cm, 50 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm ja 250 cm. Ensimmäiseksi vedenalaiseksi syvyydeksi valitsin 10 cm, koska heinäkuussa 2021 ennustettu vedenpinnanlasku oli 20 cm. Ensimmäinen upossyvyyden valitsin tarkoituksella lähellä vesirajaa, koska odotin sen sisältävän eri lajeja (esim. amfibisia) kuin rantakasvillisuus ja pysyvä 50 cm:n upossyvyys. Rantakasvillisuuden otannassa sijoitin 1 m²:n kasvuruudun yhteen paikkaan rannassa, mistä kirjasin ruutuun osuneet putkilokasvit peittävyyksineen. Rantakasviruudun sijoituskorkeus (syvyys = 0) oli kuivan rannan alueella siten, että mahdollinen rantatöyräs osui kasvuruutuun. Rantakasvillisuuden otantapaikan tuli olla myös vähintään 10 metrin etäisyydellä mahdollisen puron, noron tai ojan suulta ja mahdollisimman kaukana lähimmästä mökkirannasta.

Rantakasvillisuusruudusta otin myös rantasammalnäytteen. Rantasammalista en saanut peittävyystietoa, sillä maastossa en kyennyt tunnistamaan lajeja. Tunnistin kaikki ranta- ja vesisammalet talvikauden aikana Turun yliopiston kasvimuseossa mikroskooppien ja kirjallisuuden avulla.

Tutkin putkilokasvit ja vesisammalet sisältävän lajiaineiston avulla kasviyhteisöjen eroja kuormitettujen ja kuormittamattomien lahtien välillä. Käytin monimuuttujamenetelmää. Vastemuuttujana oli tällöin lajikoostumus, joka sisältää lajien läsnäolo- ja peittävyystiedot. Analysoin lajiaineiston ordinaatiomenetelmällä R-ohjelmistolla (R Core Team 2020), vegan-paketti (Oksanen ym. 2022). Vertailin kasviyhteisöjen lajikoostumusta ei-metrisen moniulotteisen skaalauksen (NMDS) avulla suhteessa kuormitukseen ja syvyyteen, koska syvyys lienee merkittävin vesiympäristön abioottinen tekijä vesikasveilla (Ye ym. 2018). Testasin kaksiluokkaisen kuormitusmuuttujan ja seitsenluokkaisen syvyysmuuttujan yhteyttä lajiaineistoon permutaatiotestillä. Mallissa vastemuuttujana oli kasviyhteisön lajikoostumus ja selittävinä muuttujina kuormitus, syvyys ja näiden yhdysvaikutus.

Tutkin tutkimuspaikkojen ravinteisuutta myös trofiaindeksin avulla, joka lasketaan tiettyjen fosforipitoisuutta ilmentävien vesikasvien perusteella (Vuori ym. 2009). Vesikasvit luokitellaan tällöin kuormitusherkkiin, kuormitusta sietäviin ja indifferentteihin lajeihin.

Analysoin lisäksi yleisen lineaarisen sekamallin avulla kaikkien lajien yhteenlaskettua lajimäärää. Analyysin tein R-ohjelmistolla (R Core Team 2020), lme4-paketti (Bates ym. 2015). Selittävinä luokkamuuttujina mallissa olivat kuormitus, syvyys sekä näiden yhdysvaikutus, ja satunnaismuuttujana tutkimuspaikka, sillä kultakin paikalta oli 7 syvyyshavaintoa.

Tulokset

Maatalouden kuormitus on vähäistä eteläisellä Suvasvedellä. Vertailemalla lahtia, joiden valuma-alueella on peltoa, lahtiin, joiden valuma-alueella ei ole peltoa, sain selville, että kuormitus selittää 1 %:n kasviyhteisöjen lajikoostumuksen vaihtelusta (Kuva 2, Taulukko 1). Syvyys selittää kasviyhteisöjen lajikoostumuksen vaihtelusta yli 20 % (Kuva 3, Taulukko 1). Kuormituksen ja syvyyden yhdysvaikutus ei ollut merkitsevä (Taulukko 1). Kuormitus selitti siis yllättävän vähän kasviyhteisöjen vaihtelusta, kun taas syvyys selitti odotetusti paljon.

Trofiaindeksien laskennan yhteydessä selvisi, että putkilokasviyhteisöjen perusteella eteläinen Suvasvesi on ainakin osittain niukkaravinteinen: Niukkaravinteista järvityyppiä ilmentäviä kuormitukselle herkkiä vesikasveja on koko tutkimusalueella rehevöitymisherkissä lahdissa yhtä paljon kuin kasvupaikan ravinteisuuden suhteen indifferenttejä lajeja, mutta kuormitusta sietävät vesikasvit ovat harvinaisia (Taulukko 2), mikä on tyypillistä niukkaravinteiselle järvelle (Vuori ym. 2009).

Testasin yleisen lineaarisen sekamallin avulla kuormituksen, syvyyden ja näiden yhdysvaikutuksen yhteyttä kasviyhteisön kokonaislajimäärään. Kuormitus ei vaikuttanut lajimäärään, mutta syvyys vaikutti lajimäärään merkitsevästi, yhdysvaikutusta ei ollut (Taulukko 3). Rantakasvillisuudessa oli selvästi eniten lajeja muihin syvyyksiin verrattuna.

Eteläisen Suvasveden rantakasvillisuus ilmentää keskiravinteista habitaattia: esimerkiksi yleisimmistä lajeista (Taulukko 4) viiltosara (*Carex acuta*) ja luhtasara (*Carex vesicaria*) ovat keski – runsasravinteisen kasvupaikan ilmentäjälajeja; rantakukka (*Lythrum salicaria*) ja rentukka (*Caltha palustris*) ovat keskiravinteisten paikkojen lajeja. (Leka ym. 2008.)

Vaikka rantasammalia esiintyi putkilokasvien juurella vähäisiä määriä, eteläisellä Suvasvedellä rantasammallajisto osoittautui runsaaksi (Taulukko 5). Lajiaineiston yleisimmät rantasammalet lettohiirensammal (*Ptychostomum pseudotriquetrum*), rantasiipisammal (*Fissidens osmundoides*), väkäsirppisammal (*Drepanocladus polygamus*) ja hetealvesammal (*Chiloscyphus polyanthos*) ovat ravinteikkaitten kasvupaikkojen lajeja.

Vesisammalet ilmentävät keskiravinteisuutta eteläisen Suvasveden rehevimmissä lahdissa. Keskiravinteisten kasvupaikkojen vesisammalia löytyi upossyvyyksiltä 50–150 cm ainoastaan peltojen yhteydessä olevista lahdista. Voimakasta rehevöitymistä ei kuitenkaan havaita vesisammalten esiintymisen perusteella edes kuormitetuimmissa paikoissa, sillä vesisammalet taantuisivat voimakkaan rehevöitymisen seurauksena (Ulvinen 2002).

Maatalouden kuormituksen ulottuminen järveen saakka saattaa olla vähäistä siksi, että maatalouden kuormitusvaikutus jää maa-alueille eteläisellä Suvasvedellä. Alkujaan karu Suvasvesi vaikuttaa nykyisin järvikasvillisuuden perusteella niukka—keskiravinteiselta järveltä. Pieni määrä ravinnekuormituksesta saapuu vesikasvien ulottuville rehevimmissä lahdissa. Niukkaravinteisissa järvissä vähäinen kasvillisuuden runsastuminen saattaa ehkäistä veden samentumista ja olla hyödyllistä järviveden laadun kannalta (Dodds & Whiles 2020). Niukkaravinteiset boreaaliset järvet ovatkin vastustuskykyisiä kohtalaiselle ihmistoiminnan vaikutukselle (Lindholm 2021).

Lähteet

Bates D, Maechler M, Bolker B & Walker S 2015 Fitting linear mixed-effects models using lme4. Journal of statistical software 67:1–48. DOI:10.18637/jss.v067.i01

Dodds WK & Whiles MR 2020 Freshwater ecology: Concepts and environmental applications of limnology. Academic press. London.

Geologian tutkimuskeskus 2021a Maankamara. Maaperän kerrostiedot 1972–2007. Saatavissa: <<http://www.gtkdata.gtk.fi/maankamara>>. [Viittauspäivä 31.5.2021]

Geologian tutkimuskeskus 2021b Maalajien ominaisuuden ja soveltuvuus erilaisiin käyttötarkoituksiin. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusaineistot. Saatavissa: <<http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/kuvat/maalajiominaisuudet.pdf>>. [Viittauspäivä 31.5.2021]

Hellsten S, Partanen S, Visuri M, Riihimäki J, Björnström T & Keto A 2002 Vedenkorkeuden säännöstelyn vaikutus Kallaveden ja Unnukan rantavyöhykkeeseen ja elinympäristöihin. Kallavesi-Unnukan säännöstelyn kehittämisselvitys. Pohjois-Savon ympäristökeskus. Kuopio.

Karjalainen A, Siimes K, Leppänen MT & Mannio J 2014 Maa- ja metsätalouden kuormittamien pintavesien häirtä-aineseuranta Suomessa. Seurannan tulokset 2007–2012. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 38.

Leka J, Toivonen H, Leikola N & Hellsten S 2008 Vesikasvit Suomen järvien tilan ilmentäjinä. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.

Lindholm M 2021 Spatial and temporal trends in different dimensions of macrophyte biodiversity in boreal lakes. *Nordia geo pub* 50:1–63.
DOI: 10.30671/nordia.102746

Metso A 2022 Maatalouden kuormituksen vaikutus järvikasvillisuuteen: Eteläinen Suvasvesi. Pro gradu -tutkielma. Turun yliopisto.

Oksanen J, Simpson GL, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O'Hara RB, Solymos P, MHH Stevens, Szoecs E, Wagner H, Barbour M, Bedward M, Bolker B, Borcard D, Carvalho G, Chirico M, De Caceres M, Durand S, Evangelista HBA, FitzJohn R, Friendly M, Furneaux B, Hannigan G, Hill MO, Lahti L, McGlenn D, Ouellette M-H, Cunha ER, Smith T, Stier A, Ter Braak CJF & Weedon J 2022 Vegan: Community ecology package. R package version 2.6-2. Saatavissa: <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>. [Viittauspäivä 16.9.2022]

R Core Team 2020 R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria. Saatavissa: <<https://www.R-project.org/>>. [Viittauspäivä 16.9.2022]

Ruokavirasto 2020 Peltolohkorekisteri. Saatavissa: <<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>>. [Viittauspäivä 26.5.2021]

Ulvinen T, Syrjänen K & Anttila S 2002 Suomen sammalet – levinneisyys, ekologia, uhanalaisuus. Suomen ympäristö 560.

Vuori K-M, Mitikka S & Vuoristo H (toim.) 2009 Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 3. Suomen ympäristökeskus.

Ye B, Chu Z, Wu A, Hou Z, Wang S & Liu J 2018 Optimum water depth ranges of dominant submersed macrophytes in a natural freshwater lake. *PloS One* 13(3).
DOI: 10.1371/journal.pone.0193176

Ympäristöministeriö 2013 Natura 2000: Suvasveden saaristot. Ympäristöhallinnon verkkopalvelu. Saatavilla: <[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Suvasveden_saaristot\(6359\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/Natura_2000_alueet/Suvasveden_saaristot(6359))>. [Viittauspäivä 31.5.2021]

Abstract

In my Master's project on lake vegetation at lake Suvasvesi in 2021, I studied the effect of agricultural nutrient loading on plant communities. Eutrophication in Suvasvesi was moderate. The southern part of Suvasvesi proved oligo—mesotrophic, as the lakeshore vegetation and submerged aquatic mosses indicated mesotrophy and the rest of aquatic vegetation indicated oligotrophy.

Kirjoittajan esittely

Kirjoittaja on Turun yliopistosta vuonna 2022 valmistunut ekologian ja evoluutiobiologian maisteri ja muinainen espanjan kielen kääntämisen maisteri. Suomen Biologian Seura Vanamo ja Societas pro Fauna et Flora Fennica myönsivät tekijälle apurahan pro gradu -työtä varten. Kirjoittaja suomentaa parasta aikaa lehtisammalten sukutasolle johtavaa määrityskaavaa Turun yliopiston kasvimuseolla. Suomen Biologian Seura Vanamo myönsi tekijälle apurahan suomennostyötä varten.

Annika Metso
Ahterikatu 8 A 17
20810 Turku
Puh. 044 5380 466
ansume@utu.fi