

Koehanketulosraportti Nummi-Pusulan Ruutinlammen kanadanvesiruton (*Elodea canadensis*) kasvun hillitsemiseksi.

Raportti koetoiminnasta v. 2010.

1 Tausta ja tarkoitus

Nummi-Pusulan Ruutinlampi (järvirekisteritunnus 23.061.1.004) on n. 8 ha suuruinen ja keskisyvyydeltään n. 1,2 m syvä (syvin kohta n. 1,8 m) hypereutrofinen vesialue, jonka keskeisin tämänhetkinen ongelma on ylipuikas kanadanvesiruttokasvusto (*Elodea canadensis*). Tämä haittaa merkittävästi virkistyskäyttöä ja tukahduttaa vesialueen muuta kasvustoa. Lisäksi runsaaseen vesiruttokasvustoon liittyvät rihmamaisen *Mougeotia* -viherlevän kasvustot. Vesirutto alkoi lisääntyä merkittävästi 2000-luvun alussa. Koehankkeen tarkoituksena on selvittää keinoja ja menettelytapoja vesiruton ylenmääräisen kasvun hillitsemiseksi, joka liittyy laajemmin vesialueen sisäisen kuormituksen katkaisemiseen.

Sisäinen kuormitus tavanomaisesti aiheuttaa haitallista sinileväkasvua. Ruutinlammella levän sijasta kasvaa vesialueen umpeuttava vesirutto. Koska vesiruton kasvun hillinnästä fosforinsitojayhdisteillä ei ole Suomessa kokemusta, nähtiin tarkoituksenmukaiseksi tehdä allaskokeita lisätietojen hankkimiseksi.

2 Taustaselvitykset

Kesällä v. 2009 tehtiin selvitys bioaktiivisen fosforin määrästä Ruutinlammen vesialueella. Tämän arvioitiin olevan n. 140 kg, jonka sitomisella voidaan katkaista tämänhetkinen sisäinen kuormitus. Samalla arvioitiin bentoniitti-lantaani - fosforinsitojayhdisteen (kauppanimike PhosLock® <http://www.phoslock.eu/>) käyttömäärä ja sopivuus aktiivisen fosforin sitomiseksi.

Koska bentoniitti-lantaani on toistaiseksi Suomessa vähän käytetty fosforinsitojayhdiste (kehitetty Australiassa), on yhdisteen käytön kannalta keskeistä sen mahdollinen vielä tuntematon myrkyllisyys tai muut haittavaikutukset tai käyttöön liittyvät erityiskysymykset suomalaisissa humusvesiekosysteemeissä.

Yhdisteen mahdollisista vaikutuksista vesielioille on tehty Hollannissa kokeita vesikirppu *Daphnia magna* :lla. Päätelmänä oli, että vaikutus vesikirppuun tulee epäsuorasti ravinnefosforin sitoutumisesta lantaaniin, joka johtaa leväravinnon vähenemiseen, ja tätä kautta vesikiripun kasvuun ja lisääntymiseen. Toisin sanoen kyse ei olisi suorasta myrkyvaikutuksesta. Kuitenkaan laajamittaisia vaikutustutkimuksia ei toistaiseksi ole käytettävissä pohjaeläin- tai muista kokonaisvaikutuksista.

Lantaani (La) on melko yleinen maankuoren alkuaine, jonka esiintyminen on lähes samaa luokkaa kuin kuparilla (Cu) ja sinkillä (Zn). Määritetyt taustapitoisuudet Ruutinlammen pohjasedimentin kuiva-aineesta ovat La 23 mg/kg, Cu 42 mg/kg ja Zn 210 mg/kg (näyte 1.7. 2009). Ruutinlammen pohjasedimentti on hyvin löyhää ja vesipitoista kuiva-aine osuuden ollessa vain n. 6% eli helposti sisäkuormittavaa (löyhän sedimentin raja-arvona pidetään 10%).

Toisena sidonta-aineina päätettiin kokeilla alumiinikloridia (PAX-14®), koska siitä oli jo alustavaa suomalaista kokeilutietoa vesiruton kasvun hillitsemiseksi Outokummun Kalattomanlammella tehdyistä kokeista /1/.

3 Allaskoe

Kesän 2010 koeallashankkeen tarkoituksena oli selvittää vesiruttokasvustojen kasvun hillinnän mahdollisuutta sitomalla vedessä ja sedimentissä kiertävä biologisesti aktiivinen fosfaatti-fosfori.

Bentoniitti-lantaanin käytöllä pyritään vahvaan bioaktiivisen fosforin sidokseen ($\text{La}^{3+} + \text{PO}_4^{3-} \Rightarrow \text{LaPO}_4$), jossa sitoutumisen pysyvyys ei olisi oleellisesti riippuvainen veden ja sedimentin muusta kemiallisesta tilasta ja sen dynamiikasta.

Alumiinikloridin käytöllä pyritään aikaansaamaan sekä fosforin sitoutumista että pH :n laskua, koska vesiruton oletetaan olevan sensitiivinen kasvu ympäristön pH :n alenemalle.

Kaikkiaan Ruutinlampeen sijoitettiin kuusi koeallasta (halkaisija 2,5 m, syvyys 1,5 m). Näistä yksi varattiin vertailuksi, kaksi alumiinikloridille ja kolme bentoniitti-lantaanille. Alumiinikloridi- ja bentoniitti-lantaani –altaat olivat rinnakkaisia ainelisäysten suhteen.

Koealtaisiin lisättiin alumiinikloridin ja bentoniitti-lantaanin annosmäärät, jotka olivat suhteutettu vastaamaan koko lammen bioaktiivista fosforimääräarviota (140 kg).

Käytetyillä annostuksilla ei oletettu olevan varsinaisia myrkkövaikutuksia eikä alumiinikloridin lisäyksellä ollut tarkoitus mennä pH –lukeman 5,4 alle (käytännössä pH jäi noin 7).

Ruutinlammen sedimentin koko pintakerroksessa (30 cm) on taustapitoisuuden perusteella arvioituna 33 kg lantaania. Koealtaisiin lisättiin lantaania yhteensä 185 g eli 0,0056 % Ruutinlammen koko tausta-ainemäärästä.

4 Allaskokeen kulku ja tulokset

Informoiminen

Ruutinlammen hoito- ja suojeluyhdistys ry :n sääntömääräinen vuosikokous pidettiin 30.6. 2010 Kaukelan yhteisrannassa Ruutinlammen rannalla, jolloin ranta-asukkaita informoitiin koehankkeesta, sen tavoitteista ja järjestelyistä.

Koeaika

Koeallasjärjestely oli Ruutinlammissa 2.7.- 14.10. 2010 välisenä aikana.

Vertailukelpoisuuden varmistaminen

Jotta altaisiin saatiin keskenään vertailukelpoiset olosuhteet, niiden sisältämä vesi ja pohja puhdistettiin huolellisesti n. viikon välein yhteensä kolme kertaa kaikista kasvustoista, kaloista ja muusta suurikokoisesta roskasta ennen kokeen aloittamista, jotta voitiin varmistua lähtötilanteen ja olosuhdetekijöiden samanlaisuudesta kaikissa altaissa.

Vesiruton kasvukoe

Alkupäivämäärä vesiruton kasvatukseen oli 22.7. Tällöin lisättiin alumiinikloridi ja bentoniitti-lantaani sekä vesiruton versoja 3 metriä kuhunkin altaaseen.

Päätöspäivämäärä kasvukokeelle oli 17.8., jolloin altaissa kasvanut vesirutto kerättiin pois ja kussakin altaassa tapahtunut kasvu määritettiin punnitsemalla vesiruttokasvustojen kuivapaino. Kasvutulokset on koellaskohtaisesti esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Vesiruton kasvukokeen tulokset Ruutinlammissa ajalta 22.7.-17.8. 2010, kun bioaktiivinen fosfori oli sidottu alumiinikloridilla tai bentoniitti-lantaanilla.

Käsittely	Vesirutto- kasvu (g k.a.)	% vertailusta	Vedenlaatumääritykset 10.8.2010 (liite 4)
Allas 1, Vertailu	9,36	100	Lab. nro 6156
Allas 2, Bentoniitti-lantaani	1,12	12	Lab. nro 6157
Allas 3, Alumiinikloridi	1,22	13	Lab. nro 6158
Allas 4, Bentoniitti-lantaani	0,63	7	Lab. nro 6159
Allas 5, Alumiinikloridi	4,09	44	Lab. nro 6160
Allas 6, Bentoniitti-lantaani	0,31	3	Lab. nro 6161
Ruutinlammen vapaa vesi	-	-	Lab. nro 6162

Bentoniitti-lantaani hillitsi vesiruton kasvua selvästi alle 15% :n vertailusta. Toinen alumiinikloridialtaista antoi myös vain alle 15% kasvun, mutta toisessa kasvuksi mitattiin 44% vertailusta. Koe olisi varmuuden vuoksi tarvinnut myös kolmannen altaan alumiinikloridille. Kaikki tapahtunut vesiruttokasvu havaittiin tuoreeksi ja elinvoimaiseksi. Alumiinikloridialtasiin muodostui huomattavasti enemmän perifytonin kaltaista kasvua altaan sisäpinnalle.

Alumiiniklorin kohdalla suurehkolle keskinäiselle hajonnalle ei teknisen koejärjestelyn perusteella löytynyt selitystä (esim. vuoto altaan seinämässä tai pohjassa). Mahdollisena eron yhtenä selittäjänä voisi olla, että pienemmän kasvun altaan alumiinikloridi sekoitettiin lähinnä vesifaasiin kun suuremman kasvun altaassa myös pohjasedimenttiä sekoitettiin voimakkaammin, jolloin fosforinsidonta-annos on voinut jakaantua suurempaan massaan ja vaikutus täten vähentynyt. Alumiinikloridialtaiden keskinäinen vedenlaatu poikkesi siten, että pienemmän vesiruttokasvun altaassa oli yli kaksinkertainen leväkasvu (a-chl 14 µg/l) verrattuna suuremman vesiruttokasvun altaaseen (a-chl 5,9 µg/l). Tämä antaa viitteen leväkasvun ja vesiruttokasvun keskinäisestä vuorosuhteesta.

Veden laatu

Altaiden viikoittaisilla hoitokerroilla seurattiin lämpötilan, sähkönjohtavuuden ja näkösyvyyden kehittymistä sekä altaissa että järvessä. Silmämääräisesti seurattiin altaiden reunamuoviin kehittyvää perifytonkasvustoa sekä altaissa havaittavaa kasvustoa ja eliöstöä, jolloin pantiin merkille, että altaat kehittyivät kokeen aikana monella tapaa yksilöllisellä tavalla. Mm. alumiinikloridialtasiin kehittyi perifytonia enemmän kuin muihin altasiin.

Altaiden ja järven laaja vedenlaadun tutkimus tehtiin 10.8., jonka tulokset on esitetty liitteessä 4. Varsinaisia vesinäytteitä jouduttiin ottamaan ennakoitua vähemmän koehankkeelle varatussa budjetissa pysymiseksi.

Vedenlaatutuloksista voidaan päätellä mm. seuraavaa;

- Vertailualtaan ja järven vedenlaatutulokset eivät poikkea toisistaan erityisen merkittävästi, vaikka vertailuallas silmämääräisestikin havainnoituna alkoi kehittyä eri lailla kuin altaan vieressä oleva vapaa vesi. Vertailualtaasta on poistettu kokeen valmistelemiseksi kaikki vesiruttokasvusto sekä kalasto, mutta koealtaiden muoviseinämät lisäävät merkittävästi pintakasvukelpoista pintaa (perifytonin kasvu). Esim. mitattu sähkönjohtavuus alkoi laskea vertailualtaassa melko nopeasti järveen verrattuna heti kun allas oli asetettu paikalleen (lasku n. 1 mS/m). Kuitenkin allasveden lämpötila seurasi tarkasti ulkopuolisen veden lämpötiloja, ja korkeimmat mitatut lämpötilat olivat yli 23 astetta poikkeuksellisen lämpimästä kesästä johtuen. Veden näkösyvyys oli koko kesän aikana kaikilla havaintokerroilla sekä järvessä että altaissa pohjaan saakka, eli huomattavasti yli 1,3 m (Ruutinlammen vesisyvyyden mataluuden vuoksi ei voitu määrittää varsinaista näkösyvyyden lukemaa, joka olisi voinut olla arviolta n. 2,5 m).

- Luonnostaan Ruutinlammen veden alkaliteetti on niin korkea, että alumiinikloridin lisäysaltaissakin pH jäi lukuarvoon 7,5-7,7, jota ei kokeen aikana yritetty enempää alentaa (Myös vain vähäinen pH -alenema havaittiin Outokummun Kalaton lammen vesiruton torjuntakokeissa v. 2006 ja alumiinikloridia lisättiin sitten useampaan kertaan kokeen aikana, jotta tavoiteltu pH -alenema saatiin tapahtumaan /1/)

- Veden leväkasvusta kertovat a-klorofyllimäärät (a-chl) ja kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat eri altaissa huomattavasti. Korkeita klorofyllimäärien lukuarvoja 14-16 µg a-chl/l mitattiin sekä alumiinikloridi että bentoniitti-lantaani käsitellyissä altaissa. Pienin arvo mitattiin bentoniitti-lantaani – altaassa ollen 1,5 a-chl µg/l. Kokeen tulosten kannalta oleellista oli, että korkeimmat klorofylliarvot poikkesivat selvästi rinnakkaisaltaiden arvoista, vertailualtaasta ja vapaasta vesialueesta. Tulokset viittaavat leväkasvun riskiin, vaikka fosforinsidontayhdisteiden pitäisi hillitä sekä levä+ että vesiruttokasvua.

Bentoniitti-lantaanilla käsitellyssä kokeen korkeimman klorofyllimäärän altaassa (16 µg a-chl/l) oli selväksi valtalajiksi kehittynyt sinilevä *Pseudanabaena limnetica*, jota ei

valtalajina muissa altaissa havaittu. Yleisesti kaikkien koealtaiden planktonnäytteistä löydettiin sekä sini-, viher- ja ruskoleviä että erilaista eläinplanktonia sekä lietteelle tavanomaisia alkueläimiä. Järvestä ja vertailualtaasta määritettiin klorofylliarvoja, jotka olivat tasolla 8,3 – 8,4 µg a-chl/l, eli olivat vain n. puolet korkeimmista allasarvoista. Tämän eron selittämiseksi olisi pitänyt tutkia vesikirppumäärät sekä altaissa että varsinaisessa Ruutinlammen vedessä, koska on mahdollista, että lammessa oli suuremmasta vesikasvillisuudesta johtuen runsaammat vesikirppumäärät, jotka laidunsivat kasviplanktonmäärän altaisiin verrattuna vähäisemmäksi.

Kokonaisfosforin pitoisuudet sekä järvessä että altaissa olivat tasolla 40-60 µgP/l, jotka ovat vähäisiä pitoisuusarvoja ottaen huomioon Ruutinlammen erityisen rehevyyden. Suodatetun fosfaattifosforin määrä oli määritysrajan < 3 µgP/l alapuolella ja järvinäytteessäkin vain 4 µg P/l, eli bioaktiivinen fosfori oli sitoutuneena, mutta eri systistä: vapaassa vedessä ja vertailualtaassa fosfaatti oli sitoutuneena voimakkaaseen vesiruttokasvustoon ja koealtaissa sakattuna pohjalle lisättyjen fosforinsidontayhdisteiden johdosta. Vähäiset fosforiarvot johtuvat siitä, että Ruutinlammessa vesiruttokasvustot imevät itseensä ravinteet ja jäljelle jäävä vesi on sangen kirkasta. Tämä johtaa veden ekologisen tila-arvioinnin harhaan, jos vesiruttokasvusto jää huomiotta ja tarkastellaan vain veden laatumuuttujia, jotka voivat pelkkinä lukuarvoina kertoa veden vähäisistä ravinnepitoisuuksista eli syntyä harha veden oligotrofiasta.

Lantaanin määrä sedimentissä (täydennetty 26.3.2011)

Sedimenttinäytteissä, jotka otettiin 14.10.2010 sekä vertailualtaasta (ei mitään lisäyksiä) että altaasta, johon oli lisätty PhosLock 'a, määritettiin seuraavat lantaani (La) pitoisuudet; vertailuallas 17,0 mg/kg ja PhosLock lisäysallas 30,3 mg/kg. Vuotta aiemmin oli lantaanin taustapitoisuudeksi määritetty 23 mg/kg. Tällä perusteella voidaan varovaisesti arvioida lantaanin taustapitoisuuden vaihtelevan Ruutinlammessa 17-23 mg/kg, joka jää selvästi alle keskieuropalaisissa vesistöissä mitattuihin yli 40 mg/kg tausta-arvoihin.

5 Yhteenveto

Yhteenvetona klorofylli- ja kokonaisfosforipitoisuuksista voidaan todeta, että matalien humusjärvien luokassa (keskisyvyys < 3m, väri 30-90 mgPt/l), johon Ruutinlampi kuuluneen, on vesienhoidon ekologisen tilan luokittelussa hyvän ja tyydyttävän luokan raja-arvoksi määritelty a-chl 20 µg/l ja fosfori 40 µg/l. Ruutinlampi on näillä muuttujilla määritettynä rajatapaus hyvästä ja tyydyttävästä luokasta. Mikäli nyt erittäin runsaan vesiruttokasvun sijasta järven tuotanto purkautuisi leväkasvuna (merkitsisi korkeita a-chl -arvoja ja leväkukintoja), olisi järvi selvästi tyydyttävässä luokassa. Toisin sanoen nykyisen vesipolitiikan tavoitteiden mukaista olisi kunnostaa Ruutinlampi hyvään luokkaan.

Tehty koe viittaa siihen mahdollisuuteen, että vaikka Ruutinlammen vesiruttokasvua voidaan hillitä fosforinsitojayhdisteellä, niin jäännösriskiksi jäisi kuitenkin mahdollisuus sangen runsaaseenkin sinileväkasvuun. Ruutinlammen mataluus ilman selvää syvännealuetta merkitsee, että tuottava valoisa kerros on pohjasedimentin pintakerrokseen saakka koko vesialueella. Tämä ilmeisesti mahdollistaa vesirutolle sedimentin ravinnevarojen jatkuvan saavutettavuuden ja mobilsoitumisen tuottamaan uutta kasvua. On myös mahdollista, että vesialueen bioaktiivinen fosforimäärä on jonkin verran aliarvioitu ja käyttökelpoista fosforia on löyhässä sedimentissä paljonkin arvioitua syvemmälle. Mm. Ruutinlammen sedimentistä on havaittu erittäin huomattavaa kaasun muodostusta ja tämä merkitsee, että kaasukuplien mukana voisi nousta fosforia ylös hyvinkin syvästä sedimentistä. Selvältä näyttäisi, että Ruutinlammen kunnostuksessa tulisi ottaa huomioon myös huonokuntoisimman pohjasedimentin vähentäminen ja samalla tehdä lampeen selvä syvännealue sen lisäksi, että biologisesti käyttökelpoinen tuleva ja lampeen väistämättä jäävä jäännösfosfori sidottaisiin fosforinsitojayhdisteellä.

6 Poikkeamat ennakkosuunnitelmaan verrattuna

Koesuunnitelman suunnitteluvaiheessa siitä tehtiin ennakkoon ilmoitus Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukseen (Uud-ELY) sekä Lohjan kaupunkisuunnittelukeskuksen ympäristöyksikköön. Palautteena saatiin Uud-ELY :n työtä ohjaava lausunto.

Poikkeamina voidaan mainita, että

- bentoniitti-lantaani (PhosLock) lisäykset allasta kohti olivat 1250 g, kun suunnitelmassa oli mainittu 850 g. Eli lantaanilisäys oli 62 g /allaskoe, kun ennakoilmoitettu oli 42 g/allaskoe.
- Alumiinikloridilisäys oli 55 g/allaskoe, kun ennakoilmoitus oli 41 g/allaskoe. pH :n laskun alarajaksi oli asetettu 5,2 – 5,4. Kuitenkin pH jäi päälle 7, mutta alkaliteetti putosi tasolta 0,7 mmol/l tasolle 0,4 mmol/l, joka sekkin on vielä sangen korkealla tasolla (keskim. 0,15 pintavesissä).
- Koealtaista ei poistettu eikä pöyhitty sedimenttejä eikä tehty alumiinikloridin ja bentoniitti-lantaanin yhdelmäkäsittelykoetta, joka myös oli ennakkosuunnitelmissa vaihtoehtona
- Sedimentin pöyhintäkoetta ei tehty, mutta sedimenttiä pöyhittiin sidonta-aineiden annostuksen yhteydessä.
- Kaikista altaista poistettiin kalasto ennen kokeen aloitusta, eikä kalastoa lisätty altaisiin myöhemmin (veden lämpötila nousi kesän poikkeuksellisista lämpöaloista sen verran korkeaksi, että kalat olisivat voineet huonosti tai kuolleet suljetuissa altaissa).
- Koetta jatkettiin viikolle 41 pitempiaikaisvaikutusten selvittämiseksi (ennakoilmoituksessa viikko 33-35), ja myös sen takia, koska kesä oli ollut poikkeuksellisen lämmin, niin haluttiin nähdä, ilmestyykö altaisiin yllättäviä leväkasvuja syksyllä niin kuin raportoitiin eräistä järvistä. Yllättävää leväkasvua ei ilmennyt, päinvastoin eräiden altaiden kesän voimakas pintakasvu (perifyton) oli miltei poistunut.
- Varsinainen laaja vedenlaadun näytteenotto tehtiin 10.8. eikä 1 krt viikossa hankkeen budjettivarausten ylittymisen vuoksi. Jatkossa tällaisten kokeiden vedenlaatu kannattaa havainnoida koealtaisiin liitetyillä jatkuvatoimisilla automaattimittareilla kokeen edistymisen tarkempaa arviointia varten ja vuorokauden sisäisen vaihtelun tietämisen vuoksi, joka rehevällä vesialueella on oletettavasti huomattava.
- Kokeen aikana kasvaneet vesiruttokasvustot on kylmäkuivattu mahdollisesti myöhemmin tapahtuvia laboratoriomäärytyksiä varten.
- Kokonaispäätelmänä kokeen aikana käytettyjen yhdisteiden ainemäärien laskennallisesta laimentumisesta sekä tehdyistä fysikaalis-kemiallisista ja biologisista määrytyksistä voidaan todeta, ettei koealtaan veteen tai sedimenttiin ole voinut jäädä vesistölle haitallisia pitoisuuksia kokeessa käytetyistä yhdisteistä.

7 Hankerahoitus

Hankerahoitus myönnettiin ympäristöministeriön "Ympäristötyöt" (mom 35.10.77) varoista. Koejärjestelyn hoidosta vastannut korkeakouluharjoittelijan (Aalto yliopisto) palkkaus suoritettiin Maa ja vesitekniikan tuki ry :n myöntämän tuen avulla. Kenttätöihin Ruutinlammen hoito- ja suojelyhdistys ry antoi merkittävän talkoo –panoksen.

Päiväys ja allekirjoitus

Helsinki 7.6.2011

Erikoistutkija Ari Mäkelä, SYKE/VK/VHO
puh. 040 -733 6175
e-mail: Ari.Makela(at)
ymparisto.fi

Viitteet:

/1/ Ylönen, T. 2007. Outokummun Kalattomanlammen kesän 2006 kunnostuskokeilun tulosten tiivistelmä. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikan koulutusohjelma AYNS02. Moniste. 22 s.

Muuta taustamateriaalia:

Väisänen, T. 2009. Sedimentin kemikalointikäsitteily. Tutkimus rehevän ja sisäkuormitteisen järven kunnostusmenetelmän mitoituksista sekä sen tuloksellisuuden mittaamisesta

<http://herkules.oulu.fi/isbn9789514292989/>