

Tarmo Tossavainen

Kontiolahden Rekilammen nykytilan selvitys kunnostussuunnittelun perustaksi



Julkaisusarja Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisuja C: Raportteja, 134

Tekijä Tarmo Tossavainen, Karelia-ammattikorkeakoulu

Kuvat Tarmo Tossavainen, ellei toisin mainittu.

© Tekijä ja Karelia-ammattikorkeakoulu

ISBN 978-952-275-422-6

ISSN 2323-6914

Karelia-ammattikorkeakoulu 2024

Sisällys

Tiivistelmä.....	4
1 Johdanto	7
2 Tutkimusalue	8
3 Aineisto ja menetelmät.....	13
4 Tulokset ja niiden tarkastelu	25
4.1 Rekilammen vedenlaadun havainnot	25
4.2 Rekilammen alueen orsiveden laatu	37
4.3 Rekilammen fosforikuormitus ja fosforimallitarkastelu	38
4.4 Rekilammen pohjasedimentin laatu ja määrä	42
4.5 Rekilammen pohjaeläimistön havainnot	54
5 Yhteenveto ja johtopäätökset.....	58
Lähteet.....	62
Liitteet.....	65
Liite 1. Rekilammen järvikortti	
Liite 2. Ympäristöasiantuntija Mika Huttusen/Pohjois-Karjalan ELY-keskus lausunto Rekilammen ympäristön pohjavesialueista 8/2023.	
Liite 3 Vedenlaadun, pohjasedimentin ja pohjaeläimistön sekä pohjaveden havaintopaikkojen koordinaatit (ETRS-TM35FIN) v. 2023. 8 taulukkoa.	
Liite 4. Savo-Karjalan Ympäristöntutkimus Oy:n vedenlaatuanalyysien tuloslomakkeet.	
Liite 5. Suomen Ympäristökeskuksen Hertta-tietojärjestelmään tallennetut Rekilammen vedenlaadun havainnot vuosilta 1991-2022.	
Liite 6. Suomen Ympäristökeskuksen Hertta-tietojärjestelmään tallennetut Rekilammen leväkintojen havainnot vuosilta 1994-2026.	
Liite 7. Tiedote: "Lupaavia tuloksia alusveden puhdistamisesta Kymijärvellä".	
Liite 8. Tiedote: "Järven sisäisestä kuormituksesta aiheutuvia ravinteita poistetaan uudella menetelmällä – tutkimuskohteena Inkoon Linkullasjön".	
Liite 9. Rekilammen orsivesiputken EP33 vesinäytteen analyysituloslomake.	
Liite 10. Rekilammen ja Aittolammen vesiensuojeluopas.	

Tiivistelmä

Rekilampi (vesiala runsaat 5 hehtaaria, suurin syvyys noin 18 metriä, arvioitu keski-syvyys noin 6 metriä) on selkeä latvajärvi. Noin puolet valuma-alueen alasta on metsätalousmaata, noin kolmannes rakennettujen yms. pintojen hulevesialuetta ja loput maatalouden aluetta. Se on ns. orsivesilampi ja siihen ei ilmeisestikään purkaudu mairittavassa määrin pohjavesiä. Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma tutki lammen nykytilan kunnostusmahdollisuuksien selvittämiseksi Kontiolahden kunnan toimeksiannosta.

Rekilampi on erittäin pahoin rehevöitynyt. Sen sietokyky on täysin romahtanut ja lampi on vakavassa sisäisen kuormituksen tilassa. Pohjaan kertynyt orgaaninen aines aiheuttaa happikadon. Tällöin varsinkin fosfori, typpi, rauta ja mangaani liukenevat sedimentistä veteen. Rekilammen pohjasta vapautuu havaintojen perusteella jatkuvasti mm. rikkivetyä, ammoniakkia ja todennäköisesti myös metaania ainakin ajoittain. Pohjanläheisen veden kokonaisfosforipitoisuuden havainnot vaihtelivat 1300...3000 µg/l vuonna 2023. Tämä ilmenee myös päällysveden fosforipitoisuuden (19...52 µg/l 1,0 metrissä) merkittävänä vaihteluna. Päällysveden kokonaistypen pitoisuus vaihteli 100...1000 µg/l ja pohjanläheisen veden 7000...13 000 µg/l vuonna 2023. Rekilammen pohjanläheisessä vedessä on kokonaisfosforia keskimäärin lähes 2 g/m³ ja kokonaistyppeä noin 9 g/m³. Pääosa näistä on liukoisia, leville ja makrofyyteille välittömästi käyttökelpoisia mineraaliravinteita.

Rekilammen vesimassa on osittain jatkuvasti hapetonta. Loppupalvella vesi on käytännössä pintaan saakka hapetonta. Rekilampi on selkeästi meromittinen allas. Alusveden tiheys on merkittävästi suurempi päällysveteen verrattuna. Tällöin koko vesimassan täyskiertoa ei tapahdu edes keväisin ja syksyisin, jolloin päällysveden lämpötila on +4,0 °C. Voimakkaatkaan tuulet eivät ilmeisesti kykene sekoittamaan Rekilammen koko vesimassaa. Kohtalainen suojaisuus yhdessä suuren syvyyden kanssa altistaa Rekilammen rehevöitymiselle. Ihmisen toiminnan vuoksi valuma-alueelta on joskus tullut merkittäviä määriä ravinteita ja happea kuluttavaa orgaanista ainesta. Se on keskeinen syy Rekilammen heikkoon tilaan. Välittömästi Rekilammen luoteispuolisen orsivesiputken (vesipatsaan paksuus noin 4,2 metriä) vesinäytteen ravinnepitoisuudet (kok. P < 3 µg/l ja kok. N 270 µg/l) olivat erittäin pieniä.

Rekilammen pohjasedimenttiä kairattiin yhteensä 42 havaintopaikalta. Mustanruskean...pikimustan, erittäin vesipitoisen ja hienojakoisen liejukerroksen paksuus vaihteli 0...3,32 metriä. Keskimäärin sitä oli noin 1,09 metriä. Tätä liejua voi olla enemmän syvyyksessä ja sen reunamilla, johon kaira ei ylettynyt. Järven kaltevat pohjat ovat eroosiovyöhykkeitä, joilta sedimenttiaines valuu kohti syvänteitä, ts. akkumulaatioalueita. Mustanpuhuvan liejun alapuolella on hiekkaa tai puhtaanoloista vaaleanharmaata savea, havaintopaikan mukaan vaihdellen. Höttösedimentti on peräisin järven omasta tuotannosta (kuolleista kasveista ja muista eliöistä; ns. autoktoninen aines) ja suoraan valuma-alueelta tulleesta kuormituksesta (ns. alloktoninen aines). Pieni osa aineksesta on luontaista eroosioainesta eli ns. luonnonhuuhtoutumaa.

Rekilammen pohjassa on vähintään noin 50 000...60 000 m³ mustaa höttösedimenttiä. Tämä aines ja nimenomaan siinä tapahtuva mikrobitoiminta aiheuttaa Rekilammen raskaan sisäisen kuormituksen. Pohja ja alusvesi on niin anaerobisessa tilassa, että bakteerien ja vähäisten isompien pohjaeläinten lisäksi sedimentissä esiintyy todennäköisesti myös arkeoneja. Ne saavat energiansa mm. pelkistämällä sulfaattia ja hiilidioksidia. Tällöin muodostuu rikkivetyä ja metaania.

Rekilammen pohjan voimakas liettyneisyys ja heikko happitilanne luovat kehnot elinolosuhteet pohjaeläimistöille. Biodiversiteetti on alhainen. Pääosa näytteistä löydetyistä taksonista oli heikkohappisia ja liettyneitä oloja kestäviä surviaissääsken (*Chironomidae* ja *Tanytopodinae*), polttiaisen (*Ceratopogonidae*) ja sulkasääsken (*Chaoborus* sp.) toukkia sekä harvasukamatoja (*Oligochaeta*). Lähempänä rantaa 1 ja 2 metrin näytesyvyyksiltä saatiin muutama vaateliaampi vesiperhosen (*Trichoptera*), sudenkorennon (*Odonata*), päiväkorennon (*Ephemeroptera*) ja kaislakorennon (*Megaloptera*) toukka sekä muutama kuollut pieni pallo- (*Sphaerium* sp.) ja hernesimpukka (*Pisidium* sp.).

Rekilammen kunnostus- ja hoitomahdollisuuksista välittömästi tehokkain olisi syvänealueelle asennettava ilmastuslaite, joka työntää ilmakehästä ilmaa järven pohjaan saakka. Koska Rekilammen syvänealueen sedimentin kokonaismäärää ja laatua ei toistaiseksi tunneta, on ilmastukseen vaadittavaa kokonaisaika pysyvän myönteisen tuloksen saavuttamiseksi mahdotonta arvioida. Kyse on vähintään vuosien, luultavasti vuosikymmenten prosessista. Ilmastuksella saataisiin hento, mutta vähitellen paksuuntuva aerobinen kerros pintasedimenttiin. Sen ansiosta ravinteet ja metallit alkaisivat pidentyä pohjaan ja alusveden sekä järven koko vesimassan happitilanne kohenisi nopeastikin. Ilmastumisen lopettamisen jälkeen tilanne palautuisi nopeasti raskaaseen

sisäkuormitteiseen happikadon tilaan. Rekilammen monimutkainen ekosysteemi, elolisten ja elottomien tekijöiden fysikaalis-kemiallis-biologinen verkosto, on mukautunut nykyiseen tilaansa. Se pyrkii vastustamaan muutosta, tapahtuipa se mihinkä suuntaan tahansa. Syvänteen sedimentin mahdolliset sulfidikerrokset heikentäisivät ilmastuksen vaikutuksia pohjaan. Siten Rekilammesta on aiheellista ehdottomasti teetättää edustavista paikoista sedimentin laboratorioanalyysit (ainakin kuiva-ainepitoisuus, hehkutusjäännös [mineraaliaineksen osuus] sekä kokonaistypen ja -fosforin pitoisuudet) ennen mahdollisia kunnostusteknisiä toimia. Mahdolliselle sedimentin poistolle ainoa järkevä tekniikka on todennäköisesti imuruoppaus pohjalietteen suuren vesipitoisuuden vuoksi. Tällöinkin hapettaminen (ilmastus) olisi välttämätön ruoppauksen tukitoimi rehevöitymistä ylläpitävän sisäisen kuormituksen vaimentamiseksi.

Mittaustulosten perusteella näyttää siltä, että Rekilammen meromiktia pidättelee ravinteiden, etenkin fosforin massiivista pääsyä päällysveteen ja tuottavaan vesikerrokseen levien ja makrofytytien kasvua kiihdyttämään. Mikäli ilmastaminen särkeisi lammen nykyisen pysyvän kerrosteisuuden, niin pohjasta vapautuneita liukoisia ravinteita pääsisi pintaan saakka ruokkimaan rehevöitymistä. Ilmastamisen jatkuessa tämä ilmiö vaimentuisi alusveden ja pintasedimentin happitilanteen kohentuessa ja pohjan muuttuessa ravinteita sitovaksi.

Lahdessa sijaitseva Kymijärvi (vesiala noin 650 ha, suurin syvyys noin 11 metriä) kärsii jatkuvasta alusveden happikadosta ja kohonneista liukoisen fosfaattifosforin pitoisuuksista, ts. vastaavasta sisäisestä kuormituksesta kuten Rekilampi. Siellä on toteutettu muutaman vuoden ajan kunnostushanketta, jossa ravinnepitoista hapetonta alusvettä pumpataan pois kerrosteisuuden aikana. Ensisijaisena tavoitteena on köyhdyttää sedimentin fosforivarannot niin, että järven tila merkittävästi kohenee. Pumpattu vesi suodatetaan ja palautetaan järveen kosteikon kautta. Talteen otetun fosforin kiertotalousarvo myös selvitetään. Vastaavaa käsittelyä ollaan aloittamassa myös Inkoon Linkullajärvellä.

Ulkoisen, ts. valuma-alueelta tulevan kuormituksen minimointi, järveä kunnioittavat maankäytön käytänteet, on aina oleellinen järven kunnostus- ja hoitohankkeen perusvaatimus.

1 Johdanto

Tämä selvitys on toimeksianto Kontiolahden kunnalta, jolle kiitokset, yhteyshenkilönään ympäristöpäällikkö Antti Suontama, mielenkiintoisen työn mahdollistumisesta! Eryityiskiitokset Olavi Riikoselle veneen lainaamisesta kenttätutkimustöihin sekä Kulhon alakoululle pysäköintipaikkojen järjestymisestä sekä Joensuun Veden Anne Savolaiselle ja Jouni Mustoselle pohjavesi- (orsivesi-) näytteenoton mahdollistamisesta!

Rekilampi sijaitsee Kontiolahden kunnassa Kulhon elinvoimaisen maaseutukylän keskellä. Lammessa on ollut useita vuosia vakavia rehevöitymisoireita, kuten massiivisia leväkukintoja. Keväällä 2023, välittömästi jäiden lähdettyä vapun aikoihin, lammessa oli suuria määriä kuollutta kalaa. Tämä selvitys pureutuu näiden syihin sekä pohtii kunnostusteknisiä mahdollisuuksia.

Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelijat Mimoza Ademi, Esa-Pekka Ahosola, Nelli Alatossava, Mikko Eloranta, Reetta Havasto-Naakka, Jan Himanen, Riku Ikonen, Ari-Pekka Kallinen, Satu Karttunen, Alekski Kasanen, Vilppu Kettunen, Kaapo Kokkonen, Jenni Kosunen, Tommi Kurppa, Ville Käpyaho, Kristian Liikainen, Pauliina Meriläinen, Abdulaahi Muhamed, Veeti Mutanen, Markus Mäkkeli, Niko Nissinen, Laura Nousiainen, Anna Pashina, Jere Pennanen, Joni Pennanen, Sakke Petäjäsaari, Toni Puustinen, Roope Remes, Riikka Ronkainen, Eetu Räsänen, Teemu Salminen, Jere Sariola, Hilla Kärki, Arttu Torvi, Anni Tietäväinen, Tomi Ulmanen, Lauri Yrjänä ja Paavo Yrjänä ovat osallistuneet vedenlaadun ja pohjaeläimistön sekä pohjasedimenttien tutkimuksen kenttä- ja laboratoriotöihin kevättalvella 2023. Lisäksi Riku Ikonen, Vilppu Kettunen ja Markus Mäkkeli laativat Kontiolahden kunnan toimeksiannosta Rekilammen ja läheisen Aittolammen vesiensuojeluoppaan.

2 Tutkimusalue



Näkymä Rekilammelta 18.09.2023.

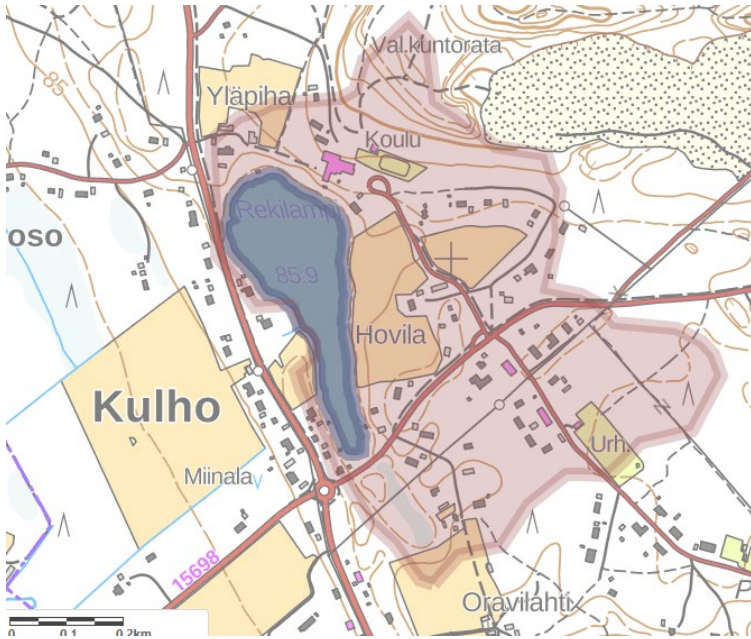
Rekilampi (vesiala runsaat 5 hehtaaria) on selkeä latvajärvi. Järvi on toistaiseksi syvyyskartoittamatta. Siten järven tilavuus- ja viipymätiedot ovat karkeahkoja arvioita. Syvyystiedot perustuvat vesistökuunnostusyrittäjä Janne Raassinan luotaustuloksiin (kuva 1). Joka tapauksessa suhteellisen pienen valuma-alueen ja lammen suuren tilavuuden vuoksi Rekilammen viipymä on kohtalaisen pitkä, arviolta noin 30 kuukautta (taulukko 1). Rekilammen valuma-alueella ei ole lainkaan muita järviä tai lampia, jotka pidättäisivät osan lampeen tulevasta ainevirtaamasta, ts. luonnonhuuhtoutumasta ja ihmisen aiheuttamasta kuormituksesta. Siten mahdollisen voimakkaan maankäytön ja ylipäättään kaiken ihmistoiminnan aiheuttama kuormitus pääsee jokseenkin esteettömästi Rekilampeen. Noin puolet valuma-alueen alasta on metsätalousmaata, noin kolmannes rakennettujen yms. pintojen hulevesialuetta ja loput noin 15 % maatalouden aluetta (taulukot 2 ja 3). Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen asiantuntija Mika Huttusen mukaan Rekilampi on ns. orsivesilampi ja siihen ei ilmeisestikään purkaudu pohjavesiä (ks myös Liite 2).

Taulukko 1. Eräät Rekilammen vesistöalueen hydrologis-morfometriset ominaisuudet.

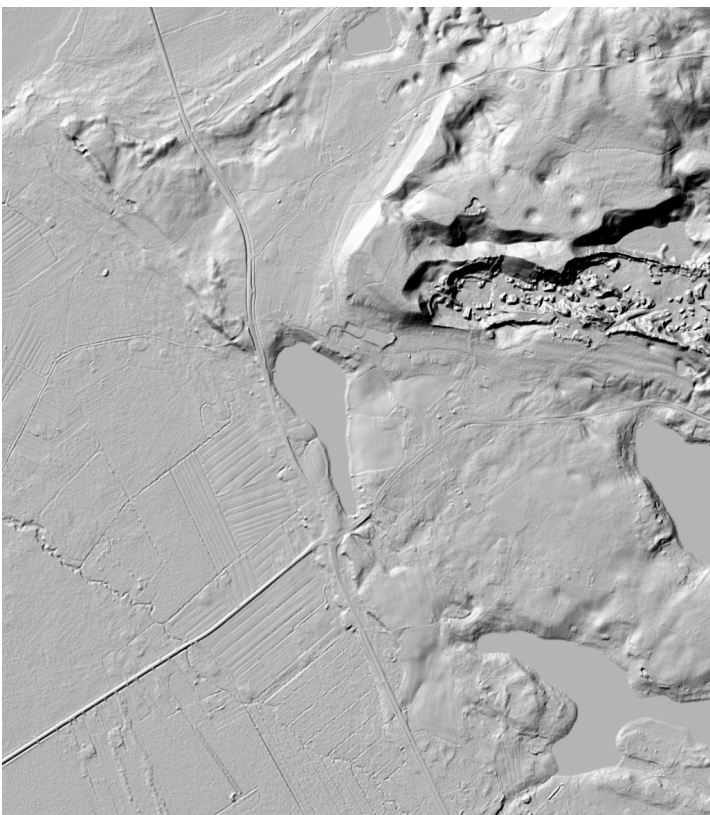
Rekilammen vesistöalueen ominaisuus	Lukuarvo	Lisätiedot, lähde
Vesiala (A)	5,24 hehtaaria	Suomen Ympäristökeskus, Hertta-tietojärjestelmä, tammikuu 2023
Valuma-alueen ala	40,4 hehtaaria	Suomen Ympäristökeskus, määritetty VALUEKM10-ohjelmalla tammikuussa 2023
Keskisyvyys	6 metriä	Arvion perustana vesistökunnostusyrittäjä Janne Raassinan kesällä 2022 tekemät luotaukset (kuva 1).
Tilavuus (V)	314 400 m ³	Vesiala x arvioitu keskisyvyys
MQ _{Rekilampi}	3,9 l/s	laskennan perusteena $Mq_{\text{Suomi}2000-2011}$ 9,7 l/s km ² (Pohjois-Karjalan Ympäristökeskus 2013)
Viipymä (T)	30,7 kuukautta	$T = V/MQ$



Kuva 1. Vesistökunnostusyrittäjä Janne Raassinan (Kontiolahti) syvyysluotaukset Rekilammessa kesällä 2022.



Kuva 2. Rekilammen vesistöalue. Sen kokonaisala on 0,4564 km² ja järvisyys (L) on 11,5 % (0,0524 km²). Määritetty Suomen Ympäristökeskuksen VALUEKM10-ohjelmalla tammikuussa 2023.



Kuva 3. Rekilampi lähiympäristöineen (Maanmittauslaitos, Paikkatietoikkuna 06.02.3023).

Taulukko 2. Maankäyttömuotojen suhteellinen osuus Rekilammen valuma-alueella. Tiedot on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen VALUEKM10-tietojärjestelmästä 16.02.2023.

Vesistöalueen osa-alue	Pinta-ala (ha)	Osuus koko vesistöalueesta (%)
Virkistys- ja vapaa-ajan toiminta-alueet	1,23	2,7
Viljelysmaat	5,52	12,1
Heterogeeniset maatalousvaltaiset alueet	0,27	0,6
Sulkeutuneet metsät	17,02	37,3
Harvapuustoiset metsät, pensastot sekä avoimet kankaat	4,84	10,6
Sisämaan kosteikot ja avosuot	0,05	0,1
Sisävedet	5,25	11,5
Asuinalueet	9,40	20,6
Teollisuuden, palveluiden ja liikenteen alueet	2,01	4,4
Maa-ainesten ottoalueet, kaatopaikat ja rakennustyöalueet	0,05	0,1
Yhteensä	45,64	100,0

Taulukko 3. Rekilammen vesistöalueen osa-alueet. Nämä on arvioitu taulukon 2 tietojen perusteella.

Vesistöalueen osa-alue	Pinta-ala (ha)	Osuus koko vesistöalueesta (%)
Vesialueet (= Rekilampi)	5,25	11,5
Metsätalousmaat	21,91	48,0
Maatalousmaat	5,79	12,7
Hulevesialueet	12,69	27,8
Yhteensä	45,64	100,0



Kuva 4. Kartta tarkkailupisteistä Rekilammen läheisyydessä (Mika Huttunen, Pohjois-Karjalan ELY-keskus, elokuu 2023). EL1 = Rekilammen pinnankorkeuden tarkkailupiste, EP33 = orsiveden tarkkailupiste, EP34 ja EP35 = pohjaveden tarkkailupisteitä.

3 Aineisto ja menetelmät

Rekilammen tilan selvityksessä vuonna 2023 käytetyt välineet ja menetelmät sekä havaintoajankohdat ja -paikat on esitetty taulukoissa 4 - 6 sekä kuvissa 5-21. Aiemmat vedenlaadun ja leväkukintojen havainnot vuosilta 1991-2022 on poimittu Suomen Ympäristökeskuksen Hertta-tietojärjestelmästä (Liitteet 5 ja 6).

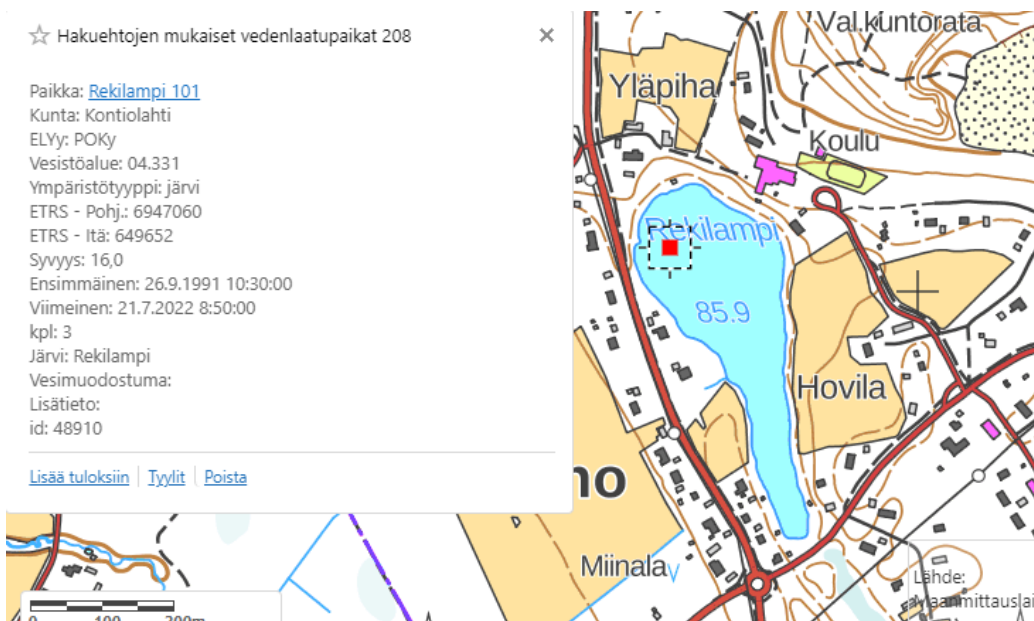
Taulukko 4. Rekilammen havaintokerrat ja -kohteet vuonna 2023.

Havaintokohde	Havaintoajankohdat	Lisähuomiot
Vedenlaatu, syväne 101, kokonaissyvyys noin 18 metriä	20.01 (ja 23.01.), 28.02., 02.03., 15.03., 22.03., 19.04., 21.04., 03.05., 18.09. (ja 27.09.), 12.10.	Lisäksi 02.03. eteläinen havaintopaikka 4,3 m 03.05. lähtien avovesinäytteet
Sedimentit	20.01., 23.01., 08.02., 15.02., 28.02. ja 02.03.	
Pohjaeläimistö	15.03. ja 22.03.	
Pohja- ja orsivesi	23.11.2023	Näyte saatiin orsivesivesiputkesta EP33.

Taulukko 5. Rekilammen tilan selvityksessä vuonna 2023 käytetyt laitteet ja menetelmät.

Tutkimusvaihe	Laitteet ja menetelmät	Lisähuomautukset
Pohjasedimentin kokonaismäärä	Turvekaira malli Macaylay, näytteenotto-osan pituus 1,0 m, jatkovarret yht. lähes 10 m.	
Pintasedimentin redox-potentiaalimittaus <i>in situ</i>	Viipaloiva Limnos-sedimenttinoudin varusteineen, EZDO-kenttämittari 8200M + redox-elektrodi, Redox-elektrodin kalibrointiliuos (WTW)	
Pohjaeläimistö	Ekman-tyyppinen näytteenotin varusteineen	
Vesinäytteenotto ja laboratorioanalyysit (fosfaattifosfori, nitraattityppi, ammoniumtyppi, alumiini, mangaani, rauta, pH) Kareliala-amk:n laboratorioluokassa	Limnos-vesinäytteenotin, filterifotometri S 12 (WTW, Saksa) varusteineen, pH-mittari EZDO kalibrointiliuoksineen (pH 4,01 ja 7,00, WTW)	Osa kokonaisfosforin ja -typen analyyseistä teetettiin Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa Kuopiossa
Pohjaveden (orsiveden) näytteenotto	Uppopumppu, akku 12 V, pinnankorkeusmittari	Kokonaisfosforin ja -typen analyysit teetettiin Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa

Veden happipitoisuuden mittaust	Optinen YSI Pro ODO-kenttämittari	
Havaintopaikkojen koordinaattien tallennus	Garmin GPSMAP 64x -satelliittipaikanninlaite	Koordinaattien tarkkuus ±2...±3 metriä
Muut keskeiset varusteet	Ahkiot, moottorisaha, jääkairat, luotinaru, rullamitta, Olavi Riikosen soutuvene	



Kuva 5. Rekilammen syvännähavaintopaikka 101 (Suomen Ympäristökeskus, Hertta-tietojärjestelmä tammikuu 2023).

Pohjaeläimistön biodiversiteetti arvioitiin Shannon-Wiener -indeksin avulla. Tämä indeksi tunnetaan myös nimellä Shannonin entropia. Shannonin entropia on tehollisen lajimäärän logaritmi

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

missä P_i on i lajin osuus paikan kokonaisuksilömäärästä. Indeksien arvo on sitä suurempi mitä enemmän lajeja havaitaan (ks. taulukko 6).

Taulukko 6. Arvio biodiversiteetistä Shannon–Wiener –indeksin avulla.

Luokka	Indeksiarvo	Shannon–Wiener
1	Erittäin korkea	> 3,71
2	Korkea	2,97 – 3,71
3	Melko korkea	2,22 – 2,97
4	Matala	1,48 – 2,22
5	Erittäin matala	< 1,48



Kuva 6. "Pohjoisen linjan" pohjasedimentin havaintopaikat 20.01. ja 23.01.2023. Alkuperäinen kartta: Maanmittauslaitos, avoimet aineistot.



Kuva 7. "Keskisen linjan" pohjasedimentin havaintopaikat 08.02.2023. Alkuperäinen kartta: Maanmittauslaitos, avoimet aineistot.



Kuva 8. Rekilammen "Välilinjan" pohjasedimentin havaintopaikat 15.02.2023. Alkuperäinen kartta: Maanmittauslaitos, avoimet aineistot. Kairauslinjan kokonaispituus länsirannalta itärannalle on noin 50 metriä. Kairaukset on tehty täsmällisesti lännestä itään noin 5 metrin välein. Kuitenkin välittömästi kairauksen yhteydessä tallennettujen koordinaattien sijainti on pahoin virheellinen. Tätä ei tämän raportin laatija ole aiemmissa vastaavissa töissään havainnut.



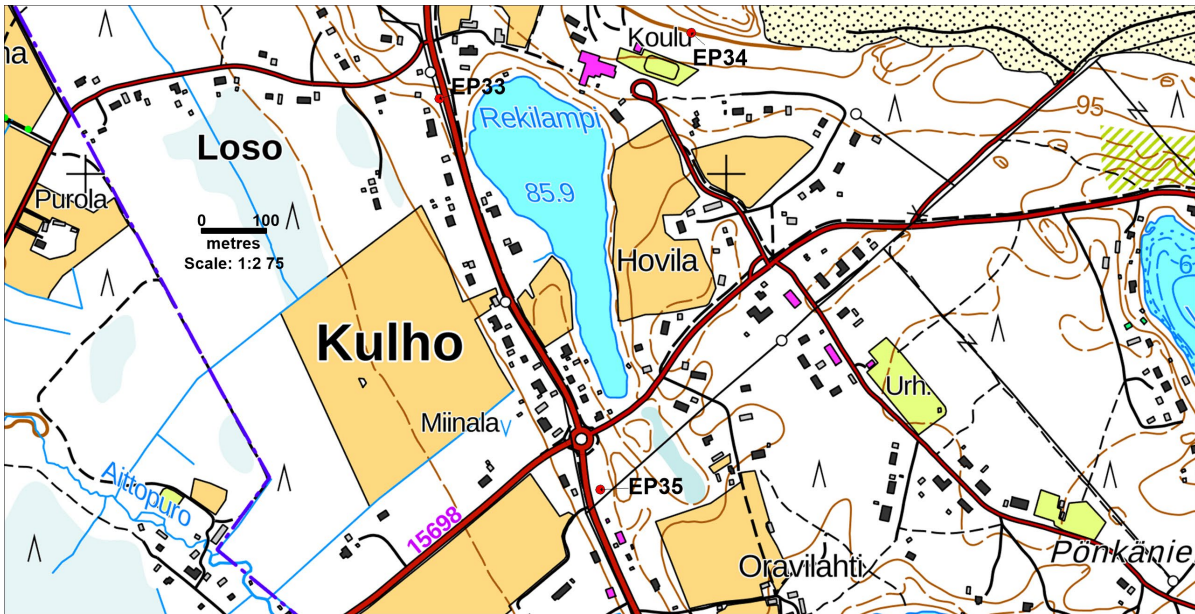
Kuva 9. "Etelälinjan" pohjasedimentin havaintopaikat 15.02.2023 sekä vedenlaadun havaintopaikka "Rekilampi eteläinen" 02.03.2023. Alkuperäinen kartta: Maanmittauslaitos, avoimet aineistot. Kairauslinjan kokonaispituus länsirannalta itärannalle on noin 50 metriä. Kairaukset on tehty täsmällisesti lännestä itään noin 7 metrin välein. Kuitenkin välittömästi kairauksen yhteydessä tallennettujen koordinaattien sijainti on pahoin virheellinen. Tätä ei tämän raportin laatija ole aiemmissa vastaavissa töissään havainnut.



Kuva 10. Rekilammen pohjasedimentin havaintopaikat 28.02. ja 02.03.2023. Alkuperäinen kartta: Maanmittauslaitos, avoimet aineistot.



Kuva 11. Rekilammen pohjaeäimistön havaintopaikat 15. ja 22.03.2023. Alkuperäinen kartta: Maanmittauslaitos, avoimet aineistot.



Kuva 11a. Orsivesiputken EP33 sekä pohjavesiputkien EP34 ja EP35 sijainti.



Kuva 12. Tarmo Tossavainen ottaa vesinäytettä Limnos-noutimella. Kuva: Ismo Pöllänen, Karelia-ammattikorkeakoulu.



Kuva 13. Vesistökunnostusyrittäjä Janne Raassina kirjaa Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 veden happipitoisuuksia 20.01.2023. Mittalaitteena toimii optinen happikenttämittari YSI Pro ODO.



Kuva 14. YSI Pro ODO -happikenttämittari Rekilammen syvänehavaintopaikalla 101 20.01.2023.



Kuva 15. Tämän raportin laatija nostaa sedimenttinäytettä Macaylay-mallisella laippakairalla Rekilammesta 08.02.2023 Kuva: Joni Miettinen, Karelia-ammattikorkeakoulu.



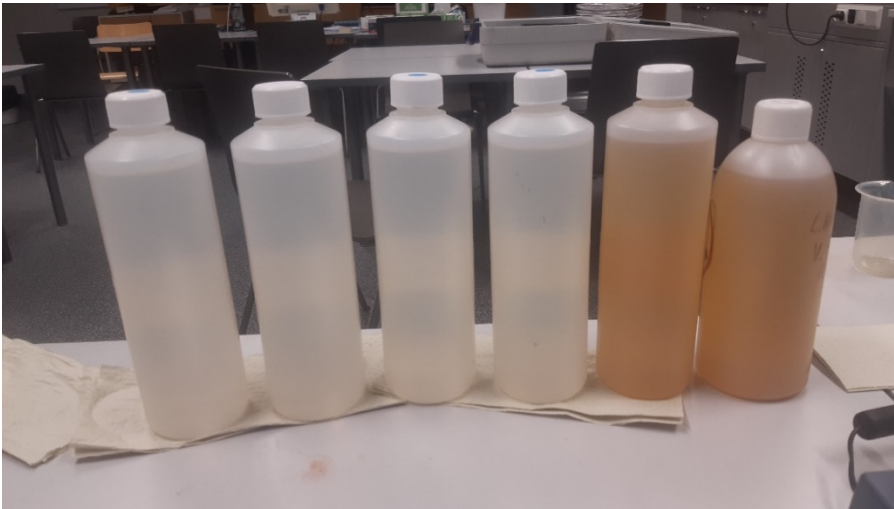
Kuva 16. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 pinta-sedimentin hapetus-pelkistysasteen eli redox-potentiaalin mittaus 20.01.2023.



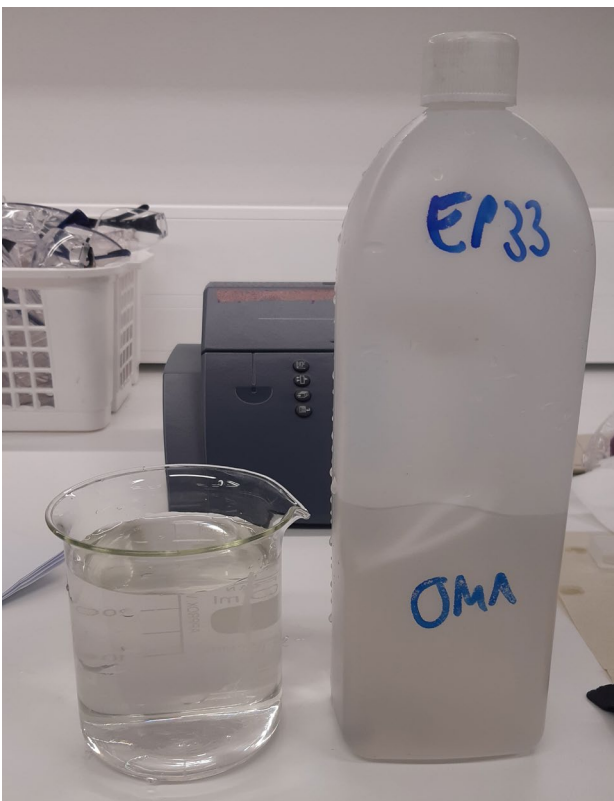
Kuva 17. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 sedimenttinäyte 0-65 cm viipaloivassa Limnos-sedimenttinäytteenottimessa 20.01.2023.



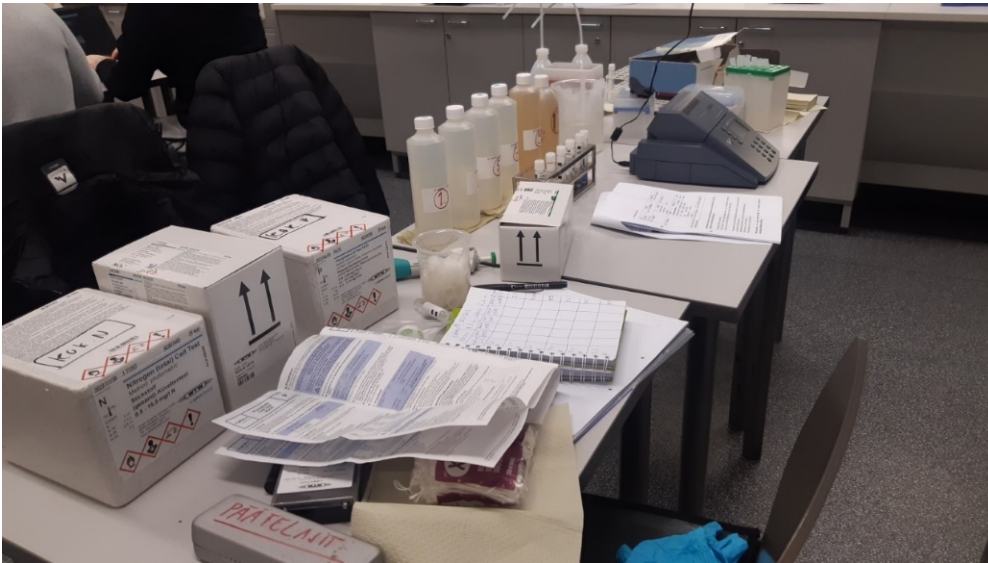
Kuva 17a. Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelijat (vasemmalta oikealle) Markus Mäkkeli, Riku Ikonen ja Vilppu Kettunen pumppaavat Rekilammen länsipuolisen orsivesiputken EP33 vettä 23.11.2023.



Kuva 18. Rekilammen syvänehavaintopaikan (18,5 m) vesinäytteet 23.01.2023. Näytteet vasemmalta oikealle; 1,0 m, 3,0 m, 6,0 m, 10,0 m, 15,0 m ja 17,5 m.



Kuva 18a. Rekilammen länsipuolisen orsivesiputken EP33 23.11.2023 vesinäyte saman päivän iltana Karelia-ammattikorkeakoulun Wärtsilä-kampuksen laboratoriossa.



Kuva 19. Saksalaisvalmisteinen filttärfotometri WTW S 12 reagensseineen Karelia-ammattikorkeakoulun laboratorioluokassa 24.01.2023.



Kuva 20. Kokonaisfosforin ja -typen analysoinnissa käytettävä termoreaktori Karelia-ammattikorkeakoulun laboratoriossa 24.01.2023.



Kuva 21. Tämän raportin laatija on juuri nostanut pohjäläinnäytteen Ekman-tyyppisellä noutimella.

4 Tulokset ja niiden tarkastelu

4.1 Rekilammen vedenlaadun havainnot

Rekilampi on erittäin pahoin rehevöitynyt. Sen sietokyky on täysin romahtanut ja lampi on vakavassa sisäisen kuormituksen tilassa. Pohjaan kertynyt orgaaninen aines aiheuttaa happikadon. Mikrobit, Rekilammessa todennäköisesti myös arkeonit, kuluttavat hapen ja saavat energiansa pelkistysreaktioista. Tällöin varsinkin fosfori, typpi, rauta ja mangaani liukenevat sedimentistä veteen. Lampi ikään kuin lannoittaa itse itseään. Rekilammen pohjasta vapautuu havaintojen perusteella jatkuvasti rikkivetyä, ammoniakia ja todennäköisesti myös metaania ainakin ajoittain.

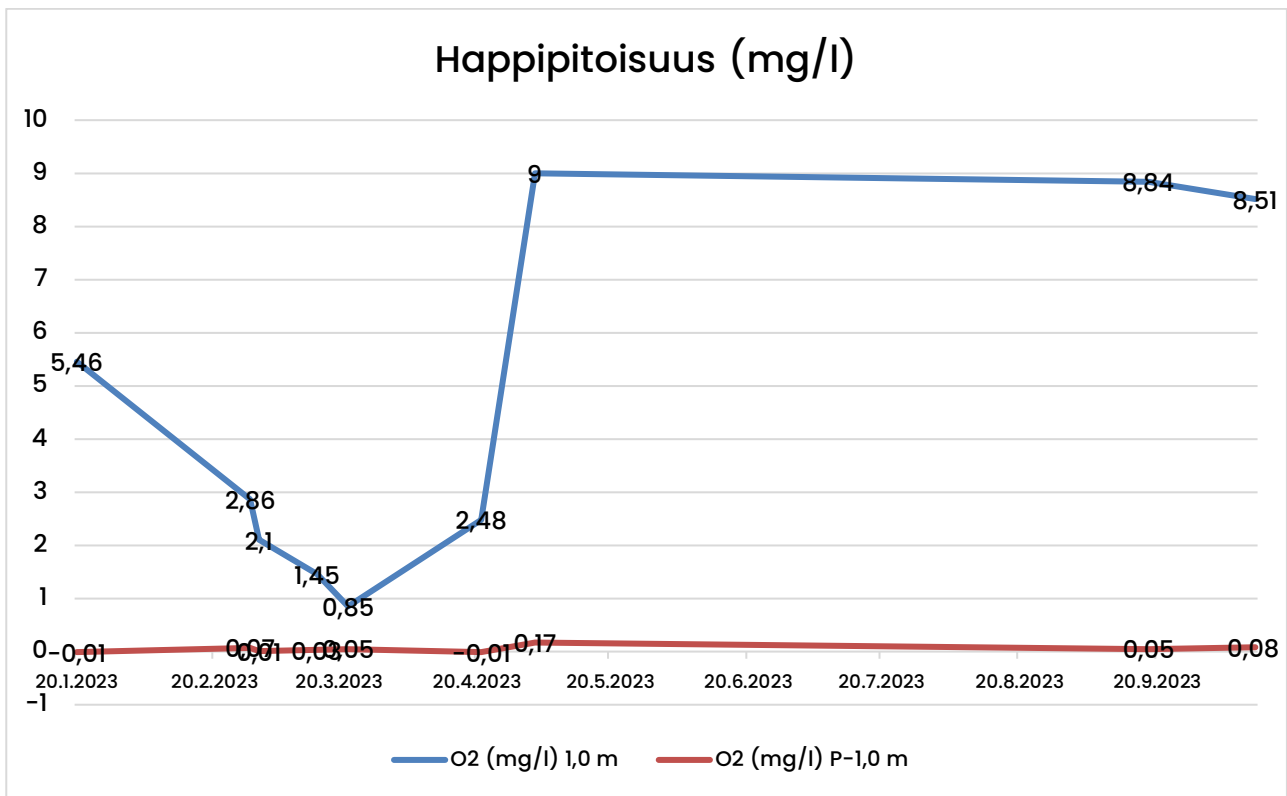
Rekilammen vesimassa on osittain jatkuvasti hapetonta (kuvat 22 ja 23, taulukot 7 ja 10–20). Käytännössä täysin hapettoman kerroksen paksuus vaihtelee vuodenajan ja kerrosteisuustilanteen mukaan (taulukko 8). Rekilampi on selkeästi meromittinen allas. Alusveden tiheys on merkittävästi suurempi päällysveteen verrattuna. Tällöin koko vesimassan täyskiertoa, kuten ns. dimiktisisissä järviältaissa, ei tapahdu edes keväisin ja syksyisin, jolloin päällysveden lämpötila on +4,0 °C. Veden tiheys on tällöin suurimmillaan, jolloin järvissä ja lammissa yleisesti tapahtuu konvektioperustainen vesimassan sekoittuminen pinnasta pohjaan. Voimakkaatkaan tuulet eivät ilmeisesti kykene sekoittamaan Rekilammen koko vesimassaa. Rekilammen sijainti ei ehkä ole niin suojainen, etteivätkö hyvin voimakkaat tuulet kykenisi sen vesimassaa kierrättämään. Kuitenkin kohtalainen suojaisuus yhdessä suuren syvyyden kanssa altistaa Rekilammen rehevöitymiselle, mikäli ihmisen toiminnan vuoksi valuma-alueelta tulee merkittäviä määriä ravinteita ja happea kuluttavaa orgaanista ainesta. Tätä on joskus tapahtunut Rekilammen valuma-alueen maankäytön historiassa, ja se on keskeinen syy Rekilammen heikkoon tilaan. Yleisesti järven suuri tilavuus suhteessa siihen tulevaan virtaamaan, ts. pitkä viipymä, lisää järven sietokykyä kuormitusta vastaan. Tällöin orgaaninen aines, sekä valuma-alueelta tullut allohtoninen aines, että järven omasta tuotannosta peräisin oleva autoktoninen aines (kuolleet kasvit, levät ja muut eliöt) ennättää hajota vesimassassa tehokkaammin kuin lyhytviipymäisessä altaassa. Siten tämän aineksen hapenkulutuspotentiaali pohjassa on pitkäviipymäisessä altaassa vähäisempi. Rekilammen karkeahkosti arvioitu viipymä (noin 30 kk) on kohtalaisen pitkä (katso myös taulukko 1).

Meromiktia pitää jatkuvaa ja vakavaa sisäistä kuormitusta Rekilammessa. Jääpeitteisenä aikana aivan päällysvedenkin happitilanne on enimmäkseen surkea (katso taulukko 7, kuvat 22 ja 23). Toisaalta meromiktisyys näyttäisi hillitsevän pohjalietteestä vapautuvan valtavan fosforimäärän pääsyä aivan päällysveteen saakka (taulukko 9). Sen sijaan typen kaasumainen käyttäytyminen näyttää mahdollistavan sen pääsyn päällysveteen saakka. Sen pitoisuuksien (kok. N 100...1000 µg/l) heittelehtiminen 1,0 metrin syvyydessä oli selkeästi voimakkaampaa kokonaisfosforiin (19...52 µg/l) verrattuna vuonna 2023 (taulukko 9). Kuitenkin myös päällysveden fosforin vaihtelu ilmentää epävakaa, pahoin rehevöityneen vesiekosysteemin käyttäytymistä.

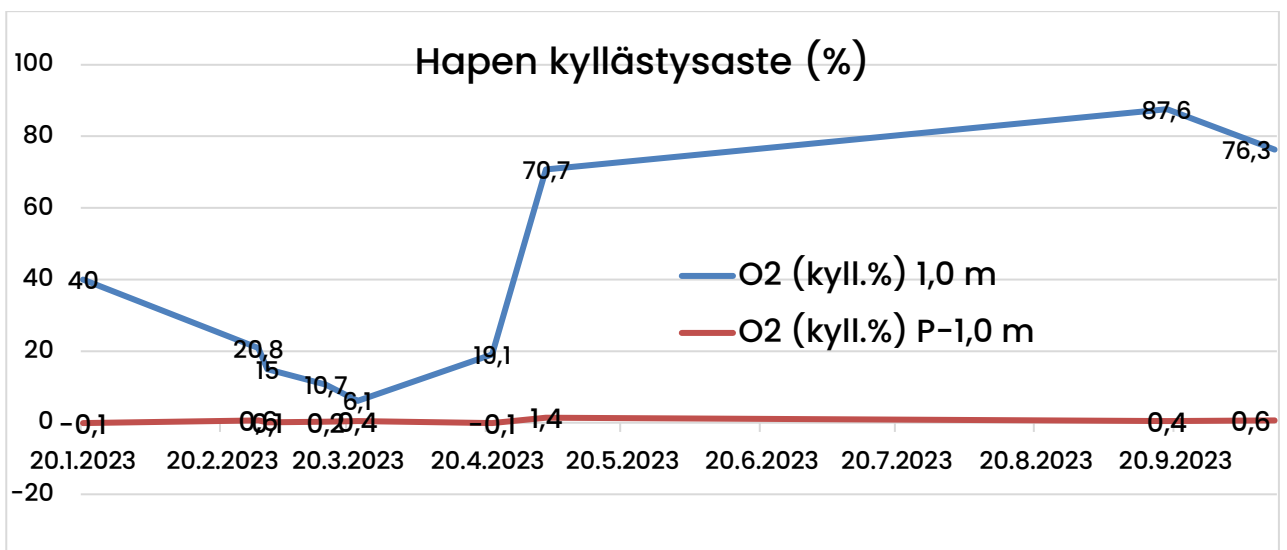
Valtaosa alusveden kokonaisfosforista on liukoista, välittömästi rehevöitymistä aiheuttavaa liukoista fosfaattia (taulukot 10, 14, 15, 17, 19 ja 20). Merkittävä osa alusveden kokonaistypestä oli ainakin tammikuussa 2023 liukoista ja myrkyllistä ammoniumtyyppiä (taulukko 10). Myös nitraattitypen pitoisuudet olivat tuolloin varsin korkeita (taulukko 10).

Rekilammen veden pH (talven ja syksyn 2023 havainnot pH 5,9...6,4) on riittävä esim. kaikille kalalajeillemme. Rehevissä vesiekosysteemeissä happamuus harvoin on ongelma korkean, hiilidioksidia sitovan perustuotantotason vuoksi. Fosforin ja typen tavoin rauta ja mangaani mobilisoituvat hapettomasta pohjasta vesimassaan, ja niiden pitoisuudet ovat Rekilammen alusvedessä korkeita (taulukot 14, 15 ja 20). Alumiinin mobilisaatio ei riipu happitilanteesta, vaan se muuttuu liukoiseksi happamassa (pH alle 5) ympäristössä. Se ei ole minkäänlainen ongelma Rekilammessa. Alkaliniteetin havainnot (0,117...0,77 mmol/l) vuosilta 1991 ja 2020 ilmentävät hyvää veden puskurikapasiteettia (Liite 5).

Näkösyvyyden havainnot vaihtelivat 2,2...2,8 metriä vuonna 2023 (taulukot 10-20).



Kuva 22. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 (kokonaissyvyys noin 18 metriä) veden päällys- (näytesyvyys 1,0 m) ja alusveden (P-1,0 m, ts. 1,0 metriä pohjan yläpuolelta) happipitoisuuden havainnot (mg/l) vuonna 2023.



Kuva 23. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 veden päällys- (näytesyvyys 1,0 m) ja alusveden (P-1,0 m, ts. 1,0 metriä pohjan yläpuolelta) hapen kyllästysasteen havainnot (%) vuonna 2023.

Taulukko 7. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 (kokonaissyvyys noin 18 metriä) päällysveden (näytesyvyys 1,0 metriä) ja alusveden (näytesyvyys P-1,0 m, ts. 1,0 metriä pohjan yläpuolelta) happipitoisuuden havainnot vuosina 1991–2023. Vuosien 1991–2022 havainnot; katso myös liite 5. Vuoden 2023 havainnot: Karelia-amk/TaTo.

Hav.pvm	O ₂ (mg/l) 1,0 m	O ₂ (kyll.%) 1,0 m	O ₂ (mg/l) P-1,0 m	O ₂ (kyll.%) P-1,0 m
26.09.1991	9,0	78	..	..
16.09.2020	9,1	86	0,2	2,0
21.07.2022	9,1	100	0,2	0,0
20.01.2023	5,46	40	-0,01	-0,1
28.02.2023	2,86	20,8	0,07	0,6
02.03.2023	2,1	15,0	0,01	0,1
15.03.2023	1,45	10,7	0,03	0,2
22.03.2023	0,85	6,1	0,05	0,4
21.04.2023	2,48	19,1	-0,01	-0,1
03.05.2023	9,0	70,7	0,17	1,4
18.09.2023	8,84	87,6	0,05	0,4
12.10.2023	8,51	76,3	0,08	0,6

Taulukko 8. Rekilammen "ei täysin hapettoman" ($\geq 0,2$ mg/l) vesikerroksen paksuus ja sen lämpötilat vuoden 2023 havaintojen perusteella.

Havaintopvm ja -paikka, kokonaissyvyys	"Happipitoinen" ($\geq 0,2$ mg/l) kerros (m)	Happipitoisuudet ja lämpötilat pinnasta (1,0 m) alkaen ko. "hapekkaassa" kerroksessa	Huom.
20.01.2023 syväne 101, 18,5 m	8	5,5...0,3 mg/l, +2,1...+4,2 °C	
28.02.2023 syväne 101, 18,4 m	5	2,9...0,2 mg/l, +1,8...+4,0 °C	
02.03.2023 syväne 101, 18,1 m	3	2,1...0,3 mg/l, +1,7...+3,1 °C	
02.03.2023 eteläpää, 4,3 m	2	1,7...0,3 mg/l, +1,8...+2,9 °C	
15.03.2023 syväne 101, 18,5 m	2	1,5...0,4 mg/l, +1,6...+2,7 °C	
22.03.2023 syväne 101, 18,2 m	2	0,9...0,3 mg/l, +1,3...+2,5 °C	
21.04.2023 syväne 101, 18,4 m	3	2,5...0,3 mg/l, +4,0...+4,0 °C	
03.05.2023 syväne 101, 17,5 m	10	9,0...0,3 mg/l, +4,8...+4,3 °C	Jääpeite hävisi parin edellisen päivän aikana
18.09.2023 syväne 101, 18,2 m	6	8,8...0,3 mg/l, +14,8...+7,8 °C	
12.10.2023 syväne 101, 17,2 m	7	8,5...0,3 mg/l, +8,5...+6,9 °C	

Taulukko 9. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 (kokonaissyvyys vaihdellut 17,2...18,5 metriä ao. havaintokertojen aikana) päällis- ja alusveden (1,0 m ja P-1,0 m, ts. 1,0 m pohjan yläpuolelta) kokonaisfosforin ja kokonaistypen sekä kokoomanäytteinä 0-2 m kasviplanktonin a-klorofyllipitoisuuksien havainnot vuosina 1991-2023.

Hav.pvm	Kok. P (µg/l) 1,0 m	Kok. P (µg/l) P-1,0 m	Kok. N (µg/l) 1,0 m	Kok. N (µg/l) P-1,0 m	a-klorofylli (µg/l) 0-2 m	Näytteenotto ja laboratorianalyysit
26.09.1991	24	..	497	..	12	Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri
16.09.2020	23	970	1000	4800	39	Eurofins Ahma Oy
21.07.2022	18	1300	460	..	11	SKYT Oy
20.01.2023	40	2220	1000	10600	..	TaTo
19.04.2023	50	2730	..	..	..	TaTo
03.05.2023	52	3000	550	13000	..	SKYT Oy (näytteenotto TaTo)
18.09.2023	19	1300	330	8700	..	SKYT Oy (näytteenotto TaTo)
12.10.2023	50	1340	100	7000	..	TaTo

Taulukko 10. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 (kokonaissyvyys 18,5 m ja näkösyvyys 2,2 m) vedenlaadun havainnot 20.01. ja 23.01.2023.

Näytesyv. (m)	Lt. (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (kylil.%)	Kok. P (µg/l)	Kok. N (µg/l)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)	NO ₃ ⁻ -N (µg/l)	NH ₄ ⁺ -N (µg/l)	pH	Lisätiedot
1,0	+2,1	5,46	40,0	40	1000	10	140	590	6,2	Pintasedimentin
2,0	+3,4	3,70	28,0	..	..	..	..	..	..	E _h -135 mV
3,0	+3,9	2,79	21,4	40	1100	20	460	710	6,1	
4,0	+4,1	2,23	17,2	..	..	..	..	..	..
5,0	+4,1	1,81	14,0	..	..	..	..	..	..
6,0	+4,1	1,53	11,8	50	1300	10	120	..	6,1	
7,0	+4,2	0,70	5,5	..	..	..	..	..	..
8,0	+4,2	0,28	2,1	..	..	..	..	..	..
9,0	+4,2	0,15	1,2	..	..	..	..	..	..
10,0	+4,2	0,09	0,7	60	1400	40	260	..	6,1	
11,0	+4,2	0,04	0,3	..	..	..	..	..	..
12,0	+4,2	0,02	0,2	..	..	..	..	..	..
13,0	+4,2	0,01	0,1	..	..	..	..	..	..
14,0	+4,3	0,01	0,1	..	..	..	..	..	..
15,0	+4,4	0,00	0,0	1340	8500	1310	760	6520	6,1	rikkivedyn haju
16,0	+4,5	-0,01	-0,1	..	..	..	..	..	..
17,0	+4,6	-0,01	-0,1	..	..	..	..	..	..
17,5	+4,6	-0,01	-0,1	2220	10600	2100	730	5200	6,1	rikkivedyn haju

Taulukko 11. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 (kokonaissyvyys 18,4 m ja näkösyvyys 2,2 m) vedenlaadun havainnot 28.02.2023.

Näytesyvyys (m)	Lämpötila (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (kylil.%)
1,0	1,8	2,86	20,8
2,0	3,0	1,37	10,3
3,0	3,6	0,73	5,5
4,0	3,9	0,36	2,8
5,0	4,0	0,24	1,9
6,0	4,1	0,19	1,5
7,0	4,1	0,17	1,3
8,0	4,1	0,15	1,2
9,0	4,1	0,14	1,1
10,0	4,2	0,13	1,0
11,0	4,2	0,12	0,9
12,0	4,2	0,12	0,9
13,0	4,2	0,11	0,9
14,0	4,3	0,11	0,8
15,0	4,4	0,10	0,8
16,0	4,5	0,09	0,7
17,0	4,6	0,09	0,7
17,4	4,7	0,07	0,6

Taulukko 12. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 (kokonaissyvyys 18,1 m ja näkösyvyys 2,3 m) vedenlaadun havainnot 02.03.2023.

Näytesyvyys (m)	Lämpötila (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (kylil.%)
1,0	1,7	2,10	15,0
2,0	3,0	1,12	8,5
3,0	3,1	0,32	2,4
4,0	3,9	0,12	0,9
5,0	4,0	0,09	0,7
6,0	4,1	0,06	0,5
7,0	4,1	0,04	0,3
8,0	4,1	0,04	0,3
9,0	4,1	0,03	0,3
10,0	4,2	0,03	0,2
11,0	4,2	0,02	0,2
12,0	4,2	0,02	0,2
13,0	4,2	0,02	0,1
14,0	4,3	0,01	0,1
15,0	4,4	0,01	0,1
16,0	4,5	0,01	0,1
17,1	4,7	0,01	0,1

Taulukko 13. Rekilammen eteläisen havaintopaikan (kokonaissyvyys 4,3 m) vedenlaadun havainnot 02.03.2023.

Näytesyvyys (m)	Lämpötila (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (kyll.%)
1,0	+1,8	1,67	12,3
2,0	+2,9	0,33	2,5
3,0	+3,7	0,18	1,4
3,3	+3,8	0,12	1,0

Taulukko 14. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 (kokonaissyvyys 18,5 m ja näkösyvyys 2,3 m) vedenlaadun havainnot 15.03.2023.

Näytesyvyys (m)	Lt. (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (kyll. %)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)	Fe (µg/l)	Lisätiedot
1,0	1,6	1,45	10,7	13	1186	Pintasedimentin E _n -180 mV
2,0	2,7	0,43	3,2			
3,0	3,5	0,18	1,4	15	770	
4,0	3,9	0,13	1,1			
5,0	4,0	0,11	0,9			
6,0	4,1	0,09	0,7	23	1040	
7,0	4,1	0,07	0,6			
8,0	4,1	0,06	0,5			
9,0	4,1	0,06	0,5			
10,0	4,2	0,05	0,4	110	2570	
11,0	4,2	0,05	0,4			
12,0	4,2	0,05	0,4			
13,0	4,2	0,04	0,3			
14,0	4,3	0,04	0,3			
15,0	4,4	0,04	0,3	1070	4360	
16,0	4,5	0,04	0,3			
17,0	4,6	0,03	0,3			
17,5	4,7	0,03	0,2	4690	5330	

Taulukko 15. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 (kokonaissyvyys 18,2 m ja näkösyvyys 2,3 m) vedenlaadun ja sedimentin havainnot 22.03.2023.

Näytesyvyys (m)	Lt. (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (kyll. %)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)	Fe (µg/l)	Lisätiedot
1,0	1,3	0,85	6,1	15	700	Pintasedimentin E _h -185 mV
2,0	2,5	0,28	2,1			
3,0	3,4	0,19	1,4	14	1260	
4,0	3,8	0,15	1,2			
5,0	4,0	0,13	1,0			
6,0	4,0	0,11	0,9	20	1080	
7,0	4,1	0,11	0,8			
8,0	4,1	0,09	0,7			
9,0	4,1	0,09	0,7			
10,0	4,2	0,08	0,6	53	1770	
11,0	4,2	0,07	0,6			
12,0	4,2	0,07	0,6			
13,0	4,2	0,07	0,5			
14,0	4,3	0,06	0,5			
15,0	4,4	0,06	0,5	1340	5220	
16,0	4,5	0,05	0,4			
16,5	..	..	..	1570	4640	
17,0	4,6	0,05	0,4			
17,2	4,7	0,05	0,4	1980	4240	

Taulukko 16. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 (kokonaissyvyys 18,4 m) vedenlaadun havainnot 19.04.2023.

Näytesyvyys (m)	Lt. (°C)	pH	Sähk.joht. (mS/m)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)	Kok. P (µg/l)
1,0	2,3	6,1	4,9	16	50
16,4	4,5	6,1	17,7	1720	1780
17,4	4,7	6,2	12,5	2480	2730

Taulukko 17. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 (kokonaissyvyys 18,4 m ja näkösyvyys 2,8 m) vedenlaadun havainnot 21.04.2023.

Näytesyvyys (m)	Lt. (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (kyll. %)	kok. P (µg/l)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)	pH
1,0	4,0	2,48	19,1	50	16	6,1
2,0	3,5	1,73	13,1	..	..	..
3,0	4,0	0,25	1,9	..	..	..
4,0	4,1	0,12	0,9	..	..	..
5,0	4,1	0,09	0,7	..	..	..
6,0	4,2	0,06	0,5	..	..	..
7,0	4,2	0,05	0,4	..	..	..
8,0	4,2	0,04	0,3	..	..	..
9,0	4,2	0,04	0,3	..	..	..
10,0	4,2	0,03	0,2	..	..	..
11,0	4,2	0,02	0,2	..	..	..
12,0	4,3	0,02	0,2	..	..	..
13,0	4,3	0,01	0,1	..	..	..
14,0	4,4	0,00	0,0	..	..	..
15,0	4,4	0,00	0,0	..	..	..
16,0	4,5	0,00	0,0	..	..	..
16,4	4,5	..	..	1780	1720	6,1
17,0	4,7	0,00	0,0	..	..	..
17,4	4,7	-0,01	-0,1	2730	2480	6,2

Taulukko 18. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 (kokonaissyvyys 17,5 m ja näkösyvyys 1,7 m) vedenlaadun havainnot 03.05.2023. Lampi oli vapautunut jääpeitteestä edellisen päivän aikana.

Näytesyvyys (m)	Lt. (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (kyll. %)	kok. P (µg/l)	kok. N (µg/l)	pH
1,0	4,8	9,00	70,7	52	550	6,0
3,0	4,5	7,95	61,9	..	..	..
6,0	4,3	7,10	55,3	..	..	..
10,0	4,3	0,34	2,6	..	..	..
15,0	4,4	0,23	1,8	..	..	..
16,5	4,8	0,17	1,4	3000	13000	6,0

Taulukko 19. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 (kokonaissyvyys 18,2 metriä, näkösyvyys 2,8 m) vedenlaadun havainnot 18.09.2023. Fosfaattifosforin ja pH:n näytteet on otettu ja mitattu 27.09.2023. SKYT = Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy.

Näkösyv. (m)	Näytesyv. (m)	Lt. (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (kyll. %)	kok. P (µg/l), analyysit SKYT	kok. N (µg/l), analyysit SKYT	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l), analyysit TaTo	pH, mittaus TaTo
2,8	1,0	14,8	8,84	87,6	19	330	1	6,6
	2,0	..	..	..	..	..	..	..
	3,0	14,7	8,82	87,1	..	..	..	..
	4,0	14,4	8,55	83,9	..	..	..	..
	5,0	10,7	0,42	3,8	..	..	3	5,9
	6,0	7,8	0,26	2,2	..	..	..	..
	7,0	6,4	0,19	1,6	..	..	..	..
	8,0	5,4	0,15	1,2	..	..	..	..
	9,0	5,0	0,12	1,0	..	..	..	..
	10,0	4,7	0,11	0,9	..	..	1071	6,4
	11,0	..	..	..	..	..	..	..
	12,0	4,6	0,09	0,7	..	..	..	..
	13,0	..	..	..	..	..	..	..
	14,0	4,6	0,07	0,6	..	..	..	..
	15,0	..	..	..	..	..	1060	6,1
	16,2	4,6	0,06	0,5	1300	7400	..	..
	17,2	4,6	0,05	0,4	1300	8700	1320	6,1

Taulukko 20. Rekilammen syvänehavaintopaikan 101 (kokonaissyvyys 17,2 metriä, näkösyvyys 2,5 metriä) vedenlaadun havainnot 12.10.2023. *Vedessä oli voimakas rikkivedyn (H₂S) hajua.

Näytesyv. (m)	Lt. (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (kyll. %)	kok. P (µg/l)	kok. N (µg/l)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)	Fe (µg/l)	Mn (µg/l)	Al (µg/l)	pH
1,0	8,5	8,51	76,3	50	100	4	140	110	48	6,5
2,0	8,4	8,44	75,7	..	..	..	..	..	..	..
3,0	8,4	8,44	75,7	..	..	..	..	..	..	..
4,0	8,4	8,39	75,2	..	..	..	..	..	..	..
5,0	8,4	8,38	75,1	50	300	6	130	180	30	6,5
6,0	8,4	8,14	73	..	..	..	..	..	..	..
7,0	6,9	0,27	2,3	..	..	..	..	..	..	..
8,0	5,5	0,19	1,5	..	..	..	..	..	..	..
9,0	5,0	0,15	1,3	..	..	..	..	..	..	..
10,0*	4,8	0,13	1,1	120	2400	140	5780	630	150	6,3
11,0	4,7	0,12	1,0	..	..	..	..	..	..	..
12,0	4,6	0,11	0,9	..	..	..	..	..	..	..
13,0	4,6	0,10	0,8	..	..	..	..	..	..	..
14,0	4,6	0,09	0,7	..	..	..	..	..	..	..
15,2*	4,6	0,08	0,7	1220	7000	1110	5710	1430	100	6,1
16,2*	4,6	0,08	0,6	1340	7000	1270	6070	1410	60	6,2

Taulukko 21. Järven rehevyytaso veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella arvioituna (esim. Wetzel 2001).

Kok. P ($\mu\text{g/l}$)	Järven rehevyytaso	
< 5	erittäin karu	ultraoligotrofinen
5-10	karu	oligotrofinen
10-35	lievästi rehevöitynyt	mesotrofinen
35-100	rehevöitynyt	eutrofinen
> 100	ylirehevöitynyt	hypereutrofinen

Taulukko 22. Järven rehevyytaso veden kokonaistyyppipitoisuuden perusteella arvioituna (esim. Wetzel 2001).

Kok. N ($\mu\text{g/l}$)	Järven rehevyytaso	
< 400	oligotrofinen	karu
400-600	mesotrofinen	lievästi rehevöitynyt
600-1500	eutrofinen	rehevä
> 1500	hypereutrofinen	ylirehevä

Taulukko 23. Järven rehevyytason luokittelu kasviplanktonin α -klorofyllipitoisuuden perusteella.

α -klorofyllipitoisuus ($\mu\text{g/l}$)	Järven rehevyytaso
< 1	Ultraoligotrofinen (erittäin karu)
1...3	Oligotrofinen (karu)
3...7	Mesotrofinen (lievästi rehevöitynyt)
7...40	Eutrofinen (rehevä)
> 40	Hypereutrofinen (ylirehevä)

Taulukko 24. Eräiden kalalajien veden happipitoisuuden vaatimusrajoja.

Laji	Optimipitoisuus (mg/l)	Tyydyttävä olotila (mg/l)	Perusaineenvaihdunnan raja (kuolettava raja) (mg/l)
Ahven	7...11	5...7	1,0, 1,1...1,3
Särki		4	0,7
Kuha	7...11	5...7	1,0
Hauki, kiiski		4	1,0
Ankerias, suutari ja ruutana		2...4	0,1...0,3
Mutu, kivennuoliainen ja kivisimppu	7...11	5	
Turpa, törö, made	7...11	5...7	
Karppi, lahna		0,5	
Taimen, lohi, kirjo-lohi, siika, muikku ja myös useimmat muut lohikalat	7...11	5...7	1,5...2,6, 3,5...4,0 (kriittinen), 2,5...3,0 (oleskelu vähän aikaa)
Peledsiika		4...5 (lämpötila oltava < 20 °C)	
Puronieriä			1,0...1,5 (3,5...11 °C), 2,4...3,7 (16...24 °C)

Taulukko 25. Veden humuspitoisuus näkösyvyyden, värin ja kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) perusteella.

Näkösyvyys (m)	Veden väri (mg Pt/l)	Veden COD _{Mn} (mg/l O ₂)	Järven humoosisuusaste
< 1,25	> 80	> 15	polyhumoosinen (erittäin humuspitoinen)
1,25...3,5	40...80	5...15	mesohumoosinen (humuspitoisuus keskimääräinen)
> 3,5	< 40	< 5	oligohumoosinen (niukasti humusta)

Taulukko 26. Veden ja pohjasedimentin eräitä tärkeitä redox-potentiaalin (E_h) raja-arvoja.

E _h -arvo (muutos) (mV)	Kemiallinen/biologinen tapahtuma
+520	järvivesi on hapella kyllästynyt
+450 ⇒ +400	NO ₃ ⁻ ⇒ NO ₂ ⁻
+400 ⇒ +350	NO ₂ ⁻ ⇒ NH ₄ ⁺
+300 ⇒ +200	Fe ³⁺ (ferrirauta) ⇒ Fe ²⁺ (ferrorauta)
+300 ⇒ +200	FePO ₄ (= "järvimalmi") ⇒ Fe ²⁺ + PO ₄ ³⁻ (järven sisäinen kuormitus)
+240	muikun mädin kehittymiselle alaraja
+100 ⇒ +60	SO ₃ ²⁻ ⇒ S
-150	H ₂ S:ä (rikkivety eli divetyysulfidi) alkaa vapautua pohjasedimentistä
-250	CH ₄ :a (metaani) alkaa vapautua pohjasedimentistä

4.2 Rekilammen alueen orsiveden laatu

Välittömästi Rekilammen luoteispuolisen orsivesiputken (tunnus "EP33") vesinäytteet otettiin 23.11.2023. Näytteenotto tehtiin vakiintuneen menetelmän mukaisesti (Kinnunen 2005, 108).

Vedenkorkeus putken yläreunasta oli 298 cm ja alatason syvyys 716 cm. Siten vesipatsaan paksuus oli noin 418 cm. Tällöin putkessa oli vettä noin 8 litraa. Vettä pumpattiin 126 litraa 30 minuutin ajan ennen näytteiden taltiointia. Keskimääräinen pumppausnopeus oli tällöin 1,0 litraa 14,3 sekunnissa. Silmämääräisesti vesi kirkastui noin 10 minuutin pumppaamisen jälkeen. Lopullisessa näytevedessä oli voimakas rikkivedyn haju. Tämä ilmentää orsivesiesiintymän anaerobista ympäristöä. Veden pH (6,1) ja lämpötila (+5,0 °C) ovat pohjavesille tyypillisiä.

Orsiveden kokonaisfosforin (< 3 µg/l) ja kokonaistypen (270 µg/l) pitoisuudet olivat hyvin pieniä, esimerkiksi erittäin karujen (ultraoligotrofisten) järvivesien suuruusluokkaa (taulukko 26a, vrt. taulukot 21 ja 22). Siten mahdolliset orsivesivirtaamat eivät ilmeisesti kukaan ole Rekilammen rehevöitymisen syynä.

Orsivedessä oli rautaa (4640 µg/l; talousvesiasetuksen suurin sallittu pitoisuus talousvedelle 200 µg/l) ja mangaania (370 µg/l; talousvesiasetuksen yläraja talousvedelle 50 µg/l) runsaasti (taulukko 26a). Orsivesiesiintymän anaerobisessa ympäristössä nämä

metallit liukenevat maaperästä tehokkaasti veteen. Mahdolliset luontaiset mustaliuskeen esiintymät voivat myös kohottaa näitä, kuten myös rikin (sulfidin) pitoisuuksia.

Tuhannen kaivon tutkimuksen aineistossa rengaskaivojen rautapitoisuuden mediaani oli alle 0,03 mg/l (30 µg/l) ja keskiarvo kymmenkertainen, ts. noin 300 µg/l. Porakaivo-vesien rautapitoisuuden mediaani oli myös alle 30 µg/l ja keskiarvo 492 µg/l (Lahermo ym. 2002, 43). Samassa laajassa Geologisen Tutkimuskeskuksen tutkimuksessa rengaskaivoveden mangaanin mediaani- ja keskiarvopitoisuudet olivat 4,4 µg/l ja 59,1 µg/l. Porakaivoille vastaavat arvot olivat 16,3 µg/l ja 106 µg/l (Lahermo ym. 2002, 44-45).

Rekilammen orsiveden alumiinipitoisuus oli 144 µg/l (taulukko 26a). Talousvedelle suurin sallittu pitoisuus on 200 µg/l (Talousvesiasetus 2023).

Taulukko 26a. Rekilammen länsipuolisen orsivesiputken EP33 vedenlaadun ominaisuudet 23.1.2023. Laboratorioanalyysit: kok. P ja kok. N Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy, muut mittaukset: Tarmo Tossavainen.

Mitattu aine tai muu vedenlaadun ominaisuus	Mittaustulos
Kok. P	< 3 µg/l
pH	6,1
Lt. (°C)	+5,0 °C
Kok. N	270 µg/l
Mn	370 µg/l
Fe	4640 µg/l
Al	144 µg/l

4.3 Rekilammen fosforikuormitus ja fosforimallitarkastelu

Rekilammen nykyinen arvioitu ulkoinen kokonaisfosforin kuormitus on noin 13 kg vuodessa (taulukko 27). Tämä perustuu muista suomalaisista tutkimuksista saatuihin keskimääräisiin hulevesialueiden (noin 40 % kokonaiskuormasta), maatalousmaidien (noin kolmannes), metsätalousmaidien (vajaat 10 %) sekä luonnonhuuhtoutuman (noin 17%) ja ilmakehän laskeuman (noin 2 %) mittaustuloksiin, ns. ominaiskuormitusarvoihin. Tämän kokonaiskuormituksen perusteella Rekilammen keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus olisi Lappalaisen nettosedimentaatiomallilla arvioituna noin 18 µg/l. Tämä on

yhteneväinen myös usein käytetyn Vollenweiderin ja Dillonin mallilla arvioituun "vaarallisen kuorman" alarajaan (noin 13,6 kg kok. P/a; järiveden keskipitoisuus 20 µg/l) verrattuna (taulukko 27). Nämä pitoisuudet ovat lievästi rehevöityneille järville tyypillisiä (taulukko 21).

Todellisuudessa Rekilammen fosforinpidätysmekanismi on täysin pettänyt; lammen pohjasta vapautuu jatkuvasti valtavia määriä fosforia. Pohjanläheisen veden kokonaisfosforipitoisuuden havainnot vaihtelivat 1300...3000 µg/l vuonna 2023. Tämä ilmenee myös pällysveden fosforipitoisuuden (19...52 µg/l 1,0 metrissä) melko voimakkaana vaihteluna (taulukko 9).

Luonnontilainen Rekilampi on ollut karu (oligotrofinen) vesiekosysteemi. Sen veden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus on ollut noin 8 µg/l (taulukko 27). Mikäli Rekilammen sietokyky ei olisi ylittynyt, ja sen veden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus olisi nykyiseen ulkoiseen kuormitukseen perustuva noin 18 µg/l, niin lammen koko vesimassassa olisi fosforia noin 4 kg. Luonnontilaisen Rekilammen vesimassan kokonaisfosforivaranto on ollut arviolta noin 2,4 kg. Lammen nykytilanteeseen verrattuna nämä ovat hyvin teoreettisia lukemia. Ne kuitenkin selkeästi ilmentävät sitä, kuinka kriittinen ravinne fosfori on, ja kuinka helposti ihmisen aiheuttamalla fosforikuormituksella lampi tai järvi saadaan hyvinkin lyhyessä ajassa pahoin tarveltyä.

Rekilammen pohjasedimentin ravinnepitoisuuksia ei tiettävästi ole toistaiseksi tutkittu. Jos muiden tutkimustulosten (taulukko 29) perusteella oletetaan, että Rekilammen pohjasedimentissä olisi keskimäärin noin 1 g kokonaisfosforia sedimentin kuiva-ainekilogrammaa kohden, niin Rekilammen pohjassa on karkeasti arvioituna kokonaisfosforia noin 5000 kg. Laskelma perustuu siihen, että lammen pohjassa on kevättalven 2023 kairausten perusteella mustanpuhuvaa liejua keskimäärin (vähintään) 1,09 metriä ja sen keskimääräinen vesipitoisuus on 90 %. Arvio on siis karkea, mutta suuruusluokaltaan asiallinen. Se kuvastaa, kuinka valtava fosforivaranto pohjassa on, ja kuinka valtava on järven sisäisen kuormituksen potentiaali, jos järven fosforinpidätysmekanismi ratkaisevasti tuhoutuu, kuten on Rekilammessa tapahtunut.

Taulukko 27. Rekilammen fosforimallitarkastelun yhteenveto.

	Lukuarvo	Lisätiedot
Luonnontilainen Rekilampi		
kok. P valuma-alueelta	2,2 kg/a	Laskennan peruste; 5,4 kg/km ² /a (Kortelainen ym. 2003, 20)
laskeuman mukana	0,3 kg/a	Laskennan peruste; 4,9 mg/m ² /a (Vuorenmaa 2015).
ulkoisen kuormitus yhteensä	2,5 kg/a	Lammen keskimääräinen kok. P 7,7 µg/l (vesimassan kokonaismäärä noin 2,4 kg)
kokonaisfosforin nettosedimentaatiokerroin	62 %	Laskukaava: Lappalainen 1977, Lappalainen ym. 1979, Frisk 1978, 1989
"suurin sallittu kuorma"	5,0 kg/a	Lampiveden keskimääräinen kok. P 10 µg/l (laskukaava; Vollenweider 1976, Granberg & Granberg 2006)
"vaarallinen kuorma"	13,6 kg/a	Lampiveden keskimääräinen kok. P 20 µg/l (laskukaavat; Vollenweider 1976, Granberg & Granberg 2006)
"vaarallinen kuorma"	15 kg/a	Lampiveden keskimääräinen kok. P 20 µg/l (laskukaava: Lappalainen 1977, Lappalainen ym. 1979, Frisk 1978, 1989)
Nykyinen ulkoinen kuorma yhteensä	13 kg/a	
hulevesialueet (noin 12,69 ha), nettokuorma	5,2 kg/a	Laskennan peruste 0,41 kg/ha/a
maatalousmaat (noin 5,79 ha), nettokuorma	4,1 kg/a	Laskennan peruste 0,7 kg/ha/a (VYH 1994; Vesiensuojelun tavoiteohjelma 2005)
metsätalousmaat (noin 21,91 ha), nettokuorma	1,2 kg/a	Laskennan peruste; 0,056 kg/ha/a (Kortelainen ym. 2003, 20)
laskeuma ilmakehästä	0,3 kg/a	Laskennan peruste; ks. edellä (Vuorenmaa 2015)
luonnonhuhutoutuma koko valuma-alueelta	2,2 kg/a	Laskennan peruste; ks. edellä (Kortelainen ym. 2003, 20)
kokonaisfosforin nettosedimentaatiokerroin	83 %	Lampiveden keskimääräinen kokonaisfosforin pitoisuus 18 µg/l (vesimassassa noin 4,1 kg) (laskukaava: Lappalainen 1977, Lappalainen ym. 1979, Frisk 1978, 1989)
Karkea arvio sedimentin sisältämä fosforin kokonaismäärästä	5000 kg	Arvio; 1 g kok. P/1,0 kg kuivaa sedimenttiä, vesipitoisuus 90 %, kokonaispaksuus 1,09 m, tiheys 1,03 tn/m ³

Taulukko 28. Rekilammen fosforimallitarkastelussa käytetyt yhtälöt.

Laskentayhtälö	Yhtälöllä ratkaistava asia	Lisähuomautukset
(3) $R = 0,9 \times (c_1 \times T) / (280 + c_1 \times T)$	R = kokonaisfosforin nettosedimentaatiokerroin. Soveltamisedot; järven keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus on korkeintaan 40 µg/l ja keskisyvyys vähintään 1 metri. $c_1 = I/Q$, jossa I = fosforin vuosikuorma ja Q = MQ kyseiselle vuodelle. $T = V/MQ$.	Lappalainen 1977, Frisk 1989
(4) c laskennallinen, mallilla ennustettu = $(1-R) I / MQ$	Järven laskennallinen keskimääräinen vuosikeskipitoisuus kokonaisfosforille, kun järveen tuleva ulkoinen fosforin vuosikuormitus tunnetaan luotettavasti.	Lappalainen 1975, 1977, Frisk 1978, 1989
(5) kokonaisfosforin luonnonhuuhtoutuma 5,4 kg/km ² /a	Maankäytön suhteen luonnontilaisten valuma-alueiden fosforihuuhtoutuma, koko maan tutkimusalueiden keskiarvo. Tämä on huuhtoutuma lähivaluma-alueelta järveen.	Kortelainen ym. 2003
(6) $I^* (\text{Input}) = 0,158 MQ / T (c^* T - 280 + \sqrt{78400 - 448 c^* T + c^*^2 T^2})$	I^* = järven fosforin sieto (suurin sallittu kuorma) (tn kok. P/a) c^* = suurin sallittu keskipitoisuus järvessä (mg/m ³)	Lappalainen 1977, Lappalainen ym. 1979, Frisk 1978, 1989; yhtälö (6) perustuu yhtälöihin (3) ja (4)
(7) $Y_A = 0,055 \times 0,635 (g/m^2/a) \times (= q_s) = \text{hydraulinen pintakuorma (m/a)} = MQ (m^3/a) / A (m^2)$	Y_A = suurin sallittu kokonaisfosforin kuorma järven sietokykyä ylittämättä. Järven kokonaisfosforin keskipitoisuudeksi on asetettu yhtälössä 10 µg/l	Vollenweider & Dillon 1974, Vollenweider 1976, Granberg 1980, Granberg & Granberg 2006
(8) $Y_D = 0,174 \times 0,469 (g/m^2/a)$	Y_D = järvelle vaarallinen kokonaisfosforin kuorma. Järven kokonaisfosforin keskipitoisuudeksi on asetettu yhtälössä 20 µg/l	Vollenweider & Dillon 1975, Vollenweider 1976, Granberg 1980, Granberg & Granberg 2006

Taulukko 29. Eräiden itäsuomalaisten järvien sekä Parkanon Ison Somerojärven löyhien ja hyvin vesipitoisten pintasedimenttien kokonaisravinnepitoisuuksia (Tossavainen 1997, 2014a, 2014b, 2016, 2018, 2019, 2021, 2022b, 2022c. Kolin Purnulampi: Haaranen ja Ketolainen 2011). Kaikki pitoisuusmittaukset on tehty sertifioiduissa ja akkreditoituissa laboratorioissa. Yksikkö "g/kg ka.", ts. kokonaistyyppiä/kokonaisfosforia grammoina sedimentin kuiva-ainekilogrammaa kohden.

Järvi	Kok. N (g/kg ka.)	Kok. P (g/kg ka.)	Järven tilan yleisluonnehdinta, valuma-alueen keskeiset maankäyttömuodot
Ryökäsvesi syväne (Hirvensalmi)	17	1,8	Oligotrofinen, talvi- ja kesäkerrosteisuusjaksojen loppuvaiheessa alusvedessä ajoittain vakavia happiongelmia, metsätalous, hiukan maataloutta
Polvijärvi (Polvijärvi)	3,3	0,8	Eutrofinen, maa- ja metsätalous, haja- ja loma-asutus
Pohjajärvi (Valtimo)	1,6	0,52	Maatalous, eutrofinen
Pitkälahti (Valtimo)	3,0	0,88	Maatalous, eutrofinen
Kalliojärvi (Valtimo)	3,3	0,8	Maatalous, eutrofinen
Iso Somerojärvi	14	0,67	Mesotrofinen, metsätalous ja turvetuotanto
Aittokorvenlampi (Kontiolahti)	11	1,3	Eutrofinen, matala, vaikeita happiongelmia, metsätalous
Kuohattijärvi (Nurmes)	noin 6...12	noin 2...3	Oligotrofinen, paikoitellen voimakkaasti hajakuormituksen (pääosin metsäojitusten turveliete) liettämä pohja, metsätalous
Jukajärvi (Joensuu ja Kontiolahti)	9...11	0,75...3,7	Mesotrofinen, metsätalous, jonkin verran maataloutta
Puruveden Ristilahti (Kesälahti/Kitee)	9	0,52	Mesotrofinen, maatalous
Vuonisjärvi (Lieksa)	3,6...6	1,2...2,1	Eutrofinen, maatalous
Majalampi (Lieksa, laskee Vuonisjärveen)	6,6	0,51	Eutrofinen, matala, vaikea happitilanne, maatalous
Verkkojärvi (Lieksa, laskee Vuonisjärveen)	4,7	1,4	Hypereutrofinen, maatalous
Purnulampi (Lieksa, Koli)	11...16	0,95...1,3	Eutrofinen, vaikeita happiongelmia, maa- ja metsätalous
Puruveden Savonlahti (Kerimäki/Savonlinna)	1,2	1,2	Mesotrofinen, hyvin lyhyt viipymä; ottaa välittömästi vastaan raskaasti sisäkuormitteisen Kuonanjärven kuormituksen, metsä- ja maatalous
Kuonanjärvi (Kerimäki/ Savonlinna), hav.paikka 12	8,3	0,74	Eutrofinen, vakavasti sisäkuormitteinen, metsä- ja maatalous
Kuonanjärvi (Kerimäki/Sa- vonlinna), hav.paikka 003	12	1,0	Eutrofinen, vakavasti sisäkuormitteinen, metsä- ja maatalous

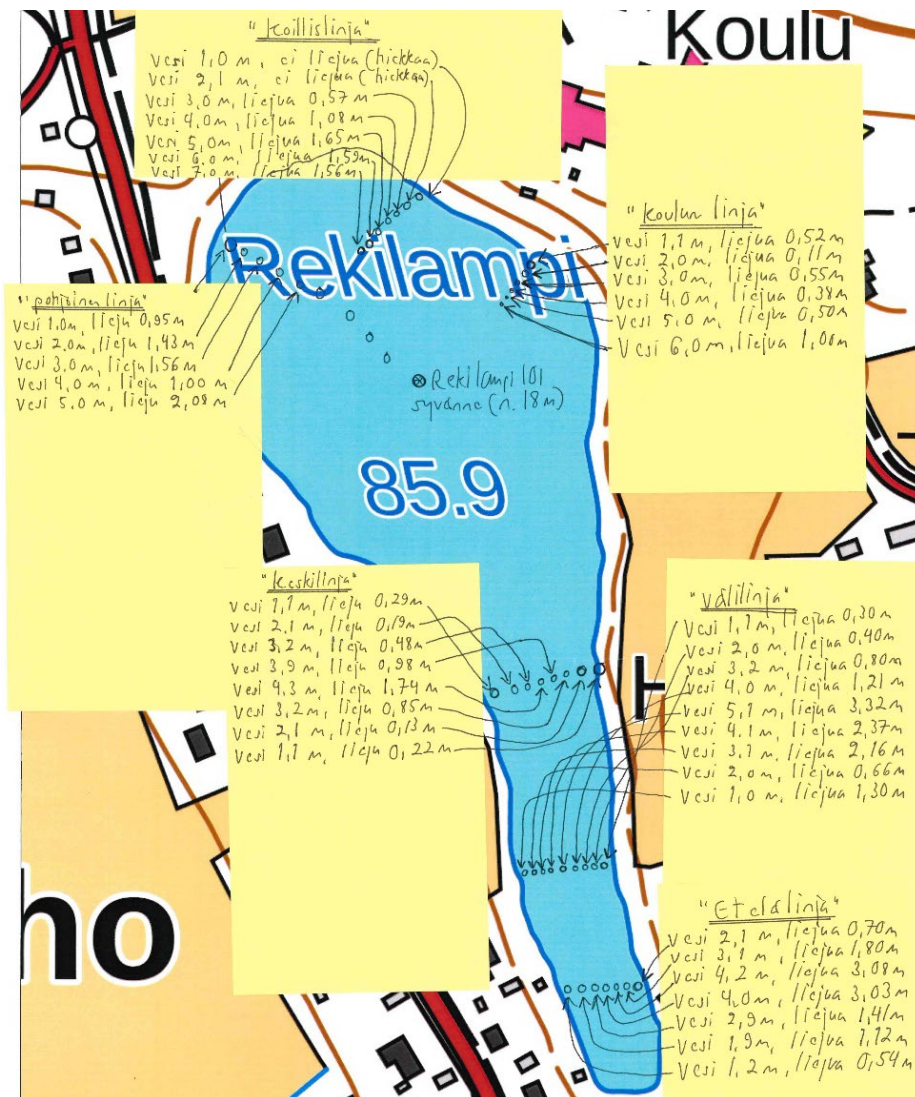
4.4 Rekilammen pohjasedimentin laatu ja määrä

Rekilammen pohjasedimenttiä kairattiin yhteensä 42 havaintopaikalta kevättalvella 2023. Laippakairan kokonaispituus jatkovarsineen on vajaat 10 metriä, ts. tämä yhdessä vesisyvyyden kanssa oli maksimisyvyys, johon kaira ulottui. Lisäksi noin 18 metrin

syvänteestä otettiin sedimenttinäyte viipaloivalla Limnos-sedimenttinoutimella, jonka näyteosan pituus on 65 cm. Mustanruskean...pikimustan, erittäin vesipitoisen ja hienojakoisen liejukerroksen paksuus vaihteli 0...3,32 metriä (kuva 24, taulukot 30 ja 31). Keskimäärin sitä oli noin 1,09 metriä (taulukko 31). Tätä liejua on todennäköisesti enemmän syvänteessä ja sen reunamilla, johon kaira ei ylettynyt. Järven kaltevat pohjat ovat eroosiovyöhykkeitä, joilta sedimenttiaines valuu kohti syvänteitä, ts. akkumulaatioalueita. Mustanpuhuvan liejun alapuolella on hiekkaa tai puhtaanoloista vaaleanharmaata savea, havaintopaikan mukaan vaihdellen (taulukot 30 ja 31).

Höttösedimentti on peräisin järven omasta tuotannosta (kuolleista kasveista ja muista eliöistä; ns. autoktoninen aines) ja suoraan valuma-alueelta tulleesta kuormituksesta (ns. alloktoninen aines). Pieni osa aineksesta on luontaista eroosioainesta eli ns. luonnonhuhutoutumaa. Yleisesti luonnonhuhutoutuma on erittäin vähäistä; valumaveden kiintoaineen pitoisuudet ovat korkeintaan noin 1 mg/l (esim. Ahtiainen 1991).

Kairaustulosten perusteella voidaan karkeasti arvioida, että Rekilammen pohjassa on vähintään noin 50 000...60 000 m³ mustaa höttösedimenttiä. Tämä aines ja nimenomaan siinä tapahtuva mikrobitoiminta aiheuttaa Rekilammen raskaan sisäisen kuormituksen. Pohja ja alusvesi on niin anaerobisessa tilassa, että bakteerien ja vähäisten isompien pohjaeläinten lisäksi sedimentissä esiintyy todennäköisesti myös arkeoneja (ent. arkkibakteereja). Arkeonit, lajista riippuen, saavat energiansa mm. pelkistämällä sulfaattia ja hiilidioksidia. Tällöin muodostuu rikkivetyä (H₂S) ja metaania (CH₄). Kevät-talven aikana mitattiin muutaman kerran pintasedimentin hapetus-pelkistysaste (redox-potentiaali). Se vaihteli -135...-185 millivolttia (taulukot 10, 14 ja 15). Tulokset ovat yhteneväisiä jatkuvan alusveden hapettomuuden ja rikkivetylöyhkähavaintojen kanssa. Syvänteen sedimentti on siis syvässä mätänemistilassa.



Kuva 24. Rekilammen pohjaan kerrostuneen mustanruskean...mustan, käsikopelolla arvioituna erittäin vesipitoisen ja hienojakoisen liejun kokonaismäärän mittaustulokset keväällä 2023. Näytteet on otettu Macanlay-tyyppisellä laippakairalla, jonka varsinaisen näytteenottimen pituus on 1,0 metriä (katso myös kuvat 25-40).

Taulukko 30. Rekilammen sedimentin kairaushavainnot 20.01.–08.02.2023.

Hav.paikka	Vesisyv. (m)	Sedim.näyte (cm)	Höttösedimentin kokonaispaksuus (cm)	Sedimentin ulkonäkö
Syvänne	18,5	0-65	tuntematon	Pikimustan ja tummanruskean sekoitus erittäin vesipitoinen hienojakoinen aines
Pohj.linja	1,0	0-95	95	Tummanruskea melko hienojakoinen aines
		95-100		Hiekan ja tumman orgaanisen aineksen seos
Pohj.linja	2,0	0-143	143	Hienojakoisen ja karkeanaineksen löyhä seos
		143-145		Hiekan ja tumman orgaanisen aineksen seos
Pohj.linja	3,0	0-156	156	Tummanruskea hienojakoinen aines, rikki-vedyn löyhkä alapäässä
Pohj.linja	4,0	0-100	100	Tummanruskea hienojakoinen aines, hyvin vesipitoinen
Pohj.linja	5,0	0-208	208	Tummanruskea hienojakoinen aines, hyvin vesipitoinen
		208-210		Hopeahkonharmaa puhtaanoloinen savi
Keskilinja	1,1	0-29	29	Tummanruskea hienojakoinen aines, hyvin vesipitoinen, pinnassa 0-12 cm huonosti hajonnutta kasvimassaa
Keskilinja	2,1	0-19	19	Ruskehtavan musta hienojakoinen, hyvin vesipitoinen aines
		19-27		Hienojakoista hiekkaa
Keskilinja	3,2	0-48	48	Ruskehtavan musta hienojakoinen, hyvin vesipitoinen aines
		48-50		Hiekkaa
Keskilinja	3,9	0-98	98	Tummanruskea hienojakoinen aines
		98-100		Pääosin hiekkaa, seassa hienojakoista orgaanista ainesta
Keskilinja	4,27	0-174	174	Mustanruskea hienojakoinen aines
Keskilinja	3,18	0-85	85	Mustanruskea hienojakoinen aines
Keskilinja	2,11	0-13	13	Mustanruskea hienojakoinen aines
		14-17		Hiekkaa
		17-26		Ruskehtavan musta hienojakoinen aines
Keskilinja	1,05	0-22	22	Tummanruskea hienojakoinen aines, hajomattomia kasvinosia pinnassa, 7-22 cm:ssä useita ohuita lähes pikimustia raitoja

Taulukko 31. Rekilammen sedimentin kairaushavainnot 15.02.2023.

Hav.paikka	Vesisyv. (m)	Näyte (cm)	Höttösedimentin kokonaispak-suus (cm)	Sedimentin ulkonäkö
Välilinja	1,07	0-30	30	Hienojakoisen ruskeanmustan orgaanisen aineksen ja hiekan vuorottelevia kerroksia
Välilinja	1,97	0-40	40	Mustanruskea hienojakoinen aines
Välilinja	3,2	0-80	80	Mustanruskea...pikimusta hienojakoinen erittäin vesipitoinen aines, 50...80 cm:ssä hiekkavyöhykkeitä
Välilinja	3,98	0-121	121	Erittäin vesipitoinen hienojakoinen ruskehtavan pikimusta aines
Välilinja	5,1	0-332	332	Ruskehtavan pikimusta hienojakoinen aines
Välilinja	4,09	0-237	237	Lähes pikimustaa hienojakoista vesipitoista ainesta
Välilinja	3,12	0-216	216	Lähes pikimustaa hienojakoista vesipitoista ainesta
		216-222		Puhtaanoloista vaaleanharmaata savea
Välilinja	1,98	0-66	66	Erittäin vesipitoinen hienojakoinen pikimusta aines
Välilinja	1,04	0-130	130	Erittäin vesipitoinen hienojakoinen pikimusta aines
		130-136		Puhtaanoloista vaaleanharmaata savea
Etelälinja	2,1	0-70	70	Mustanruskea...pikimusta hienojakoinen erittäin vesipitoinen aines, välillä 67-70 cm seassa hiekkaa
Etelälinja	3,11	0-180	180	Mustanruskea...pikimusta hienojakoinen erittäin vesipitoinen aines
Etelälinja	4,16	0-308	308	Erittäin vesipitoinen hienojakoinen pikimusta aines
Etelälinja	3,97	0-303	303	Erittäin vesipitoinen hienojakoinen ruskehtavan pikimusta aines
Etelälinja	2,89	0-141	141	Erittäin vesipitoinen hienojakoinen ruskehtavan pikimusta aines
Etelälinja	1,9	0-112	112	Erittäin vesipitoinen hienojakoinen ruskehtavan pikimusta aines
		112-117		Puhtaanoloista vaaleanharmaata savea
Etelälinja	1,17	0-54	54	Mustaa hyvin vesipitoista ainesta, seassa hiukan karkeaa puuainesta
		54-57		Puhtaanoloista vaaleanharmaata savea

Taulukko 31a. Rekilammen sedimentin kairaushavainnot 28.02. ja 02.03.2023.

Hav.paikka	Vesisyv. (m)	Näyte (cm)	Höttösedimentin kokonaispaksuus (cm)	Sedimentin ulkonäkö
Koulun linja	1,05	0-52	52	Tummanruskea hienojakoinen aines
Koulun linja	1,98	0-11	11	Tummanruskea hienojakoinen aines
Koulun linja	3	0-55	55	Tummanruskea hienojakoinen aines
Koulun linja	4,01	0-38	38	Mustanruskea hienojakoinen aines
Koulun linja	5,0	0-50	50	Mustanruskea hienojakoinen aines
		50-55		Puhtaanoloista hiekkaa
Koulun linja	6,0	0-100	100	Mustanruskea hienojakoinen aines
Koillislinja	1,02	0-30	0	Pääosin hiekkaa
Koillislinja	2,05	0-4	0	Pääosin puhdasta hiekkaa, seassa hie- man hienojakoista orgaanista ainesta
Koillislinja	3,01	0-18	57	Mustanharmaa hienojakoinen aines
		18-57		Tummanruskea hienojakoinen aines
Koillislinja	3,95	0-108	108	Mustanruskea hienojakoinen aines
Koillislinja	5,0	0-165	165	Mustanruskea hienojakoinen aines
Koillislinja	6,04	0-159	159	Mustanruskea hienojakoinen aines
Koillislinja	6,96	0-156	156	Mustanruskea hienojakoinen aines
..	..	Kaikki kai- raukset 20.1.-2.3. keskimäärin	108,6	



Kuva 25. Rekilammen syvänteen (vesisyvyys 18,5 m) pintasedimenttinäyte (0-65 cm) 20.01.2023.



Kuva 26. Rekilammen "Pohjoislinjan" sedimenttinäyte 0-100 cm 23.01.2023. Havaintopaikan vesisyvyys 1,0 metriä.



Kuva 27. Rekilammen "Pohjoislinjan" sedimenttinäyte 45-145 cm 23.01.2023. Havaintopaikan vesisyvyys 2,0 metriä.



Kuva 28. Rekilammen "Pohjoislinjan" sedimenttinäyte 0-100 cm 8.2.2023. Havaintopaikan vesisyvyys 3,15 m.



Kuva 29. Rekilammen "Pohjoislinjan" sedimenttinäyte 56-156 cm 8.2.2023. Havaintopaikan vesisyvyys on 3,15 m.



Kuva 30. Rekilammen "Pohjoislinjan" sedimenttinäyte 0-100 cm 8.2.2023. Havaintopaikan vesisyvyys on 4,10 metriä.



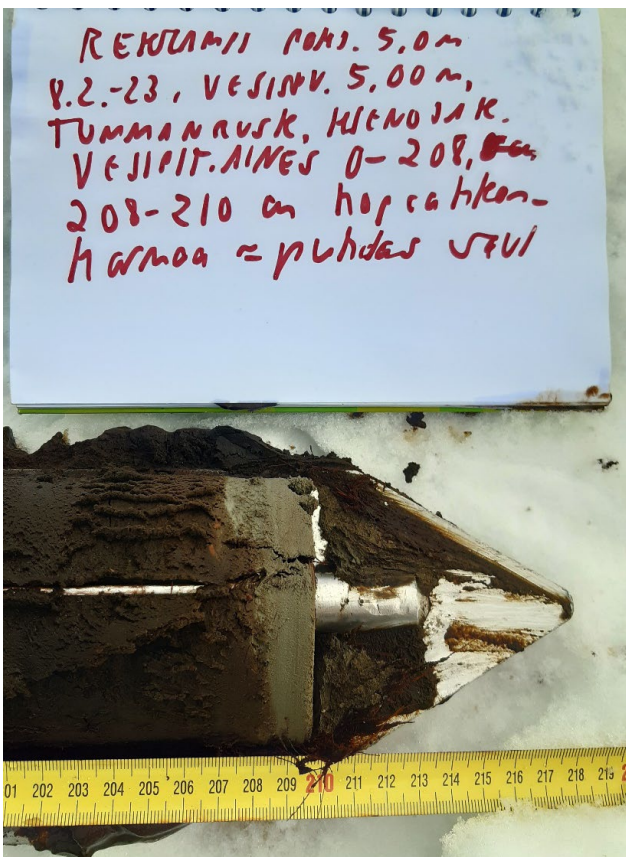
Kuva 31. Rekilammen "Pohjoislinjan" sedimenttinäyte 73,5-173,5 cm 8.2.2023. Havaintopaikan vesisyvyys 4,10 metriä.



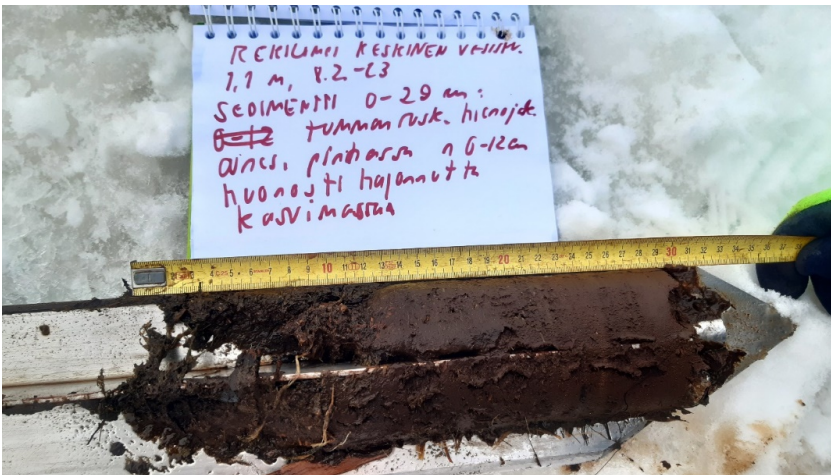
Kuva 32. 8.2.2023. Rekilammen "Pohjoislinjan" sedimenttinäytteen 73,5-173,5 cm alapää. Havaintopaikan vesisyvyys 4,10 metriä.



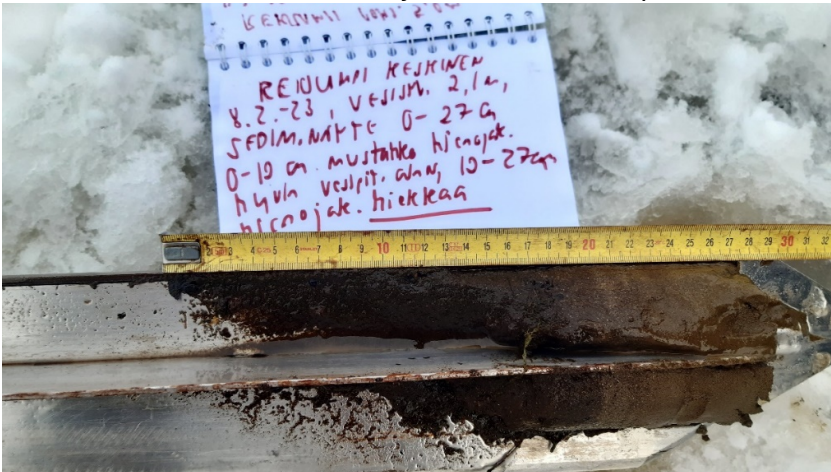
Kuva 33. Rekilammen "Pohjoislinjan" sedimenttinäyte 110-210 cm 8.2.2023. Havaintopaikan vesisyvyys 5,0 metriä.



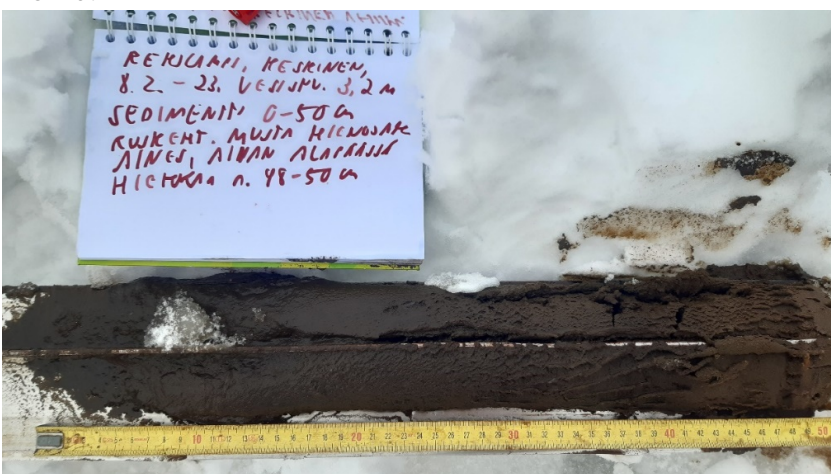
Kuva 34. Rekilammen "Pohjoislinjan" sedimenttinäytteen 110-210 cm alapää 8.2.2023. Havaintopaikan vesisyvyys oli 5,0 metriä.



Kuva 35. Rekilammen "Keskilinjan" sedimenttinäyte 8.2.2023. Havaintopaikan vesisyvyys oli 1,1 m.



Kuva 36. Rekilammen "Keskilinjan" sedimenttinäyte 8.02.2023. Havaintopaikan vesisyvyys oli 2,1 metriä.



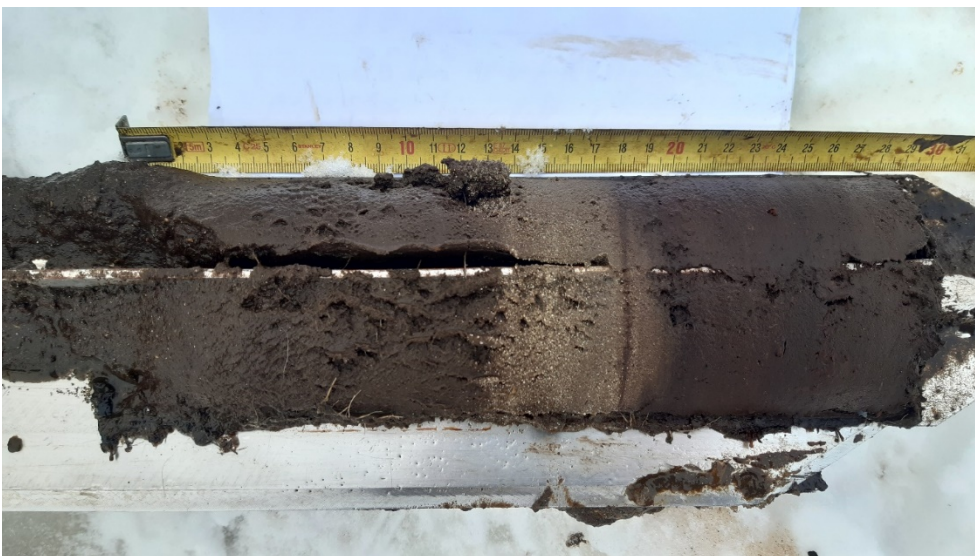
Kuva 37. Rekilammen "Keskilinjan" sedimenttinäyte 0-50 cm 8.2.2023. Havaintopaikan vesisyvyys oli 3,2 metriä.



Kuva 38. Rekilammen "Keskilinjan" sedimenttinäyte 0-100 cm 8.2.2023. Havaintopaikan vesisyvyys oli 3,9 metriä.



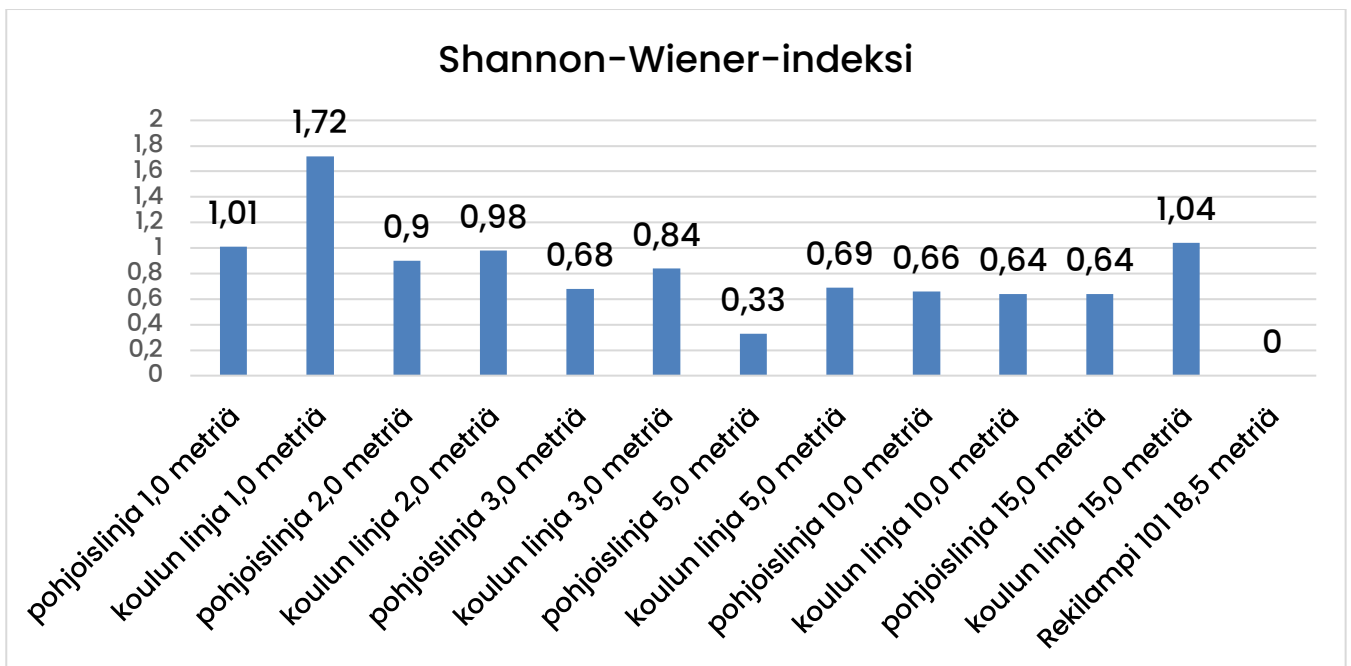
Kuva 39. Rekilammen "Keskilinjan" sedimenttinäyte 74-174 cm 8.2.2023. Havaintopaikan vesisyvyys oli 4,27 metriä.



Kuva 40. Rekilammen "Keskilinjan" sedimenttinäyte 08.02.2023. Havaintopaikan vesisyvyys oli 2,11 metriä.

4.5 Rekilammen pohjaeläimistön havainnot

Rekilammen pohjan voimakas liettyneisyys ja heikko happitilanne luovat kehnot elinolosuhteet pohjaeläimistölle. Shannon-Wiener-indeksillä arvioitu biodiversiteetti on alhainen (taulukot 32–38, kuva 41). Pääosa näytteistä löydetyistä taksoneista on heikkohappisia ja liettyneitä oloja kestäviä surviaissääsken (*Chironomidae* ja *Tanypodinae*), polttiaisen (*Ceratopogonidae*) ja sulkasääsken (*Chaoborus* sp.) toukkia sekä harvasukamatoja (*Oligochaeta*). Lähempänä rantaa 1 ja 2 metrin näytesyvyyksiltä saatiin muutama vaateliaampi vesiperhosen (*Trichoptera*), sudenkorenon (*Odonata*), päiväkorenon (*Ephemeroptera*) ja kaislakorenon (*Megaloptera*) toukka sekä muutama kuollut pieni pallo- (*Sphaerium* sp.) ja hernesimpukka (*Pisidium* sp.) (taulukot 32 ja 33).



Kuva 41. Rekilammen pohjaeläimistön Shannon-Wiener-indeksit havaintopaikoittain maaliskuussa 2023 otettujen näytteiden perusteella. Katso tarkemmin myös taulukot 32–38.

Taulukko 32. Rekilammen pohjaeläimistö 1,0 metrin syvyydeltä otetuissa näytteissä maaliskuussa 2023. Havaintopaikkojen sijainti; katso kuva 1l.

Hav.paikka	Rinn.näyte	Taksoni (yksilöä/m ²)						Yht.		
		Chironomidae	Hydrachnidia	Pisidium sp.	Sphaerium sp.	Odonata	Ceratopogonidae			
1,0 m "pohjoislinja" 22.3.	1	78,2	0	39,1	0	39,1	0	156,3		
Shannon-Wiener	2	117,2	0	0	39,1	0	0	156,3		
1,01	3	508,0	117,2	0	0	0	39,08	664,4		
	Keskim.	234,5	39,1	13,0	13,0	13,0	13,0	325,7		
	osuus (%)	72	12	4	4	4	4	100		
	Rinn.näyte	Chironomidae	Oligochaeta	Hydrachnidia	Megaloptera	Trichoptera	Tanypodinae	Planorbidae	Cyclops sp.	Yht.
1,0 m "koululinja" 15.3.	1	170	0	68	68	306	170	34	68	884
Shannon-Wiener	2	34	68	0	0	68	0	0	0	170
1,72	3	374	510	238	0	340	0	0	0	1462
	Keskim.	192,7	192,7	102	22,7	238	56,7	11,3	22,7	838,7
	osuus (%)	23	23	12	3	28	7	1	3	100

Taulukko 33. Rekilammen pohjaeläimistö 2,0 metrin syvyydeltä otetuissa näytteissä maaliskuussa 2023. Havaintopaikkojen sijainti; katso kuva 1l.

2,0 m 22.3. "pohjoislinja"	Rinn.näyte	Taksoni (yksilöä/m ²)			Yht.		
		Chironomidae	Hydrachnidia	Tanypodinae			
Shannon-Wiener	1	99,1	0	0	99,1		
0,90	2	66,1	165,1	0	231,2		
	3	66,1	33,0	33,0	132,1		
	Keskim.	77,1	66,1	11,0	154,1		
	osuus (%)	50	43	7	100		
2,0 m 15.3. "koululinja"	Rinn.näyte	Chironomidae	Hydrachnidia	Ephemeroptera	Trichoptera	Tanypodinae	Yht.
Shannon-Wiener	1	250,2	41,7	41,7	41,7	0	375,3
0,98	2	166,8	0	0	41,7	0	208,5
	3	208,5	41,7	0	0	41,7	291,9
	Keskim.	208,5	27,8	13,9	27,8	13,9	291,9
	osuus (%)	71	10	5	10	5	100

Taulukko 34. Rekilammen pohjaeläimistö 3,0 metrin syvyydeltä otetuissa näytteissä maaliskuussa 2023. Havaintopaikkojen sijainti; katso kuva 11.

3,0 m 22.3. "pohjoislinja"	Rinn.näyte	Taksoni (yksilöä/m ²)		Yht.		
		Chironomidae	Hydrachnidia			
Shannon-Wiener	1	83,2	0	83,2		
0,68	2	41,6	83,2	124,8		
	3	41,2	41,2	82,4		
	Keskim.	55,3	41,5	96,8		
	osuus (%)	57	43	100		
3,0 m 15.3."koulun linja"	Rinn.näyte	Chironomidae	Hydrachnidia	Megaloptera	Tanypodinae	Yht.
Shannon-Wiener	1	285,6	35,7	35,7	35,7	392,7
0,84	2	214,2	71,4	0	35,7	321,3
	3	107,1	0	0	0	107,1
	Keskim.	202,3	35,7	11,9	23,8	273,7
	osuus (%)	74	13	4	9	100

Taulukko 35. Rekilammen pohjaeläimistö 5,0 metrin syvyydeltä otetuissa näytteissä maaliskuussa 2023. Havaintopaikkojen sijainti; katso kuva 11.

5,0 m	Rinn.näyte	Taksoni (yksilöä/m ²)		Yht.
		Chironomidae	Ceratopogonidae	
22.3."pohjoislinja"	1	204	34	238
	2	68	0	68
Shannon-Wiener	3	34	0	34
0,33	Keskim.	102	11,3	113,3
	osuus (%)	90	10	100
5,0 m	Rinn.näyte	Chironomidae	Cyclops	Yht.
15.3."koulun linja"	1	0	0	0
Shannon-Wiener	2	0	0	0
0,69	3	35,7	35,7	71,4
	Keskim.	11,9	11,9	23,8
	osuus (%)	50	50	100

Taulukko 36. Rekilammen pohjaeläimistö 10,0 metrin syvyydeltä otetuissa näytteissä maaliskuussa 2023. Havaintopaikkojen sijainti; katso kuva 11.

10,0 m	Rinn.näyte	Taksoni (yksilöä/m ²)		Yht.
		Oligochaeta	Chaoburus sp.	
22.3."pohjoislinja"	1	0	0	0
Shannon-Wiener	2	99	33	132
0,66	3	0	132	132
	Keskim.	33	55	88
	osuus (%)	37,5	62,5	100
10,0 m	Rinn.näyte	Chironomidae	Chaoburus sp.	Yht.
15.3."koulun linja"	1	33,8	33,8	67,6
Shannon-Wiener	2	33,8	0	33,8
0,64	3	0	0	0
	Keskim.	22,5	11,3	33,8
	osuus (%)	66,7	33,3	100

Taulukko 37. Rekilammen pohjaeläimistö 15,0 metrin syvyydeltä otetuissa näytteissä maaliskuussa 2023. Havaintopaikkojen sijainti; katso kuva 11.

15,0 m	Rinn.näyte	Taksoni (yksilöä/m ²)			
		Cyclopoida	Chaoburus sp.	yht.	
22.3."pohjoislinja"	1	0	78,2	78,2	
Shannon-Wiener	2	39,1	0	39,1	
0,64	3	0	0	0	
	Keskim.	13,0	26,1	39,1	
	osuus (%)	33,3	66,7	100	
15,0 m	Rinn.näyte	Chironomidae	Chaoburus sp.	Cyclops	Yht.
15.3."koulun linja"	1	0	34	34	68
Shannon-Wiener	2	34	0	0	34
1,04	3	34	0	0	34
	Keskim.	22,7	11,3	11,3	45,3
	osuus (%)	50	25	25	100

Taulukko 38. Rekilammen pohjaeläimistö 18,5 metrin syvyydeltä (havaintopaikka "Rekilampi 101" syväne) otetuissa näytteissä maaliskuussa 2023. Havaintopaikan sijainti; katso kuva 11.

18,5 m	Rinn.näyte	Taksoni (yksilöä/m ²)	
		Chaoburus sp.	yht.
22.3.2023	1	39	39
Shannon-Wiener	2	0	0
0	3	0	0
	Keskim.	13	13
	osuus (%)	100	100

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Rekilampi on voimakkaasti liettynt, raskaasti sisäkuormitteinen, pahoin rehevöitynyt ekosysteemi. Alusvesi kärsii jatkuvasta hapettomuudesta ja erittäin korkeista ravinteiden (fosfori 1300...3000 µg/l, typpi 7000...13000 µg/l) sekä eräiden metallien (rauta ja mangaani) pitoisuuksista. Järven koko vesimassa menee lopputalven kerrosteisuuden aikana jokseenkin hapettomaksi. Pohjaan kertynyt, happea kuluttava liete on peräisin valuma-alueen kuormituksesta ja sen vuoksi kohonneesta järven omasta tuotannosta. Osa kuormasta on ihmisen toiminnasta riippumatonta luonnonhuuhtoutumaa. Lampeen mahdollisesti virtaava orsivesi on erittäin karua.

Lammen suuri syvyys (noin 18 m) ja kohtalainen suojaisuus edesauttaa rehevöitymisongelmia. Lampi on meromiktinen. Alusveteen on kertynyt niin paljon ainesta, että keväät- ja syystäyskierto jäävät vaillinaisiksi. Keväällä 2023 vesimassan kierto ulottui vain noin 10 metrin syvyyteen saakka. Meromiktisyys näyttää vähentävän pohjaliejusta vapautuvan fosforin pääsyä päällysveteen, tuottavaan vesikerrokseen. Fosforipitoisuus kuitenkin vaihtelee päällysvedessäkin (19...52 µg/l vuonna 2023) tasapainottomalle ekosysteemille tyypillisesti. Sen sijaan typen anaerobisessa ympäristössä muodostuvat kaasumaiset molekyylit, etenkin veteen liennut ammoniakki (NH₄⁺) aiheuttavat voimakkaamman päällysveden typpipitoisuuden (100...1000 µg kok. N/l vuonna 2023) vaihtelun fosforiin verrattuna. Pohjasta vapautuvat ravinteet ovat valtaosin mineraalimuotoisia (fosfaattifosfori ja ammonium- sekä nitraatti- ja nitriittityppi) ja siten välittömästi perustuotannon (levät sekä isot vesi- ja rantakasvit) kasvua kiihdyttäviä. Ravinteiden ja metallien lisäksi anaerobisesta pohjaliejusta vapautuu jatkuvasti rikkivetyä ja todennäköisesti ainakin ajoittain metaania. Nämä yhdessä ammoniakkin kanssa ovat erittäin myrkyllisiä yhdisteitä useille vesieliöille, kuten kaloille. Keväällä 2023 lammessa esiintyi massiivinen kalakuolema.

Rekilammen kunnostus- ja hoitomahdollisuuksista välittömästi tehokkain olisi syvänealueelle asennettava ilmastuslaite. Päällysveden heikon happitilanteen vuoksi tarvittaisiin nimenomaan ilmastin, joka työntää ilmakehästä ilmaa järven pohjaan saakka. Rekilammen kaltainen latvalampi, Outokummun Kalattomanlampi (vesiala 6,2 ha, suurin syvyys noin 5 metriä) oli talvikerrosteisuuden aikana jokseenkin hapeton (helmikuussa 1,0 metrissä 1 mg/l ja täysin hapeton pohjaan saakka) ennen ilmastuslaitteen asentamista kevättalvella 2005. Lammen lähtevä uoma pysyi kaltevuutensa vuoksi sulana läpi talven ja levitti ällöttävää rikkiveden löyhkää lähiympäristöönsä varsin laajalle alueelle.

Välittömästi, muutama viikko hapetinlaitteen asentamisen jälkeen happipitoisuus oli 1 metrissä 7 mg/l ja metri pohjan yläpuolella noin 4 mg/l.

Koska Rekilammen syvänteiden mätänemistilassa olevan sedimentin kokonaismäärää ja laatua ei tunneta, niin ilmastukseen vaadittavaa kokonaisaikaan pysyvän myönteisen tuloksen saavuttamiseksi on mahdoton arvioida. Kyse on vähintään vuosien, oletettavasti vuosikymmenten prosessista. Ilmastuksella saataisiin hento, mutta vähitellen paksuuntuva aerobinen kerros pintasedimenttiin. Sen ansiosta fosfori, typpi ja metallit alkaisivat pidettyä pohjaan ja alusveden sekä järven koko vesimassan happitilanne kohenisi nopeastikin. Ilmastamisen lopettamisen jälkeen tilanne palautuisi nopeasti raskaaseen sisäkuormitteiseen happikadon tilaan. Rekilammen monimutkainen ekosysteemi, elollisten ja elottomien tekijöiden fysikaalis-kemiallis-biologinen verkosto, on mukautunut nykyiseen tilaansa. Se pyrkii vastustamaan muutosta, tapahtuipa se minkä suuntaan tahansa.

Vuoden 2023 mittaustulosten perusteella näyttää siltä, että Rekilammen meromiktia pidättelee ravinteiden, etenkin fosforin massiivista pääsyä päällysveteen ja tuottavaan vesikerrokseen levien ja makrofytytien kasvua kiihdyttämään. Mikäli ilmastaminen särsäisi lammen nykyisen pysyvän kerrosteisuuden, niin pohjasta vapautuneita liukoisia ravinteita pääsisi pintaan saakka ruokkimaan rehevöitymistä. Ilmastamisen jatkuessa tämä ilmiö vaimentuisi alusveden ja pintasedimentin happitilanteen kohentuessa ja pohjan muuttuessa ravinteita sitovaksi.

Mahdolliselle sedimentin poistolle ainoa järkevä tekniikka on todennäköisesti imuruoppaus pohjalietteen suuren vesipitoisuuden vuoksi. Tällöinkin hapettaminen (ilmastus) olisi välttämätön ruoppauksen tukitoimi rehevöitymistä ylläpitävän sisäisen kuormituksen vaimentamiseksi.

Lahdessa sijaitseva Kymijärvi (vesiala noin 650 ha, suurin syvyys noin 11 metriä) kärsii jatkuvasta alusveden happikadosta ja kohonneista liukoisen fosfaattifosforin pitoisuuksista, ts. vastaavasta sisäisestä kuormituksesta kuten Rekilampi (Suomen Ympäristökeskus, Hertta-ympäristötietojärjestelmän aineistoa tarkasteltu 11.11.2023/TaTo). Siellä on toteutettu muutaman vuoden ajan kunnostushanketta, jossa ravinnepitoista hape-tonta alusvettä pumpataan pois kerrosteisuuden aikana. Se suodatetaan ja palautetaan järveen kosteikon kautta. Talteen otetun fosforin kiertotalousarvo myös selvitetään. Vastaavaa käsittelyä ollaan aloittamassa Inkoon Linkullajärvellä (katso

tarkemmin liitteet 7 ja 8). Ensisijaisena tavoitteena on köyhdyttää sedimentin fosforivarrannot niin, että järven tila merkittävästi kohenee.

Vuoden 2023 mittaustulosten perusteella Rekilammen pohjanläheisessä vedessä (syvyys vähintään 15 metriä) on kokonaisfosforia keskimäärin lähes 2 mg/l ja kokonaistyppeä noin 9 mg/l (taulukko 39). Pääosa näistä on liukoisia, ravinteille välittömästi käyttökelpoisia mineraaliravinteita. Yhdessä kuutiometrissä tätä vettä on siten fosforia noin 2 grammaa ja typpeä noin 9 grammaa. Näiden mittaustulosten perusteella kyetään arvioimaan pumpattava ravinnemäärä, jos sellaista Rekilammella kokeiltaisiin. Esimerkiksi pumppausnopeudella 10 l/s (vrt. Kymijärvi; Liitteet 7 ja 8) tätä vettä pumpattaisiin kuukaudessa noin 26 000 m³. Siinä olisi fosforia noin 50 kg ja typpeä noin 230 kg.

Rekilammesta on aiheellista ehdottomasti ottaa sedimenttinäytteet edustavista paikoista ja tehdä niistä laboratorioanalyysit (kuiva-ainepitoisuus, hehkutusjäännös [mineraaliaineksen osuus] sekä kokonaistypen ja -fosforin pitoisuudet) ennen mahdollisia kunnostusteknisiä toimia.

Ulkoisen, ts. valuma-alueelta tulevan kuormituksen minimointi, järveä kunnioittavat maankäytön käytänteet, on aina oleellinen järven kunnostus- ja hoitohankkeen perusvaatimus.

Taulukko 39. Rekilammen syvänteen pohjanläheisen veden ravinnepitoisuuksien havainnot vuonna 2023. Katso tarkemmin myös taulukot 10-20.

Pvm	Näytesyvyys (m)	Kok. P (µg/l)	Kok. N (µg/l)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)	NO ₃ ⁻ -N (µg/l)	NH ₄ ⁺ -N (µg/l)
20.01.2023	15,0	1340	8500	1310	760	6520
	17,5 (P-1,0 m)	2220	10600	2100	730	5200
15.03.2023	15,0	..	..	1070	..	..
	17,5 (P-1,0 m)	..	..	4690	..	..
22.03.2023	15,0	..	..	1340	..	..
	16,5	..	..	1570	..	..
	17,2 (P-1,0 m)	..	..	1980	..	..
19.04.2023	16,4	1780	..	1720	..	..
	17,4 (P-1,0 m)	2730	..	2480	..	..
21.04.2023	16,4	1780	..	1720	..	..
	17,4 (P-1,0 m)	2730	..	2480	..	..
03.05.2023	16,5 (P-1,0 m)	3000	13000	..	..	..
18.09.2023	16,2	1300	7400	..	..	..
	17,2 (P-1,0 m)	1300	8700	1320	..	..
12.10.2023	15,2	1220	7000	1110	..	..
	16,2 (P-1,0 m)	1340	7000	1270	..	..
Keskiarvo	..	1886	8886	1869	745	5860

Lähteet

Ahtiainen, M. 1991. Avohakkuun ja metsäojituksen vaikutukset purovesien laatuun. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisu nro 45, Sarja A. Helsinki.

Frisk, T. 1978. Järvien fosforimallit. Vesihallituksen tiedotus nro 146. Helsinki.

Frisk, T. 1989. Development of mass balance models for lakes. National Board of Waters and the Environment. Helsinki.

Granberg, K. & Granberg, J. 2006. Yksinkertaiset vedenlaatumallit. Keski-Suomen ympäristökeskuksen julkaisu.

Haaranen, J. & Ketolainen, P. 2011. Kolin Purnulamman kunnostussuunnitelma. Opinnäytetyö. Karlia-ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikan koulutusohjelma.

Kortelainen, P., Finer, L., Mattson, T., Ahtiainen, M., Sallantausta, T., Kubin, E., Saukkonen, S. 2003. Luonnonhuuhtoutuma metsäisiltä valuma-alueilta. Teoksessa: Finer, L., Lauren, A. ja Karvinen, L. (toim.), 2003. Ajankohtaista metsätalouden ympäristökuormituksesta – tutkimustietoa ja työkaluja – seminaari Kolin Luontokeskus Ukko 23.9.2002. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 886. Joensuun tutkimuskeskus, 17–23.

Lahermo, P., Tarvainen, T., Hatakka, T., Backman, B., Juntunen, R., Kortelainen, N., Lakomaa, T., Nikkarinen, M., Vesterbacka, P., Väisänen, U., Suomela, P. 2002. Tuhat kaivoa – Suomen kaivovesien fysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999. Geologian Tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 155. Espoo.

Lappalainen, K. M. 1977. Matemaattisia apukeinoja vesistö tutkimuksen tulosten käsittelyyn. Julkaisussa: Lehmusluoto, P. O. (toim.). 1977. Fysikaaliset ja kemialliset analyysimenetelmät. Vesi- ja kalatalousmiehet ry., 107–121.

Lappalainen, K. M., Niemi, J. & Kinnunen, K. 1979. A phosphorus retention model and its application to Lake Päijänne. In: Publications of the Water Research Institute, National Board of Waters, Finland, No. 34, 60–67.

Kinnunen, T. (toim.) 2005. Pohjavesitutkimusopas: käytännön ohjeita. Suomen Vesiyhdistys r.y.

Niinimäki, J. & Penttinen, K. 2014. Vesienhoidon ekologiaa: ravintoverkkokunnostus. Books on Demand GmbH.

Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2012. Suomen keskimääräiset sadanta-, haihdunta- ja valumatiedot 2000-2011. DI Teppo Linjama, Joensuu.

Salonen, S., Frisk, T. Kärmeniemi, T., Niemi, J., Pitkänen, H., Silvo, K. & Vuoristo, H. 1992. Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä – vaikutusten arviointi. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja – sarja A, nro 96.

Särkkä, J. 1996. Järvet ja ympäristö – limnologian perusteet. Gaudeamus.

Talousvesiasetus 2023. Asetus 2/2023. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista annetun sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen muuttamisesta. Finlex.fi.

Tossavainen, T. 1997. Nurmeksen Kuohattijärven pohjasedimenttien laboratorioanalyysit. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen laboratorio. Julkaisematon aineisto 05.03.1997.

Tossavainen, T. 2011. Kolin Purnulammen limnologinen tila vuonna 2010 kunnostussuunnittelun lähtökohdaksi. Tutkimusraportti. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisu C:52.

Tossavainen, T. 2014a. Lieksan Vuonisjärven vedenlaatu, kuormitus, pohjasedimentti, pohjaeläimistö, kalasto ja makrofytyt. Kunnostussuunnittelun esitutkimus. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisu C:11.

Tossavainen, T. 2014b. Kontiolahden ja Joensuun alueilla sijaitsevan Jukajärven nykytila sekä alustava kunnostus- ja hoitotoimien pohdinta. Jukajärven lasku-uoman Jukajoen nykytilan alustava tarkastelu. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisu C:12.

Tossavainen, T. 2016. Puruveden Ristilahden pohjan nykyinen tila – sedimentin laatu ja määrä sekä pohjaeläimistö. Tutkimusraportti. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisu C: Raportteja 35.

Tossavainen, T. 2018. Puruveden Savonlahden nykytila. Sedimentin laatu ja määrä, pohjaeläimistö, vedenlaatu sekä kuormitus- ja fosforimallitarkastelu. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisu C:48.

Tossavainen, T. 2019. Puruveden laskevan Kuonanjärven nykyinen tila – Sedimentin laatu ja määrä, pohjaeläimistö, vedenlaatu sekä kuormitus- ja fosforimallitarkastelu kunnostussuunnittelun perustaksi. Karelia-ammattikorkeakoulu.

- Tossavainen, T. 2021. Ison Somerojärven (Parkano) fysikaalis-kemiallisen nykytilan nykytilan selvitys kunnostussuunnittelun perustaksi. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisu C: raportteja 77. Joensuu.
- Tossavainen, T. 2022a. Opintojakso BIY6010 Vesitalous, luentomoniste, 782 sivua. Helmikuu 2022. Karelia-ammattikorkeakoulu, Joensuu.
- Tossavainen, T. 2022b. Hirvensalmen Ryökäsveden syvänealueen tila keväällä 2022 vedenlaadun, sedimentin ja pohjaeläimistön havaintojen perusteella. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisu C: Raportteja, 88.
- Tossavainen, T. 2022c. Jukajoen (Joensuu, Kontiolahti) vesistöalueen kunnostus- ja hoitohankkeen seuranta tutkimuksen tulokset vuonna 2021. Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisu C: Raportteja, 89.
- Vollenweider, R. & Dillon, P. J. 1974. The application of the phosphorus loading concept to eutrophication research. Canada Centre for Inland Waters.
- Vollenweider, R. 1975. Input-output models, with special reference to the phosphorus loading concept in limnology. Schweiz. Z. Hydrol. 37: 53-84.
- Vollenweider, R. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33: 53-83.
- Vuorenmaa, J. 2015. Ympäristön yhdennetyn seurannan laskeuma-arvot. Hietajärvi, Patvinsuon kansallispuisto, Lieksa. Suomen Ympäristökeskus, Helsinki. Julkaisematon aineisto.
- Wetzel, R. G. 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems. Third Edition. Elsevier Academic Press.

Liitteet

Liite 1. Rekilammen järvikortti (Suomen Ympäristökeskus, Hertta-tietojärjestelmä 30.01.2023).

Nimi	Rekilampi		
Numero	04.331.1.005	Kunta	Kontiolahti
ELYy	Pohjois-Karjalan ELY ympäristö ja luonnonvarat		
Vesistö	04.331 Pielisjoen suualue		
Pohjoinen (ETRS-TM35FIN)	6946962	Itä (ETRS-TM35FIN)	649736
Pohjoinen (Euref)	62.62289	Itä (Euref)	29.91929
Korkeustaso		Korkeus N2000	
Vesienhoitoalue	Vuoksen vesienhoitoalue		
Luotaaja			
Luotauksen alku		Luotauksen loppu	
Luotausmenetelmä			
Linjatiheys	m	Luotaustiheys	m
Tasosijainnin tarkkuus		Syvyyshavainnon tarkkuus	
Luotaustaso		Luotaustaso N2000	
Kiintopiste			
Asteikko		Luovutus MML:lle	
Saaret			
Saarten rantaviiva	km	Saarten lukumäärä	
Saarten pinta-ala	ha	< 100 m ²	
		100 m ² - 1 ha	
		1 ha - 1 km ²	
		> 1 km ²	
Fysiografia			
Vesiala (Ranta10)	5,237 ha	Suurin syvyys	m
Kokonaisrantaviiva (Ranta10)	1,231 km	Tilavuus	10 ³ m ³
Pohjoinen (ETRS-TM35FIN)		Itä (ETRS-TM35FIN)	
Pohjoinen (Euref)		Itä (Euref)	
Keskisyvyys	m	Määrittäminen	
Yläpuolinen valuma-alue			
Pinta-ala	ha	Järvi-alue	ha

Liite 2. Ympäristöasiantuntija Mika Huttusen/P-K:n ELY-keskus lausunto Rekilammen ympäristön pohjavesialueista, elokuu 2023

”Kulhon pohjavesialueen vedenottamoiden vesitalouslupiin liittyviin veloitetarkkailuihin ei sisälly laadun tarkkailua havaintoputkista, eikä Rekilammen läheisyydestä ole muutoinkaan saatavilla uusia analyysituloksia tai ravinneanalyysyjä. Viestin lopussa kartalla Rekilammen lähimmät havaintoputket EP33, EP34 ja EP35 sekä Rekilammen pinnankorkeuden tarkkailupiste EI1. Rekilampi on aiemman tarkasteluni mukaan orsivesilampi ja lähimmissä havaintoputkissa pohjaveden (EP34 ja EP35) ja orsiveden (EP33) pinnankorkeudet ovat alempana kuin lampi. Putket eivät siis mielestäni edusta alueita, joista pohjavettä purkautuisi Rekilampeen, koska lampi on korkeammalla tasolla.

Tässä alla aikaisempi tarkasteluni pinnankorkeuksista (17.8. ja 22.8.2022), jonka tein meidän ELY:n vesilain valvojalle:

Lammen viereisellä Kulhon pohjavesialueella on Joensuun Veden Erolanniemen ja Kerolan pohjavedenottamot, joilla on veloitetarkkailut. Erolanniemen ottamo on Pielisjoen varrella ja sen pinnankorkeuden tarkkailupisteet ovat lähempänä Rekilampea ja Rekilampi itsessään on myös mukana tarkkailussa. Tarkkailutulosten perusteella voi selvästi havaita, että Rekilampi on orsivesilampi, jonka pinnankorkeus on noin 3 metriä korkeammalla kuin pohjaveden korkeus havaintoputkissa EP34 ja EP35. Havaintoputki EP33 on Rekilampea lähin ja vaikuttaa olevan myös orsivesikerroksessa, jossa pinnankorkeus on kuitenkin noin 1 metrin alempana kuin Rekilammessa.

Esim. havaintopäivämäärä 9.9.2020

- Rekilampi (orsivesilampi) +86,33 m N2000
- Pohjavesi EP34 +83,28 m N2000, EP35 +83,49 m N2000
- Orsivesi EP33 +85,29 m N2000

Tarkkailutuloksissa on Rekilammen osalta ollut nousua 2019–2020, samoin orsivesiputkessa EP33. Pohjavesiputkissa EP34 ja EP35 ei vastaavan suuruista nousua voi havaita vuosina 2019–2020. Pinnankorkeuden nousu on siis tapahtunut orsivesikerroksissa. Suomen pohjavesitekniikan lausunossa Aittolammen pinnankorkeuden noususta (16.12.2020) todettiin mm. ”Lämpötila-aineiston perusteella erityisesti talvi 2019–2020 oli normaalia leudompi, jolla voi olla vaikutusta lammen pinnankorkeuteen, sitä nostavasti... ..Alueella vallinneet sääolosuhteet ovat sateiset vuosina 2019–2020... ..Pinnankorkeuden muutokseen vaikuttaa luonnollinen, keskimääräistä korkeampi sadanta sekä lauhat talvet.”

Voi arvioida, että orsivesimuodostuma, jossa Rekilampikin sijaitsee, on tilavuudeltaan todennäköisesti varsin pieni, ainakin jos tilavuutta vertaa esim. Kulhon pohjavesimuodostumaan.

Pienemmissä pohjavesi- ja orsivesimuodostumissa sademäärän muutoksien aiheuttama vaihtelu pinnankorkeuteen näkyy korostetummin. Suuremmissa muodostumissa sademäärän muutoksien aiheuttama vaihtelu pinnankorkeuteen on pienempi.”

Liite 3. Vedenlaadun, pohjasedimentin ja pohjaeläimistön sekä pohjaveden havaintopaikkojen koordinaatit (ETRS-TM35FIN) vuonna 2023, tallennettu Garmin GPSMAP64x –satelliittipaikanninlaitteella noin ±3 metrin tarkkuudella (Karelia-amk/TaTo). 8 taulukkoa.

Taulukko 1/8. Vedenlaadun ja pohjasedimentin havaintopaikkojen koordinaatit 20.01.2023.

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=2

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W REKILAMPISYVÄNNE 35V 649722 6947039 Waypoint I 85,5 20.1.2023 08.53.50 18,5M
W REKILAMPIPOHJOINEN2,0M 35V 649621 6947099 Waypoint I 82,9 20.1.2023 10.56.10

```

Taulukko 2/8. Pohjasedimentin havaintopaikkojen koordinaatit 23.01.2023.

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=2

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W REKILAMPIPOHJOINEN1,0M 35V 649616 6947108 Waypoint I 86,9 23.1.2023 09.22.34
W REKILAMPIPOHJOINEN3,0M 35V 649624 6947096 Waypoint I 81,6 23.1.2023 09.39.09
W REKILAMPIPOHJOINEN5,0M 35V 649640 6947088 Waypoint I 80,8 23.1.2023 09.44.10
W REKILAMPIPOHJOINEN4,0M 35V 649632 6947093 Waypoint I 80,2 23.1.2023 09.45.25
W REKILAMPIPOHJOINEN6,0M 35V 649652 6947083 Waypoint I 81,8 23.1.2023 09.50.42
W REKILAMPIPOHJOINEN8,0M 35V 649676 6947070 Waypoint I 82,6 23.1.2023 09.56.20
W REKILAMPIPOHJOINEN7,0M 35V 649663 6947077 Waypoint I 83,5 23.1.2023 09.57.25
W REKILAMPIPOHJOINEN10,0M 35V 649684 6947063 Waypoint I 83,0 23.1.2023 10.10.14
W REKILAMPIPOHJOINEN9,0M 35V 649681 6947068 Waypoint I 94,7 23.1.2023 10.15.35
W REKILAMPIPOHJOINEN15,0M 35V 649699 6947055 Waypoint I 92,4 23.1.2023 10.19.21

```

Taulukko 3/8. Pohjasedimentin havaintopaikkojen koordinaatit 08.02.2023.

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=2

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng Symbol----- T Alt(m) Date Time Comment
W REKILAMPIKESKINEN2,1M 35V 649805 6946876 Waypoint I 82,7 8.2.2023 10.17.20
W REKILAMPIKESKINEN1,1M 35V 649821 6946882 Waypoint I 86,7 8.2.2023 10.33.29
W REKILAMPIKESKINEN3,2M 35V 649797 6946874 Waypoint I 82,1 8.2.2023 10.45.50
W REKILAMPIKESKINEN3,9M 35V 649789 6946872 Waypoint I 88,3 8.2.2023 11.21.16
W REKILAMPIKESKINEN4,3M 35V 649779 6946869 Waypoint I 87,8 8.2.2023 11.43.18
W REKILAMPIKESKINEN3,18M 35V 649766 6946868 Waypoint I 89,6 8.2.2023 12.00.17
W REKILAMPIKESKINEN2,11M 35V 649758 6946867 Waypoint I 86,4 8.2.2023 12.14.13
W REKILAMPIKESKINEN1,05M 35V 649755 6946863 Waypoint I 85,4 8.2.2023 12.23.06
    
```

Taulukko 4/8. Pohjasedimentin havaintopaikkojen koordinaatit 15.02.2023.

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=0

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng T Alt(m) Date Time Comment
W VÄLILINJA1,97M 35V 649812 6946773 I 99,8 15.2.2023 07.56.03
W VÄLILINJA1,07M 35V 649821 6946772 I 92,3 15.2.2023 08.07.40
W VÄLILINJA3,20M 35V 649811 6946770 I 93,5 15.2.2023 08.24.39
W VÄLILINJA5,10M 35V 649796 6946765 I 86,6 15.2.2023 08.31.38
W VÄLILINJA3,98M 35V 649806 6946772 I 101,0 15.2.2023 08.56.37
W VÄLILINJA4,09M 35V 649783 6946771 I 98,1 15.2.2023 09.56.43
W VÄLILINJA3,12M 35V 649778 6946765 I 84,5 15.2.2023 10.16.16
W VÄLILINJA1,98M 35V 649775 6946764 I 87,2 15.2.2023 10.21.42
W VÄLILINJA1,04M 35V 649774 6946772 I 98,4 15.2.2023 10.28.54
W ETELÄLINJA2,10M 35V 649832 6946699 I 86,7 15.2.2023 10.55.24
W ETELÄLINJA3,11M 35V 649828 6946706 I 89,4 15.2.2023 11.06.19
W ETELÄLINJA4,16M 35V 649824 6946710 I 92,8 15.2.2023 11.20.20
W ETELÄLINJA3,97M 35V 649816 6946708 I 87,0 15.2.2023 11.37.32
W ETELÄLINJA2,89M 35V 649808 6946704 I 84,3 15.2.2023 11.51.21
W ETELÄLINJA1,17M 35V 649803 6946703 I 80,0 15.2.2023 12.26.04
W ETELÄLINJA1,90M 35V 649807 6946706 I 84,6 15.2.2023 12.26.51
    
```

Taulukko 5/8. Havaintopaikkojen koordinaatit 28.02. ja 02.03.2023. Huom.! Havaintopaikkojen 28.02.2023 koordinaatit on siis tallennettu *in situ* 02.03.2023.

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=0

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng T Alt(m) Date Time Comment
W KOULULINJA1METRI 35V 649780 6947092 I 82,7 2.3.2023 08.38.40
W KOULULINJA2METRIÄ 35V 649775 6947090 I 81,9 2.3.2023 08.39.17
W KOULULINJA3METRIÄ 35V 649771 6947086 I 80,8 2.3.2023 08.40.02
W KOULULINJA4METRIÄ 35V 649769 6947083 I 81,1 2.3.2023 08.40.44
W KOULULINJA5METRIÄ 35V 649766 6947080 I 81,9 2.3.2023 08.41.27
W KOULULINJA6METRIÄ 35V 649763 6947078 I 83,3 2.3.2023 08.42.07
W REKILAMPIETELÄINEN 35V 649815 6946703 I 94,2 2.3.2023 10.51.37 HAPPIMITTAUS 02032023
W KOILLISLINJA5,0M 35V 649707 6947117 I 99,2 2.3.2023 11.50.35
W KOILLISLINJA3,95M 35V 649712 6947122 I 97,3 2.3.2023 11.51.31
W KOILLISLINJA3,01M 35V 649715 6947130 I 98,7 2.3.2023 11.52.23
W KOILLISLINJA2,02M 35V 649719 6947134 I 99,9 2.3.2023 11.53.13
W KOILLISLINJA1,02 35V 649711 6947136 I 95,8 2.3.2023 11.54.00
W KOILLISLINJA6,03M 35V 649697 6947114 I 98,1 2.3.2023 11.57.56

```

Taulukko 6/8. Vedenlaadun ja pohjaeläimistön havaintopaikkojen koordinaatit 15.03.2023.

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=0

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng T Alt(m) Date Time Comment
W REKILAMPI101 35V 649718 6947039 I 92,7 15.3.2023 08.39.43 18,52 METRIÄ
W POHJAEELUKAT15,0M 35V 649711 6947064 I 91,7 15.3.2023 10.08.50
W POHJAEELÄIMET10,0M 35V 649710 6947091 I 86,5 15.3.2023 10.10.14
W POHJAEELÄIMET5,0M 35V 649703 6947116 I 83,2 15.3.2023 10.11.22
W POHJAEELÄIMET3,0M 35V 649710 6947128 I 91,3 15.3.2023 10.12.18
W POHJAEELÄIMET2,0M 35V 649711 6947129 I 93,2 15.3.2023 10.13.08
W POHJAEELÄIMET1,0M 35V 649712 6947134 I 89,4 15.3.2023 10.13.57

```

Taulukko 7/8. Vedenlaadun ja pohjaeläimistön havaintopaikkojen koordinaatit 22.03.2023.

```

H SOFTWARE NAME & VERSION
I GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
S DateFormat=d.M.yyyy
S Units=M,M
S SymbolSet=0

H R DATUM
M E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

H COORDINATE SYSTEM
U UTM UPS

F ID----- Zne Eastng Northng T Alt(m) Date Time Comment
W REKILAMPI101 35V 649721 6947039 I 94,6 22.3.2023 09.50.58 18,5M
W POHJAEELÄIMET15,0M 35V 649700 6947058 I 96,3 22.3.2023 09.52.39
W POHJAEELÄIMET10,0M 35V 649690 6947070 I 94,6 22.3.2023 09.53.36
W POHJAEELÄIMET5,0M 35V 649644 6947093 I 95,1 22.3.2023 09.54.59
W POHJAEELÄIMET3,0M 35V 649629 6947100 I 93,2 22.3.2023 09.55.54
W POHJAEELÄIMET2,0M 35V 649625 6947102 I 93,9 22.3.2023 09.56.36
W POHJAEELÄIMET1,0M 35V 649618 6947108 I 94,4 22.3.2023 09.57.24
    
```

Taulukko 8/8. Pohjavesiputkien koordinaatit 23.11.2023.

```

SOFTWARE NAME & VERSION
GPSU 5,35 01 FREEWARE VERSION
DateFormat=d.M.yyyy
Units=M,M
SymbolSet=0

R DATUM
E WGS 84 100 0,000000E+00 0,000000E+00 0 0 0

COORDINATE SYSTEM
UTM UPS

ID----- Zne Eastng Northng T Alt(m) Date Time Comment
EP33 35V 649551 6947118 I 91,9 23.11.2023 06.55.40 KORKEUS 298 CM
EP35 35V 649803 6946508 I 84,1 23.11.2023 07.55.52 PV KORKEUS 446 CM,ALAPÄÄ 817 CM
EP34 35V 649945 6947221 I 96,2 23.11.2023 08.52.54 KORK 1876CM
    
```

Liite 4. Savo-Karjalan Ympäristöntutkimus Oy:n vedenlaatuanalyysien tuloslo-
makkeet, 4 kpl.

SAVO-KARJALAN YMPÄRISTÖTUTKIMUS OY
Tutkimustuloksia

Satunnaiset vesitutkimukset (5353)

Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	Kok. N µg/l	Kok. P µg/l
3.5.2023	5353 / VESISTÖ	Kok.syv. 17,5 m;	
	1,0	550	52
	16,5	13000	3000

SAVO-KARJALAN YMPÄRISTÖTUTKIMUS OY
Tutkimustuloksia

MERKINTÖJEN SELITYYSIÄ

Havaintopaikat

5353 / VESISTÖ =
Koordinaattijärjestelmä: ETRS-TM35FIN

Määrittelykset

Kok.syv. = Kokonaissyvyys (Kokonaissyvyys (m))
Näk.syv. = Näkösyvyys (Näkösyvyys (m))
It.ilma = Lämpötila, ilman
Pilv. = Pilvisyys (Pilvisyys (0-8))
Tuulnop. = Tuulen nopeus (Tuulen nopeus (m/s))
Tuulsuunt. = Tuulen suunta (Tuulen suunta (ast.))
Jää = Jään paksuus (Jään paksuus (cm))
Lumi = Lumen paksuus (Lumen paksuus (cm))
Kok. N = *Kokonaistyyppi, CFA (SFS-ISO 29441:2018)
Kok. P = *Kokonaistofori, CFA (ISO 15681-2:2018)

Muita merkintöjä

P = määrittely kesken, E = tulos hylätty, < = pienempi kuin, > = suurempi kuin, ~ = noin.

SAVO-KARJALAN YMPÄRISTÖTUTKIMUS OY
Tutkimustuloksia

Satunnaiset vesitutkimukset (5353)

Pvm.	Hav.paikka Syvyys (m)	Kok. N µg/l	Kok. P µg/l
18.9.2023	5353 / VESISTÖ		
	Rekilampi syväne 101, 1,0m	330	19
	Rekilampi syväne 101, 16,2m	7400	1300
	Rekilampi syväne 101, 17,2m	8700	1300

MERKINTÖJEN SELITYKSIÄ

Havaintopaikat

5353 / VESISTÖ =

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-TM35FIN

Määritykset

Kok.syv. = Kokonaissyvyys (Kokonaissyvyys (m))

Näk.syv. = Näkösyvyys (Näkösyvyys (m))

It.ilma = Lämpötila, ilman

Pilv. = Pilvisyys (Pilvisyys (0-8))

Tuulnop. = Tuulen nopeus (Tuulen nopeus (m/s))

Tuulsuunt. = Tuulen suunta (Tuulen suunta (ast.))

Jää = Jään paksuus (Jään paksuus (cm))

Lumi = Lumen paksuus (Lumen paksuus (cm))

Kok. N = *Kokonaistyyppi, CFA (SFS-ISO 29441:2018)

Kok. P = *Kokonaistyyppi, CFA (ISO 15681-2:2018)

Muita merkintöjä

P = määrittäminen kesken, E = tulos hylätty, < = pienempi kuin, > = suurempi kuin, ~ = noin.

Liite 5. Suomen Ympäristökeskuksen Hertta-tietojärjestelmään tallennetut Rekilammen vedenlaadun havainnot vuosilta 1991-2022. (3 sivua)

Paikka Rekilampi 101
Manuaalinen vesinäytteenotto-asema

Koordinaatit ETRS-TM35FIN: 6947060 - 649652
Kunta Kontiolahti

Ympäristötyyppi järvi
Syvyys 16,0 m

1 / 3 > >>

Näytteenotto

Aika 26.9.1991 10:30
Näytteenottolaitos Pohjois-Karjalan ELY-keskus
Muut tiedot

Koordinaatit

Kokonaissyvyys	16,0 m
Näkösyvyys	4,00 m

Ylläpito

Lisätty
Muutettu
Ylläpito-organisaatiot Pohjois-Karjalan ELY Y-vastuualue

Määrittelykset

Suure	Esikäs	Määr.men	Yks	Lab.	0 - 2 m	1 m	5 m
Lämpötila			°C	7		9,3	9,3
Happi, liukoinen		TI	mg/l	7		9	8
Hapen kyllästysaste		TI	kyll.%	7		78	70
Sameus		TUA	FNU	7		1,6	1,5
Sähkönjohtavuus		CNA	mS/m	7		3,3	3,3
Alkaliniteetti		TIB	mmol/l	7		0,117	
pH		EL		7		6,59	6,6
Väiriluku		CM	mg/l Pt	7		15	15
Kokonaistyyppi	D11	SP	µg/l	7		497	
Kokonaisfosfori	D11	SP	µg/l	7		24	
Rauta	D11	SP	µg/l	7		186	
Mangaani	D11	SP	µg/l	7		41	
Klorofylli-a	E2	SP	µg/l	7	12		
Sulfaatti		TUA	mg/l	7		2,6	
Kemiall. hapen kulutus CODMn		TI	mg/l	7		5	4,6
Kloridi		TI	mg/l	7		1,4	
Haju							
Hanke							
Lisätieto							

Paikka Rekilampi 101
Manuaalinen vesinäytteenotto-asema

Koordinaatit ETRS-TM35FIN: 6947060 - 649652
Kunta Kontiolahti

Ympäristötyyppi järvi
Syvyys 16,0 m

<< < 2 / 3 > >>

Näytteenotto

Aika 16.9.2020 11:56

Näytteenottolaitos Eurofins Ahma Oy, R:niemi (Lapin vesit.)

Koordinaatit

Muut tiedot

Vesi väriltään vihertävä

Kokonaissyvyys	17,1 m
Näkösyvyys	1,00 m
Pilvisyys	8 /8
Ilman lämpötila	12 °C
Tuulen nopeus	4 m/s
Tuulen suunta	215 °
Levärunsaus	2 /3

Ylläpito

Lisätty 7.10.2020 08:11

Muutettu

Ylläpito-organisaatiot Eurofins Environment Testing Finland Oy

Määritykset

Näytä epävarmuusarvot

Suure	Esikäs	Määr.men	Yks	Lab.	0 - 2 m	1 m	16 m
Lämpötila			°C	51		12,8	4,6
Happi, liukoinen		TI	mg/l	226		9,1 ±0,91	L 0,2
Hapen kyllästysaste		TI	kyll.%	226		86	L 2
Sameus		TUA	FNU	226		13 ±1,3	7,7 ±1,2
Sähkönjohtavuus		CNA	mS/m	226		2,3 ±0,2	9,3 ±0,47
Alkaliniteetti		TIH	mmol/l	226		0,14 ±0,014	0,77 ±0,077
pH		EL		226		6,8 ±0,2	6,4 ±0,2
Väriluku	F1	SP	mg/l Pt	226		10 ±2	C 590 ±59
Kokonaistyyppi	D12	SP	µg/l	226		1000 ±150	4800 ±720
Nitriitti-nitraatti typpinä		SP	µg/l	226		L 5	7 ±2
Ammonium typpinä		SP	µg/l	226		69 ±10	4200 ±630
Kokonaisfosfori	D11	SP	µg/l	226		23 ±3,5	970 ±150
Fosfaatti fosforina		SP	µg/l	226		2,3 ±1	C 970 ±150
Rauta	D1	PLM	µg/l	226		230 ±46	21000 ±4200
Klorofylli-a	E12	SP	µg/l	226	39 ±3,9		
Kemiall. hapen kulutus CODMn		TI	mg/l	226		6,2 ±0,62	12 ±1,2
Haju					L	L	VRV
Hanke					G4003	G4003	G4003
Lisätieto							

Paikka Rekilampi 101
Manuaalinen vesinäytteenotto-asema

Koordinaatit ETRS-TM35FIN: 6947060 - 649652
Kunta Kontiolahti

Ympäristötyyppi järvi
Syvyys 16,0 m

<< < 3 / 3

Näytteenotto

Aika 21.7.2022 08:50

Näytteenottolaitos Savo-Karj. ymp.tutk (ent Joensuun eylab)

Koordinaatit

Muut tiedot

Kokonaissyvyys	17,0 m
Näkösyvyys	2,00 m
Pilvisyys	1 /8
Ilman lämpötila	20 °C

Ylläpito

Lisätty 23.8.2022 10:05

Muutettu

Ylläpito-organisaatiot Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy

Määriykset

Suure	Esikäs	Määr.men	Yks	Lab.	0 - 2 m	1 m	16 m
Lämpötila			°C	30		20,7	4,6
Happi, liukoinen		TI	mg/l	30		9,1	L 0,2
Hapen kyllästysaste		TI	kyll.%	30		100	0
Sameus		TUA	FNU	30		3,5	
Kokonaistyyppi	D12	SP	µg/l	30		460	
Nitriitti-nitraatti tyypinä		SP	µg/l	30		L 5	
Ammonium tyypinä		SPA	µg/l	30		L 3	
Kokonaisfosfori	D11	SP	µg/l	30		18	C 1300
Fosfaatti fosforina		SP	µg/l	30		L 2	
Klorofylli-a	F3E12	SP	µg/l	30	11		
Haju							
Hanke							
Lisätieto							

Liite 6. Suomen Ympäristökeskuksen Hertta-tietojärjestelmään tallennetut Rekilammen leväkukintojen havainnot vuosilta 1994-2026. (3 sivua)

†† Perustiedot	
Havaintopaikka	Rekilampi
Näytteenottoaika	03.07.2003
Näytteenottolaitos	Yleisönäytteet
Ympäristötyyppi	lampi
KKJ/YK	6949989 - 3649843
KKJ/MK	62,62358 - 29,92012
ETRS-TM35FIN	6947078 - 649611
EUREF-FIN/WGS84	62,62409 - 29,91692
Kunta	Kontiolahti
ELY	Pohjois-Karjalan ELY
Vesistöalue	04.331 Pielisjoen suualue
Järvi	04.331.1.005 Rekilampi
Vesienhoitoalue	VHA1 Vuoksen vesienhoitoalue
Pintavesityyppi	
Vesimuodostuma	
Helcom-alue	
Lisätieto	
Tutkimuslaitos	Pohjois-Karjalan ELY-keskus
Mikroskopointipäivä	03.07.2003
Mikroskopioija	Tuntematon
Myrkyllisyystesti	Ei testattu
Kukinnan myrkyllisyys	
Kukinnan runsaus	Havaittava
Lajit runsausjärjestyksessä (runsain ylimpänä)	
Nimi	Ryhmä
Anabaena spp. (Bory ex Bornet & Flahault 1886)	Cyanophyta - Cyanophyceae

Perustiedot		
Havaintopaikka	Rekilampi, Kulho	
Näytteenottoaika	16.07.2020	
Näytteenottolaitos	Yleisönäytteet	
Ympäristötyyppi	lampi	
KKJ/YK	6949990 - 3649842	
KKJ/MK	62 37.43 - 29 55.01	
ETRS-TM35FIN	6947078 - 649611	
EUREF-FIN/WGS84	62,62398 - 29,91695	
Kunta	Kontiolahti	
ELY	Pohjois-Karjalan ELY	
Vesistöalue	04.331 Pielisjoen suualue	
Järvi	04.331.1.005 Rekilampi	
Vesienhoitoalue	VHA1 Vuoksen vesienhoitoalue	
Pintavesityyppi		
Vesimuodostuma		
Helcom-alue		
Lisätieto	Koko lampi aivan täynnä.	
Tutkimuslaitos	Pohjois-Karjalan ELY-keskus	
Mikroskoopointipäivä	16.07.2020	
Mikroskopiija	Tuntematon	
Myrkyllisyystesti	Ei testattu	
Kukinnan myrkyllisyys		
Kukinnan runsaus	Erittäin runsas	
Lajit runsausjärjestyksessä (runsain ylimpänä)		
	Nimi	Ryhmä
	Dolichospermum spp. ((Ralfs ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek 2009)	Cyanophyta - Cyanophyceae
	Mikroskoopointituloksen lisätieto	
	Koko näyte täynnä.	
Tiedon ylläpito		
Organisaatio	Pohjois-Karjalan ELY Y-vastuualue	
Lisätty	20.07.2020	
Muutettu	20.07.2020	
Näyte rannalta	X	

Havaintopaikka	Rekilampi, Kulho
Näytteenottoaika	08.09.1994
Näytteenottolaitos	Kunnallinen ympäristöviranomaisen
Ympäristötyyppi	lampi
KKJ/YK	6949989 - 3649843
KKJ/MK	62,62358 - 29,92012
ETRS-TM35FIN	6947078 - 649611
EUREF-FIN/WGS84	62,62409 - 29,91692
Kunta	Kontiolahti
ELY	Pohjois-Karjalan ELY
Vesistöalue	04.331 Pielisjoen suualue
Järvi	04.331.1.005 Rekilampi
Vesienhoitoalue	VHA1 Vuoksen vesienhoitoalue
Pintavesityyppi	
Vesimuodostuma	
Helcom-alue	
Lisätieto	hiutalemainen
Tutkimuslaitos	Itä-Suomen yliop. (ent. Ekol.tutk.inst.)
Mikroskopointipäivä	08.09.1994
Mikroskopoiija	Tuntematon
Myrkyllisyydesti	Ei testattu
Kukinnan myrkyllisyys	
Kukinnan runsaus	Erittäin runsas
Lajit runsausjärjestyksessä (runsain ylimpänä)	

Nimi

Ryhmä

Anabaena spp. (Bory ex Bornet & Flahault 1886) Cyanophyta -
Cyanophyceae

Mikroskopointituloksen lisätieto

Liite 7. Tiedote: Lupaavia tuloksia alusveden puhdistamisesta Kymijärvellä.
20.12.2019.

Lahden Kymijärvellä on testattu uutta järvikunnostusmenetelmää, jonka tavoitteena on järven tilan parantaminen ravinnepitoista alusvettä poistamalla ja puhdistamalla. Lisäksi testataan menetelmän potentiaalia kiertotalousratkaisuna, jossa alusveden fosfori otetaan uudelleen käyttöön. Välttävissä ekologisessa tilassa oleva Kymijärvi on Lahden seudun järvistä heikkokuntoisin. Pitkäaikaiset ravinnepäästöt valuma-alueelta ovat johtaneet järven rehevöitymiseen, ja ravinteiden luonnollinen poistuminen järvestä on suhteellisen hidasta. Vaikka Kymijärvi on matala, veden lämmitessä kesäisin järvi kerrostuu kahdeksi kerrokseksi. Kylmempi pohjan lähellä oleva kerros eli alusvesi on usein hapeton ja erityisen fosforipitoinen.

Työryhmä on suunnitellut, rakentanut ja testannut uutta järjestelmää, jossa alusvettä pumpataan pois järvestä ja puhdistetaan suodatussysteemissä Kariston kaupunginosassa. Vettä pumpataan käsittelykaivoon, jossa fosfori voidaan saostaa joko vedessä luontaisesti olevien aineiden tai veteen lisätyn saostuskemikaalin avulla. Saostuma jää hiekka- ja sorasuodattimiin, kun taas puhdistettu vesi virtaa takaisin järveen Kariston kosteikon kautta.

Tulokset ovat lupaavia. Pumpatun alusveden fosforista yli 80 % pidättyy järjestelmään, ja vesi on silminnähdessä kirkkaampaa suodattimien jälkeen. Työryhmä on mitannut myös muita vedenlaatuparametreja sivuvaikutusten seuraamiseksi ja systeemin mahdollisen laajennuksen toteuttamiskelpoisuuden arvioimiseksi. Myös talteen otetun fosforin potentiaalista kiertotalousarvoa tutkitaan.

Kunnostushanketta toteuttavat mm. Helsingin yliopisto, Lahden ympäristöpalvelut ja Nordkalk Oy Ab. Hanketta rahoittaa ympäristöministeriö. Hankkeeseen osallistuvat myös paikalliset yhtiöt Sipti Infra ja Rantala Timber.

Teksti ja lisätietoja:

www.vesijarvi.fi

Projektipäällikkö, professori Jukka Horppila, Helsingin yliopisto, jukka.horppila@helsinki.fi

Uutinen on julkaistu Suomen ympäristökeskuksen uutiskirjeessä 20.12.2019.

Liite 8. Tiedote: Järven sisäisestä kuormituksesta aiheutuvia ravinteita poistetaan uudella menetelmällä – tutkimuskohteena Inkoon Linkullasjön. 26.9.2023.

Järven sisäinen kuormitus voi pitää järven ravinnepitoisuuden korkealla, vaikka ulkoinen kuormitus olisi saatu kuriin. Sisäisessä kuormituksessa veteen vapautuu pohjasta ravinteita, joita sinne on aikojen kuluessa kertynyt. ”Järvien kunnostuksen yhteydessä pyritään usein ehkäisemään ravinteiden vapautumista pohjasedimentistä esimerkiksi hapetuksen avulla tai äärimmäisissä tapauksissa kemikaalikäsittelyin. Tämä ei kuitenkaan yleensä tuota pysyviä tuloksia, vaan saattaa jopa hidastaa järven toipumista pitkällä tähtäimellä. Siksi tarvitaan uusia menetelmiä”, kertoo erikoistutkija Laura Härkönen Suomen ympäristökeskuksesta (Syke). Pysyvemmän ratkaisun voi tarjota pohjanläheiseen veteen vapautuneiden ravinteiden poisto: Hapetonta, ravinnepitoista alusvettä pumpataan hiekkasuodattimelle ja puhdistettu vesi palautetaan takaisin järveen. ”Alusveden poisto, suodatus ja palautus kunnostettavaan järveen soveltuu hyvin esimerkiksi ke-säaikaan lämpötilakerrostuville järville. Niiden viileä pohjanläheinen alusvesi kärsii hapettomuudesta. Tällöin fosforia vapautuu alusveteen. Vapautuneet ravinteet saadaan sitten pumpattua alusveden mukana puhdistukseen”, kuvailee dosentti Leena Nurminen Helsingin yliopistolta.

Linkullasjön-järvellä tehtiin tänä kesänä taustaselvityksiä. Alusveden suodatusmenetelmä soveltuu parhaiten syville reheville järville. Seuraavaksi menetelmää aletaan testata Inkoon Linkullasjön-järvellä. Järvi on kooltaan 0,6 neliökilometriä. Järven keskisyvyys on 4,2 metriä ja suurin syvyys 6,6 metriä. Järvestä on otettu vesi- ja sedimentinäytteitä tänä kesänä toukokuusta syyskuuhun. Taustaselvitykset luovat perustan alusveden suodatusmenetelmän suunnittelulle. Ne antavat myös lisätietoa Linkullasjön ekologisen tilan luokittelulle. Selvitysten perusteella Linkullasjölle suunnitellaan suodatusmenetelmä, ja alusveden puhdistus käynnistetään ensi kesänä. ”Valuma-alueelle sovitettava puhdistusyksikkö tulee suunnitella kunkin kunnostuskohteen ominaispiirteet huomioiden, siksi hyvä taustatyö kohteella on oleellista. Esimerkiksi alusveden rautavarasto tulee selvittää, jotta osataan arvioida, miten alusveden liukoinen fosfori käyttäytyy pumppausprosessin aikana”, kertoo Leena Nurminen.

Lahden Kymijärvellä testaus on jo käynnissä. Alusveden suodatusta on jo pilotoitu Lahden Kymijärvellä muutaman vuoden ajan. Kymijärvi on kooltaan 6,5 neliökilometriä. Sen keskisyvyys on 2,6 m metriä ja suurin syvyys 11 metriä. Järvellä on selkeä syvänealue, jossa esiintyy säännöllisesti hapettomuutta, jolloin syvänteiden alusveden liukoisen fosfaattifosforin pitoisuus nousee korkeaksi. Kymijärven hapetonta alusvettä pumpataan kerrostuneisuuden aikaan hiekkasuodattimelle ja palautetaan kosteikon kautta takaisin järveen. Esimerkiksi pumppausvirtaamalla 10 litraa sekunnissa järvi voisi laskennallisesti vaihtaa ekologista laatuluokkaa tyydyttävästä hyvään 13 vuodessa. Kymijärvellä testattua menetelmää kehitetään edelleen Linkullasjön-järvellä osana Ravinteet Poistoon: Alusveden suodatusmenetelmän sovellettavuus (RaPo) -hanketta. Hanketta vetää Suomen ympäristökeskus (Syke) ja se toteutetaan yhdessä Helsingin yliopiston kanssa. Tutkimusta rahoittaa ympäristöministeriö. ”Tavoitteenamme on kehittää alusveden

suodatusmenetelmän kustannustehokkuutta ja monistettavuutta ja siten tukea vesistöjen hyvän ekologisen tilan saavuttamista”, summaa Laura Härkönen. Järvien ravinnepitoisuuksien noususta aiheutuva rehevöityminen heikentää järvien ekologista tilaa, uhkaa useita järviluontotyyppisiä lajeja sekä vähentää järvien virkistyskäyttöarvoa. Järviä on kunnostettu Suomessa jo 1960-luvulta lähtien, mutta järvien hyvän ekologisen tilan tavoitteesta ollaan jäljessä. Järvien kunnostus edellyttää sekä ulkoisen kuormituksen merkittävää vähentämistä että uusien menetelmien käyttöönottoa sisäisen kuormituksen vähentämiseksi.

Lisätietoa erikoistutkija Laura Härkönen, Suomen ympäristökeskus (Syke), etunimi.sukunimi@syke.fi, puh. +358 295 251 009, dosentti Leena Nurminen, Helsingin yliopisto, etunimi.sukunimi@helsinki.fi, puh. +358 294 158 990,

Ravinteet Poistoon: Alusveden suodatusmenetelmän sovellettavuus (RaPo) -hanke

Uutinen on julkaistu Suomen ympäristökeskuksen uutiskirjeessä 26.9.2023.

Liite 9. Rekilammen orsivesiputken EP 33 vesinäytteen laboratorioanalyysituloste, make, näytteenotto 23.11.2023 (2 sivua)

SKYT SAVO-KARJALAN
YMPÄRISTÖTUTKIMUS

TESTAUSSELOSTE
Pohjavesitutkimus^
29.11.2023

23-9132 1 (2)
#1

Kontiolahden kunta
Suontama Antti
Keskuskatu 8
81100 KONTIOLAHTI



Tilausno 319323 (5114/POHJAV), saapunut 23.11.2023, näytteet otettu 23.11.2023
Näytteenottaja: Tarmo Tossavainen


NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
34693	Pohjavesiputki EP33

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	34693
Kokonaistyyppi*	mg/l	0,27
Kokonaisfosfori*	mg/l	<0,003

Merkintöjen selityksiä: P = määrittäminen kesken, E = ei tehty, - = noin, < = pienempi kuin, = = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin, > = suurempi tai yhtäsuuri kuin.
Menetelmätiedot viimeisellä siviillä, * = akkreditoitu menetelmä, (A) = alihankintamääritys


Minna Kukkonen
tutkimuspaallikko

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Selosteen saa kopioida vain kokonaan. Kvant. mikrobiologisille menetelmille mittausepävarmuudet ilmoitetaan pyydettyäessä. Mittausepävarmuutta ei huomioida päätöksämissä.

Katuosoite	Postiosoite	Puhelin	Sähköposti	Y-tunnus
Yrittäjätie 24	Yrittäjätie 24			1869466-1
70150 KUOPIO	70150 KUOPIO	*044 7647203	minna.kukkonen@ymparistotutkimus.fi	

MENETELMÄTIEDOT

Maaritys	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (suluissa)
Putken/kaivon vesipinta Kokonaistyyppi* Kokonaisfosfori*	Vesipinnan etäisyys putken yläreunasta (m) (TL0) SFS-ISO 29441:2018 (TL30) ISO 15681-2:2018 (TL30)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL0 TL30	Ei ole ilmoitettu SKYT Oy, Kuopion laboratorio, FINAS T047 (SFS EN ISO/IEC 17025)

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Maaritys	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Maarityspvm.
Kokonaistyyppi*	2023/34693	±10%	28.11.2023
Kokonaisfosfori*	2023/34693	Maaritysrajan alitus	28.11.2023

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Selosteen saa kopioida vain kokonaan. Kvant. mikrobiologisille menetelmille mittausepävarmuudet ilmoitetaan pyydettyinä. Mittausepävarmuutta ei huomioida päätösaännoissa.

Liite 10. Rekilammen ja Aittolammen vesiensuojeluopas. 4 sivua. Laatineet Karelia-ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan opiskelijat Riku Ikonen, Vilppu Kettunen ja Markus Mäkkeli.

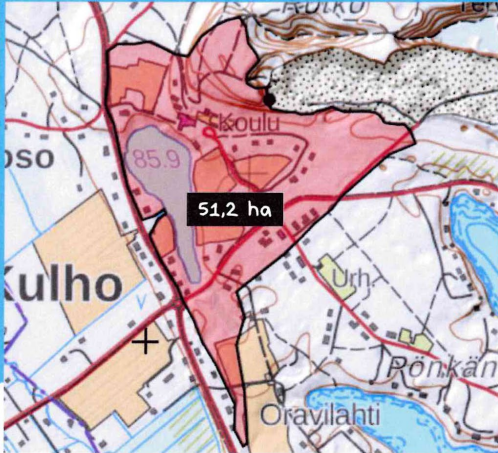
RANTA-ASUKKAAN VESIENSUOJELUOHJE

AITTOLAMPI JA REKILAMPI

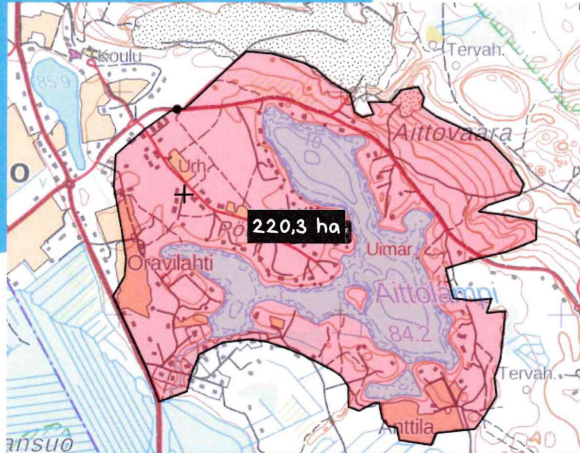
KONTIOLAHTI



MITÄ LAMMESSA TAPAHTUU?



Rekilammen valuma-alue



Aittolammen valuma-alue

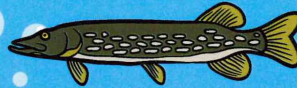
VALUMA-ALUE:

ON ALUE, JOLTA SADE JA SULAMISVEDET KERÄÄNTYVÄT VESISTÖÖN. TÄTÄ ALUETTA VOI AJATELLA MYÖS SUPPILONA, JONKA ALUEELTA VESI VALUU KOHTI KESKIÖTÄ.

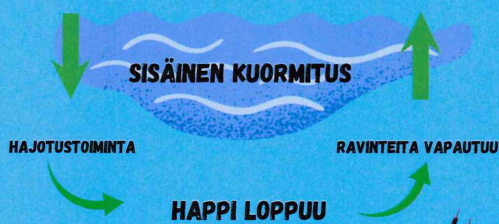
SISÄINEN KUORMITUS:

VEDEN REHEVÖITYMISESSÄ ON MYÖS SISÄISEN KUORMITUKSEN LISÄÄNTYMISEN ONGELMA, SITÄ VOIDAAN KUVATA ALLA OLEVAN KUVAN MUKAISENA ORAVANPYÖRÄNÄ.

HAPPI :
MEILLE KAIKILLE ELINTÄRKEÄ KAASU.
HAPPIPITOISUUDEN VOIMAKAS LASKU
VESISTÖSSÄ ON MERKKI REHEVÖITYMISESTÄ.

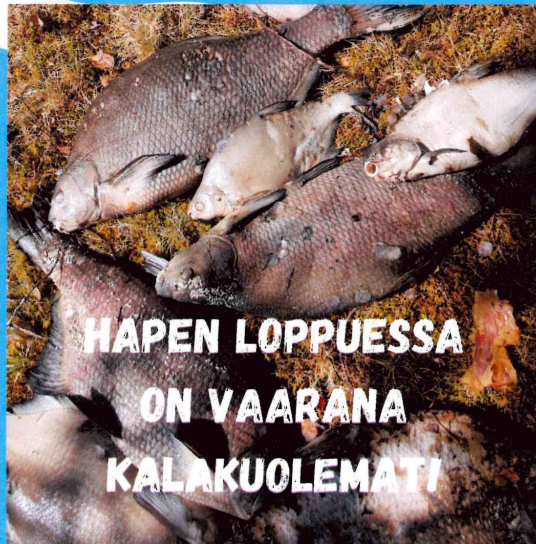


LISÄÄ LEVÄ- JA KASVIMASSAA LEVÄT JA ISOT VESIKASVIT KASVAVAT



FOSFORI, TYPPI:

OVAT ALKUAINEITA, JOTKA TOIMIVAT RAVINTEINA LEVILLE JA VESIKASVEILLE. NIIDEN LIALLINEN MÄÄRÄ VESISTÖSSÄ AIHEUTTAA REHEVÖITYMISTÄ.

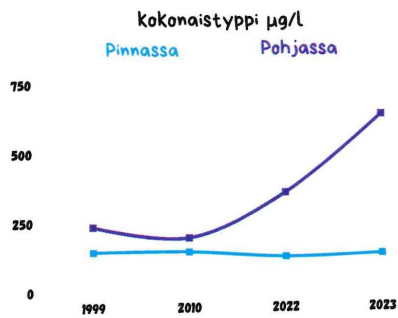
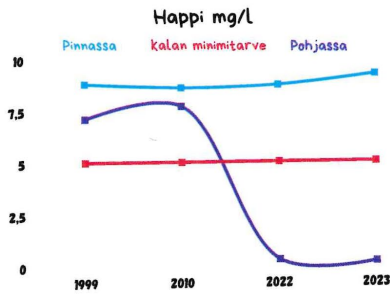


**HAPEN LOPPUESSA
ON VAARANA
KALAKUOLEMAT!**

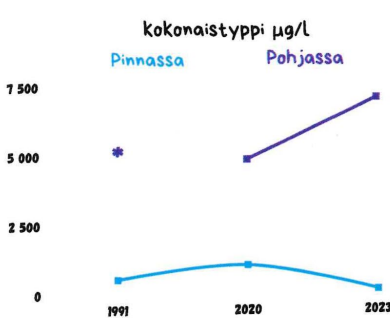
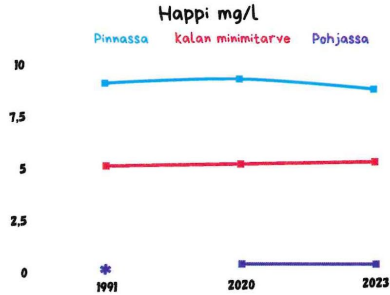
Kalakuolemia Rekilammella keväällä 2023

MITEN OMA LAMPEMME VOI?

AITTOLAMPI



REKILAMPI



*Rekilammesta ei ole saatavilla tuoloksia pohjasta vuodelta 1991

Raja-arvoja hyväkuntoiselle lammelle

- Happi 7-11 mg/l
- Kokonaisfosfori < 10 µg/l
- Kokonaistyyppi < 400µg/l

Kuten kuvaajista huomataan lammet ovat koko ajan menossa huonompaan suuntaan... Omalla toiminnalla me voimme vähentää vesistölle haitallisten ravinteiden pääsyä lampiin!

MITEN MINÄ VOIN VAIKUTTA LAMMEN TILAAN?

**HAUKI ON KALAI
PETOKALAT, KUTEN HAUKI, ISOT AHVENET
(JA KUHA) PITÄVÄT KURISSA
REHEVÖITTÄVÄÄ SÄRKIKALAKANTAA.
OLETKO MAISTANUT JUMALAISTA
PURKKISÄRKEÄI**



**MIETI MYÖS
MAALAIJÄRJELLÄ MIKÄ ON
LAMMELLE HYVÄKSI JA MIKÄ
EI? ESIMERKIKSI
PESEYTYMINEN LAMMESSA
SAIPPUAN KANSSA EI OLE
MAALAIJÄRKEÄ ENÄÄ.**



**MATTOPYYKKI LAITURILLA ON
MENNEN AJAN
MAALAIJÄRKEÄ. NYT
TIEDÄMME PAREMMIN.**



**SINILEVÄT ELI SYANOBAKTEERIT
TARVITSEVAT KASVUUNSA FOSFORIA,
JOTA NE OTTAVAT VEDESTÄ. AINOANA
LEVÄRYHMÄNÄ NE KYKENEVÄT SITOMAAN
TYPPEÄ ILMAKEHÄSTÄ JA SITEN
HYÖDYNTÄMÄÄN FOSFORIN YLIMÄÄRÄN
KASVUUNSA. LIIKA FOSFORIN MÄÄRÄ VOI
AIHEUTTA SINILEVÄKUKINTOJA KESÄISIN!**

**ÄLÄ LANNOITA TURHAAN!
NURMIKKO EI TARVITSE
LANNOITTEITA, VIELÄ VÄHEMMÄN
AITTOLAMPI. ESIMERKIKSI FOSFORIA
ON LAMMEN VEDESSÄ
LUONTAISESTI VAIN N. 30 KG, ÄLÄ
LISÄÄ REHEVÖITTÄVÄÄ KUORMAA!**



**KOMPOSTOINTI
MUUTTAA JÄTTEET RAVINTEIKKAAKSI
MULLAKSI. KASVIT TYKKÄÄVÄT, VESISTÖ
EI. SIJOITA KOMPOSTORI KAUEMAKSI
RANNASTA JA ANNA RAVINTEET
KASVEILLE, ÄLÄ VALUTA VETEEN!**



Ohjevihon ovat laatineet energia-ja ympäristötekniikan insinööriopiskelijat Riku Ikonen, Vilppu Kettunen ja Markus Mäkelä yhteistyössä Kontiolahden kunnan kanssa. 2023

Lähteet

Syke Hertta tietojärjestelmä 2023
Kontiolahden Rekilammen nykytila
kunnostussuunnittelun perustaksi. Tutkimusraportti.
Käsikirjoitus. Tarmo Tossavainen, Karelia-amk,
lokakuu 2023