

Kolin Purnulammen limnologinen tila vuonna 2010 kunnostussuunnittelun lähtökohdaksi

Tutkimusraportti



Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisuja
C:52

**Kolin Purnulammen limnologinen
tila vuonna 2010
kunnostussuunnittelun
lähtökohdaksi**

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu
2011

Julkaisusarja	Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisu C:52
Vastaava toimittaja	Dos. YTT Anna Liisa Westman
Sivuntaitto	MMM Sini Makkonen
Kannen kuva	Siimapalpakkokasvustoa Kolin Purnulammelta elokuun lopulla 2010, MMM Tarmo Tossavainen

ISBN 978-951-604-149-3
ISBN 978-951-604-150-9 (pdf)
ISSN 1797-3848
ISSN 1797-3856 (pdf)

Painopaikka ja vuosi

Kopijyvä Oy, Joensuu 2011

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	9
2 TUTKIMUSALUE	11
3 AINEISTO JA MENETELMÄT	15
3.1 Veden laadun ja kuormituksen tutkimus	15
3.2 Fosforimallitarkastelu	21
3.3 Vesi- ja rantamakrofyttien kartoitus	22
3.4 Kalastorakenteen tutkimus	24
3.5 Purnupuron pohjaeläintutkimus	27
3.6 Valuma-alueen vesiensuojelutekniset rakenteet	29
4 TULOKSET	31
4.1 Veden laatu ja kuormitus	31
4.1.1 Purnulammen veden laatu	31
4.1.2 Purnulammen laskevien uomien veden laatu ja määrä	34
4.2 Fosforimallitarkastelu	37
4.3 Vesi- ja rantamakrofytit	37
4.4 Kalastorakenne	43
4.5 Purnupuron pohjaeläimistö	44
4.6 Valuma-alueen vesiensuojelutekniset rakenteet	46
5 TULOSTEN TARKASTELU	49
5.1 Veden laatu ja kuormitus	49
5.1.1 Purnulammen veden laatu	49
5.1.2 Purnulammen laskevien vesien laatu ja määrä	50
5.2 Fosforimallitarkastelu	51
5.3 Vesi- ja rantamakrofytit	53
5.4 Kalastorakenne	53
5.5 Purnupuron pohjaeläimistö	55
5.6 Valuma-alueen vesiensuojelutekniset rakenteet	56
6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	57
7 LÄHTEET	59
LIITTEET	

KIRJOITTAJAT

Tarmo Tossavainen

MMM, limnologi, päätoiminen tuntiopettaja,

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu

Tutkimuksen teossa ovat lisäksi olleet mukana:

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan AYNS 06-ryhmän opiskelijat Jarkko Haaranen ja Pekka Ketolainen, ympäristötekniikan AYNS 09T-ryhmän opiskelijat Ismo Joki-Luomala, Tiina Kautonen, Katja Korhonen, Tuomas Korhonen, Laura Koskela, Marika Limatius, Kimmo Miettinen, Aleksi Nevalainen, Juuso Piironen, Katariina Rätty, Anna Tiainen ja Ville Väisänen sekä ympäristötekniikan AYAS 09-ryhmän opiskelijat Ville Hirvonen, Piia Hyttinen, Heikki Kautto, Teemu Kiiskinen, Sanna Pihlapuro, Terhi Pippuri, Riitta Sutinen ja Pertti Valjakka.

1 JOHDANTO

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan koulutusohjelma opiskelijaryhmien AYNS 09T ja AYAS 09 sekä opettajansa Tarmo Tossavaisen voimin selvittivät Lieksan kaupungin Kolin kylässä sijaitsevan Purnulammen limnologisen nykytilan useimmat keskeiset tekijät (veden laatu, kuormitus, kasvillisuus, kalasto, alustava valuma-alueen vesiensuojelutekninen suunnitelma) vuoden 2010 aikana Kolin Kansallispuiston kehittämissyhtiön NaPa-Koli Oy:n toimeksiannosta. Toimeksiantajan edustajana NaPa-Koli Oy:stä on toiminut toimitusjohtaja Ari Uusikangas ja hankkeen yhteyshenkilönä Pohjois-Karjalan ELY-keskuksesta/Pohjois-Karjalan biosfäärialueelta erikoistutkija, FT Timo Hokkanen.

Tämän tutkimus on osa Purnulammen kunnostussuunnittelua, jota Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu jatkaa vuonna 2011 edelleen NaPa-Koli Oy:n toimeksiannosta.

Tahdomme kiittää NaPa-Koli Oy:tä ja Pohjois-Karjalan ELY-keskusta erinomaisen mielenkiintoisesta ja monipuolisesta toimeksiannosta.

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan koulutusohjelma jatkaa Purnulammen kunnostussuunnittelua keväällä 2011. Tällöin selvitetään perusteellisesti lampeen akkumuloituneen pohjasedimentin ja pohjaeläimistön määrä ja laatu. Näiden tutkimusten toteuttajina ovat Tarmo Tossavainen, ympäristötekniikan opiskelijoiden saapumisryhmä BIYNS 10 sekä ympäristötekniikan opiskelijat Jarkko Haaranen ja Pekka Ketolainen. Kaksi viimeksi mainittua henkilöä laativat itse lammen ja sen valuma-alueen kunnostussuunnittelusta opinnäytetyt toukokuun 2011 loppuun mennessä.

2 TUTKIMUSALUE

Kolin Purnulampi on pieni latvajärvi (vesiala 3,1 hehtaaria), jonka valuma-alueen suhteellinen laajuus (noin 73 hehtaaria) ja lammen pieni tilavuus (keskisyvyys noin 1,0 metriä) aiheuttavat suhteellisen nopea veden vaihtuvuuden lammessa. Sen veden viipymä on alle kaksi kuukautta (taulukko 1). Teimme lammen syvyys- ja siten myös tilavuus selvityksen tämän toimeksiantotyön puitteissa (taulukko 1, kuva 1).

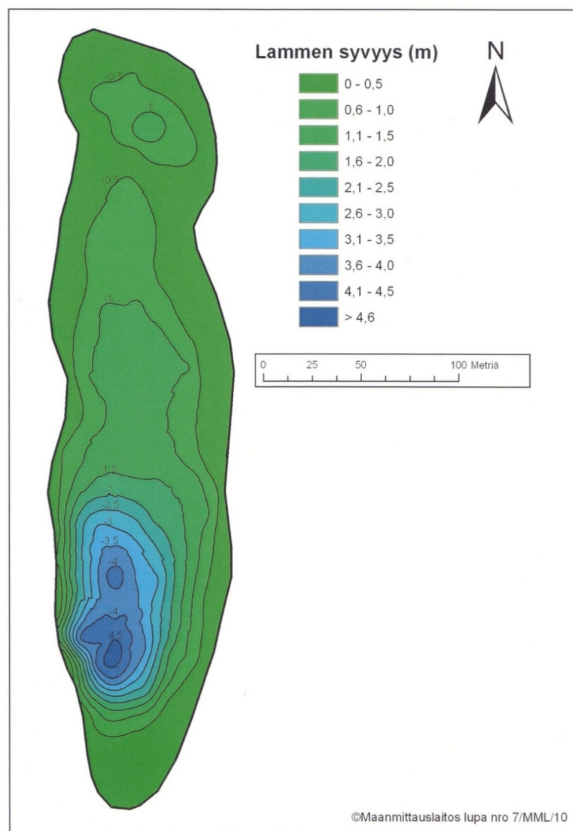
Purnulammen valuma-alue sijaitsee aivan Herajärven vesistöalueen latvoilla (kuva 2). Herajärven vesistöalueen kolmannen jakovaiheen tunnus on 04.412 ja se kuuluu Vuoksen vesistöön.

Purnulammen valuma-alueesta pääosa on metsätalousmaata. Aktiiviviljelyksessä olevaa maata on runsaat 2 hehtaaria valuma-alueen etelä-kaakkoiskulmalla (kuva 2). Kesantopellon ala valuma-alueen pohjois-koillisosassa on samaa suuruusluokkaa (kuva 2). Lisäksi lammen länsirannalla on noin (runsaan) yhden hehtaarin verran kesantopeltoa, joka ei ilmene peruskartalla. Tätä kesantoaluetta rajoittavat lännessä muutamat ladot (kuva 2). Välitön lammen itärannan alue on aikoinaan ojitettu oletettavasti viljelysmaan saamiseksi. Samoin on tehty ainakin vedenlaadun havaintopaikan 472 yläpuolisella alueella (kuvat 7 ja 8). Peruskartan perusteella valuma-alueella on vajaat kymmenen asuintaloa (kuva 2). Näiden jakautumisesta ympärivuotisesti asuttujen ja loma-asuntojen kesken ei ole tarkempaa tietoa. Lammen kaakkoisrannalla on yksi lomamökki ulkorakennuksineen (kuva 2).

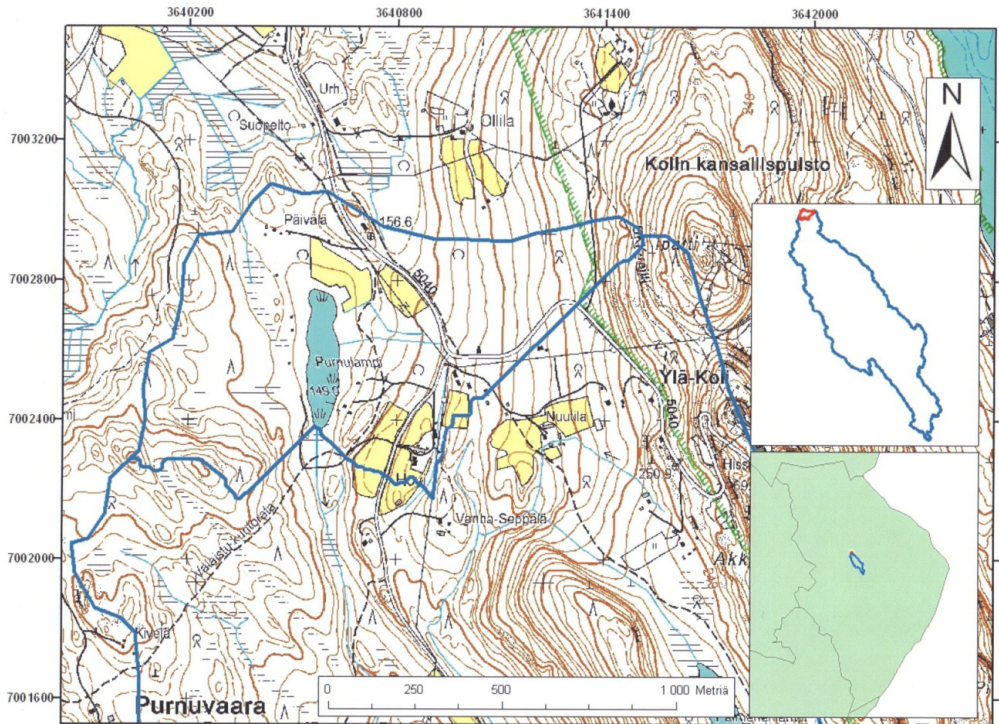
Teimme lammen syvyyskartoituksen kenttätyöt syyskuun 2010 aikana. Kanooteista käsin luotasimme tiheästi ja tasaisesti välimatkoihin pyrkien lammen syvyyden. Tallensimme välittömästi kaikkien luotauspisteiden koordinaatit Garmin 60Cs-satelliittipaikanninlaitteilla noin $\pm 3 \dots \pm 5$ metrin tarkkuudella. Näihin kenttähavaintoihin perustuen Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan opiskelijaryhmä AYAS 09 laati Purnulammen syvyysmallin ns. Krigingin interpolointimenetelmällä (kuva 1). Tämän syvyysmallin avulla saimme selville lammen tilavuuden. Syvyysmalli laadittiin paikkatietojärjestelmien erikoistumisopinnojen kursseilla, jonka vastuupettajana toimi yliopettaja Ari Talkkari. Kurssityö on koottu erilliseksi raportiksi (Hyttinen ym. 2011).

Taulukko 1. Kolin Purnulammen morfologia ja hydrologisia perustietoja.

Purnulammen ominaisuus	Suuruus	Lisähuomautukset
lammen vesipinta-ala	3,148 ha	lähde: P-K:n ELY-keskuksen järvikortti
rantaviivan pituus	0,895 km	lähde: P-K:n ELY-keskuksen järvikortti
suurin syvyys	noin 4,7 m	
keskisyvyys	1,04 m	lähde: P-K:n AMK:n mittaukset ja aineiston käsittely syksyllä 2010
tilavuus	30 506 m ³	lähde: P-K:n AMK:n mittaukset ja aineiston käsittely syksyllä 2010
valuma-alueen pinta-ala (km ²)	0,73	valuma-alueesta *turvemaata 3,9 ha *viljelysmaata 6,2 ha *kivennäismetsämaata 52,4 ha
lammen viipymä (T), kun MQ on;		
a) luusuan vuosikeskivirtaama 7,4 l/s (MQ ₁₉₆₁₋₁₉₉₀ = 10,2 l/s km ²)	T = 1,6 kuu- kautta	
b) luusuan vuosikeskivirtaama 6,4 l/s (MQ ₂₀₁₀ = 8,8 l/s km ²)	T = 1,8 kuu- kautta	



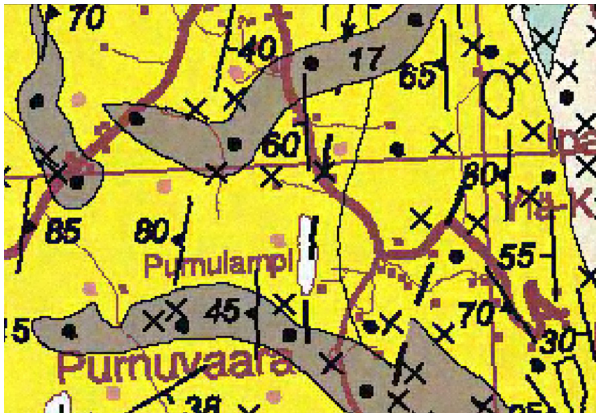
Kuva 1. Purnulammen vesimassan jakautuminen syvyysvyöhykkeisiin (Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu 2010, 2011). ©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/10.



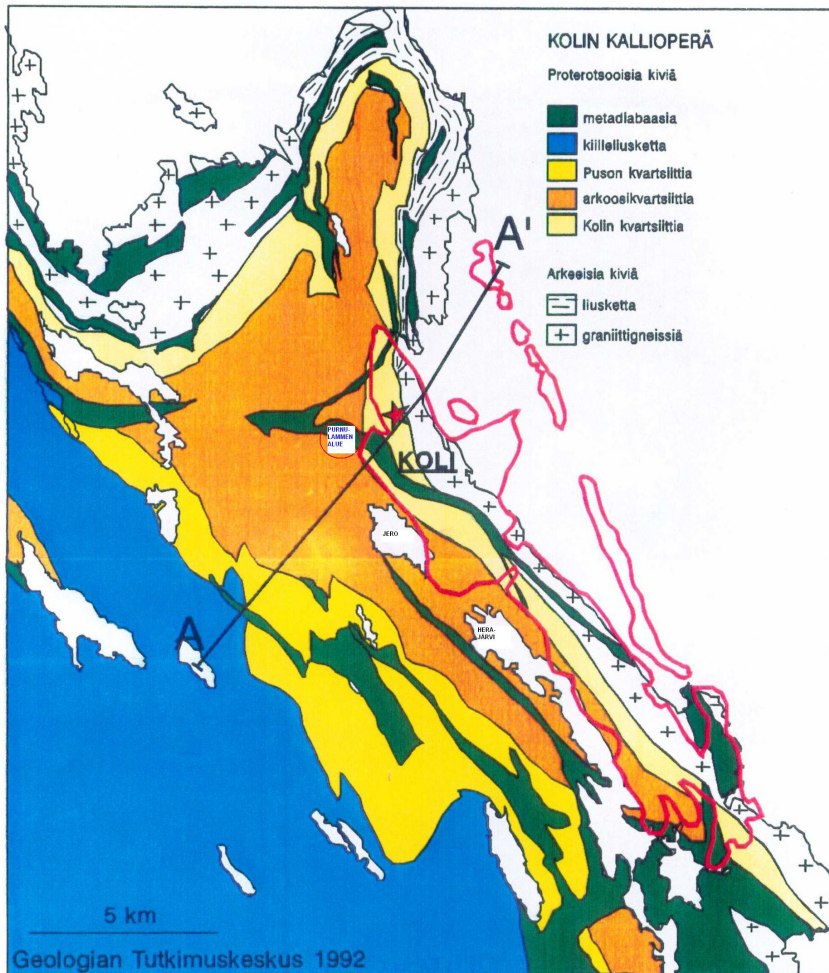
Kuva 2. Purnulammen valuma-alueen (rajaus punaisella viivalla oikeanpuolisissa pikkukartoissa) sijainti aivan Herajärven vesistöalueen latvoilla. Herajärven vesistöalueen kolmannen jakovaiheen tunnus on 04.412. ©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/10.

Kolin alueen kallioperä kuuluu karjalaiseen liuske muodostumaan ja se on geologisesti jaettu graaniittigneissialueeseen idässä ja liuskejaksoon lännessä. Liuskekivet ovat Kolin kansallispuiston alueella suurimmaksi osaksi ortokvartsiittia ja arkoosikvartsiittia. Purnulammen valuma-alueen kallioperä muodostuu pääasiassa kvartsiiteista, sekä kalsiumpitoisesta emäksistä magmakivestä, gabrosta ja diabaasista (kuvat 3 ja 4). Kolin alue kuuluu myös niin kutsuttuun uraanivyöhykkeeseen, ja sen kallioperästä, muun muassa Ipatinvaarasta, on löydetty uraanimalmia. (Kohonen ym. 2006: siteerannut Kiiskinen 2010). Purnulammen pohjasedimentistä on aiempien tutkimusten mukaan löydetty keskimääräistä suurempia pitoisuuksia uraania. Suomen kallioperässä on uraania arvioilta keskimäärin 4 ppm. Ydinenergia-asetuksessa on uraanimalmiksi määritelty kivennäinen, jossa uraanin pitoisuus on vähintään 1000 ppm (Säteilyturvakeskus: siteerannut Kiiskinen 2010). Purnulammen pohjasedimentin keskimääräinen mitattu uraanipitoisuus on 495 ppm ja suurin pitoisuus 1922 ppm (Tenhola 1983: siteerannut Kiiskinen 2010).

Maa-aines Koliilla on kallioiden välialueilla moreenia. Paikoin maaperä on paksua turvetta ja hyvin ravinteikasta ja kasvillisuus rehevää. Päämaalaji Purnulammen valuma-alueella on moreeni. (Kohonen ym.: siteerannut Kiiskinen 2010).



Kuva 3. Purnulammen lähialueen kallioperä. Kartassa keltainen väri kuvaa kvartsiittia ja vaaleanruskea väri gabraa. Ipatin itäpuolinen vaaleanharmaalla kartan oikeassa reunassa kuvattu kallio on graniittigneisiä. ©Maanmittauslaitos 7/MML/10.



Kuva 4. Purnulammen valuma-alueen kallioperä. ©Maanmittauslaitos 7/MML/10.

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 VEDEN LAADUN JA KUORMITUKSEN TUTKIMUS

Veden laadun ja virtaamien havainnot pyrittiin tekemään riittävän kattavasti eri virtaamaoloissa koko vuoden 2010 kuluessa lammen vedenlaadun ja lampeen tulevan kuormituksen luotettavaksi määrittämiseksi ja valuma-alueen mahdollisten kuormituksen ”kipupisteiden”, ts. kohonnutta kuormitusta aiheuttavien alueiden ja kohteiden kartoittamiseksi. Veden laadun ja virtaamien havaintojankohdat ilmenevät kappaleesta 4.1.

Vesinäytteet vietiin viipymättä Suomen Ympäristökeskuksen Joensuun ympäristölaboratorioon, jossa ne analysoitiin näytteenotosta viimeistään seuraavana päivänä. Tämä laboratorio edustaa alansa ehdotonta huippua. Vesinäytteistä analysoitiin laboratoriossa kokonais- ja fosfaattifosforin, kokonais-, ammonium- sekä nitraatti- ja nitriittitypen pitoisuudet sekä kiintoaineen pitoisuus ja happamuusaste eli pH. Lisäksi Purnulammen vesinäytteistä analysoitiin happipitoisuudet.

Uomien vesimäärät eli virtaamat (l/s) mitattiin näytteenoton yhteydessä yhdysvaltalaisvalmistella Global Water© -siivikolla (kuva 5).

Ennen tämän tutkimuksen intensiivistä seuranta Purnulammesta on otettu ja analysoitu tietävästi vesinäytteet vain kerran aiemmin, marraskuussa 1997 (taulukko 14). Tällöin analyysivalikoima oli varsin monipuolinen, sisältäen vuoden 2010 analyysien lisäksi mm. alkaliniteetin sekä raudan, mangaanin ja alumiinin pitoisuudet. Kyseessä on luultavasti ollut tavanomainen ympäristöhallinnon (Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen) ns. pienten järvien ja lampien limnologisen peruskartoituksen tutkimus.

Kunkin lampeen laskevan uoman vuosikuormitus (L2010) määritettiin yhtälöllä

$L2010 = c \text{ virtaamapainotettu keskiarvo} \times MQ2010 \times 31\,536\,000$,

jossa

$c \text{ virtaamapainotettu keskiarvo} = (c1 \times Q1) + (c2 \times Q2) + (c3 \times Q3) + (c4 \times Q4) + (c5 \times Q5) / (Q1 + Q2 + Q3 + Q4 + Q5)$

$MQ\ 2010 = 8,8 \text{ l/s km}^2 \times \text{Auoman yläpuolinen valuma-alue, ja}$

$31\,536\,000 = \text{vuodessa olevien sekuntien määrä.}$

Yllämainittu vuoden 2010 keskivaluma (8,8 l/s km²) on Suomen Ympäristökeskuksen laskennallinen valuma Pielisen lähivaluma-alueelle.

Suomen Ympäristökeskuksen laboratorioanalyysien lisäksi käytimme tutkimuksessa veden happamuusasteen (pH) ja happipitoisuuden sekä pintasedimentin hapetus-pelkistysasteen eli redox-potentiaalin mittauksessa omia kenttämittareitamme (taulukko 2, kuvat 6 ja 10).

Taulukko 2. Purnulammen limnologisessa tutkimuksessa käytetyt keskeiset laitteet vuonna 2010.

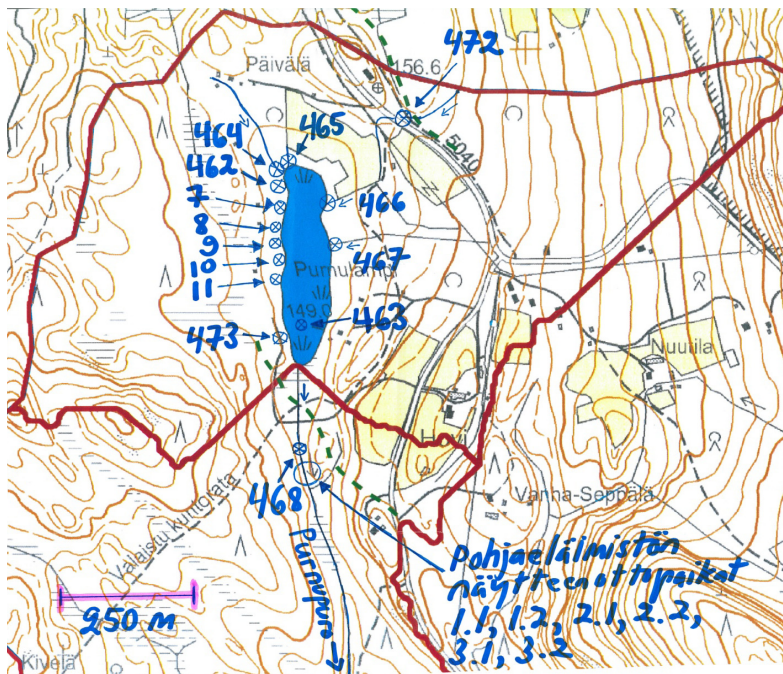
Laite	Käyttötarkoitus, lisähuomautukset
saksalainen happimittari WTW 3210, elektrodi OxiCal 325, vuosimalli 2009	veden happi (mg/l ja kyllästysaste, %) (ja lämpötila)
saksalainen pH-mittari WTW 3310 vuosimalli 2009, pH-elektrodi SenTix 41 ja redox-elektrodi ORP SenTix.	veden pH (ja lämpötila), pintasedimentin redox-potentiaali
suomalainen Limnos-vesinäytteenotin	
suomalainen viipaloiva Limnos-sedimenttinäytteenotin	
yhdysvaltalainen Global Water©-siivikko eli virtausnopeusmittari	virtaaman mittaukseen
Nordic-yleiskatsausverkko	kalastorakenteen tutkimus
yhdysvaltalainen potkuhaavi	Purnupuron pohjaeläinnäytteenotto



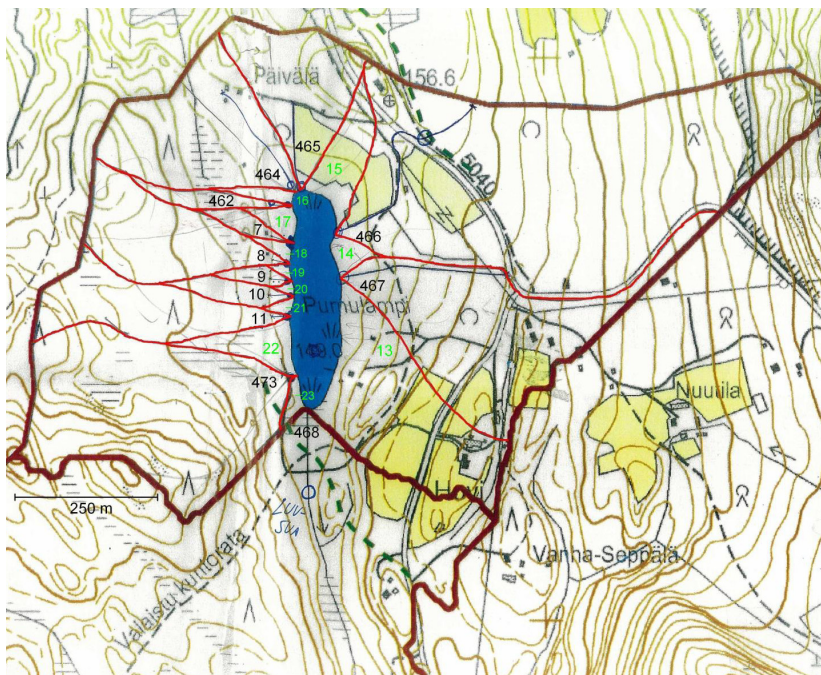
Kuva 5. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan opiskelija Kaisa Niskala mittaa purossa kulkevaa vesimäärää eli virtaamaa (l/s) yhdysvaltalaisvalmisteen Global Water© -siivikon eli virtausnopeusmittarin avulla. Kuva: Tarmo Tossavainen.



Kuva 6. Vesinäytteiden happamuusasteen (pH:n) mittaus etenemässä (Pohjois-Karjalan ammattiopiston opiskelijat Anna-Maija Haataja [vas.] ja Helvi Leinonen) saksalaisvalmistisellä WTW pH 3310-kenttämittarilla. Kuva: Tarmo Tossavainen.



Kuva 7. Purnulammen veden laadun ja virtaamien havaintopaikat vuonna 2010. ©Maanmittauslaitos 7/MML/10.



Kuva 8. Purnulammen osavalmu-alueet. ©Maanmittauslaitos 7/MML/10.



Kuva 9. Vesinäytteenotto Purnulampeen laskevasta ojasta toukokuussa 2010. Kuva: Teemu Kiiskinen/Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu.

Taulukko 3. Purnulammen vesistöalueen veden laadun ja virtaamien havaintopaikat yhteinäiskoordinaattijärjestelmän (YKJ) mukaisine koordinaatteineen (YKJ) vuonna 2010. Koordinaatit on tallennettu GarminGPSmap 60CSx – satelliittipaikanninlaitteella keskimäärin ± 3 metrin tarkkuudella.

Havaintopaikka alkuperäisine ”työnumeroineen”	Havaintopaikan lopullinen, P-K:n ELY-keskuksen antama numerointi	I-koordinaatti	P-koordinaatti
Purnulammen luusua	468	3640577	7002168
Purnulampi, mökkilaiturin pää 1	463	3640598	7002453
Oja 2	467	3640642	7002617
Oja 3	466	3640650	7002706
Oja 3:n yläjuoksu, viljelysmaan yläpuolella	472	3640780	7002863
Oja 4	465	3640552	7002822
Oja 5	464	3640524	7002794
Oja 6	462	3640519	7002756
Oja 7	puuttuu toistaiseksi	3640523	7002646
Oja 8	puuttuu toistaiseksi	3640528	7002627
Oja 9	puuttuu toistaiseksi	3640531	7002608
Oja 10	puuttuu toistaiseksi	3640533	7002589
Oja 11	puuttuu toistaiseksi	poimi GPS-laitteesta	poimi GPS-laitteesta
Oja 12	473	3640533	7002435
Purnulammen syväne 5,0 metriä (02.09.2010)	puuttuu toistaiseksi	3640580	7002462



Kuva 10. Purnulammen pohjasedimentin hapetus-pelkistysasteen eli redox-potentiaalin mittausta seuraamassa AYAS 09-ryhmän opiskelija Heikki Kautto toukokuussa 2010. Kuva: Teemu Kiiskinen/Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu.

Purnulammen kasviplanktonin perustuotantoa ensisijaisesti rajoittavan ravinteiden eli ns. minimiravinteiden arvioinnissa käytettiin taulukossa 4 esitettyjä ravinnesuhteita. On havaittu, että kokonaisravinteiden suhde on vähiten herkkä, mineraaliravinteiden suhde edellistä herkempi ja ravinteiden tasapainosuhte herkin kuvaamaan ravinteiden rajoittavuutta (Salonen ym. 1992).

Taulukko 4. Minimiravinteiden ja veden ravinnesuhteen yhteydet (Salonen ym. 1992).

Kokonaisravinteiden suhde (Kok. N-pitoisuus/kok. P-pitoisuus)	Mineraaliravinteiden suhde ($\text{NH}_4^+ \text{-N} + \text{NO}_3^- \text{-N} + \text{NO}_2^- \text{-N}$) / $\text{PO}_4^{3-} \text{-P}$	Ravinteiden tasapainosuhte (kok. N/kok. P) / ($\text{NH}_4^+ \text{-N} + \text{NO}_3^- \text{-N} + \text{NO}_2^- \text{-N}$) / $\text{PO}_4^{3-} \text{-P}$	Minimiravinne
< 10	< 5	> 1	N
10...17	5...12	...	N tai P
> 17	> 12	< 1	P

3.2 FOSFORIMALLITARKASTELU

Fosforimalleilla kyetään verifioimaan järven nykyinen fosforitase, kun järveen tuleva fosforikuormitus, järvestä vallitseva fosforipitoisuus ja järven hydrologiset ja morfometriset ominaisuudet tunnetaan riittävän hyvin. Tällöin riittävän hyvin tunnetun nykytilan perusteella fosforimalleilla kyetään ennustamaan järven fosforipitoisuus muuttuvissa kuormitustilanteissa. Näitä tilanteita ovat esimerkiksi muutokset järven valuma-alueen maankäytössä ja vesiensuojeluteknisten rakteiden toteutus valuma-alueella.

Klassinen Lappalaisen fosforin nettosedimentaatiomalli (esim. Lappalainen 1977, Frisk 1989) soveltuu lähtökohtaisesti erittäin hyvin Purnulammelle. Purnulampi on selkeä latvajärvi, jonka ulkoinen kuormitus on helppo määrittää luotettavasti, ja järvi täyttää Lappalaisen mallille asetetut ehdot (taulukko 5: yhtälöt 3, 4 ja 6). Järvi on riittävän syvä eikä liian rehevä mallin soveltamiselle.

Taulukko 5. Purnulammen fosforikuormituksen laskennassa ja fosforimallitarkastelussa käytetyt keskeiset yhtälöt.

Laskentayhtälö	Yhtälöllä ratkaistava asia
(1) $c_{\text{virt. pain. keskiarvo}} = (c_1 \times Q_1) + (c_2 \times Q_2) / (Q_1 + Q_2)$	järveen laskevan uoman veden virtaamapainotettu ainepitoisuus
(2) $L = c_{\text{virt. pain. keskiarvo}} \times MQ_{2010}$	kunkin uoman kokonaiskuormitus (L) vuonna 2010, MQ = vuoden 2010 keskivirtaama
(3) $R = 0,9 \times (c_1 \times T) / (280 + c_1 \times T)$	R = kokonaisfosforin nettosedimentaatiokerroin; se osuus järveen kohdistuvasta fosforin vuosikuormasta, joka lopullisesti sedimentoituu järven pohjaan. Soveltamisedot; järven keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus on korkeintaan 40 µg/l ja keskisyvyys vähintään 1 metri. $c_1 = l/Q$, jossa l = fosforin vuosikuorma ja Q = MQ kyseiselle vuodelle. c_1 on ns. sekoituspitoisuus, joka järvestä vallitsee, kun sedimentaatiota ei vielä ole ehtinyt tapahtua. T = järven teoreettinen viipymä = V/MQ . Yhtälö perustuu pohjimiltaan Michaelis-Mentenin ravintein (substraatin) ottokinetiikkaan.
(4) $c_{\text{laskennallinen, mallilla ennustettu}} = (1-R) l / MQ$	järven laskennallinen keskimääräinen vuosikeskipitoisuus kokonaisfosforille, kun järveen tuleva ulkoinen fosforin vuosikuormitus tunnetaan luotettavasti.
(5) kokonaisfosforin luonnonhuuhtoutuma 5,0 kg/km ² /a	maankäytön suhteen luonnontilaisten valuma-alueiden fosforihuuhtoutuma, koko maan tutkimusalueiden keskiarvo. Tämä on huuhtoutuma lähivaluma-alueelta järveen.
(6) $l^* (\text{Input}) = 0,158 MQ / T (c^* T - 280 + \sqrt{78400 - 448 c^* T + c^{*2} T^2})$	l^* = järven fosforin sieto (suurin sallittu kuorma) (tn kok. P/a) c^* = suurin sallittu keskipitoisuus järvestä (mg/m ³), tähän voidaan asettaa esimerkiksi mesotrofisen pitoisuuden tyyppillinen yläraja, 35 (40) µg/l
(7) $Y_A = 0,055 \times 0,635 \times (q_s) = \text{hydraulinen pintakuorma (m/a)} = MQ (\text{m}^3/\text{a}) / A (\text{m}^2)$	Y_A = suurin sallittu kokonaisfosforin kuorma järven sietokykyä ylittämättä. Järven kokonaisfosforin keskipitoisuudeksi on asetettu yhtälössä 10 µg/l
(8) $Y_D = 0,174 \times 0,469$	Y_D = järvelle vaarallinen kokonaisfosforin kuorma. Järven kokonaisfosforin keskipitoisuudeksi on asetettu yhtälössä 20 µg/l

3.3 VESI- JA RANTAMAKROFYTTIEN KARTOITUS

Purnulammen ranta- ja vesimakrofyyttien lajisto ja määrä kartoitettiin vakiintuneella linjakartoitus- ja välialue menetelmällä 1.-3.9.2010. Kartoitetut linjat ja välialueet on esitetty kuvassa 12. Työ tehtiin maastossa kanooteista käsin työpareittain. Työssä käytetyt varusteet ilmenevät taulukosta 6 ja kuvasta 11.

Lammen pienuuden ja tutkimusryhmän suuruuden (opettaja + 12 opiskelijaa) vuoksi kasvillisuuskartoitus kyettiin toteuttamaan erittäin tehokkaasti ja kattavasti (kuva 12). Kasvillisuuskartoituksen työvaiheet ja tulokset on yksityiskohtaisesti esitetty asianomaisissa raporteissa (ks. kappale 7).

Linjoilla tehty kartoitus on luonteeltaan koealoihin perustuvaa täsmäkartoitusta. Välialueiden kartoitus tehdään suurpiirteisemmin vyöhykkeittäin.

Kunkin linjan alku- ja loppupiste määritettiin GPS-satelliittipaikantimen avulla keskimäärin ± 3 metrin tarkkuudella.

Työn ajaksi linja merkittiin maastoon alku- ja loppupisteiden väliin seipäiden avulla pingotetulla paalinarulla, jossa oli merkit 1,0 metrin välein. Linjaa pitkin tutkittiin jokaiselta metriltä puukehikolla rajattu ruutu eli näyteala. Näytealan laajuus rantakasvustossa oli 1,0 m² ja vesikasvustossa 0,25 m². Yhtenäisessä kasvustossa tutkittiin näyteala joka toisen tai joka viidennen metrin kohdalla. Jokaiselta näytealalta havainnoitiin vesisyvyys kunkin näytealan keskeltä sekä kasviston lajit ja niiden määrät. Kasviyksilöiden kappalemäärä laskettiin tai kunkin lajin peittävyysprosentti arvioitiin seuraavalla tarkkuudella:



Kuva 11. Makrofyyttikartoituksen kalustoa. Kuva: Taina Ahošola/Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu.

Alle 1	2	5	15	25	50	100
Hyvin niukka	1-2 niukka	3-5 suhteellisen niukka	6-15 sirotellusti	16-25 suhteellisen runsas	26-50 runsas	51-100 hyvin runsas

Kasvillisuuden kartoituslinja ulotettiin niin suureen vesisyvyyteen, ettei vesikasveja enää tavattu. Tämä loppusyvyys luonnollisesti kirjattiin.

Linjojen välialueilta kartoitettiin kasvillisuus yleispiirteisemmin, kuitenkin niin tarkasti, että mahdolliset harvinaisetkin lajit havaittiin. Liitteissä 1 ja 2 on esitetty linja- ja välialueiden kartoituksen puhtaat kenttälomakkeet, jotka antanevat lisävalaistusta kasvillisuuskartoituksen suoritukseen.

Lopuksi kenttätöiden jälkeen laskettiin kukin kasvilajin yleisyys eli frekvenssi. Tällöin selvitetiin, kuinka monella ruudulla (%) kukin laji esiintyi kokonaiskoealamäärästä. Luokitusasteikko on seuraava:

Lyhenne	Latinaksi	Suomeksi	Frekvenssi (%)
Fqq	Frequetissima	Hyvin yleinen	76...100
Fq	Frequenter	Yleinen	51...75
St fq	Sat frequenter	Jokseenkin yleinen	26...50
P	Passim	Melko yleinen	6...25
St r	Sat raro	Jokseenkin harvinainen	1...5
R	Raro	Harvinainen	Alle 1
Rr	Rarissime	Hyvin harvinainen	1...2 ruudulla tahi linjalla

Taulukko 6. Purnulammen vesi- ja rantamakrofyyttien kartoituksessa käytetyt välineet 1.-3.9.2010.

Väline
puukehikot (2 kpl); sisämitat 0,5 m x 0,5 m ja 1,0 m x 1,0 m riittävän pitkiä paaluja (noin 3-5 metriä vesisyvyydestä riippuen) vähintään 2 kpl kartoituslinjan merkitsemistä ja merkkinarun kiinnitystä varten, puukot, kirveet
Limnos- ja Ruttner-vesinoutimet, vedenlaadun kenttämittarit (happi ja pH) varusteineen
kompassit, GPS-laitteet varapattereineen (2 x AA/laitte)
intiaanikanootit ja pelastusliivit sekä kahluusaappaat; kanootit vuokrattiin Joensuun kaupungin nuorisotoimelta
luotinaru, rullamitta, paalinaru, jossa merkinnät 1,0 metrin välein, metsurin nauhaa, huopatusseja
peruskartat, ilmakuvat, kenttälomakkeet (ks. myös liitteet 1 ja 2), vedenkestävää paperia, lyijykyniä, kasvien tunnistusoppaita
haravat noin 3 metrin jatkovarsilla
polttopuita, retkikeittimet, pakit, kenttämurkinat, sadeasu, lämpimät vaatteet

Kuva 12. Purnulammen ranta- ja vesimakrofyyttien kartoitusalueet (linjat 1-8 ja välialueet 1-16 01.-03.09.2010. Kartoitusalueiden koordinaatit ilmenevät kyseisistä raporteista, ks. kappale 7. ©Maanmittauslaitos 7/MML/10.



3.4 KALASTORAKENTEN TUTKIMUS

Purnulammen kalastorakenne selvitettiin Nordic-yleiskatsausverkoilla 24.-25.08. ja 01.-03.09.2010 (taulukko 7 ja kuva 13). Pyyntiponnistuksia (verkkoöitä) kertyi yhteensä seitsemän kappaletta, joka on riittävä Purnulammen kaltaisella pienellä ja matalalla lammella. Pienissä (< 20 ha) ja matalissa (< 3 m) järvissä 6 verkkoyötä voi riittää luotettavan tuloksen saamiseen (Kalataloudellisen velvoitetarkkailun...2008).



Kuva 13. Nordic-yleiskatsausverkkoa nostetaan pyyntivuorokauden jälkeen veneeseen. Kuva: Anita Kempas/Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu.

Koekalastuksen aikana Purnulammessa vallitsi selkeä loppukesän kerrosteisuus (taulukko 8). Se on nimenomaan yleisten suositusten mukaisesti paras ajankohta koekalastukselle, jolloin kalojen käyttäytyminen on mahdollisimman vakaata (esim. Kalataloudellisen velvoitetarkkailun...2008).

Purnulammen ajoittainen heikko happitilanne oli etukäteen tiedossa. Ensimmäisenä verkkoyönä 24.-25.08.2010 yksi koeverkkoista oli noin 4,5 metrin syvänteessä pohjaan sijoitettuna, ja siitä ei saatu lainkaan saalista. Hapen kenttämittaus osoitti heikkoa pitoisuutta (2,0 mg/l: taulukko 8), joten tämän jälkeen koeverkkoja ei aivan pohjalle asetettu. Kalataloudellisen velvoitetarkkailun kehittämistyöryhmän raportin ohjeistus toteaa, että hapettomiin vesikerroksiin koeverkkoja ei pidä laskea.

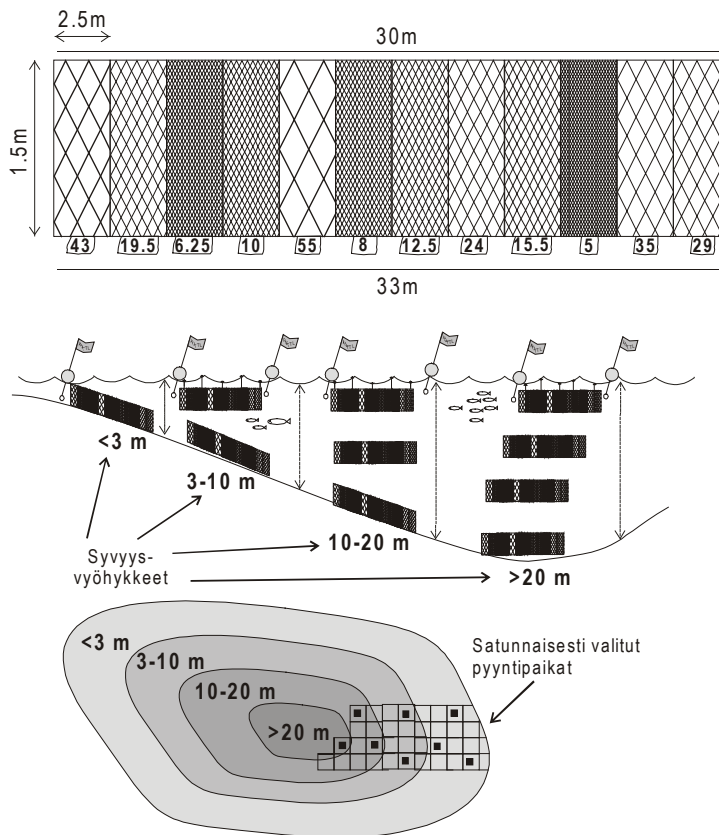
Koekalastuksen aikana Purnulammen keski- ja pohjoisosassa oli niin voimakkaasti vesimakrofyyttien peitossa, että koeverkkojen lasku oli ylipäätään mahdollista vain noin puolentoista hehtaarin

vapaan veden alueelle (kuva 15). Siten emme katsooneet tarpeelliseksi lammen jakamista koe-kalastusruutuihin ja verkkojen sijoitusta niihin arpomalla. Koeruudun minimikoko on suositusten mukaan 50 x 50 metriä (Kalataloudellisen velvoitetarkkailun...2008).

Järviolueiden verkkokoealastuksissa Nordic-verkkojen käyttö syvyyvyöhykkeittäin ositetun satunnaisotannan periaattein on eurooppalainen standardi, jota käytetään myös EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin edellyttämässä verkkokoealastuksissa järvillä. Menetelmä on kuvattu yksityiskohdaisesti po. standardissa (SFS-EN 14757 2005) ja pääpiirteiltään myös RKTL:n julkaisemissa ohjekirjoissa "Kalataloustarkkailu – periaatteet ja menetelmät" (Böhling & Rahikainen 1999 toim.) sekä "Kalavedet kuntoon" (Salminen & Böhling 2002 [toim.]).

Koeverkot laskettiin suositusten mukaisesti iltapäivisin ja ne nostettiin välittömästi seuraavana aamuna. Saaliskalojen kappalemäärä ja massat laskettiin ja punnittiin verkoittain. Tästä yhden koeverkon saaliista/pyyntivuorokausi käytetään nimitystä yksikkösaalis.

Nordic-koealastusverkko on yleiskatsausverkko, kooltaan 1,5 m x 30 m, jossa samassa verkossa on 2,5 metrin pituisina kaistaleina 12 eri solmuväliä (5; 6,25; 8; 10; 12,5; 15,5; 19,5; 24; 29; 35; 43 ja 55 mm) verkon suunnittelun yhteydessä satunnaistetussa järjestyksessä (kuva 14). Solmuvälit kasvavat kertoimen 1,25 mukaan, tällä pyritään siihen, että verkon pyydystystehokkuus säilyisi mahdollisimman samana erikokoisille kaloille.



Kuva 14. Nordic-verkon rakenne ja syvyyvyöhykkeittäin ositetun satunnaisotannan periaate (Kalataloudellisen velvoitetarkkailun...2008).

Taulukko 7. Nordic –koekalastusverkkojen sijainnit Purnulammessa 24.-25.08. (verkot 1 ja 2) sekä 01.- 03.09. (verkot 3-7) 2010.

Nordic-verkon nro	kokonaissyvyys (m)	Verkon sijaintisyvyys	I-koordinaatti verkon keskikohdalla (YKJ)	P-koordinaatti verkon keskikohdalla (YKJ)
1	4,5	pohjassa	3640585	7002472
2	4	pinnassa	3640561	7002523
3	2,3	pinnassa	3640594	7002506
4	4,2	pinnassa	3640566	7002454
5	4,4	välivedessä	3640568	7002495
6	noin 3	pinnassa	3640591	7002461
7	noin 3	pinnassa	3640567	7002480

Taulukko 8. Kolin Purnulammen syvänehavaintopaikan (koordinaatit [YKJ] 3640580 ja 7002462, kokonaissyvyys 5,0 metriä) veden happipitoisuus ja pH 02.09.2010. Näkösyvyys oli 1,5 metriä.

Näytesyvyys (m)	Lämpötila (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (kyll. %)	pH
1,0	11,8	9,2	83	6,4
3,0	10,2	7,3	65	6,1
4,0	7,2	2,0	12	6,0



Kuva 15. Kolin Purnulammen Nordic-koekalastusverkkojen 1-7 sijainnit 24.-25.08. ja 01.-03.09.2010 sekä vedenlaadun havaintopaikka (kokonaissyvyys 5,0 metriä) 02.09.2010. ©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/10.

3.5 PURNUPURON POHJAELÄINTUTKIMUS

Purnulammen lasku-uoman eli Purnupuron pohjaeläinnäytteet otettiin nykyisen vesipuidedirektiivin mukaisin ohjein (esim. Vuori ym. 2006) 30.09.2010 puron ylä- ja alajuoksulta koskimaisilta paikoilta (kuva 16, taulukko 10). Myös puron vedenlaatu ja virtaama, virtausnopeus mukaan lukien (havaintopaikka 468) tutkittiin ohjeiden mukaan samanaikaisesti (taulukko 9, liite 4).

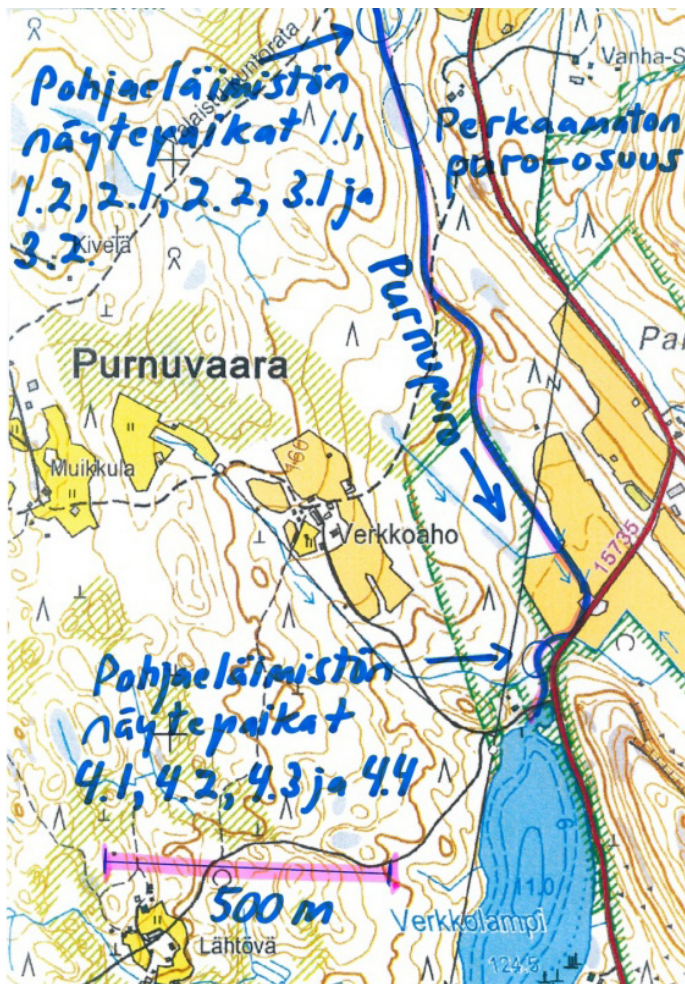
Pohjaeläinnäytteet otettiin SFS 5077:n mukaisella ns. potkuhaavinnalla. Näytteenotto eteni alavirrasta ylävirtaan päin. Haavin edustalla potkittiin alustaa kohtalaisen voimakkain, pyörittävin liikkein yhteensä 30 sekunnin ajan. Potkinnan kuluessa liikuttui noin yhden metrin matka ylävirtaan päin siten, että kokonaisnäyteala oli kohtuullisella tarkkuudella 1 m². Haaviin jäänyt aines seulottiin 0,5 millimetrin seulalla (kuva 17). Seulosaaines siirrettiin puolen litran pakasterasiaan. Näyte säilöttiin välittömästi denaturoidulla etanolilla (92%) siten, että näytteen lopullinen väkevyyss oli noin 70 %.

Taulukko 9. Pohjaeläinnäytteenoton yhteydessä kultakin Purnupuron potkuhaavinta - alalta kirjatut lisätiedot.

Lisätieto	Luokittelu
Pohja-aineksen ja pohjakasvillisuuden vallitsevuus	asteikolla 0 – 3
syvyys	mitataan ja merkitään rinnakkaisnäytteiden syvyyden vaihteluvälinä
virtausnopeus	ensisijaisesti mitataan siivikolla ja kirjataan rinnakkaisnäytteiden keskiarvona, muutoin luokiteltuna; I: < 20 cm/s, II: 20 – 40 cm/s, III: > 40 cm/s
kasvillisuustyyppi; huom.! Koska Purnupuron valuma-alueen ala on alle 100 km ² , kultakin pohjatyyppiltä (iKi, pKi ja H) otettiin kahdet rinnakkaiset pohjaeläinnäytteet VPD:n ohjeen mukaan.	Tyyppi I "sammal" (koodi iKi) = mikäli koskijaksolla vuolaan virtauksen karkealla kivikolla havaitaan silmämääräisesti sammalia esiintyvän melko runsaasti tai runsaasti, otetaan näytteet näiltä pohjilta Tyyppi II "pikkukivikko/soraikko" (koodi pKi) Tyyppi III "hienojakoinen paikka" (koodi H) Huom. Tyyppien II ja III pohjan tulee olla vapaa kasvillisuudesta
Koordinaatit, GPS, paikantamislevy + 1:20 000/1:10 000 - peruskartta	Kohta, josta potkuhaavinta aloitetaan (= koskijakson alaosa) Eri pohjanlaatutyyppijä edustavien paikkojen koordinaattien on syytä erota toisistaan esimerkiksi uoman pituussuunnassa vähintään noin 10 metrillä
Rantakaistan kuvaus	Tehdään koko koskijakson pituudelle noin 5 metriä leveältä kaistalta kummaltakin rannalta Puuston ja maankäyttötyyppien keskimääräinen vallitsevuus arvioidaan asteikolla 0 – 3 molempien rantojen keskimääräisenä tilanteena

Taulukko 10. Purnupuron pohjaeläimistön havaintopaikkojen koordinaatit yhtenäiskoordinaattijärjestelmässä.

Havaintopaikka, tunnus	Havaintopaikan kuvaus	Koordinaatit (YKJ)
yläjuoksu, 1.1		
yläjuoksu, 1.2	isokivipohja	I = 3640579, P = 7002169
yläjuoksu, 2.1	hiekkapohja	I = 3640582, P = 7002198
yläjuoksu, 2.2	hiekkapohja	I = 3640576, P = 7002190
yläjuoksu, 3.1	pikkukivipohja	I = 3640575, P = 7002224
yläjuoksu, 3.2		
alajuoksu, 4.1	hiekkapohja	I = 3640879, P = 7001023
alajuoksu, 4.2	hiekkapohja	I = 3640878, P = 7001024
alajuoksu, 4.3	pikkukivipohja	I = 3640879, P = 7001025
alajuoksu, 4.4	pikkukivipohja	I = 3640877, P = 7001025



Kuva 16. Purnulammen lasku-uoman Purnupuron pohjaeläimistön näyteenottoaikat 30.09.2010. ©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/10.



Kuva 17. Potkuhaavilla otettua pohjaeläinnäytettä siirretään parhaillaan siivilä-ämpäriin, jonka silmäkoko on 500 µm. Kuva: Tarmo Tossavainen.

3.6 VALUMA-ALUEEN VESIENSUOJELUTEKNISET RAKENTEET

Purnulampeen kohdistuva valuma-alueen kuormitus on luonteeltaan maa- ja metsätalouden sekä loma- ja haja-asutuksen kuormitusta. Niiden pidättämiseksi ja lampeen päätyvän kuormituksen vähentämiseksi suunnittelimme valuma-alueelle alustavasti ojakatkoksia, pintavalutuskenttiä, kosteikkoja ja pohjapatoja. Valuma-alueen maaston varsin suuri kaltevuus antaa vähintään tyydyttävät luontaiset puitteet näiden rakenteiden toteutukselle. Siten rakenteiden alustava suunnittelu silmämääräisesti oli helppoa ja mielekästä silmämääräisesti maastoa tarkastelemalla ilman vaaitusta.

4 TULOKSET

4.1 VEDEN LAATU JA KUORMITUS

Purnulammen ja siihen laskevien uomien sekä Luusuan eli Purnupuron vesinäytteet analysoitiin näytteenotosta seuraavana päivänä Suomen ympäristökeskuksen Joensuun laboratoriossa vuosina 2010-2011 tutkimuksen havaintoajankohtina. Tarkat havaintoajankohdat ilmenevät taulukoista 11, 12, 15 ja 16. Kuormituksen (ainevirtaaman) määrittämiseksi Purnulammen laskevien uomien vesimäärät eli virtaamat mitattiin siivikon avulla välittömästi vesinäytteenoton jälkeen.

4.1.1 PURNULAMMEN VEDEN LAATU

Vuonna 2010 Purnulammen veden laadusta tehtiin havaintoja yhteensä kahdeksana ajankohtana. Vuoden 2011 kevättalvella seurattiin veden laatua kahtena ajankohtana (taulukot 11 ja 12). Aiemmin Purnulammen veden laatua on tutkittu marraskuussa 1997. Tuolloin Pohjois-Karjalan ympäristökeskus (nykyisin Pohjois-Karjalan ELY-keskus) tutki Purnulammen veden fysikaalis-kemiallisen tilan melko perusteellisesti. Tavanomaisten ravinteiden ja raskasmetallien sekä pH:n ja hapen lisäksi selvitettiin myös mm. Purnulammen veden alkaliniteetti, kloridi ja sulfaatti (taulukko 14). Tämä tutkimus kuului ilmeisesti ns. pienvesien paruskartoitukseen. Kasviplanktonin perustuotantoa ensisijaisesti rajoittava ravinne on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 11. Purnulammen veden näkösyvyys sekä hapen, kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin pitoisuuksien havainnot marraskuussa 1997 ja vuonna 2010 sekä kevättalvella 2011.

Pvm	Kok. syv. (m)	Näytesyv. (m), (lämpötila)	Näkösyv. (m)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (kyll. %)	Kok. P (µg/l)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)
24.11.1997	4,5	1,0 (3,3 °C)	2,2	5,1	38	14	..
		3,5 (3,8 °C)	..	1,2	9	28	..
28.04.2010*	2,4	1,4 (3,0 °C)	..	< 0,2	0	26	3
19.05.2010	2,2	1,2 (10,9 °C)	..	11,0	..	21	< 2
25.05.2010**	2,2	1,2 (15,1 °C)	..	6,6	67	..	..
02.09.2010	5,0	1,0 (11,8 °C)	1,5	9,2	83	..	..
		3,0 (10,2 °C)	..	7,3	65	..	..
		4,0 (7,2 °C)	..	2,0	12	..	..
30.09.2010	4,1	1,0 (8,4 °C)	1,4	7,5	..	16	< 2
		2,0 (8,3 °C)	..	7,5	..	15	< 2
		3,1 (7,9 °C)	..	7,1	..	15	< 2
13.10.2010	4,7	1,0	1,9	..	..	16	< 2
		2,0	..	..	..	17	< 2
		3,7	..	..	..	16	< 2
08.11.2010	2,3	1,15 (3,4 °C)	1,9	9,9	..	12	< 2
16.11.2010	2,4	1,2 (3,7 °C)	1,6	7,6	..	11	< 2
17.02.2011***	4,4	1,0 (2,2 °C)	1,0	< 0,2	..	25	..
(jään paksuus		2,0 (2,9 °C)	..	< 0,2	..	24	..
0,5 metriä)		3,0 (3,8 °C)	..	..	..	24	..
		3,4 (3,8 °C)	..	< 0,2	..	25	..
		3,9 (4,2 °C)	..	..	..	36	..
18.03.2011		1,0	1,1	<0,2	..	29	..
		2,0	..	<0,2	..	27	..
		3,0	..	<0,2	..	28	..
		3,6	..	<0,2	..	34	..
keskiarvo	..	..	..	..	..	25	..

*näytevedessä oli voimakas rikkivedyn (H₂S) haju

**pintasedimentin (0-2 cm) redox-potentiaali oli -90 mV

***kaikkien näytesyvyyksien vedessä oli voimakas rikkivedyn (H₂S) haju

Taulukko 12. Purnulammen veden typen eri fraktioiden sekä kiintoaineen pitoisuuksien ja happamuusasteen havainnot marraskuussa 1997 ja vuonna 2010.

Pvm	Kok. syv. (m)	Näytesyv. (m)	Kok. N (µg/l)	NO ₃ ⁻ + NO ₂ ⁻ -N (µg/l)	NH ₄ ⁺ -N (µg/l)	Kiintoaine (mg/l)	pH
24.11.1997	4,5	1,0	720	..	..	..	6,48
		3,5	900	..	..	..	6,31
28.04.2010	2,4	1,4	1000	32	160	2,9	6,40
19.05.2010	2,2	1,2	600	5	3	2,5	6,53
30.09.2010	4,1	1,0	730	5	25	2,1	6,86
		2,0	720	<5	25	1,9	6,84
		3,1	720	5	32	2,0	6,83
13.10.2010	4,7	1,0	..	..	..	..	..
		2,0	..	..	..	..	..
		3,7	..	..	..	..	..
08.11.2010	2,15	1,15	730	68	43	< 0,9	6,88
16.11.2010	2,2	1,2	760	80	57	< 0,9	6,73

Taulukko 13. Purnulammen kasviplanktonin perustuotantoa ensisijaisesti rajoittava minimiravinne eri yhtälöillä (Salonen ym. 1992) arvioituna kaikkina toistaiseksi kertyneinä veden laadun havaintoajankohtina marraskuussa 1997 ja vuonna 2010.

Havainto-ajankohta	Minimiravinne kokonaisravinteiden suhteen perusteella	Minimiravinne mineraaliravinteiden suhteen perusteella	Minimiravinne ravinteiden tasapainosuhteen perusteella
24.11.1997	51 -> fosfori	..	..
28.04.2010	38 -> fosfori	64 -> fosfori	0,6 -> fosfori
19.05.2010	29 -> fosfori	4 -> typpi	7,3 -> typpi
30.09.2010	48 -> fosfori	19 -> fosfori	2,5 -> typpi
08.11.2010	61 -> fosfori	56 -> fosfori	1,1 -> typpi
16.11.2010	69 -> fosfori	69 -> fosfori	1 -> fosfori tai typpi

Taulukko 14. Purnulammen syvänehavaintopaikan eräiden fysikaalis-kemiallisten veden laadun muuttujien arvot talvikerrosteisuuden alkuvaiheessa 24.11.1997 (Pohjois-Karjalan ELY-keskus 2011).

Vedenlaadun tuloslomake 24.11.1997

Paikan nimi	Purnulampi 421		
Koordinaatit	YK:7002479-3640586	Kunta	Liekksa
Vesistöalue	04.412 Herajoen va	Ely	Pohjois-Karjalan ELY ympäristö ja luonnonvarat
Ympäristötyyppi	järvi	Syvyys	4,5
Lisätieto			

Aika	24.11.1997 11:20	Näytteenottolaitos	Pohjois-Karjalan ELY-keskus
Lisätieto	RP,AP		
Kokonaissyvyys	4,5 m	Näkösyvyys	2,2 m
Jäänpaksuus	0,24 m	Lumenpaksuus	0,2 m

Syvyys	Hanke	Haju	Lisätieto
1.0 m			
2.5 m			
3.5 m			

Suure	Koodi	Yks.	Lab.	1.0 m	2.5 m	3.5 m	
Alkaliniteetti	ALK;-;TIH	mmol/l	7	0,446		0,542	
Alumiini	AL;-;AAG	µg/l	7	87,0			
Hapen kyllästysaste	O2S;-;TI	kyll.%	7	38	16	9	
Happi, liukoinen	O2D;-;TI	mg/l	7	5,1	2,1	1,2	
Kemiall. hapen kulutus CODMn	CODMn;-;TI	mg/l	7	14,0		13,0	
Kloridi	CL;-;TI	mg/l	7	5,5		7,2	
Kokonaisfosfori	PTOT;D11;SP	µg/l	7	14,0		28,0	
Kokonaistyyppi	NTOT;D11;SP	µg/l	7	720		900	
Lämpötila	TEMP;-;-	°C	7	3,3	3,7	3,8	
Mangaani	MN;D11;SP	µg/l	7	48,0		520,0	
pH	PH;-;EL		7	6,48		6,31	
Rauta	FE;D11;SP	µg/l	7	160,0		800,0	
Sameus	TURB;-;TUA	FNU	7	0,4		0,7	
Sulfaatti	SO4;-;TUA	mg/l	7	7,0		8,3	
Sähkönjohtavuus	COND;-;CNA	mS/m	7	8,5		10,6	
Väriluku	CNR;-;CM	mg Pt/l	7	70		80	

4.1.2 PURNULAMPEEN LASKEVIEN UOMIEN VEDEN LAATU JA MÄÄRÄ

Purnulampeen laskevien uomien valuma-alueet määritettiin aluksi karttatyönä. Rajat pyrittiin tarkastamaan maastossa ylivirtaamajaksojen aikana. Lammen valuma-alueen kokonaisala on noin 70 hehtaaria (taulukot 5-20).

Taulukko 15. Purnulammen laskevien uomien yläpuolisten valuma-alueiden pinta-alat sekä virtaamien (Q) ja valumien (q) havainnot vuonna 2010.

Pvm	Uoma	Yläpuolinen valuma-alue (km ²)	Q (l/s)	q (l/s km ²)	Virtaamatilanteen luonnehdinta
28.04.	462	0,007	0,19	28,6	selkeä kevätylivirtaamatilanne; valuma noin viisinkertainen valtakunnan pitkän aikavälin keskivalumaan* verrattuna
	464	0,06	2,4	40,0	
	465	0,042	0,9	21,4	
	466	0,23	21,9	95,2	
	467	0,088	6,5	73,9	
..	keskiarvo	..	..	51,8	
19.05.	466	0,23	4,5	19,6	kevätylivirtaaman loppuvaihe; valuma vaajaat kaksinkertainen pitkän aikavälin keskiarvoon verrattuna
	467	0,088	1,5	17,0	
..	keskiarvo	..	..	18,3	
30.09.	466	0,23	1,5	6,5	alivirtaamatilanne; valuma noin 2/3 pitkän aikavälin keskivalumasta
..	keskiarvo	..	..	6,5	
08.11.	466	0,23	2,1	9,1	keskivirtaamatilanne
	467	0,088	0,3	3,4	
	473	0,109	1,9	17,4	
..	keskiarvo	..	..	10,0	
16.11.	466	0,23	2,2	9,6	lievä alivirtaamatilanne
	467	0,088	0,3	3,4	
	473	0,109	1,3	11,9	
..	keskiarvo	..	..	8,3	

*koko Suomen vuosien 1961-1990 keskivaluma on 10,2 l/s km²

Taulukko 16. Purnulammen laskevien uomien veden laadun ja määrän (Q = virtaama) havainnot vuonna 2010.

Pvm	Uoma	Q (l/s)	Kok. N (µg/l)	NO ₃ ⁻ + NO ₂ ⁻ -N (µg/l)	NH ₄ ⁺ -N (µg/l)	Kok. P (µg/l)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)	Kiintoaine (mg/l)
28.04.	462	0,19	1000	320	6	39	22	4,1
	464	2,4	1000	60	27	200	160	1,1
	465	0,9	970	8	13	61	34	< 0,9
	466	21,9	460	79	9	10	<2	< 0,9
	467	6,5	1000	460	48	18	6	4,1
19.05.	466	4,5	400	24	< 2	8	< 2	< 0,9
	467	1,5	680	290	< 2	12	3	< 0,9
30.09.	466	1,5	310	31	< 2	4	< 2	< 0,9
08.11.	466	2,1	400	66	< 2	4	< 2	< 0,9
	467	0,3	1400	1000	< 2	7	5	< 0,9
	473	1,9	500	43	2	5	< 2	< 0,9
16.11.	466	2,2	330	44	< 2	4	< 2	< 0,9
	467	0,3	1200	820	< 2	5	2	< 0,9
	472	..	260	19	< 2	< 3	< 2	< 0,9
	473	1,3	470	89	< 2	4	< 2	< 0,9

Taulukko 17. Purnulammen luusuan (havaintopaikka nro 468) veden laadun ja määrän (Q = virtaama) havainnot vuonna 2010.

Pvm	Q (l/s)	Kok. N (µg/l)	NO ₃ ⁻ + NO ₂ ⁻ -N (µg/l)	NH ₄ ⁺ -N (µg/l)	Kok. P (µg/l)	PO ₄ ³⁻ -P (µg/l)	Kiintoaine (mg/l)
28.04.	..	630	140	11	14	< 2	< 0,9
19.05.	27,6	680	40	10	22	< 2	2,5
30.09.	37,4	670	15	4	18	2	6,5
13.10.	12,0	..	..	..	..	..	..
08.11.	45,5	740	110	28	12	< 2	< 0,9
16.11.	23,3	740	150	22	11	< 2	< 0,9

Taulukko 18. Purnulammen laskevien uomien ja luusuan (468) veden lämpötilan ja happamuusasteen havainnot vuonna 2010.

Pvm	Uoma	Q (l/s)	Lämpötila (°C)	pH
28.04.	462	0,19	1,6	5,4
	464	2,4	1,8	6,1
	465	0,9	3,1	5,7
	466	21,9	2,2	6,5
	467	6,5	0,6	6,4
	468	..	2,9	6,3
19.05.	466	4,5	..	..
	467	1,5	..	..
	468	27,6	..	..
30.09.	466	1,5	..	6,58
	468	37,4	..	6,74
08.11.	466	2,1	..	..
	467	0,3	..	..
	473	1,9	..	..
	468	45,5	..	..
16.11.	466	2,2	..	..
	467	0,3	..	..
	472	..	..	..
	473	1,3	..	..
	468	23,3	..	..

Taulukko 19. Purnulammen osavaluma-alueet ja niiden keskivirtaamat vuonna 2010. Ks. myös kuva 8.

Purnulampeen laskeva uoma	Yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala (km ²)	MQ ₂₀₁₀ (l/s)
Oja 7	0,004	0,035
Oja 8	0,042	0,370
Oja 9	0,003	0,026
Oja 10	0,007	0,062
Oja 11	0,037	0,326
Välialue 13	0,065	0,572
Välialue 14	0,004	0,035
Välialue 15	0,015	0,132
Välialue 16	0,003	0,026
Välialue 17	0,003	0,026
Välialue 18	0,002	0,018
Välialue 19	0,0007	0,006
Välialue 20	0,0005	0,004
Välialue 21	0,001	0,009
Välialue 22	0,010	0,088
Välialue 23	0,002	0,018
Oja 462	0,007	0,062
Oja 464	0,060	0,528
Oja 465	0,042	0,370
Oja 466	0,230	2,024
Oja 467	0,088	0,774
Oja 473	0,109	0,959

Taulukko 20. Kokonaisfosforin kuormitus Purnulampeen vuonna 2010.

Purnulampeen laskeva uoma (valuma-alueen pinta-ala)	Virtaamapainotettu kok. P-pitoisuus vuonna 2010 (µg/l)	Kokonaisfosforin kuorma Purnulampeen vuonna 2010 (kg)
Oja 7 (0,004 km ²)	39	0,043
Oja 8 (0,042 km ²)	13,2	0,154
Oja 9 (0,003 km ²)	39	0,032
Oja 10 (0,007 km ²)	39	0,077
Oja 11 (0,037 km ²)	13,2	0,136
Välialue 13 (0,065 km ²)	..	0,574
Välialue 14 (0,004 km ²)	4,6	0,005
Välialue 15 (0,015 km ²)	72	0,192
Välialue 16 (0,003 km ²)	39	0,032
Välialue 17 (0,003 km ²)	39	0,032
Välialue 18 (0,002 km ²)	39	0,022
Välialue 19 (0,0007 km ²)	39	0,007
Välialue 20 (0,0005 km ²)	39	0,005
Välialue 21 (0,001 km ²)	39	0,011
Välialue 22 (0,010 km ²)	39	0,108
Välialue 23 (0,002 km ²)	39	0,022
Oja 462 (0,007 km ²)	39	0,076
Oja 464 (0,060 km ²)	200	3,330
Oja 465 (0,042 km ²)	61	0,712
Oja 466 (0,230 km ²)	8,6	0,549
Oja 467 (0,088 km ²)	16,1	0,393
Oja 473 (0,109 km ²)	4,6	0,139
yhteensä valuma-alueelta (0,6974 km ²)	..	6,651
laskeuman mukana	..	0,724
kokonaiskuormitus yhteensä	..	7,375

4.2 FOSFORIMALLITARKASTELU

Purnulammen fosforimallitarkastelun yhteenveto ilmenee taulukosta 21.

Taulukko 21. Yhteenveto Purnulammen fosforimallitarkastelusta. Kaikkien laskelmien vuosikeskivaluman lähtötiedoksi on asetettu 8,8 l/s km², joka oli Pielisen lähivaluma-alueen laskennallinen keskivaluma vuonna 2010 (Pohjois-Karjalan ELY-keskus 2011).

Purnulampeen tuleva kokonaisfosforin vuosikuorma	Kokonaisfosforin pidättymiskerroin	Ennustettu eli mallitarkasteluun perustuva laskennallinen järven kokonaisfosforin pitoisuus	Todellinen, havaittu kok. P-pitoisuus v. 2010-2011
Havaintoihin perustuva kuorma: 7,4 kg v. 2010 (valuma-alueelta 6,7 kg ja sadannan mukana 0,7 kg)	0,17 (malli Lappalainen)	30 µg/l	25 µg/l
Luonnontilaisen Purnulammen kuorma: 1,7 kg (valuma-alueelta 1,0 kg ja sadannan mukana 0,7 kg)	0,04 (malli Lappalainen)	8 µg/l	..
Mesotrofisen Purnulammen kuorma (malli Lappalainen*) 4,5 kg (valuma-alueelta 3,8 kg ja sadannan mukana 0,7 kg)		20 µg/l	..
Malli Vollenweider:			
hyväksyttävä kuorma 5,6 kg	..	10 µg/l	..
vaarallinen kuorma 13,1 kg	..	20 µg/l	..

4.3 RANTA- JA VESIMAKROFYYTIT

Purnulammen ranta- ja vesimakrofyytit kartoitettiin aivan kasvukauden viime hetkellä syyskuun alussa 2010. Kartoitus tehtiin hyvin kattavasti yhteensä kahdeksalta linjalta. Taulukossa 22 on esitetty yhteenveto kaikilta kahdeksalta kartoituslinjalta havaituista makrofyteistä. Kullakin kartoituslinjalla todetut makrofyytit ilmenevät taulukoista 23-30. Purnulammen vesikasvustosta on esimerkki kuvassa 18.

Taulukko 22. Yleisimmät kasvilajit kaikilla 01.-03.09.2010 kartoitetuilla kahdeksalla kasvillisuuslinjalla (ks. myös kuva 12). Indikaattoriarvo ja suhtautuminen rehevöitymiseen (Toivonen 1982, 1984): [0]: ei juuri kärsi eikä hyödy rehevöitymisestä ainakaan sen alkuvaiheessa; kasvustot voivat kuitenkin tihentyä, [+]: hyötyy rehevöitymisestä, [±]: hyötyy rehevöitymisestä, mutta alkaa sen jatkuessa kärsiä ja häviää myöhemmin, [-]: kärsii rehevöitymisestä.

Rantakasvuston kasvilaji (1,0 m ² :n tutkimusruutu)	Yleisyys; esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, % (trofiatason indikaattoriarvo: suhtautuminen rehevöitymiseen)
järviruoko	90 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
rahkasammal	73 (oligotrofia: [-])
kurjenjalka	62
sirppisammal	19 (mesotrofiasta eutrofiaan: [0-])
pullosara	10 (oligotrofiasta eutrofiaan: [0])
rantapalpakko	3 (mesotrofiasta eutrofiaan: [0])
leveäosmankäämi	2 (mesotrofiasta eutrofiaan: [+])
vehka	2
Vesikasvuston kasvilaji (0,25 m ² :n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
ulpukka	45 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
uistinviita	32 (oligotrofiasta eutrofiaan: [0])
ahvenviita	18 (mesotrofia: [0-])
vesirutto	17 (mesotrofiasta eutrofiaan: [±])
kilpukka	10 (eutrofia: [+])
siimapalpakko	10 (mesotrofia: [-])
lumme	10 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
pikkulimaska	8 (mesotrofiasta eutrofiaan: [+])
järvikorte	3 (oligotrofiasta eutrofiaan: [0])
heinäviita	2 (mesotrofia: [0-])

Taulukko 23. Yleisimmät kasvilajit linjalla 1. Indikaattoriarvo ja suhtautuminen rehevöitymiseen: ks. taulukon 22 otsikkoteksti.

Rantakasvuston kasvilaji (1,0 m ² :n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
järviruoko	100 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
rahkasammal	67 (oligotrofia: [-])
kurjenjalka	50
sirppisammal	33 (mesotrofiasta eutrofiaan: [0-])
kiiltopaju	33
kilpukka	25 (eutrofia: [+])
leveäosmankäämi	17 (mesotrofiasta eutrofiaan: [+])
karhunsammal	8
suoputki	8
Vesikasvuston kasvilaji (0,25 m ² :n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
pikkulimaska	50 (mesotrofiasta eutrofiaan: [+])
ulpukka	33 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
järvikorte	8 (oligotrofiasta eutrofiaan: [0])
siimapalpakko	8 (mesotrofia: [-])

Taulukko 24. Yleisimmät kasvilajit linjalla 2. Indikaattoriarvo ja suhtautuminen rehevöitymiseen: ks. taulukon 22 otsikkoteksti.

Rantakasvuston kasvilaji (1,0 m²:n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
järviruoko	100 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
raikasammal	70 (oligotrofia: [-])
kurjenjalka	40
suipposammal	30 (mesotrofiasta eutrofiaan: [0-])
rantapalpakko	14 (mesotrofiasta eutrofiaan: [0])
Vesikasvuston kasvilaji (0,25 m²:n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
vesirutto	57 (mesotrofiasta eutrofiaan: [±])
ulpukka	42 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
ahvenvita	28 (mesotrofia: [0-])
pikkulimaska	14 (mesotrofiasta eutrofiaan: [+])
lumme	14 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
uistinvita	14 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
sirppisammal	14 (mesotrofiasta eutrofiaan: [0-])

Taulukko 25. Yleisimmät kasvilajit linjalla 3. Indikaattoriarvo ja suhtautuminen rehevöitymiseen: ks. taulukon 22 otsikkoteksti.

Rantakasvuston kasvilaji (1,0 m²:n tutkimusruutu)	Yleisyys; esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %, (trofiatason indikaattoriarvo: suhtautuminen rehevöitymiseen)
pullosara	100 (oligotrofiasta eutrofiaan: [0])
raikasammal	82 (oligotrofia: [-])
kurjenjalka	82
järviruoko	82 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
kiiltopaju	36
sirppisammal	27 (mesotrofiasta eutrofiaan: [0-])
rantamatara	18
alpi	18
rätvänä	9
suoputki	9
Vesikasvuston kasvilaji (0,25 m²:n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
sirppisammal	80 (mesotrofiasta eutrofiaan: [0-])
ulpukka	60 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
siimapalpakko	40 (mesotrofia: [-])
kurjenjalka	20
pullosara	10 (oligotrofiasta eutrofiaan: [0])
ahvenvita	10 (mesotrofia: [0-])

Taulukko 26. Yleisimmät kasvilajit linjalla 4. Indikaattoriarvo ja suhtautuminen rehevöitymiseen: ks. taulukon 22 otsikkoteksti.

Rantakasvuston kasvilaji (1,0 m ² :n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
järviruoko	100 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
rahkasammal	63 (oligotrofia: [-])
alpi	50
kurjenjalka	38
kiiltopaju	38
Vesikasvuston kasvilaji (0,25 m ² :n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
uistinviita	100 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
ulpukka	38 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
ahvenviita	38 (mesotrofia: [0-])
lumme	38 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])

Taulukko 27. Yleisimmät kasvilajit linjalla 5. Indikaattoriarvo ja suhtautuminen rehevöitymiseen: ks. taulukon 22 otsikkoteksti.

Rantakasvuston kasvilaji (1,0 m ² :n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
rahkasammal	100 (oligotrofia: [-])
järviruoko	100 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
kurjenjalka	86
pullosara	75 (oligotrofiasta eutrofiaan: [0])
alpi	63
kiiltopaju	50
kilpukka	50 (eutrofia: [+])
järvikorte	25 (oligotrofiasta eutrofiaan: [0])
suoputki	13
heinäviita	13 (mesotrofia: [0-])
Vesikasvuston kasvilaji (0,25 m ² :n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
pullosara	48 (oligotrofiasta eutrofiaan: [0])
ulpukka	26 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
uistinviita	26 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
järvikorte	26 (oligotrofiasta eutrofiaan: [0])
ahvenviita	17 (mesotrofia: [0-])
järviruoko	17 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
sirppisammal	13 (mesotrofiasta eutrofiaan: [0-])
rahkasammal	4 (oligotrofia: [-])
kurjenjalka	4
siimapalpakko	4 (mesotrofia: [-])

Taulukko 28. Yleisimmät kasvilajit linjalla 6. Indikaattoriarvo ja suhtautuminen rehevöitymiseen: ks. taulukon 22 otsikkoteksti.

Rantakasvuston kasvilaji (1,0 m²:n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
rahkasammal	82 (oligotrofia: [-])
kurjenjalka	72
järviruoko	58 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
Vesikasvuston kasvilaji (0,25 m²:n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
ulpukka	72 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
uistinviita	42 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
kiilpukka	28 (eutrofia: [+])
ahvenviita	14 (mesotrofia: [0-])

Taulukko 29. Yleisimmät kasvilajit linjalla 7. Indikaattoriarvo ja suhtautuminen rehevöitymiseen: ks. taulukko 22 otsikkoteksti.

Rantakasvuston kasvilaji (1,0 m²:n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
järviruoko	83 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
kurjenjalka	67
rahkasammal	42 (oligotrofia: [-])
rantapalpakko	8
Vesikasvuston kasvilaji (0,25 m²:n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
vesirutto	78 (mesotrofiasta eutrofiaan: [±])
ulpukka	56 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
ahvenviita	28 (mesotrofia: [0-])
lumme	14 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
uistinviita	14 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])

Taulukko 30. Yleisimmät kasvilajit linjalla 8. Indikaattoriarvo ja suhtautuminen rehevöitymiseen: ks. taulukon 22 otsikkoteksti.

Rantakasvuston kasvilaji (1,0 m²:n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
järviruoko	100 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
rahkasammal	80 (oligotrofia: [-])
kurjenjalka	60
kiiltopaju	40
vanamo	20
vehka	20
harmaaleppä	20
Vesikasvuston kasvilaji (0,25 m²:n tutkimusruutu)	Yleisyys (esiintyminen kaikista tutkituista ruuduista, %)
uistinviita	63 (oligotrofiasta eutrofiaan: [0])
ulpukka	38 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
kiiltopaju	25
järviruoko	25 (oligotrofiasta eutrofiaan: [+])
siimapalpakko	25 (mesotrofia: [-])
rahkasammal	13 (oligotrofia: [-])
kurjenjalka	13
ahvenviita	13 (mesotrofia: [0-])
rantapalpakko	13 (mesotrofiasta eutrofiaan: [0])



Kuva 18. Siimapalpakon ja ulpukan kasvustoa Purnulammella elokuussa 2010.
Kuva: Tarmo Tossavainen.

4.4 KALASTORAKENNE

Purnulammen koekalastus tehtiin Nordic-koekalastusverkoilla elo-syyskuun taitteessa 2010 (taulukko 31, kuvat 19 ja 20),

Taulukko 31. Purnulammen koekalastussaaalis Nordic-verkoilla 24.-25.8. ja 1.-3.9.2010.

Nordic-verkon nro	Kokonaissyvyys (m)	Verkon sijaintisyvyys	Koekalastussaaalis (kaikki kalat suutareita [Tinca tinca])
1	noin 5	pohjassa	ei kaloja
2	noin 4	pinnassa	24 kpl, yht. 1,3 kg
3	2,3	pinnassa	16 kpl, yht. 0,84 kg
4	4,2	pinnassa	1 kpl, 0,04 kg
5	4,4	välivedessä	2 kpl, 0,09 kg
6	noin 3	pinnassa	3 kpl, 0,163 kg
7	noin 3	pinnassa	1 kpl, 0,08 kg
keskimäärin*	..	..	7,8 kpl, 0,42 kg

*Verkko 1:n tulokset jätetty huomioimatta pohjanläheisen veden heikon happitilanteen (3.9.2010 P-1,0 metrinä 2,0 mg/l) vuoksi.



Kuva 19. Opiskelija Elisa Komulainen irrottamassa Purnulammen koekalastussaaalista Nordic-yleiskatsausverkosta 25.08.2010 lammen länsirannalla.

Kuva: Tarmo Tossavainen.



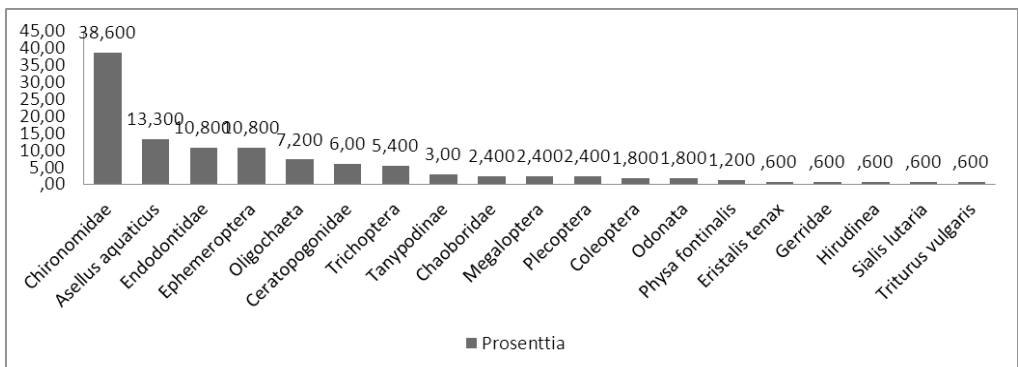
Kuva 20. Purnulammen koekalastuksen ainoan saalislajin suutarin (*Tinca tinca*) eräs yksilö 25.08.2010. Kuva: Tarmo Tossavainen.

4.5 PURNUPURON POHJAEÄIMISTÖ

Purnulampi laskee vetensä Purnupuroa myöten Verkkolampeen. Purnupuron pituus on noin kaksi kilometriä. Purnupuron yläjuoksulta otettiin pohjaeläinnäytteet kuudelta havaintopaikalta ja alajuoksulta neljältä havaintopaikalta syyskuun lopulla 2010. Näytteistä löydetyt pohjaeläintaksonit on esitelty taulukoissa 32 ja 33 sekä kuviossa 1.

Taulukko 32. Purnupuron pohjaeläimistö 30.09.2010 yläjuoksun (1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.1 ja 3.2) ja alajuoksun (4.1, 4.2, 4.3 ja 4.4) havaintopaikoilla (ks. myös kuva 16). Näyteala oli kaikilla havaintopaikoilla 1 m².

Taksoni	Havaintopaikka											Osuus (%)
	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	4.4	yhteensä	
	kpl/m ²											
<i>Asellus aquticus</i>	2	4	1	2	0	0	1	12	0	0	22	13,3
<i>Ceratopogonidae</i>	0	0	6	3	0	0	0	0	1	0	10	6,0
<i>Chaoboridae</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	4	2,4
<i>Chironomidae</i>	5	33	13	10	1	2	0	0	0	1	64	38,6
<i>Coleoptera</i>	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	1,8
<i>Endodontinae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10,8
<i>Ephemeroptera</i>	8	0	0	4	3	3	0	0	0	0	18	10,8
<i>Eristalis tenax</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,6
<i>Gerridae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,6
<i>Hirudinea</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,6
<i>Megaloptera</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2,4
<i>Odonata</i>	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3	1,8
<i>Oligochaeta</i>	2	6	0	0	0	0	0	2	1	1	12	7,2
<i>Physa fontinalis</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1,2
<i>Plecoptera</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	4	2,4
<i>Sialis lutaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,6
<i>Tanypodinae</i>	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	3,0
<i>Trichoptera</i>	1	0	0	0	0	1	0	3	4	0	9	5,4
<i>Triturus vulgaris</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,6
yhteensä (kpl)	21	50	26	26	5	9	1	6	8	4	166	100,0



Kuvio 1. Purnupuron kaikilta pohjaeläimistön näytteenottoaikoilta 30.09.2010 havaittujen taksonien suhteellinen jakautuminen.

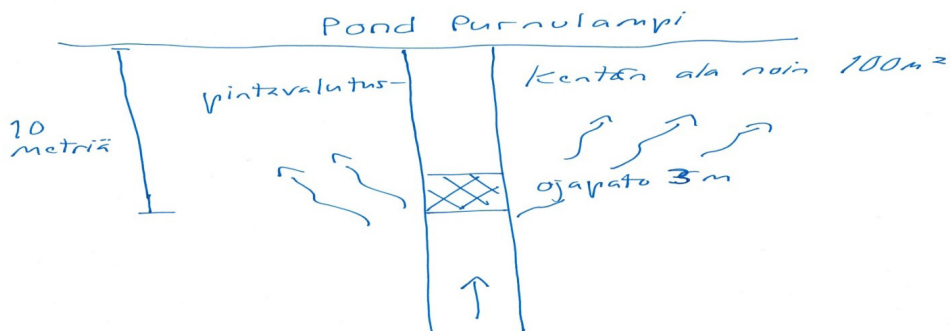
Taulukko 33. Purnupuron pohjaeläinnäytteistä 30.09.2010 tunnistettujen taksonien tieteelliset (latinankieliset) ja suomenkieliset nimet.

Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi
<i>Asellus aquaticus</i>	vesisiira
<i>Ceratopogonidae</i>	polttiaisen toukka
<i>Chaoboridae</i>	sulkasääsken toukka
<i>Chironomidae</i>	surviaissääsken toukka
<i>Coleoptera</i>	kovakuoriainen
<i>Endodontidae</i>	kierrekotilo
<i>Ephemeroptera</i>	päiväkorennon toukka
<i>Eristalis tenax</i>	likakärpäsen toukka
<i>Gerridae</i>	vesimittari
<i>Hirudinea</i>	juotikas
<i>Megaloptera</i>	kaislakorento
<i>Odonata</i>	sudenkorennon toukka
<i>Oligochaeta</i>	harvasukasmato
<i>Physa fontinalis</i>	touhukotilo
<i>Plecoptera</i>	koskikorennon toukka
<i>Sialis lutaria</i>	sorsankaislakorennon toukka
<i>Tanypodinae</i>	surviaissääsken toukka
<i>Trichoptera</i>	vesiperhosen toukka
<i>Triturus vulgaris</i>	vesilisko

4.6 PURNULAMMEN VALUMA-ALUEEN VESIENSUOJELUTEKNISET RAKENTEET

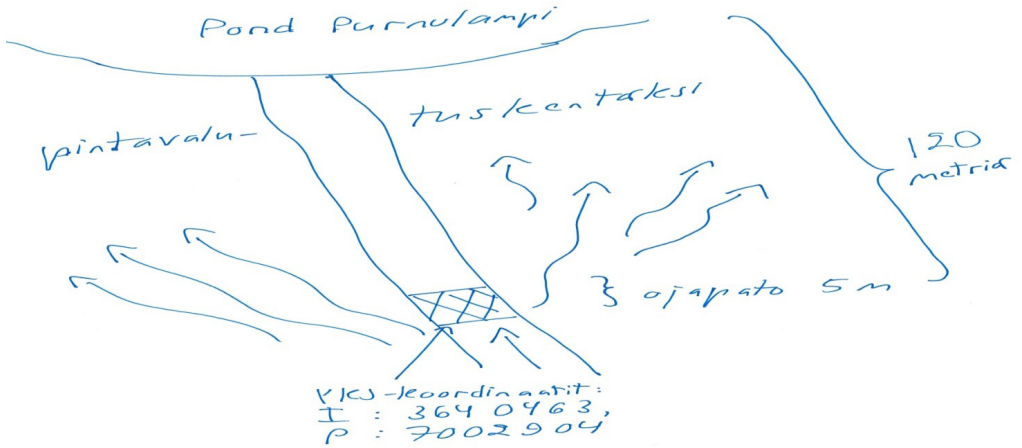
Purnulampeen laskeviin uomiin alustavasti suunniteltujen vesiensuojeluteknisten rakenteiden kaaviokuvat lampeen päätyvän hajakuormituksen vähentämiseksi on esitetty kuvissa 22-26. Kaikki rakenteet ovat pintavalutuskenttiä, joita voidaan täydentää yläpuolisilla pohjapadoilla.

uomat 462, 7, 8, 9, 10 ja 11



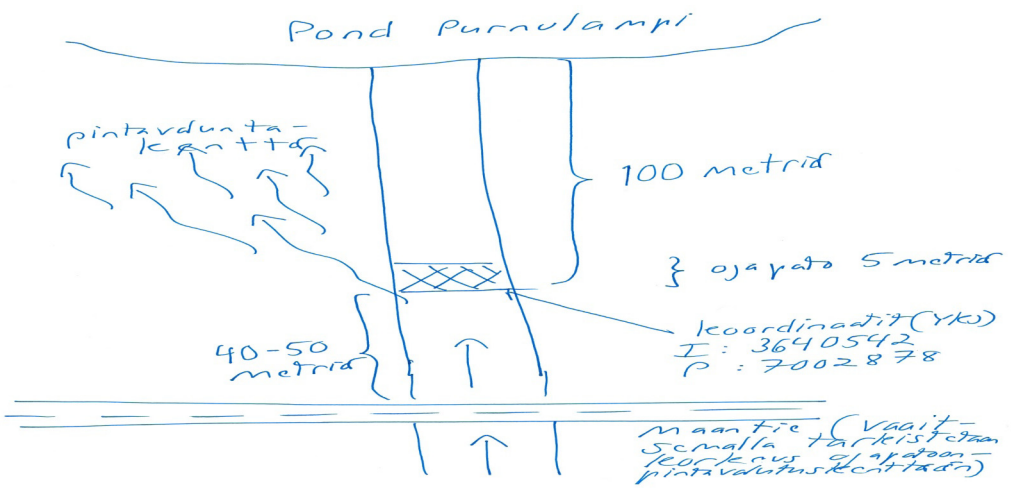
Kuva 21. Purnulampeen laskeviin länsirannan uomiin 462 sekä 7, 8, 9, 10 ja 11 alustavasti suunniteltu ojakatkos-pintavalutuskenttä lampeen päätyvän kuormituksen vähentämiseksi.

Uoma 464

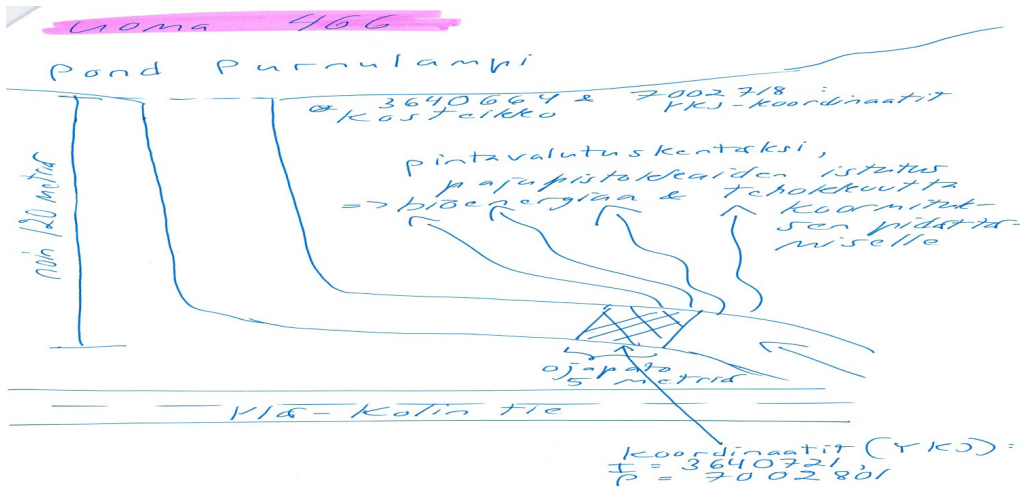


Kuva 22. Purnulampeen laskevaan uomaan nro 464 alustavasti suunniteltu ojakatkos-pintavalutuskenttä lampeen päätyvän kuormituksen vähentämiseksi.

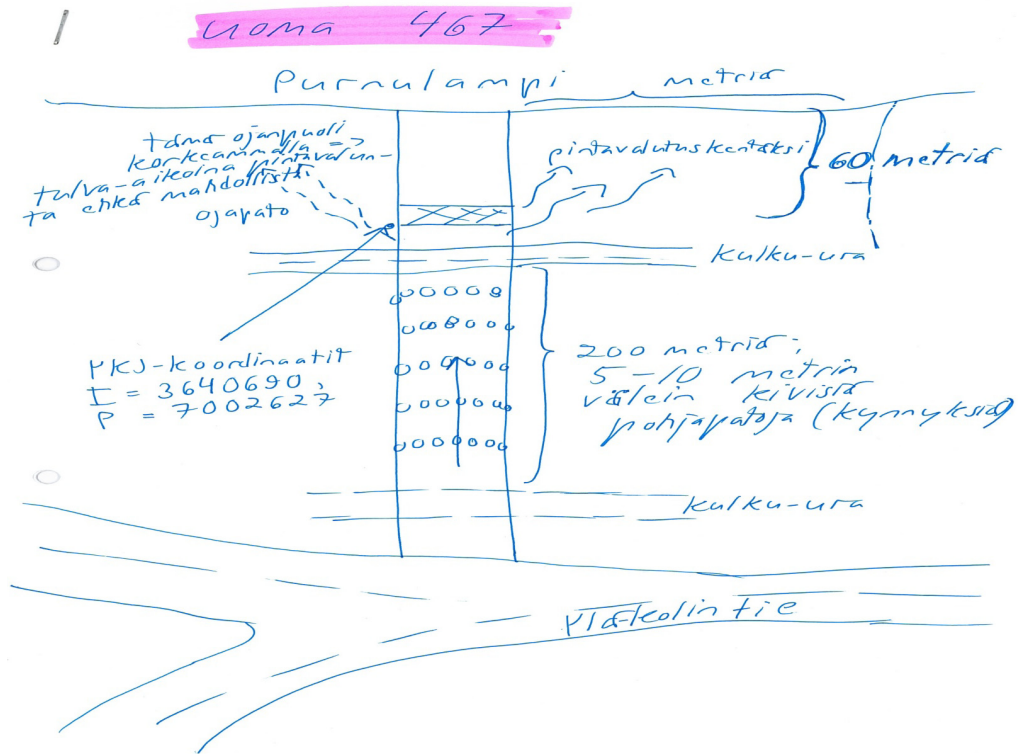
Uoma 465



Kuva 23. Purnulampeen laskevaan uomaan nro 465 alustavasti suunniteltu ojakatkos-pintavalutuskenttä lampeen päätyvän kuormituksen vähentämiseksi.



Kuva 24. Purnulampeen laskevaan uomaan nro 466 alustavasti suunniteltu ojakatkos-pintavalutuskenttä lampeen päätyvän hajakuormituksen pidättämiseksi.



Kuva 25. Purnulampeen laskevaan uomaan nro 467 alustavasti suunniteltu ojakatkos-pintavalutuskenttä ja pohjapadot lampeen päätyvän hajakuormituksen vähentämiseksi.

5 TULOSTEN TARKASTELU

5.1 VEDEN LAATU JA KUORMITUS

5.1.1 PURNULAMMEN VEDENLAATU

Purnulammen veden happitilanne on sekä vuoden 1997 että vuosien 2000 - 2001 havaintojen perusteella huono. Happipitoisuus on ollut koko vesimassassa pinnasta pohjaan (päälyysvedestä alusveteen) ajoittain erittäin huono jo kerrosteisuusjaksojen alussa (taulukko 11). 17.02.2011 lammen koko vesimassa oli hapetonta pinnasta pohjaan syvänehavaintopaikalla (taulukko 11). Yleisenä nyrkkisääntönä veden happipitoisuus 5 mg/l on alaraja minkä tahansa kalalajin ja minkä tahansa kehitysasteen (mäti – poikaset – aikuiset) tyydyttävälle hyvinvoinnille.

Mittasimme Purnulammen pintasedimentin (0-2 cm) hapetus-pelkistysasteen eli redox-potentiaalin 19.05.2010 eli pian lammen kevättäyskierron jälkeen. Otimme sedimenttinäytteen Limnosedimenttinoutimella, jonka pituus on 70 cm. Noudin oli aivan täynnä mustanruskeaa hyvin vesipitoista, oletettavasti pääosin orgaanista liejua (kuva 10). Pintasedimentin redox-arvo oli -90 millivolttia. Mikäli pintasedimentin interstitiaaliveden happipitoisuus on vähintään noin 1 mg/l, niin pintasedimentin redox-potentiaali on noin +300 millivolttia. Tällöin myös fosfori pysyy järven pohjasedimentissä ja sisäinen kuormitus pysyy maltillisena. Tulemme tutkimaan perusteellisesti Purnulammen pohjasedimentin määrän ja laadun kenttä- ja laboratorioanalysein maaliskuussa 2011.

Kaikki havaitut veden kokonaisfosforipitoisuudet (11 – 36 µg/l, keskiarvo 2010-2011 = 21 µg/l) ovat mesotrofisten eli lievästi rehevöityneiden vesien tyypillistä suuruusluokkaa.

Fosfaattifosforin eli perustuottajille välittömästi käyttökelpoisen liukoisen fosforifraktion havaitut pitoisuudet (alle 2 – 3 µg/l) ovat olleet erittäin pieniä ja sinänsä karuille vesille tyypillisiä (taulukko 11).

Heikkoon happitilanteeseen nähden Purnulammen veden fosforipitoisuudet ovat epätavallisen pieniä. Hyvin yleisesti näin heikko happitilanne aiheuttaa järvessä merkittävää sisäistä kuormitusta. Tällöin järiveden kokonaisfosforipitoisuudet voivat olla hyvin tyypillisesti vähintään eutro-

fisten (noin 40 – 100 µg/l) ja usein hypereutrofisten (yli 100 µg/l) vesien suuruusluokkaa. Tällöin liukoisen fosfaattifosforin pitoisuudet ovat helposti yli puolet kokonaisfosforista. Purnulammen vedessä tämä fosfaatin vastaava osuus on keskimäärin korkeintaan noin kymmenesosa.

Näkösyvyysarvojen (1,0 – 1,9 metriä v. 2010-2011) perusteella Purnulammen vesi on enimmäkseen mesohumoosista eli kohtalaisen tummaa (taulukko 11). Purnulammen valuma-alueella ei ole mainittavasti savimaita, joten lammen veden tummuus aiheutuu pääosin humusyhdisteistä. Nimenomaan avovesikaudella veden väriin vaikuttavat myös kasviplanktonin määrä sekä lammen pohjasta resuspendoituva aines. Järvessä esiintyy fotosynteesiä syvyydelle, joka on noin kaksinkertainen näkösyvyyteen nähden. Tämä tuottavan vesikerroksen paksuus on Purnulammella siten noin kolme metriä, joten valtaosa Purnulammen vesimassasta ja pohjasta mahdollistaa kasviplanktonin ja makrofytytien esiintymisen.

Purnulammen veden kokonaistypen pitoisuudet vuonna 2010 (600 – 1000 µg/l) ovat eutrofisille järvesille tyypillisiä (taulukko 12). Liukoisten, välittömästi perustuottajille käyttökelpoisten typen fraktioiden (ammonium- ja nitraatti- sekä nitriittitypen) pitoisuudet olivat maltillista suuruusluokkaa (taulukko 12).

Purnulammen vesi on vain lievästi hapanta ja sen suhteen erittäin kelpoista mille tahansa kalalajille ja ravulle, mikäli happiongelmat ja pohjan vakava liettyneisyys jätetään huomiotta. Lammen veden pH-arvot vaihtelivat 6,31 – 6,88 vuonna 2010 (taulukko 12). Alkaliniteetin eli veden puskurikapasiteetin havainnot marraskuussa 1997 (0,446 – 0,542 mmol/l: taulukko 14) ovat korkeita ja todennäköisesti ilmentävät veden melko korkeaa kalsiumin ja myös magnesiumin pitoisuutta. Valuma-alueen kallioperä koostuu kvartsiitista ja gabrosta (kuvat 3 ja 4), jotka ovat suomalaisittain paljon yleisimpään graniittiin ja gneissiin verrattuna rapautumisherkempiä ja vähemmän happamia mineraaleja. Tämä oletettavasti vähentää lampeen tulevien valumavesien ja itse lammen veden happamuutta ja kohottaa alkaliniteettia sekä kalsiumin ja magnesiumin määrää vedessä. Oletettava kalsiumin (ja magnesiumin) suurehko määrä Purnulammen vedessä saattaa osaltaan saostaa fosforia pohjasedimenttiin. Tämä – oletuksen mukaan – voi olla ainakin yhtenä syynä lammen veden pienehköön fosforipitoisuuteen heikosta happitilanteesta huolimatta.

Lammen veden kiintoainepitoisuudet (alle 0,9 – 2,9 mg/l) ovat järvivedelle korkeahkoja (taulukko 12).

Kasviplanktonin perustuotantoa ensisijaisesti rajoittava minimiravinne on useimpina havaintoajankohtina Purnulammessa ollut fosfori (taulukko 13).

5.1.2 PURNULAMPEEN LASKEVIEN VESIEN LAATU JA MÄÄRÄ

Purnulampi on hydrologisesti selkeä latvajärvi. Järveen laskee 11 uomaa, joiden valuma-alueilla ei ole lainkaan järviä tai lampia. Valuma-alueen pienenä (kokonaisala 73 hehtaaria) vuoksi lampeen laskevat luontaiset uomat ovat todennäköisesti olleet noroja. Noro on puro, jossa ei alivirtaamajaksilla yleensä virtaa lainkaan vettä. Kaikki lampeen laskevat uomat ovat ihmisen toimesta suoraksi kaivettuja ja järeästi perattuja. Useimpien uomien valuma-alue on kerta kaikkiaan niin pieni, että niiden sijoilla ei luontaista uomaa ole koskaan ollutkaan, vaan uomat ovat ihmisen kaivamia. Sinänsä Purnulammen kuormituksen ja sen kokonaistilan kannalta on täysin yhäntä suureksi, tulee kuorma tyystin ihmisen kaivamaa tai alun perin luontaista uomaa myöten. Molemmista tapauksissa mahdollisen korkean kuormituksen haitalliset vaikutukset ovat aivan yhtä suuret. Keskeistä on minimoida valuma-alueen kuormitus, jotta lampi saadaan tehokkaasti ja kauaskantoisesti kunnostettua.

Purnulampeen laskevien uomien kokonaisfosforin (alle 3 – 18 µg/l) ja fosfaattifosforin (alle 2 – 6 µg/l) olivat hyvin pieniä, valuma-alueeltaan luonnontilaisille purovesille tyypillisiä uomia 464 (kok.

P 200 µg/l ja PO43- -P 160 µg/l: pitoisuudet ovat korkeita) ja 465 (kok. P 61 µg/l ja PO43- -P 34 µg/l: pitoisuudet ovat korkeahkoja) lukuun ottamatta. Uomat 464 ja 465 laskevat Purnulammen pohjoispäähän (kuvat 7 ja 8). Ranta- ja vesikasvillisuuskartoituksessa havaitsimme suhteellisen runsaasti kilpukkaa (*Hydrocharis morsus-ranae*) ja pikkulimaskaa (*Lemna minor*) nimenomaan lammen pohjoiskolkassa. Nämä kasvutavaltaan irtokellujiin eli lemneihin kuuluvat makrofyytit ovat erittäin tyypillisiä voimakkaan rehevöitymisen indikaattorilajeja. Muutoinkin lammen pohjoispuolisko on erittäin voimakkaasti vesimakrofyyttien (kuten sirppisammal, siimapalpakko ja ahvenvita) valtaama eteläosaan verrattuna. Tähän saattaa luultavasti vaikuttaa myös pohjoisen valuma-alueen intensiivisempi maankäyttö eteläosiin verrattuna. Pohjoisella valuma-alueella on suhteellisen runsaasti aivan lammen rantaan rajoittuvia viljelysmaita. Nykyisestä kartasta ilmenevien viljelysmaiden lisäksi havaintopaikat 7-11 ja 462 laskevat Purnulampeen viljelysmaiden läpi. Nämä viljelysmaat ovat kesannolla, mutta niitä ei ole metsitetty. Näiden kaikkien aikoinaan raivattujen ja aikansa aktiivikäytössä olleiden viljelysmaiden orgaanisen aineksen ja ravinteiden kuormitus vaikuttaa lammen nykytilaan. Lammen pohjaan akkumuloinut menneiden vuosien ja vuosikymmenten kuormitus kiihdyttää nykyistä lammen sisäistä kuormitusta, heikentää happitilannetta ja luo rehevöitymistä suosiville vesi- ja rantamakrofyyteille suotuisia elinoloja.

Purnulampeen laskevien vesien kokonaistypen (260 – 1000 µg/l) sekä nitraatti- ja nitriitti- (8 – 320 µg/l) ja ammoniumtypen (alle 2 – 27 µg/l) pitoisuudet olivat enimmäkseen pieniä tai pienehköjä lähinnä uomaa 467 lukuun ottamatta. Uoman 467 veden kokonaistypen (680 – 1400 µg/l) ja etenkin nitraatti- ja nitriittityypen (290 – 1000 µg/l) pitoisuudet olivat melko rehevien virtavesien suuruusluokkaa (taulukko 16).

Purnulampeen laskevien vesien kiintoaineen pitoisuudet (alle 0,9 – 4,1 mg/l) olivat pääosin erittäin pieniä (taulukko 16). Siten lammen pohjaan ei nykyisin akkumuloidu haitallisia määriä alloktonista eli valuma-alueelta tulevaa orgaanista ainesta.

5.2 FOSFORIMALLITARKASTELU

Purnulampi soveltuu klassiseen, mutta edelleen erittäin käyttökelpoiseen fosforin nettosedimentaation mallitarkasteluun. Tämän ns. Lappalaisen mallin (Lappalainen 1975, 1977, Frisk 1978, 1989) soveltuvuusehtoina järven keskisyvyyden on oltava vähintään 1 metri ja kokonaisfosforipitoisuuden enintään 40 µg/l. Purnulampi täyttää nämä ehdot.

Vuonna 2010 Purnulampeen tuleva ulkoinen kokonaisfosforin kuorma oli noin 7,4 kg (taulukko 21). Tästä lähes 10 % oli peräisin ilmakehän kuiva- ja märkälasseumasta ja loput valuma-alueelta (taulukko 20). Tämän kuormituksen perusteella Lappalaisen mallilla ennustettu kokonaisfosforin nettosedimentaatiokerroin (taulukko 5: yhtälö 3) on 0,17 ja sitä vastaava lampiveden kokonaisfosforin ennustettu (taulukko 5: yhtälö 4) keskipitoisuus 30 µg/l (taulukko 21). Siten noin 17 % Purnulampeen tulevasta ulkoisesta fosforikuormasta sedimentoitui vuonna 2010. Sedimentaatiokerrointa voidaan luonnehtia suhteellisen pieneksi (vrt. taulukko 34). Sedimentaatiokertoimen pienuus aiheutuu lähinnä järven ja sen valuma-alueen luontaisista hydrologisista ja morfometrisistä ominaisuuksista. Purnulampi on yksinkertaisesti tilavuudeltaan niin vähäinen suhteessa siihen tulevaan virtaamaan (≈ valuma-alueen kokoon), että tehokkaampi fosforin sedimentaatio on mahdotonta. Lammen viipymä on lyhyt, alle kaksi kuukautta.

Vuoden 2010 ulkoisen fosforikuormituksen (7,4 kg) perusteella ennustettu lampiveden kokonaisfosforin keskipitoisuus (30 µg/l) vastaa varsin hyvin todellista eli mitattua Purnulammen veden keskimääräistä kokonaisfosforin pitoisuutta (keskiarvo2010-2011 = µg/l; tähän vielä maaliskuun 2011 talvikerrosteisuustulokset huomioitava!!).

Mikäli Purnulammen valuma-alueen maankäyttö (ylipäättään antropogeeninen kuormitus) olisi erittäin vähäistä, ja lampeen tuleva valumavesi olisi fosforipitoisuudeltaan jokseenkin luonnontilaista, niin Purnulammen vesi olisi oligotrofista (keskimääräinen kok. P 8 µg/l, Rkok. P = 0,04) (taulukot 21 ja 35). Purnulammen tulevaksi luonnontilaisen valumaveden kokonaisfosforin keskipitoisuudeksi on oletettu 5 µg/l. Tämä perustuu Purnulammen laskevan uoman 473 havaintoihin (4 – 5 µg/l; taulukko 16). Havaintopaikka 473 on erittäin arvokas ja luotettava paikka luonnontilaisen valumaveden laadun arvioimiseksi nimenomaan Purnulammen valuma-alueella. Havaintopaikan 473 yläpuolinen valuma-alue koostuu pääosin kivennäismetsämaasta, jonka puuston ikä (kuusimetsää) on silmämääräisesti arvioituna lähempänä sataa vuotta ainakin havaintopaikan lähistöllä. Valuma-alueella on lisäksi jonkin verran kivennäismetsämaan soistumaa, joka karttatietojen perusteella on oijittamatonta.

Johtopäätöksenä fosforimallitarkastelusta voidaan todeta, että Purnulammen tuleva ulkoinen fosforikuorma on melko maltillisella tasolla. Mallilla ennustettu lampiveden kokonaisfosforin pitoisuus (30 µg/l) on kuitenkin hyvin lähellä mesotrofian ylärajaa (yleisesti noin 35 µg/l) (taulukko 35). Siten ulkoisen fosforikuormituksen vähentäminen lampiveden turvallisesti mesotrofiselle fosforipitoisuuden tasolle (20 µg/l) vaatisi nykyisen valuma-alueen fosforikuormituksen (noin 6,7 kg vuonna 2010) pienentämistä noin 3 kilogrammalla vuodessa (taulukko 21). Tällä myös ehkäistäisiin merkittävästi sisäisen kuormituksen riskiä tulevaisuudessa. Tämä kuormituksen vähenemä on lähes mahdollista saavuttaa kappaleissa 4.6 ja 5.6 kuvatuilla vesiensuojeluteknisillä rakenteilla.

Vollenweiderin fosforimalli ei huomioi muuttuvan kuormituksen vaikutusta fosforin nettosedimentaatiokertoimen muutokseen. Vollenweiderin mallilla arvioitu suurin hyväksyttävä kokonaisfosforin vuosikuorma (5,6 kg) ja vaarallisen kuormituksen alaraja (13,1 kg) ovat kuitenkin järkevää suuruusluokkaa perusfilosofialtaan (Michaelis-Mentenin substraatinoton kinetiikkayhtälö perustana) luotettavampaan Lappalaisen mallin tuloksiin verrattuna (taulukko 21).

Taulukko 34. Eräiden järvien fosforin nettosedimentaatio- ja viipymätietoja.

Järvi	R _{kokonaisfosfori}	Keskisyvyys (m)	Viipymä
Purnulampi	0,17	1,1	1,8 kk
Lake Superior	0,90	148	..
Lake Erie	0,84	18	..
Lake Ontario	0,78	84	..
Päijänteen Tehinselkä	0,44	14	..
Ätäskö (Kitee)	0,64	3,5	15,4 kk
Kuohattijärvi (Nurmes)	0,79	5,8	3,9 vuotta

Taulukko 35. Järven rehevyytasoluokitus veden keskimääräisen kokonaisfosforin ja kionaistypen pitoisuuksien perusteella.

Kok. P (µg/l)	Kok. N (µg/l)	Järven rehevyytaso	
< 5	..	erittäin karu	ultraoligotrofinen
5-10	< 400	karu	oligotrofinen
10-35	400 - 600	lievästi rehevöitynyt	mesotrofinen
35-100	600 – 1500	rehevöitynyt	eutrofinen
> 100	> 1500	ylirehevöitynyt	hypereutrofinen

5.3 RANTA- JA VESIMAKROFYYTIT

Valtaosa Purnulammen yleisimmistä rantojen ja vesialueen makrofyteistä ilmentää mesotrofiaa tai eutrofiaa (kappale 4.3).

Pääosa lammen pohjoispuoliskosta on hyvin matalaa ja makrofyyttien valtaamaa jopa niin, että kanootillakin liikkuminen on ainakin kasvukauden loppuvaiheessa hankalaa.

Lammen pohjoisosissa esiintyy suhteellisen runsaasti kilpukkaa (*Hydrocharis morsus-ranae*) ja pikkulimaskaa (*Lemna minor*), jotka ovat selkeitä eutrofian indikaattorilajeja. Nämä kasvutavaltaan irtokellujiin kuuluvat makrofytyt hyötyvät lammen pohjoispäähän laskevien uomien suhteellisen suurista ravinnemääristä (ks. myös kappale 5.1.2). Myös aiemman intensiivisen valuma-alueen maankäytön seurauksena lammen pohjaan akkumuloitunut orgaaninen aines ja ravinteet hyödyttävät mesotrofiaa ja eutrofiaa suosivia makrofytytilajeja (ks. tarkemmin kappale 5.1.2).

5.4 KALASTORAKENNE

Keskimääräinen Purnulammen koekalastuksen yksikkösaalis (0,42 kg) oli pieni ja koostui yksinomaan suutarista (*Tinca tinca*) (kuva 20). Yleisesti yksikkösaaliin koon perusteella ei kyetä arvioimaan järvessä olevaa kalabiomassan kokonaismäärää (esim. Huuskonen 2011).

Vuonna 1996 toteutettiin erittäin intensiivinen Nurmeksen Kuohattijärven (11 km², keskisyvyys 6 metriä) koekalastus. Tuolloin FT Juha Karjalainen Joensuun yliopiston Karjalan Tutkimuslaitoksen Ekologian osastolta arvioi erittäin varovaisesti, että Kuohattijärven hetkellinen kalabiomassa olisi tuolloin ollut keskimääräisen yksikkösaaliin (0,9 kg) perusteella noin 40 - 90 kg hehtaarilla. Tämän perusteella voidaan erittäin karkeasti arvioida, että Purnulammessa olisi ollut koekalastuksen aikana syyskuun alussa 2010 suutaria yhteensä ehkä muutamia kymmeniä kilogrammoja.

Suurimmat Purnulammen koekalastuksessa saadut suutarit olivat noin 20 cm:n mittaisia, kuten kuvassa 20 esitetty yksilö. Pääosa kaloista oli noin 10-15 cm:n mittaisia. Suutari saavuttaa sukukypsyyden 20 – 27 cm:n mittaisena (RKTL 2010). Joitain vakiintuneita istutusperäisiä suutarikantoja on linjalle Joensuu – Kuopio – Vaasa asti (RKTL 2010). Siten tätä Purnulammen suutaripopulaatiota voidaan pitää sarjassaan varsin pohjoisena esiintymänä.

Suutari tulee tyypillisesti toimeen 1 – 4 mg/l happipitoisuudessa. Suutari kykenee tulemaan talvela toimeen jonkin aikaa jopa täysin hapettomassa vedessä tuottamalla elintoimintoihin vaadittavan hapen maksaan varastoituneesta glykogeenista. Suutarin pH:n sietoalue on varsin laaja, 5 – 10,5 (RKTL 2010). Purnulammen happipitoisuus on erittäin heikko ainakin talvikerrosteisuuden loppupuolella. 17.02.2011 syvänehavaintopaikan (4,4 metriä) vesi oli rikkivedylle (H₂S) haisevaa ja hapetonta pinnasta pohjaan (ks. myös taulukko 11). Tuolloin helmikuussa 2011 Purnulammen vesi oli epätavallisen lämmintä yleisesti järvien veden vastaaviin lämpötiloihin verrattuna. Veden lämpötila 1,0 metrin syvyydessä oli +2,2 °C (ks. myös taulukko 11), vaikka lunta oli jään (paksuus 0,5 metriä) päällä vain muutama senttimetri ja talvi oli ollut pitkäkestoisesti erittäin kylmä. Myös näytteenottopäivänä 17.02.2011 ulkolämpötila Kolilla oli -37 °C. Näiden lämpötilalukemien perusteella voimme olettaa, että Purnulampeen tulee pohjavettä, joka nostaa lampiveden lämpötilaa ja puhtaudellaan, karuudellaan sekä virtauksillaan kenties helpottaa suutarin elämäntaivalta. Mahdolliset alueen kartoitetut pohjavesiesiintymät on selvitettävä Pohjois-Karjalan ELY-keskuksesta.

Taulukko 36. Eräiden Pohjois-Karjalassa tehtyjen kalastotutkimusten yksikkösaaliiden perustietoja. Lähteet: Tohmajärvi: Tossavainen ym. 2008, Kiteenjärvi: Tossavainen ym. 2008, Kalattomanlampi: Tossavainen ym. 2005, Polvijärvi: Tossavainen ym. 2008, Kuohattijärvi: Karjalainen ym. 1996.

Järvi (vesipinta-ala, koekalastusverkkojen määrä, limnologinen perusuonnehdinta, koekalast. ajankohta)	Keskimääräinen yksikkösaalis	Kalalaji (massaosuus keskimäär. yksikkösaaliista)
Lieksan Purnulampi (3,1 hehtaaria, 7 verkkoa)	0,4 kg	suutari (100%)
meso...eutrofinen ja mesohumoosinen, keskisyvyys noin 1,1 metriä		
koekalastus syyskuussa 2010		
Nurmeksien Kuohattijärvi (11 km ² , 105 verkkoa)	0,9 kg	ahven (53,6%)
oligotrofinen ja mesohumoosinen		hauki (3,0%)
keskisyvyys noin 7 metriä		särki (31,1%)
koekalastus toukokuusta heinäkuulle 1996		siika (4,2%)
		kiiski (6,8%)
		kuha (0,1%)
		made (1,0%)
Tohmajärvi (13 km ² , 20 verkkoa)	1,5 kg	ahven (10%)
mesotrofinen ja mesohumoosinen		lahna (3%)
keskisyvyys noin 3,5 metriä		made (1%)
koekalastus syyskuussa 2007		siika (<0,5%)
		kuha (38%)
		kiiski (1%)
		särki (47%)
Kiteenjärvi (12 km ² , 24 verkkoa)	1,9 kg	ahven (23,8 %)
mesotrofinen		hauki (4,6%)
keskisyvyys noin		lahna (2,6%)
koekalastus syyskuussa 2008		särki (37,7%)
		kiiski (2,4%)
		muikku (0,8%)
		kuha (15,6%)
		salakka (1%)
		pasuri (11,2%)
		säyne (0,1%)
Kalattomanlampi, Outokumpu (6 hehtaaria, 7 verkkoa)	4,5 kg	ahven (14,3%)
meso..eutrofinen		hauki (11,5%)
mesohumoosinen		ruutana (24,6%)
keskisyvyys noin		lahna (0,1%)
koekalastus syyskuussa 2005		särki (49,5%)
Polvijärvi (20 hehtaaria, 15 verkkoa)	1,7 kg	ahven (11,8%)
eutrofinen		hauki (31,8%)
polyhumoosinen		lahna (31,1%)
keskisyvyys noin		särki (20,4%)
koekalastus syyskuussa 2008		kiiski (0,5%)
		suutari (4,4%)

5.5 PURNUPURON POHJAELÄIMISTÖ

Purnupuron pohjaeläimistön biodiversiteetti on kohtalaisen monimuotoinen (taulukko 37). Kaikki pohjaeläinnäytteiden havaintopaikat olivat raskaasti perattuja. Uomasta oli todennäköisesti konevoimalla aikoinaan poistettu perusteellisesti kivet ja uomaa oli kaivettu syvemmäksi. Purnupuron valuma-alue on niin pieni, että puron perkaus on todennäköisesti tehty viljelysmaan (ainakin laidunmaan) hankkimiseksi ja metsänkasvun kohentamiseksi. Valuma-alueeltaan ja siten virtaamiltaan suurempia puroja perattiin aikoinaan uiton tarpeisiin.

Purnupuron keskisellä yläjuoksulla on täysin perkaamaton, morfometrisesti luonnontilainen puroosuus, jonka pituus on noin 100 metriä (kuva 16).

Purnulammen veden hyvä pH- ja alkaliniteettitaso mahdollistavat monipuolisen pohjaeläimistön. Puro laskee parin kilometrin matkalla Purnupurosta Verkkolampeen noin 25 metriä, joten virtausolot ovat miellyttävän monipuoliset pohjaeläimistölle. Voimallisesti tehty puronperkuu vähentää merkittävästi pohjaeläimistön elinpaikkoja ja siten biodiversiteettiä. Puron kunnostus kivi- ja puukynnyksin ja –suistein olisi mahdollista ja mielekäästä henkilötyönä.

Ajoittainen, ainakin talvikerrosteisuuden loppupuolella myrkyllisen rikkivedyn muodostuminen Purnulammessa voi heikentää vaateilaiden pohjaeläinlajien elinoloja ainakin puron yläjuoksulla.

Taulukko 37. Purnulammesta laskevan puron havaintoalueiden pohjaeläintuloksia 30.09.2010.

	Taksonimäärä	Yksilömäärä/m ²	Shannon-Wiener-indeksi	EPT%
Havaintoalue 1	11	35	2,26	14
Havaintoalue 2	9	26	2,51	10
Havaintoalue 3	5	7	2,02	50
Havaintoalue 4	8	7,5	2,32	30

Meissnerin (2005, 3) mukaan Shannon-Wiener-indeksin arvot vaihtelevat jokien pohjaeläimillä tyypillisemmin 0,5 (erittäin alhainen) ja 4 (erittäin monimuotoinen) välillä. Indeksit laskettiin kaavalla:

$$H = -\sum(P_i \log[P_i])$$

missä P_i on lajin i osuus näytteestä.

EPT-indeksi kuvastaa vedenlaatumuutoksille herkkien päivä- ja koskikorenon toukkien sekä vesiperhosten lukumäärää näytteissä (Meissner 2005, 3). EPT-indeksiä ei käytetty sellaisenaan, vaan laskettiin EPT-heimojen (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) suhde muuhun pohjaeläimistöön (EPT%).

5.6 VALUMA-ALUEEN VESIENSUOJELUTEKNISET RAKENTEET

Taulukossa 38 on esitetty alustavasti valuma-alueelle suunniteltujen vesiensuojeluteknisten rakenteiden (pintavalutuskentät, kosteikot ja pohjapadot) tehokkuus pidättää muutoin Purnulampeen päätyvää kokonaisfosforin vuosikuormaa. Tehokkuudet vaihtelevat noin 30 - 50 %. Tähän vaikuttaa erityisesti rakenteen (pintavalutuskenttä, kosteikko) pinta-alan suhde sen yläpuoliseen valuma-alueeseen. Suunnitellut rakenteet ovat suhteellisen laajoja ja useimmissa tapauksissa pintavalutuskentäksi tai kosteikoksi on kaavailtu vanhaa, kaltevuudeltaan maltillista kesantopeltoa, jolloin oikovirtausten riski on pieni. Kentille on myös helppo istuttaa esimerkiksi pajupistokkaita tai muita soveliaita kasveja kuormituksen pidättymisen tehostamiseksi.

Alustavasti arvioitu fosforikuormituksen vuotuinen vähenemä näillä rakenteilla olisi noin 2,6 kg. Tämä merkitsi Purnulammen ulkoisen fosforikuorman pienentymistä jokseenkin turvalliselle mesotrofiselle tasolle (ks. tarkemmin kappale 5.2).

Jokainen edellä kuvattu vesiensuojelutekninen rakenne on luonnollisestikin tarkoin suunniteltava ja hyväksyttävä maanomistajalla. Valuma-alueen kaltevuus mahdollistaa rakenteiden toteutuksen siten, etteivät ne haittaa yläpuolisia arvokkaita metsätalous- ja maatalousalueita tahi maanteitä tms. rakenteita.

Taulukko 38. Purnulammen valuma-alueelle alustavasti suunniteltujen vesiensuojeluteknisten rakenteiden arvioitu kokonaisfosforikuormituksen vuotuinen pidätyskyky (ks. myös kappale 4.6).

Purnulampeen laskeva uoma (valuma-alueen pinta-ala)	Kokonaisfosforin kuorma Purnulampeen vuonna 2010 (kg)	Uomaan alustavasti suunnitellun vesiensuojeluteknisen rakenteen arvioitu kokonaisfosforin pidätys (kg/a)
Oja 7 (0,004 km ²)	0,043	0,02
Oja 8 (0,042 km ²)	0,154	0,05
Oja 9 (0,003 km ²)	0,032	0,01
Oja 10 (0,007 km ²)	0,077	0,03
Oja 11 (0,037 km ²)	0,136	0,03
Oja 462 (0,007 km ²)	0,076	0,03
Oja 464 (0,060 km ²)	3,330	1,66
Oja 465 (0,042 km ²)	0,712	0,35
Oja 466 (0,230 km ²)	0,549	0,27
Oja 467 (0,088 km ²)	0,393	0,13
yhteensä		2,58

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Lieksan kaupungin Kolin kylässä sijaitsevassa Purnulammessa (3,1 ha, keskisyvyys 1,1 m, suurin syvyys lähes 5 m, valuma-alue 0,7 km²) on vakavia rehevöitymisen oireita, jotka keskeisesti aiheutuvat lammen pohjaan kertyneestä orgaanisesta aineksesta ja sisäisestä kuormituksesta. Koko vesimassa pinnasta pohjaan on ajoittain hapeton, rikkivedyn vapautuminen anaerobisesta pohjaliejusta veteen on erittäin voimakasta, yli puolet lammen vesialasta on viimeistään loppukesällä mesotrofiaa ja eutrofiaa indikoivien makrofyyttien valtaama ja lammen ainoa kalalaji on heikkoa happitilannetta hyvin sietävä karpikaloihin kuuluva pienikasvuinen suutari. Keskimääräinen yksikkösaalis Nordic-yleiskatsausverkolla oli vain 0,4 kg (8 kpl) suutaria.

Valuma-alueelta lampeen tuleva kuormitus on peräisin haja- ja loma-asutuksesta sekä maa- ja metsätaloudesta. Kuormitus on nykyisin jokseenkin maltillisella, mesotrofiaa eli lievää rehevyyttä ilmentävällä tasolla. Aiemmin maatalous on ollut maastohavaintojen perusteella huomattavasti intensiivisempää ja lampi on päässyt pahoin liettymään. Siten menneiden aikojen ulkoinen kuormitus vaikuttaa dramaattisesti Purnulammen nykytilaan sisäisen kuormituksen kautta.

Lammen valuma-alueelle on mahdollista rakentaa lukuisia vesiensuojeluteknisiä rakenteita (pintavalutuskenttiä, kosteikkoja ja pohjapatoja) lampeen muutoin päätyvän kuormituksen pidättämiseksi. Näillä rakenteilla lampeen tulevaa fosforikuormaa kyettäisiin vähentämään lammen sietokyvylle turvalliselle, kunnostuksen kannalta kestäväälle tasolle.

Lammen veden happamuustaso (pH 6,3-6,9) on sinänsä hyvä kaikille kalalajeille ja eläinplanktonille sekä pohjaeläimistöille, mikäli lammen surkea happitilanne ja pohjan paha liettyneisyys jätetään huomioimatta. Korkea alkaliniteetti (0,5 mmol/l) ilmentää veden hyvää kykyä neutraloida happamuutta ja hyvää kalsiumpitoisuutta. Lampiveden hyvä pH-taso ja alkaliniteetti todennäköisesti myötävaikuttavat lammen luusuan Purnupuron sangen monipuoliseen pohjaeläimistöön, vaikka puro onkin raskaasti perattu useimpien maamme pienten virtavesien tapaan.

Kuten edellä on jo ilmennyt, Purnulammen ekologisen tilan kohtalon pääasiallinen avain on sen pohjan voimakas liettyneisyys ja siitä aiheutuvat fysikaalis-kemialliset ja biologiset rehevöitymisen ongelmat. Selvitämme keväällä 2011 Purnulammen pohjasedimentin laadun ja määrän kenttä- ja laboratorioanalyysin riittävällä otannalla. Samalla tutkimme myös lammen pohjaeläimistön perusteellisesti. Pohjaeläimistö on erinomainen järven tilan bioindikaattoriryhmä.

Pohjasedimentin laadun ja määrän tutkimustulokset toimivat oleellisena perustietona lammen kunnostussuunnitelman laadinnassa.

Opiskelijamme Jarkko Haaranen ja Pekka Ketolainen laativat toukokuun 2011 loppuun mennessä opinnäytetyöt kaikesta tästä jo tehdystä ja toistaiseksi tekemättömästä Purnulammen kunnostussuunnittelusta. Tämän raportin ja siihen liittyneiden töiden sekä opinnäytetöiden toimeksiantajana on NaPa-Koli Oy/toimitusjohtaja Ari Uusikangas ja yhdyshenkilönä FT Timo Hokkanen Pohjois-Karjalan ELY-keskuksesta. Heille tahdomme lausua suuret kiitokset erittäin mielenkiintoisesta ja opettavaisesta työstä.

7 LÄHTEET

- Frisk, T. 1978. Järvien fosforimallit. Vesihallituksen tiedotus nro 146. Helsinki. 106 sivua.
- Frisk, T. 1989. Development of mass balance models for lakes. National Board of Waters and the Environment. Helsinki. 63 p.
- Hyttinen, P., Kiiskinen, T., Pihlapuro, S., Pippuri, T. ja Sutinen, R. 2011. Purnulammen paikkatieto-analyysi. Opintojakson harjoitustyö. Geoinformatiikan sovellukset AY 9113. Helmikuu 2011. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikan koulutusohjelma, Joensuu. 34 sivua.
- Huuskonen, H. 2011. Keskustelu FT Hannu Huuskosen/Joensuun yliopisto, Biologian laitos ja TaTo:n välillä koekalastuksen yksikkösaaliin tulkinnasta. Tammikuu 2011. Joensuu.
- Kalataloudellisen velvoitetarkkailun kehittämistyöryhmän raportti. Työryhmämuistioita 2008:3. Maa- ja metsätalousministeriö.
- Kiiskinen, T. 2010. Purnulammen kunnostussuunnittelun esitutkimukset – kokonaisfosfori. Opintojakson harjoitustyö: Näytteenotto ja mittaustekniikka AY9111. Kesäkuu 2010. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikan koulutusohjelma, Joensuu. 23 sivua.
- Kortelainen, P., Finer, L., Mattson, T., Ahtiainen, M., Sallantausta, T., Kubin, E. ja Saukkonen, S. 2003. Luonnonhuuhtoutuma metsäisiltä valuma-alueilta. Julkaisussa. Finer, L., Lauren, A., ja Karvinen, L. (toim.) 2003. Ajankohtaista metsätalouden ympäristökuormituksesta – tutkimustietoa ja työkaluja – seminaari Kolin Luontokeskus Ukko 23.9.2002. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja nro 886, Joensuun tutkimuskeskus. Sivut 17-23.
- Lappalainen, K. M. 1977. Matemaattisia apukeinoja vesistötutkimuksen tulosten käsittelyyn. Julkaisussa: Lehmusluoto, P. O. (toim.). 1977. Fysikaaliset ja kemialliset analyysimenetelmät. Vesi- ja kalatalousmiehet ry. Sivut 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, p. 60-67.
- Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2010. http://www.rktl.fi/kala/tietoa_kalalajeista/suutari/
- Tossavainen, T. 2010. Limnologian luentomoniste opintojaksolle AY 6201. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikan koulutusohjelma, Joensuu. Huhtikuu 2010.
- Vollenweider, R. A. & Dillon, P. J. 1974. The application of the phosphorus loading concept to eutrophication research. Canada Centre for Inland Waters. 42 p.
- Meissner, M. 2005. Tiilikkaojen ja Kankaisenjoen kunnostusten arviointi koskieliöstön kannalta. Pohjois-Savon ympäristökeskus. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=57132&lan=fi>. 17.12.2010.
- Purnulammen vesi- ja rantamakrofyyttien kartoituksen raportointi:
- Korhonen, T., Tiainen, A. ja Tossavainen, T. 2010. Kolin Purnulammen makrofyyttikartoitus. Kasvillisuuslinjat 2 ja 7 sekä välialueet 4, 9 ja 14. Tutkimusraportti. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikan koulutusohjelma, Joensuu. Lokakuu 2010.

Limatius, M., Nevalainen, A. ja Tossavainen, T. 2010. Kolin Purnulammen makrofyttikartoitus. Kasvillisuuslinjat 5 ja välialueet 2, 7 ja 12. Tutkimusraportti. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikan koulutusohjelma, Joensuu. Lokakuu 2010.

Räty, K., Väisänen, V. ja Tossavainen, T. 2010. Kolin Purnulammen makrofyttikartoitus. Kasvillisuuslinjat 4 ja välialueet 1, 6, 11 ja 16. Tutkimusraportti. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikan koulutusohjelma, Joensuu. Lokakuu 2010.

Kautonen, T., Korhonen, K. ja Tossavainen, T. 2010. Kolin Purnulammen makrofyttikartoitus. Kasvillisuuslinjat 3 ja 8 sekä välialueet 5, 10 ja 15. Tutkimusraportti. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikan koulutusohjelma, Joensuu. Lokakuu 2010.

Miettinen, K., Piironen, J. ja Tossavainen, T. 2010. Kolin Purnulammen makrofyttikartoitus. Kasvillisuuslinjat 1 ja 6 sekä välialueet 3, 8 ja 13. Tutkimusraportti. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, ympäristötekniikan koulutusohjelma, Joensuu. Lokakuu 2010.

LIITTEET

LIITE 1. KASVILLISUUSKARTOITUKSEN KENTTÄLOMAKE: LINJAKARTOITUS

LIITE 2. KASVILLISUUSKARTOITUKSEN KENTTÄLOMAKE; VÄLIALUEKARTOITUS

LIITE 3. KOEKALASTUSTULOSTEN KIRJAAMINEN: KENTTÄLOMAKE

LIITE 4. VIRTAVESIKOHTTEIDEN POHJAEÄLÄINNÄYTTEENOTON KENTTÄLOMAKE

LIITE 1.

KASVILLISUUSKARTOITUKSEN KENTTÄLOMAKE: LINJAKARTOITUS

Vesialue, linjan sijaintipaikan kuvaus:						
Linjan numero:						
Kasvillisuuskartoituksen tekijät ja kartoituksen pvm :						
Linjan alkupisteen koordinaatit:						
Linjan loppupisteen koordinaatit:						
Linjan kokonaispituus:						
Fysikaalis-kemiallinen vedenlaatu linjalla: happipitoisuus, pH, sähkönjohtavuus, näkösyvyys:						
Näyteruudun keskipisteen etäisyys linjan alkupisteestä (m)		Vesisyvyys (m)	Kasvilaji			
			tieteellinen nimi	suomenkielinen nimi	kpl	suhteellinen peittävyys (%)

Huom. Lopullisessa taulukossa muista luetteloista tieteelliset nimet aakkosjärjestyksessä ja kursivoituina

LIITE 2.

KASVILLISUUSKARTOITUKSEN KENTTÄLOMAKE; VÄLIALUEKARTOITUS

Vesialue, välialueen sijaintipaikan kuvaus:					
Välialueen numero:					
Kasvillisuuskartoituksen tekijät ja kartoituksen pvm :					
Välialueen paikkatiedot (koordinaatit):					
Välialueen pinta-ala:					
Fysikaalis-kemiallinen vedenlaatu välialueella: happipitoisuus, pH, sähkönjohtavuus, näkösyvyys:					
Havaintopaikka	Kasvilaji(t)				Muut huomiot
	tieteellinen nimi	suomenkielinen nimi	huomiot runsaudesta	vyöhykkeen leveys rannasta lukien	

Huom. Lopulliseen taulukkoon tieteelliset nimet aakkosjärjestyksessä ja kursivoituina

LIITE 3.

KOEKALASTUSTULOSTEN KIRJAAMINEN: KENTTÄLOMAKE

Kalastusalue:															
Kalastusaika (pvm, h):															
Koekalastusruudun numero:															
Kalastajat ja saaliin käsittelijät:															
Verkon sijainti; rantavyöhyke/avovesi, pinta/pohja, koordinaatit:															
Suomunäytteiden otto läänmääritystä varten:															
Verkkojen lukumäärä sarjassa:															
Verkkojen laatu; malli, pituus, korkeus:															
Verkon solmuväli (mm)	Saalis	Ahven	Hauki	Ruutana	Lahna	Made	Muikku	Pasuri	Siika	Särki	Säyne	Taimen	Kiiski	Salakka	Yht.
	kpl														
	g														
	kpl														
	g														
	kpl														
	g														
	kpl														
	g														
Yhteensä	kpl														
	g														

LIITE 4.

VIRTAVESIKOHTTEIDEN POHJAEÄINNÄYTTEENOTON KENTTÄLOMAKE

KOSKIKOHTTEIDEN BIOLOGISET TEKIJÄT

Ryhmä _____

Joen nimi	Pvm	Kosken numero	Koordinaatit	VA:n pinta-ala (ha)	Kosken pituus (m)	Metsä-/suotyyppi	Rk peittävyys 0-3	Näyte paikka	Pohjanl aatu iKl,pKl, H	Kasvilajit	Pk peittävyys 0-3	Syvyys (dm)	Virtaus nopeus (cm/s)	Pullon nro	Huom.
								1							
								2							
								3							
								1							
								2							
								3							
								1							
								2							
								3							
								1							
								2							
								3							
								1							
								2							
								3							

POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULUN C-SARJASSA ILMESTYNEITÄ JULKAISUJA

C:51

Juuret Wärtsilän raudassa. Insinööriopiskelusta 50 vuotta. 2011.

C:50

Esiselvitys harjoittelu- ja työtilahotellin toteuttamisesta Joensuun seudulla. Teemu Turunen, Tuomas Turunen, Niina Hattunen. 2011.

C:49

Ageing in working life. Walteri Berger, Ossi Hakkarainen, Juhana Ikonen, Pia Karjalainen, Sanna Sokura, Sonja Sorsa. 2011.

C:48

Luovat alat Pohjois-Karjalassa. Henna Liiri. Niina Hattunen, Maria Kahreman (toim.). 2011.

C:46

HOME CARE 24h : Strengthening Competences and Renewing Operations Models. Henna Myller (toim.). 2011.

C:45

Kansainvälistyvä Pohjois-Karjala. Anneli Airola. 2011.

C:44

Työhyvinvoinnin ja ergonomian kehittäminen yhteys- ja palvelukeskustoimialalla. Riitta Makkonen ja Pilvi Purmonen (toim.). 2011.

C:43

KOTIHOITO24h : osaamisen vahvistumista ja toimintamallien uudistumista. Henna Myller (toim.). 2011.

C:42

Muutosjohtaminen, osaamisen johtaminen ja esimiestyö yhteys- ja palvelukeskusalalla. Riitta Makkonen ja Pilvi Purmonen (toim.). 2010.

C:41

Monikulttuurisista kohtaamisista innostavaan ikäosaamiseen. Ritva Väistö (toim.). 2010.

Julkaisumyynti

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu

Tikkarinne 9 A, 80200 Joensuu

julkaisut@pkamk.fi

<http://www.tahtijulkaisut.net>

<http://www.pkamk.fi/julkaisut>

Kolin kansallispuiston välittömässä läheisyydessä sijaitsevan, pahoin rehevöityneen purnulammen (3 ha) limnologinen tila selvitettiin Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan opiskelijoiden kursityönä vuonna 2010. Selvityksen tavoitteena oli riittävän perusteellinen diagnoosi lammen ja sen valuma-alueen (noin 70 ha) kunnostussuunnittelua varten.

Työn toimeksiantajana oli Kolin kansallispuiston kehittämishanke Napa Koli Oy. Selvityksessä on pyritty pureutumaan mahdollisimman monipuolisesti ja perusteellisesti käytettävissä olleiden voimavarojen puitteisissa Purnulammen ja sen lasku-uoman sekä valuma-alueen fysikaalisiin, kemiallisiin ja biologisiin ominaisuuksiin, jotta mahdollisten kunnostustoimien tehokkuus kyetään riittävän tarkasti arvioimaan. Näitä selvitettyjä ominaisuuksia olivat lähinnä lammen vedenlaatu, lampeen tulevan kuormituksen laatu ja määrä, sekä lammen vesi- ja rantamakrofyttien ja kalaston rakenne. Fosforimalleilla arvioitiin lammen nykyisen ulkoisen fosforikuormituksen ja sietokyvyn välinen suhde.

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisuja
C: 52

ISBN 978-951-604-149-3

ISSN 1797-3848

ISBN 978-951-604-150-9 (pdf)

ISSN 1797-3856 (pdf)