

UUDENMAAN YMPÄRISTÖKESKUKSEN  
RAPORTTEJA 5 | 2009

# Inkoon Linkullasjönin kuormitus selvitys ja kunnostussuunnitelma

Anne-Marie Hagman





# Inkoon Linkullasjönin kuormitus- selvitys ja kunnostussuunnitelma

**Anne-Marie Hagman**

Helsinki 2009  
Uudenmaan ympäristökeskus



UUDENMAAN  
YMPÄRISTÖKESKUS  
NYLANDS  
MILJÖCENTRAL

UUDENMAAN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 5 | 2009  
Uudenmaan ympäristökeskus

Kannen taitto: Sari Laine  
Kannen kuva: Tero Taponen

Paino, paikkakunta, 2009

Julkaisu on saatavana myös internetistä:  
<http://www.ymparisto.fi/julkaisut>

ISBN 978-952-11-3419-7 (PDF)  
ISSN 1796-1742 (verkkokj.)

## SISÄLLYS

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Aineisto ja menetelmät.....</b>	<b>5</b>
2.1	Kuormituksen laskeminen Linkullasjönille.....	5
2.2	Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi .....	5
2.3	Sisäisen kuormituksen arviointi.....	6
<b>3</b>	<b>Linkullasjönin perustila .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Linkullasjönin kuormitusselvitys.....</b>	<b>10</b>
4.1	Ulkoisen kuormitus .....	10
4.2	Sisäinen kuormitus.....	11
4.3	Tavoitteet .....	13
<b>5</b>	<b>Mahdollisia menetelmiä Linkullasjönin kunnostamiseen .....</b>	<b>14</b>
5.1	Ulkoisen kuormituksen vähentäminen .....	14
5.1.1	Maatalouden ulkoinen ravinnekuormitus .....	14
5.1.2	Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus.....	15
5.1.3	Kotieläinten aiheuttama kuormitus .....	16
5.2	Vesikasvien poisto.....	16
5.3	Kalaston hoito.....	18
5.3.1	Tehokalastus .....	18
5.3.2	Valtaojien ja purojen kunnostus .....	19
5.3.3	Meritaimenkannan huomiointi .....	19
5.3.4	Kalaston rakenteen seuranta .....	19
5.4	Rapukannan kasvun parantaminen.....	20
5.5	Happipitoisuuden lisääminen.....	21
5.6	Sedimentin poistaminen.....	22
<b>6</b>	<b>Soveltumattomat menetelmät .....</b>	<b>25</b>
6.1	Vedenpinnan nosto.....	25
6.2	Fosforin kemiallinen saostaminen .....	25
<b>7</b>	<b>Seuranta.....</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>Yhteenveto .....</b>	<b>27</b>
	<b>Lähteet .....</b>	<b>28</b>
	<b>Liitteet.....</b>	<b>30</b>
	<b>Kuvailulehti .....</b>	<b>36</b>
	<b>Presentationsblad.....</b>	<b>37</b>

# 1 Johdanto

Uudenmaan ympäristökeskus teki yhteistyössä Inkoon kunnan kanssa Inkoon Linkullasjönille perustilan selvityksen vuonna 2007. Projektia jatkettiin vuonna 2008 tekemällä kuormitus selvitys sekä siihen ja perustilan selvitykseen pohjautuva kunnostussuunnitelma.

Ohjausryhmässä ovat olleet Patrik Skult (Inkoon kunta), Jarmo Vääriskoski ja Anne-Marie Hagman (Uudenmaan ympäristökeskus). Työtä ovat kommentoineet lisäksi Uudenmaan ympäristökeskuksen Sirpa Penttilä ja Tero Taponen. Rapujen kasvu -kappaletta ovat kommentoineet Uudenmaan ympäristökeskuksen Harri Aulaskari ja Uudenmaan TE-keskuksen Mikko Koivurinta.



Kuva 1. Linkullasjönin sijainti Inkoon kunnassa. Mittakaava 1 : 135 000. Luvat Maanmittauslaitos lupa nro 7/MLL/8 ja Genimap Oy, lupa L4659/02.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Kuormituksen laskeminen Linkullasjönille

VEPS-tietojärjestelmä antaa tiedot kolmannen jakovaiheen vesistöalueen tarkkuudella. Tarkempia tietoja VEPS-tietojärjestelmästä löytyy liitteestä 1. VEPS-tietojärjestelmän tietoja on tarkennettu Linkullasjönin osalta erikseen. Kuormituksen laskemista varten haettiin VEPSistä ominaiskuormitusluvut sekä fosforille että typelle (taulukko 1).

Taulukko 1. Linkullasjönin kuormituksen arvioinnissa käytetyt ominaiskuormitusluvut (kg/km<sup>2</sup>/ kg/as) fosforin ja typen osalta. Luvut ovat keskiarvo vuosista 1990–2007.

	Fosfori	Typpi
Peltoviljely	241	1503,90
Metsätalous	1,26	14,46
Laskeuma	7,78	458,52
Luonnonhuuhtouma	6,67	196,05
Hulevesi	1,56	92,10
Haja- ja loma-asutus	0,39	2,68
Pistekuormitus	0	0
Turvetuotanto	0	0

Peltoviljelyn ja metsätalouden osuus Linkullasjönin valuma-alueella arvioitiin Arc Gis-karttaohjelmalla. Osuudet kerrottiin valuma-aluekohtaisella VEPS-tietojärjestelmästä saadulla ominaiskuormitusluvulla.

Haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen arvioinnissa käytettiin VEPSistä saatua asukkaiden lukumääriä. VEPS antoi lukumäärän Linkullasjönin valuma-alueella suuremmalle alueelle. Lukumäärä suhteutettiin verrannon avulla vastaamaan järven valuma-alueella. Näin saatu asukasluvu kerrottiin VEPSistä saadulla ominaiskuormitusluvulla. Lisäksi karttaohjelman avulla tehtiin tarkistuslaskenta haja-asutuksen määrästä.

Myös luonnonhuuhtoumalle ja laskeumalle haettiin VEPSistä ominaiskuormituslukuarvot. Koska Linkullasjönin valuma-alue on VEPSin vastaavaa pienempi, kuormitus suhteutettiin järven valuma-alueelle. Luonnonhuuhtoumaa laskettaessa valuma-alueesta vähennettiin järven ala. Laskeuman katsottiin kohdistuvan vain vesialueelle.

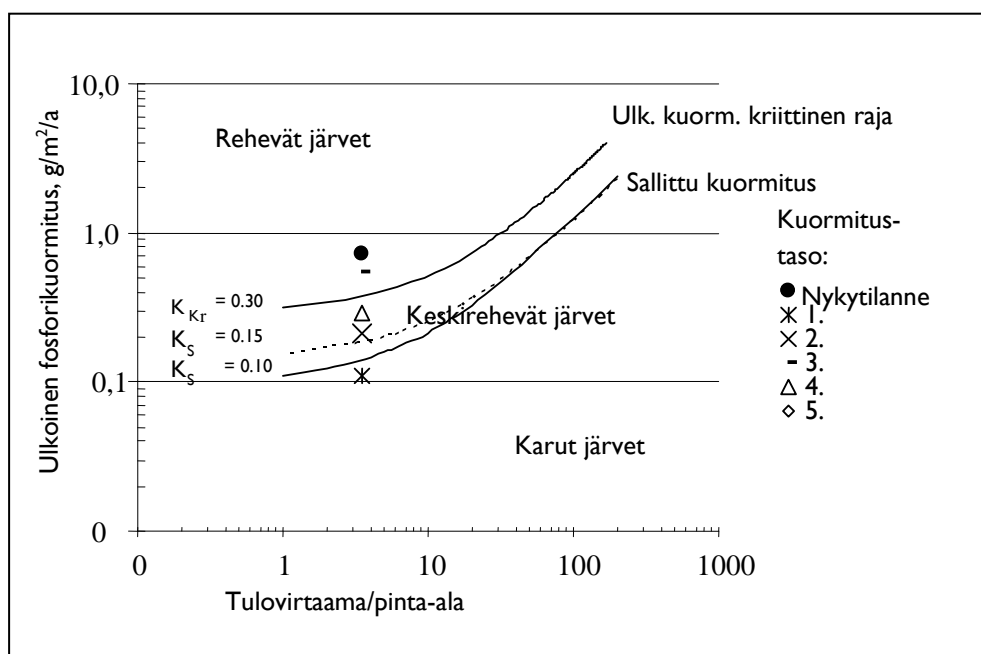
Edellä mainituista tiedoista saadaan yhteenlaskettuna kokonaiskuormitus. Linkullasjönin kuormituksen sietokykyä arvioitiin Vollenweiderin (1976) mallin avulla. Laskennassa käytettiin Vesi-Ekon Erkki Saarijärveltä saatua Excel-tiedostoa.

### 2.2 Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi

Ulkoisella kuormituksella tarkoitetaan järven valuma-alueelta järveen valumavesien mukana kulkeutuvaa ravinne- ja kiintoainekuormitusta. Kuormitusta tulee ilmaperäisestä laskeumasta ja luonnonhuuhtoumasta sekä ihmisen toiminnasta kuten maa- ja metsätaloudesta sekä haja-asutuksesta.

Järvien kunnostuksessa on hyvin tärkeää selvittää ulkoiset kuormittavat tekijät ja miten merkittävää kuormitus on. Valuma-alue voidaan jakaa kauko- ja lähivaluma-alueeseen. Tulojoet tuovat yleensä kuormitusta kauempaa. Lähivaluma-alueelta kuormitus tulee pienissä uomissa hajakuormituksena. Lähivaluma-alueella on tyypillistä pitoisuuksien suuri vaihtelu (Lappalainen 1990).

Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointiin voidaan käyttää Vollenweiderin (1976) mallia. Siinä tulevaa ulkoista kuormitusta verrataan hydrauliseen pintakuormaan. Hydraulinen pintakuorma saadaan jakamalla tulovirtaama järven pinta-alalla tai keskisyvyys viipymällä. Sietorajat on määritetty laajan järvitutkimuksen perusteella. Ns. kriittinen raja ( $P_v=0,174x^{0,469}$ ) kuvaa tilannetta, jossa kuormitus aiheuttaa rehevöitymisen kiihtymistä. Sallittu raja ( $P_s=0,055x^{0,635}$ ) taas kertoo kuormitustasosta, jota järvi pystyy sietämään ilman, että se rehevöityy. Yleensä sallitun kuormituksen rajana käytetään katkoviivalla merkittyä käyrää, jossa fosforikuormitus on  $0,15 \text{ g/m}^2/\text{a}$  (kuva 2). Mallin käytössä on huomioitava sen suuntaantavuus ja yleistettävyyys, se ei ota huomioon järven yksilöllisiä ominaisuuksia. Vollenweiderin mallin avulla arvioitu Linkullasjönin kuormitus on järven sietokykyä suurempi (kts. s. 11)



Kuva 2. Vollenweiderin mallin mukainen ulkoisen fosforikuormituksen arviointi. Sallittu kuormitus voidaan ajatella sijaitsevan kohtaan  $K_s=0,15$ .

## 2.3 Sisäisen kuormituksen arviointi

Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan tilannetta, jossa ravinteita alkaa vapautua uudelleen kiertoon pohjan sedimentistä. Järven rehevöityessä sen tuotantotasoa kasvaa, jolloin syntyy enemmän hajotettavaa ainesta. Hajotustoiminta kuluttaa sedimentin happivarjoja. Hapen kuluessa loppuun pohjan sedimentistä alkaa vapautua sinne sitoutunutta fosforia. Sedimentistä voi myös vapautua ravinteita, kun kalat etsivät ruokaa pohjalta. Tällaisia pohjasta ruokaa etsiviä kaloja ovat erityisesti särkikaloihin kuuluvat lahna, suutari, pasuri ja ruutana. Myös särjet voivat nostaa ravinteita veteen pohjasta ravintoa etsiessään. Fosforia alkaa myös vapautua, kun veden pH-arvo nousee reilusti emäksiselle puolelle. Rehevissä järvissä kasvien ja



levien yhteytystoiminta saattaa nostaa veden pH-arvon yli yhdeksään. Tällöin sisäinen kuormitus voi voimistua edelleen.

Sisäisen kuormituksen suuruutta on vaikeampi arvioida. Jotta sen laskeminen olisi mahdollista, pitäisi tietää järvestä olevan sedimentoituvan aineksen määrä tai sedimentaationopeus. Sisäistä kuormitusta on kuitenkin mahdollista arvioida välillisesti. Järveen tulevan kuormituksen perusteella voidaan laskea vesipatsaan keskimääräinen fosforipitoisuus. Friskin (1978) mukaan tämä lasketaan kaavalla:

$$C = (1-R) * I / Q, \text{ jossa}$$

C = keskimääräinen fosforipitoisuus, mg/m<sup>3</sup>

R = pidättymiskerroin = 0,370

I = tuleva kuormitus, mg/s ja

Q = virtaama, m<sup>3</sup>/s

Vertaamalla laskettua kokonaisfosforipitoisuutta mitattuun pitoisuuteen, voidaan arvioida sisäisen kuormituksen suuruutta. Jos havaittu fosforipitoisuus on selvästi laskettua pitoisuutta suurempi, on oletettavaa, että järvi kärsii sisäisestä kuormituksesta. Jos taas havaittu pitoisuus on laskettua pienempi, järveen tuleva aines sedimentoituu pysyvämmiin.

Vesipatsaan fosforipitoisuuden perusteella on mahdollista ennustaa klorofyllipitoisuutta. Klorofylli-a - ja kokonaisfosforipitoisuudet korreloivat selvästi Pietiläisen ja Räikkeen (1999) tekemän järvihavaintopaikkatutkimuksen mukaan. Selitysaste kyseisessä tutkimuksessa oli 0,89. Aineistosta saatiin suoran yhtälöksi:

$$y = 0,5655x - 1,9312, \text{ jossa}$$

y on klorofyllipitoisuus ja

x on kokonaisfosforipitoisuus.

Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde kertoo kalaston vaikutuksesta kasviplanktonin muodostumiseen. Vertaamalla ennustettua klorofyllipitoisuutta havaittuun pitoisuuteen, voidaan arvioida muodostuuko järvestä leväkukintoja helposti. Jos havaittu pitoisuus on selvästi ennustettua korkeampi, myös klorofyllin ja fosforin suhde on suuri. Molemmat seikat kertovat kalaston vaikutuksesta leväkukintojen muodostumiseen. Tällaisessa tapauksessa kunnostustoimenpiteeksi voidaan suositella mm. ravintoketjukuristusta olettaen, että koekalastustulokset osoittavat kalaston rakenteen olevan vinoutunut.

### 3 Linkullasjönin perustila

Linkullasjönin perustila on selvitetty vuonna 2007 (Hagman 2008). Raportin mukaan Linkullasjön on pinta-alaltaan 61,3 ha ja kuuluu Inkoonjoen vesistöalueeseen. Järven keskisyvyys on 4,2 m ja suurin syvyys 6,6 m. Valuma-alue on pinta-alaltaan 11,5 km<sup>2</sup>. Valuma-alueella on hyvin paljon peltoja. Asutus on harvaa (kuva 3).



Kuva 3. Linkullasjönin valuma-alue, mittakaava 1 : 45 000. © SYKE, Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/07 ja Genimap Oy lupa L4659/02.

Vedenlaatu kuvastaa rehevän järven olosuhteita. Kokonaisfosforipitoisuus oli vuonna 2007 kesäkuussa 64 µg/l ja elokuussa 46 µg/l. Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde oli samoina ajankohtina 0,42 ja 1,35. Varsinkin jälkimmäinen arvo kertoo kalaston veden laatua huonontavasta vaikutuksesta. Myös leväkukintoja on havaittu, viimeisin vuonna 2007 kasvillisuuskartoituksen yhteydessä. Linkullasjön kerrostuu selvästi, veden lämpötila oli yhden metrin syvyydessä 18,4 °C, kolmen metrin syvyydessä 17,4 °C ja yli viiden metrin syvyydessä enää 15,3 °C. Järvessä on havaittu happikato talvella vuonna 2003. Vuoden 2007 maaliskuussa happea oli runsaasti. Kesäkuussa vuonna 2007 happea oli vähän (2,1 mg/l) yli viiden metrin syvyydessä. Elokuussa tilanne oli tätäkin huonompi, happea oli vain 1,7 mg/l samassa syvyydessä.

Kalastoon kuuluvat kiiski, ahven, sorva, lahna, salakka ja särki. Petokaloista järvessä esiintyy kuhaa ja haukea. Nämä ovat Inkoon kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelman (2001) mukaan tärkeimmät kalalajit. Lisäksi järvessä esiintyy kotimaista rapua. Meritaimenen olisi mahdollista nousta järveen Inkoonjokea pitkin, mutta joen koskien sähkökoekalastuksissa taimenta ei ole havaittu. Kalasto on todettu särkikalavaltaiseksi.

Kasvillisuus on paikoitellen erittäin runsasta. Etenkin järven itäosassa sijaitsevassa luusuassa on havaittavissa selvää umpeenkasvua. Itäpään kasvillisuus koostuu pääosin osmankäämistä, uistinvidasta ja ulpukasta. Samoin järviruokoa on paljon. Myös järven länsipää on kasvamassa umpeen. Ilmaversoisiin kuuluvia vesikasveja järvessä ovat järviruoko, leveälehtinen osmankäämi, järvikorte, pystykeiholehti ja sarat. Myös järvikaislaa esiintyy. Näiden edessä on kelluslehtisiin kuuluvaa ulpukkaa, vesitatarta ja uistinvitaa.

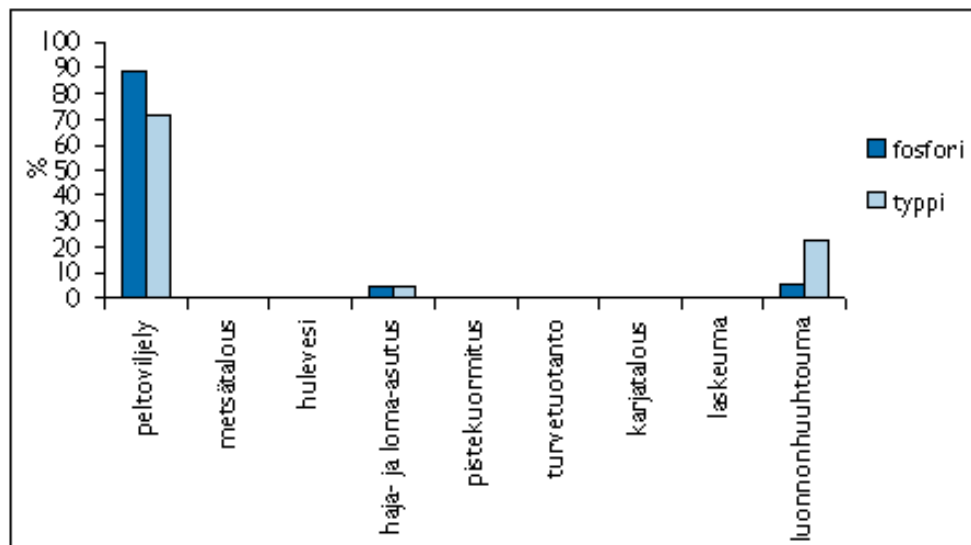
Heikkilän (2008) sedimenttitutkimuksessa todetaan järven sedimentin osalta seuraavaa: "Sedimentin pintaosa on löyhää ja vesipitoista. Näytesarjan keskivaiheilla vesipitoisuus laskee reilusti tiivistymisen seurauksena ja kasvaa hivenen näytesarjan loppuosassa. Pitoisuudet ovat normaaleja järvisedimenteille. Silmämääräisesti tarkasteltuna sedimentti oli erittäin tiivistä ja pinta-osastaan lievästi sulfidiraitaista, joka ilmaisee alusveden hapettomuutta kyseisen sedimentoitumisvaiheen aikana. Orgaanisen aineksen pitoisuus sedimentissä on alhainen, ollen koko näytesarjan matkalla noin 10 % molemmin puolin. Kokonaisfosforin määrä pohjasedimentin ylimmän metrin matkalla on alhainen, noin 1 mg/g kuivassa sedimentissä. Korkeimmillaan kokonaisfosforipitoisuudet ovat aivan sedimentin pinnassa, 1,5 mg/g DW. Pintaveden mitatut fosforipitoisuudet puolestaan ovat selvästi korkeita, joten voidaan olettaa, että pohjasedimentin merkitys ravinteiden vapauttajana on merkittävä. Lisätutkimuksia kuitenkin tarvittaisiin asian varmistamiseksi".

## 4 Linkullasjönin kuormitus selvitys

### 4.1 Ulkoinen kuormitus

Linkullasjönin valuma-alueella on paljon pelloja, lähes 38 %. Valuma-alueesta on metsää vajaa 60 %, asutusta on jonkin verran. Näiden tietojen perusteella voidaan olettaa, että järveen tuleva ulkoinen kuormitus on suurta.

Ulkaisen kuormituksen fosfori ja typpi tulevat pääosin peltoviljelystä. Typpeä tulee myös jonkin verran luonnonhuuhtoumasta (kuva 4).



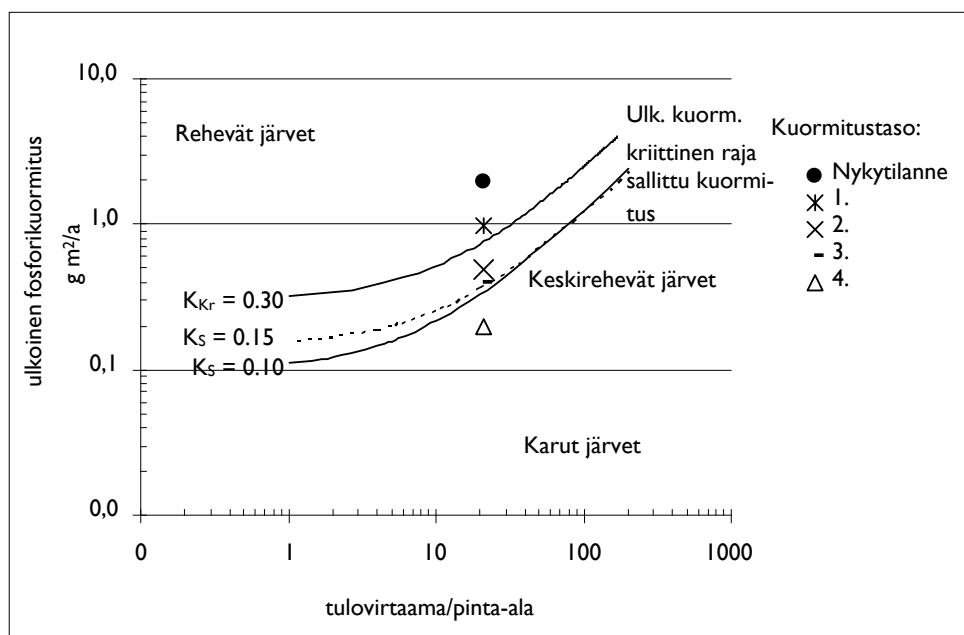
Kuva 4. Linkullasjönin ulkoinen kuormitus jaettuna eri kuormituslähteisiin.

Vuodessa järveen tulee fosforia n. 1 200 kg ja typpeä n. 9 260 kg. Peltoviljely tuo fosforia yli 1 000 kg, mikä on lähes 90 % kaikesta kuormituksesta. Haja- ja loma-asutus tuo fosforia n. 60 kg ja typpeä n. 400 kg. Typen suurimmat lähteet ovat peltoviljely (6 570 kg) ja luonnonhuuhtouma (2 135 kg) (taulukko 2).

Taulukko 2. Linkullasjönin ulkoinen kuormitus jaettuna eri tekijöihin.

	Fosfori, kg/a	Typpi, kg/a
Peltoviljely	1 053	6 572
Metsätalous	9	107
Hulevesi	1	39
Haja- ja loma-asutus	59	404
Pistekuormitus	0	0
Turvetuotanto	0	0
Karjatalous	0	0
Laskeuma	0	4
Luonnonhuuhtouma	73	2 135
Yhteensä	1 195	9 261

Fosforikuormituksen vaikutusta Linkulasjöniin arvioitiin Vollenweiderin (1976) mallin avulla (kts. sivu 6). Ulkoinen kuormitus ylittää sallittavan kuormituksen selvästi, sitä pitäisi vähentää 80 %, jotta järvi kestäisi sen aiheuttaman haitan. Jos kuormitusta vähennettäisiin 90 %, oltaisiin selvästi alle sallitun (kuva 5).



Kuva 5. Linkulasjöniin ulkoinen fosforikuormitus arvioituna Vollenweiderin (1976) mallilla. Laskennassa valuma on laskettu 300 mm:n mukaan. Jos kuormitusta vähennetään 50 % (1.) tai 75 % (2.) ollaan vielä selvästi sallitun tason yläpuolella. Vasta kuormituksen vähentäminen 80 % (3.) tuo kuormituksen siedettävälle tasolle. Jos kuormitus olisi ainoastaan 10 % nykyisestä (4.), se olisi selvästi alle sallitun.

## 4.2 Sisäinen kuormitus

Arvioidun fosforikuormituksen mukaan laskettu keskimääräinen fosforipitoisuus on korkeampi kuin mitatut fosforipitoisuudet. Jos mitatut pitoisuudet olisivat selvästi suurempia, Linkulasjön olisi selvästi sisäkuormitteinen. Mutta mallin mukaan näyttäisi siltä, että järvessä ei ole suurta sisäistä kuormitusta (taulukko 3, kuva 6). Kuitenkin kalaston tiedetään vaikuttavan veden laatua heikentävästi ja järvessä on huono happitilanne loppukesäisin. Tällä perusteella voidaan olettaa järvessä tapahtuvan myös sisäistä kuormitusta, vaikka malli ei havaintoa tuekaan.

Taulukko 3. Linkulasjöniin lasketut keskimääräiset ja mitatut fosforipitoisuudet.

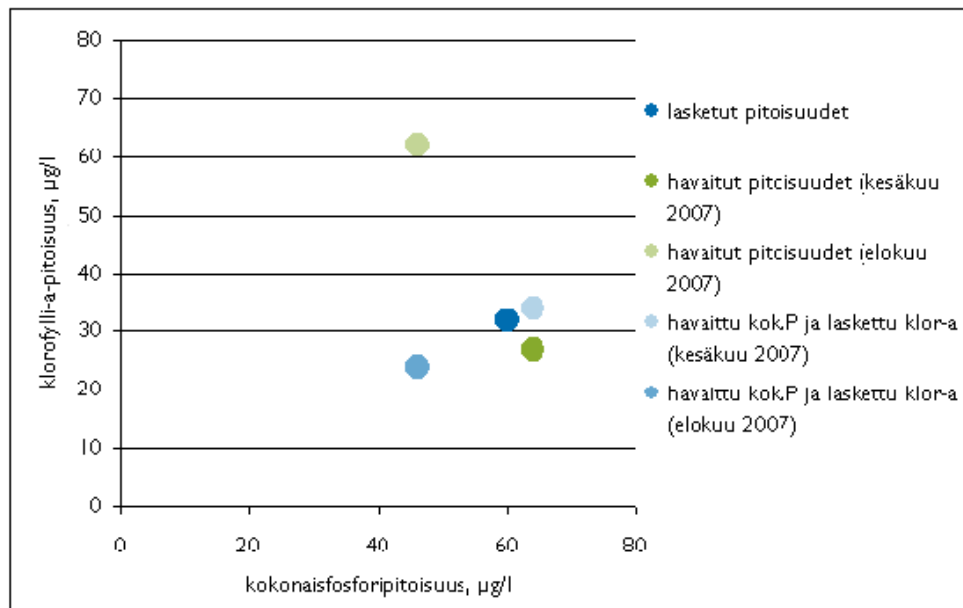
Tuleva fosforikuormitus, kg/a	Keskimääräinen laskettu fosforipitoisuus, µg/l	Mitattu fosforipitoisuus, µg/l
1 195	60	64 (kesäkuu 2007) 46 (elokuu 2007)

Jos verrataan havaitun kokonaisfosforipitoisuuden perusteella laskettua ja järvessä havaittua klorofylli-a-pitoisuutta, huomataan havaitun olevan laskettua alhaisempi kesäkuussa ja korkeampi elokuussa. Korkeampi arvo viittaisi kalaston veden laatua heikentävään vaikutukseen, samoin kuin klorofyllipitoisuuden ja kokonaisfosforin suhde, joka on 0,42 (kesäkuu 2007) ja 1,35 elokuussa (taulukko 4, kuva 6).

Taulukko 4. Linkullasjönin lasketut ja havaitut klorofylli-a-pitoisuudet.

	Havaitun kokonaisfosforipitoisuuden perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l	Laskennallisen keskimääräisen kokonaisfosforipitoisuuden perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l	Havaitut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l
Vuonna 2007 kesäkuu	34		27
Vuonna 2007 elokuu	24	32	62

Linkullasjöniin tulevan laskennallisen ulkoisen kuormituksen mukaan saatu laskettu kokonaisfosforipitoisuus (tummansininen ympyrä) oli kesäkuun havaittu (tummanvihreä ja vaalein sininen) pitoisuutta alhaisempi, mutta korkeampi kuin elokuun vastaava (vaaleansininen ja vaaleanvihreä) (kuva 6). Kun verrataan kokonaisfosforipitoisuudesta laskettuja klorofylli-a-pitoisuuksia havaittuihin klorofylli-pitoisuuksiin, huomataan, että malli ei ennusta leväkukintaa. Elokuun havaittu klorofyllipitoisuus (vaaleanvihreä) on huomattavasti korkeampi kuin mallin antama (vaaleansininen). Kesäkuussa ei ollut kukintaa ja tämä näkyy siinä, että vaalein sininen ja tummanvihreä ympyrä ovat hyvin lähellä toisiaan.



Kuva 6. Linkullasjönin laskettujen ja havaittujen kokonaisfosfori- ja klorofylli-a-pitoisuuksien vertailu.

### 4.3 Tavoitteet

Tavoitetilan määrittämiseksi lähetettiin kysely sähköpostitse paikallisille toimijoille. Yhteenveto osakaskunnan ja yhden ranta-asukkaan vastauksista on liitteessä 1. Tavoitteet on kirjoitettu vastausten ja tekijän oman käsityksen pohjalta. Konkreettiset tavoitteet on mietitty tekijän toimesta.

Vastaajat pitivät Linkullasjönin hyvinä puolina sen sopivaa sijaintia ja virkistyskäyttömahdollisuutta. Järvessä on ollut hyvä kuha- ja jokirapukanta, eikä siinä ole aiemmin esiintynyt sinileväkukintoja. Huonoja ominaisuuksia ovat järviruo'on aiheuttama umpeenkasvu koko järvessä, veden samentuminen voimakkaasti saateen jälkeen, luusuan umpeenkasvu (veden korkeus voi nousta kovalla sateella jopa 60 cm), kuhakannan heikentyminen ja rapujen pienikasvuisuus. Tärkeimpiä muutoksia, jotta järven tila paranisi, olisi ravinnekuormituksen pienentäminen (esim. laskeutusaltaat) ja luusuan ruoppaus. Kunnostuksen jälkeen järven vesi olisi kirkkaampaa, vähemmän ravinteikasta ja puhtaampaa. Kalastoon kuuluisi kuhaa, haukea ja meritaimenta. Samoin rapukanta olisi elinvoimainen. Maisema pysyisi samanlaisena, lehtipuumetsää harvennettaisiin jonkin verran. Järviruokoa olisi selvästi vähemmän.

Kokonaisfosforipitoisuus oli kesäkuussa 64 µg/l ja elokuussa 46 µg/l. Tavoitteeksi voidaan asettaa 20 µg/l, vaikka tavoitteen saavuttaminen saattaa olla vaikeaa. Klorofyllipitoisuus oli elokuussa 46 µg/l. Tämä pitäisi saada huomattavasti alhaisemmaksi (10 µg/l). Kalaston rakenne pitäisi saada muutettua vähemmän särkikalavaltaiseksi. Tällöin särkikalaja olisi alle 60 % kalakannasta. Vesikasvillisuuden aiheuttamaa umpeenkasvua on estettävä. Järveen kohdistuva ulkoinen fosforikuormitus on erittäin suurta (1195 kg) järven sietokykyyn nähden. Kuormitusta pitäisi vähentää n. 950 kg.

# 5 Mahdollisia menetelmiä Linkulasjönin kunnostamiseen

## 5.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen

Linkulasjönin suuren ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi pitäisi tehdä paljon toimenpiteitä. Valuma-alueella on paljon peltoviljelyä, jonka osuus fosforikuormituksesta on lähes 90 %. Toimenpiteet tulisikin kohdistaa pelloilta tulevan ravinnekuormituksen vähentämiseen. Viljelijät ovat tuoneet esiin huolensa siitä, että järven johtavat ojat eivät vedä, jolloin vesi seisoo pelloilla. Tämä aiheuttaa varmasti kuormituksen lisääntymistä. Myös järven luusua on erittäin umpeenkasvanut, minkä seurauksena vesi voi jäädä ojiin ja pelloille.

### 5.1.1 Maatalouden ulkoinen ravinnekuormitus

Maatalouden aiheuttamaa kuormitusta voidaan estää sellaisilla toimenpiteillä, jotka estävät peltojen pintaeroosiota. Etenkin kuormituksen syntymisen estäminen on tärkeää. Jo syntynyttä kuormitusta voidaan yrittää pidättää muodostumisalueellaan erilaisten toimenpiteiden, kuten suojavaoöhykkeiden tai laskeutusaltaiden avulla. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseen tähtääviin toimenpiteisiin voi saada ympäristötukea. Jotta järven kunnostus olisi pitkälläkin aikavälillä kannattavaa ja järven tilaa parantavaa täytyy ulkoinen kuormitus saada mahdollisimman pieneksi. Jos ulkoinen kuormitus on liian suurta, myös järven sisäinen kuormitus voimistuu. Kuormitusta pitäisi vähentää 80 % eli n. 950 kg, jotta sallittu taso saavutettaisiin.

Valuma-alueelle kannattaa perustaa suojavaoöhykkeitä. Suojavaoöhykkeet vähentävät erittäin tehokkaasti sekä ravinne- että kiintoainekuormitusta vesistöihin. Fosforivähennyksen on todettu olevan 30 – 40 % ja kiinto-ainevähennyksen 60 % (Uusi-Kämpä & Kilpinen 2000). Suojavaoöhyke on peltomaille vesistön varteen perustettava vähintään 15 m leveä pysyvän heinämäisen kasvillisuuden peittämä alue. Suojavaoöhykkeitä perustetaan erityisesti jyrkille pelloille. Samoin sortuvat tai helposti tulvivat pellot ovat suositeltavia kohteita. Toimiakseen kunnolla suojavaoöhykettä tulee hoitaa. Hoito tapahtuu ensisijaisesti niittämällä tai laiduntamalla. Vesiensuojelun kannalta laajat, useamman tilan yhteiset suojavaoöhykkeet ovat parhaita kuormituksen vähentäjiä. Suojavaoöhykkeen perustamista ja hoitoa olisi-kin hyvä suunnitella yhteistyössä naapurien kanssa. Tällöin saadaan yhtenäisinä suojavaoöhykekokonaisuuksia, jolloin niiden vaikutus kuormituksen vähentämiseen kasvaa (Valpasvuo-Jaatinen 2003). Suojavaoöhykkeiden tarkemmat paikat ja tarpeellisuus tulee varmistaa maastokäynnein.

Peltojen sisältämä fosforimäärä voidaan määrittää viljavuuspalvelun avulla. Lannoituksen vähentäminen on helpompaa, jos maan voidaan osoittaa olevan fosforikyllästeinen. Lannoitusmäärien saamiseksi oikealle tasolle voidaan laskea lohkokohtaisia ravinnetaseita. Ravinnetaseen avulla selvitetään maatalan ravinteiden käytön tehokkuutta ja saadaan tietoa ravinteiden vuotokohdista. Taselaskennalla voidaan tunnistaa hyvin menestyvät ja kehittämistä kaipaavat tuotannon osat ja toimenpiteet voidaan kohdistaa kriittisille alueille. Tällöin on mahdollista säästää kustannuksia ja parantaa tilan taloutta (Rajala 2001).

Pelto-ojien liuskojen loiventamisessa uoman tulvatilavuus kasvaa (Mattila 2005). Tästä seuraa uomaerosion määrän vähentymistä. Myös luiskien vahvistaminen vähentää eroosiota. Pelto-ojien käsittelyssä pitäisi huomioida myös toimen-



piteiden vaikutukset kalastoon. Monet kalalajit käyttävät järveen laskevia ojia kutupaikkoinaan. Erityisesti hauki kutee tällaisissa ojissa, jos vain ojan veden laatu ja kasvillisuus mahdollistavat sen. Jotta vesi ei lämpiäsi ojissa liikaa, pitäisi ojien varsilla olla puita tai pensaita antamassa varjostusta. Suojavyöhykkeellä on mahdollista olla myös muutamia yksittäisiä puita. Tämän takia suojavyöhykkeen perustaminen ja kalastolliset kunnostukset tukevat toisiaan. Ojassa oleva kasvillisuus antaa suojaa ja ravintoa kalanpoikasille. Jos kasvillisuus on liian tiheää, veden virtaus estyy ja tämä aiheuttaa veden laadun heikentymistä. Tällöin voi esiintyä happikatoja tai veden lämpötilan liiallista nousua. (Aulaskari ym. 2003)

Ennen pelto-ojien varsilla oli painanteita ja altaita, mutta nykyinen viljelykulttuuri on hävittänyt nämä luontaiset kosteikot ja laskeutusaltaat. Kosteikoilla ja laskeutusaltailla on tarkoitus estää veteen joutuneen kiintoaineen ja ravinteiden kulkeutuminen alapuoliseen vesistöön. Kosteikoiden kasvillisuus poistaa myös vedessä liuenneina olevia ravinteita, kun taas laskeutusaltaassa poistetaan vain kiintoainekseen sitoutunutta fosforia. Laskeutusaltaat on tyhjennettävä mielellään kerran vuodessa, jotta ne toimisivat parhaalla tavalla. (Puustinen & Jormola 2003). Saviaines ei kerkeä laskeutua altaisiin savihiukkasten rakenteen vuoksi. Tämän vuoksi laskeutusaltaat eivät välttämättä toimi kovinkaan tehokkaasti Linkullasjärven pelto-ojissa. Kosteikot voivat toimia paremmin, mutta tämä suositus pitäisi tarkistaa maastokäynnillä.

Kuormitusta voidaan vähentää myös viljelyteknisillä toimenpiteillä. Jos pelto kynnetään rantojen ja ojien suuntaisesti vähenee fosforikuormitus huomattavasti. Suorakylvössä eroosion määrä vähenee paljon pellon ollessa ympärivuotisesti kasvipeitteinen. Tällöin kasvusto kylvetään suoraan sänkipeltoon ilman erillistä muokkausta (Alakukku 2004 ref. Mattila 2005). Myös keinolannoitteiden tai karjanlannan annostelu suoraan maan pintakerroksen alle on mahdollista (Tulisalo 1998 ref. Mattila 2005).

### 5.1.2 Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus

Haja- ja loma-asutuksen osuus ulkoisesta fosforikuormituksesta on 5 %. Tämä vastaa noin 60 kg fosforia vuodessa. Asutusta ei ole paljon järven rannoilla, vaan se on hajallaan koko valuma-alueella. Myös tähän kuormituslähteeseen pitää kiinnittää huomiota ja mahdollisuuksien mukaan vähentää sitä. Haja-asutuksen jätevesien fosfori on suoraan leville käyttökelpoisessa muodossa, minkä vuoksi jätevesikuormitus rehevöittää järveä hyvin helposti.

Lainsäädäntö muuttui jätevesien käsittelyn osalta vuonna 2003. Tällöin annettiin asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Asetuksen mukaan jätevesistä on saatava puhdistettua 85 % fosforista ja 40 % typestä. Kunta voi lieventää tai tiukentaa kyseisiä määräyksiä. Vesien suojeleminen kannalta tärkeälle alueelle voidaan myös antaa määräys jätevesien johtamisesta alueen ulkopuolelle tai kokonaan pois kuljettamisesta. (Mattila 2005)

Kiinteistökohtaiset jätevedet on käsiteltävä nykyisen käsityksen mukaan maaperäkäsittelyllä tai laitepuhdistamoissa, joissa esikäsitteilyä ovat saostussäiliöt. Saostussäiliöt on tyhjennettävä vähintään kaksi kertaa vuodessa. Vesien suojeleminen kannalta kiinteistökohtaisten kuivakäymälöiden käyttö on erittäin suositeltavaa. Kuivakäymälä on käymälä, joka ei käytä vettä virtsan eikä ulosteiden kuljettamiseen. Kuivakäymälän on oltava tiiviillä pohjalla, eikä käymälästä saa valua nesteitä maahan. (Hinkkanen 2006).

Paras tapa haja-asutuksen jätevesien käsittelylle on yleiseen viemäriverkostoon liittyminen. Monissa kunnissa viemäriverkostoa laajennetaan jatkuvasti. Pelkkä vesijohtoverkoston laajennus ei ole hyvä asia vesien suojelelulle vaan se kas-

vattaa vesistöön kohdistuvaa kuormitusta, jos vesijohdon lisäksi ei ole viemäröintiä.

### 5.1.3 Kotieläinten aiheuttama kuormitus

Linkullasjönin valuma-alueella ei pidetä kotieläimiä. Valuma-alueella on aiemmin ollut sikaloita, joiden kuormitus on saattanut osaltaan johtaa järven nykyiseen rehevään tilaan.

## 5.2 Vesikasvien poisto

Vesikasvien poistamisella ei yleensä paranneta veden laatua vaan tarkoituksena on lisätä avointa vesialaa ja näin helpottaa uimista, veneilyä ja kalastusta. Veden laatu voi kuitenkin parantua, jos veden virtaus alueella paranee vesikasvien poiston jälkeen. Tällöin esim. tiiviissä kasvustossa esiintyvät happikadot saattavat vähentyä. Vesikasveja voidaan myös poistaa maisemallisista syistä siten, että avovesi ja kasvillisuus muodostavat mosaiikkimaisen kuvion. Vesikasveilla on suuri merkitys eläinplanktonille, koska ne tarjoavat suojapaikkoja niille kalojen saalistusta vastaan (Perrow ym. 1999; Hagman 2005). Eläinplankton koostuu mm. vesikirpusta, jotka syövät leviä. Jos eläinplanktoniin kohdistuu suurta saalistusta, kasviplanktonin eli levien määrä voi kasvaa. Lisäksi vesikasvien pinnoilla on kiinnittyneinä epifyyttisiä leviä, joiden käyttämät ravinteet jäävät poiston jälkeen kasviplanktonille. Vesikasvit tarjoavat myös suojaa ja ravinnonhankintapaikkoja kalanpoikasille ja kutupaikkoja aikuisille kaloille. Samoin vesikasvien merkitys vesilinnuille on ilmeinen. Ylitiheän kasvillisuuden harvennus on usein tärkeää kalaston ja linnuston elinolojen kannalta. Järveen laskevien ojien suissa vesikasvillisuus on tärkeä ravinteiden pidättäjä. Etenkin peltovaltaisilla rannoilla ja ojien suistoissa tulee liiallista vesikasvien poistoa varoa. Vesikasvien niitossa on erittäin tärkeää kerätä kasvijätteet järvestä, jottei järveen jää hajoavaa ainesta, joka kuluttaa happea ja vapauttaa ravinteita.

Vesikasveista uposlehtiset ottavat osan ravinteistaan vedestä lehdillään, kun taas ilmaversoiset ja kelluslehtiset ottavat ravinteet sedimentistä (Wetzel 2001). Kaikki vesikasvit tarvitsevat valoa yhteyttämiseensä. Sameissa vesissä ei yleensä tästä syystä ole uposlehtisiä (Hyytiäinen 2000). Uposlehtisiin kuuluvien vesikasvien häviäminen kertookin veden laadun huonontumisesta.

Kasvillisuus on paikoitellen erittäin runsasta ja umpeenkasvua esiintyy sekä järven itä- että länsipäässä. Länsipäässä kasvillisuus koostuu pääosin järviruo'osta. Järviruo'on poisto on tuloksellista, kunhan niitetään tarpeeksi usein. Paras ruovikon niittoajankohta on heinäkuun puolestävälisestä elokuun puoleenväliin. Jos niitetään useammin kuin kerran kesässä, ensimmäinen niittokerta voi olla kesäkuun lopulla (Kääriäinen & Rajala 2005).

Linkullasjönin luusua sijaitsee järven itäpäässä (kuva 6). Siellä kasvillisuus koostuu osmankäämistä, uistinvidasta ja ulpukasta. Jotta osmankäämin vähentäminen onnistuisi, täytyy niitto toistaa muutamaan kertaan. Maalla kasvavien osmankäämien poistossa täytyy käyttää muita menetelmiä. Ajelehtivien, irronneiden osmankäämilauttojen poisto vaatii usein kaivinkonetta, jotta ne saadaan nostettua ylös järvestä. (Kääriäinen & Rajala 2005). Uistinvidan niitosta on sekä huonoja että hyviä kokemuksia. Uistinvidan poisto vaatii useita niittokertoja, koska kasvi on hyvin sitkeä. Sen pehmeä varsi vaikeuttaa niittoa, koska se taipuu helposti niittoterän edessä ja sotkeutuu siihen (Kääriäinen & Rajala 2005). Ulpukalla on hyvin paksu juurakko, josta versoaa uusia lehtiä. Tämän vuoksi ulpukkaa ei suositella niitettävän (Kääriäinen & Rajala 2005). Ulpukka kannattaisi poistaa juurakoineen erään-

laisen harauslaitteen avulla. Koska menetelmä aiheuttaa pohjan pölyämistä, sitä ei voi tehdä kesäaikaan. Paras ajankohta ulpukoiden poisharaukselle on syys – lokakuu, jolloin järven virkistyskäyttö on vähäisempää. Tällöin ravinteita on myös enemmän kasvien juurakoissa. Poiston aiheuttama veden samentuminen on yleensä ohimenevää, mutta työnaikaisia veden laadun ja näkösyvyyden muutoksia kannattaa seurata. Järvessä esiintyy myös järvikortetta, jota voidaan niittää, mutta kaikki leikkuujätteet pitää kerätä huolellisesti pois järvestä. Korte pystyy lisääntymään edellisenä vuonna leikattujen versojen jokaisesta nivelestä, jolloin sen leviäminen tehostuu, jos leikkuujätteitä jää järveen. (Kääriäinen & Rajala 2005)



Kuva 7. Linkullasjönin itäosan umpeenkasvua. Kuva: Tero Taponen.

Vesikasvien poistosta voi aiheutua leväkukintoja. Tämä johtuu siitä että, niittäminen saattaa jättää ravinteita kasviplanktonin käyttöön, kun kasvien pinnoilla kiinnittyneinä olleet epifyyttiset levät poistuvat niittojätteen mukana. Leviä kontrolloiva eläinplankton saattaa myös menettää suojapaikkansa ja altistuu kalojen saalistukselle, minkä seurauksena levien määrä voi kasvaa. Vesikasvillisuus saattaa myös korvautua toisilla, vaikeammin poistettavilla lajeilla.

Vesikasvien niiton laajuus vaikuttaa luvantarpeeseen. Pienimuotoinen niitto ei vaadi lupia, vähäistä suuremmasta niitosta on tehtävä ilmoitus kuukautta ennen toimenpiteeseen ryhtymistä vesialueen omistajalle ja ympäristökeskukselle. Vesikasvien poistolle arvioidaan kustannuksiksi 85 – 500 euroa niitettyä hehtaaria kohden vuodessa (Airaksinen 2004).

Vesikasvien poiston vaikutuksia tulee seurata vuosittain. Tärkeää olisi seurata, miten kasvillisuuden levinneisyys muuttuu. Tämä kannattaa tehdä piirtämällä karttaan kasvillisuusrajat. Seuranta tulee tehdä aina samaan vuoden aikaan. Seurannassa tulee myös kirjata ylös havainnot kasvilajien korvautumisista toisilla lajeilla.

## 5.3 Kalaston hoito

### 5.3.1 Tehokalastus

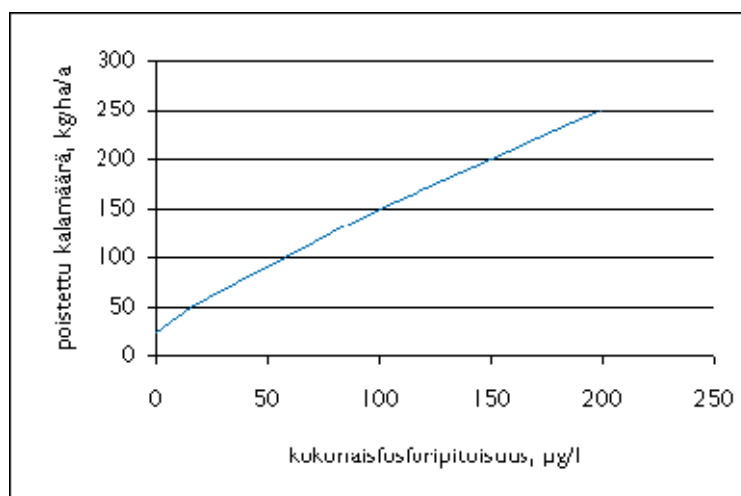
Järven eliöyhteisön rakennetta on mahdollista muuttaa tehokalastamalla. Tällöin kasviplanktonin määrän pitäisi vähentyä. Yhteisön jäsenillä on keskinäisiä vuoro-vaikutuksia toisiinsa. Kun yhdestä tulee runsas, niin joku vähenee - ja päinvastoin. Tähän ajatukseen perustuu tehokalastus eli biomanipulaatio (Shapiro 1980).

Kasviplanktonin eli levän määrää kontrolloivat toisaalta vedessä olevat ravinteet ja valo, toisaalta eläinplankton laidunnuksensa kautta. Sellaiset kalat ja selkärangattomat pedot, jotka käyttävät eläinplanktonia ravinnokseen voivat säädellä eläinplanktonin määrää. Eläinplanktonin määrän pitäisi kasvaa, kun kalastetaan eläinplanktonia syöviä kaloja. Tällöin vastaavasti kasviplanktonin määrän pitäisi vähentyä. Tehokalastusta voidaan tukea istuttamalla petokaloja. Petokalat kontrolloivat eläinplanktonia syövien kalojen määrää. Menetelmällä voidaan myös vähentää järven sisäistä kuormitusta. Pohjalta ravintonsa hankkivat kalat pölyttävät pohjaa ja näin vapauttavat ravinteita yläpuoliseen vesimassaan (Sammalkorpi ja Horppila 2005). Pyynnin kohdistuessa näihin kaloihin, niiden aiheuttama pohjan pölytyks vähenee ja kasviplanktonin käytettävissä olevat ravinnemäärät vähentyvät. Tehokalastuksen seurauksena vesi voi kirkastua ja siitä taas saattaa seurata vesikasvillisuuden voimakasta leviämistä. Jottei järven kalasto ala muuttua uudelleen särkikalavaltaiseksi, tehokalastuksen on oltava tarpeeksi tehokasta ja jatkuvaluonteista. Muutama lämmin kesä ilman kalastusta voi jo alkaa hivuttaa kalastoa särkien suuntaan. Petokalakannoissa muutosta ei näy, koska niitä kuitenkin kalastetaan koko ajan. Yhtenä mahdollisuutena on myös täsmäpyytää nuorimpia särkikalajoja syksyllä. Se voimistaisi petoahvenkantaa.

Linkullasjönissä on tehty koenuottoaus vuonna 2003 ja nuottoauksia vuosina 2004 – 2005. Näiden perusteella kalaston voidaan todeta olevan särkikalavaltainen.

#### **Kuinka paljon Linkullasjönistä on poistettava kaloja?**

Veden kokonaisfosforipitoisuuden mukaan voidaan arvioida saalistavoitetta (kuva 8). Jos kokonaisfosforipitoisuus on alle 50 µg/l, sopiva saalistavoite on 50 - 100 kg/ha/a (Sammalkorpi ym. 1999). Vuoden 2007 kesäaikaisen kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvon (55 µg/l) mukaan saalistavoitteeksi tulisi n. 100 kg/ha/a ja maksimipitoisuuden (64 µg/l) mukaan 110 kg/ha/a (kuva 8).



Kuva 8. Poistettavan kalabiomassan arvioiminen veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella (Sammalkorpi ym. 1999).

Jeppesenin ja Sammalkorven (2002) mukaan poistettavan kalabiomassan (kg/ha) voi laskea yhtälön  $16,9 \cdot TP^{0,52}$  mukaan, jossa TP = kokonaisfosforipitoisuus  $\mu\text{g/l}$ . Poistettavaksi kalabiomassaksi tulee tällä menetelmällä n. 136 kg/ha, kun käytetään keskiarvoa (55  $\mu\text{g/l}$ ).

Ravintoketjukurkennostus vaatii vesialueen omistajan luvan. Samoin tehokaslastusta tekevillä talkoolaisilla tulee olla valtion kalastuksenhoitomaksu suoritettuna. Ravintoketjukurkennostus maksaa noin 33 – 750 euroa/ha (Airaksinen 2004).

### 5.3.2 Valtaojien ja purojen kunnostus

Linkullasjoniin johtavat valtaojat ja purot voivat toimia kalojen kutupaikkoina. Jos näiden varsille perustettaisiin suojavyöhykkeet, vähentyisi ravinteiden ja kiintoaineen kulkeutuminen vesistöön. Suojavyöhykkeille istutetut yksittäiset puut tai pensaat estävät veden liiallista lämpiämistä ja antavat varjostusta. Puut tuovat myös ravintoa ja suojaa eliöstölle. Varjostus myös vähentää vesikasvien kasvua. Ojat ovat useimmiten suorina, leveinä ja matalina. Virtausolosuhteista tulee monipuolisempia, kun uomaan lisätään mutkaisuutta ja syvyysuhteiden vaihtelua. Mataluus aiheuttaa uoman umpeenkasvua. Kasvillisuus ei saisi olla liian tiheää, jolloin vesi ei pääse virtaamaan riittävästi. Kasvillisuutta ei saa kuitenkaan poistaa kokonaan vaan tehdä kasvuston sekaan kasvillisuudesta vapaa kapea uoma. Tämä helpottaa erityisesti meritaimenten mahdollista kudulle nousua syksyllä. Tällöin kapeassa uomassa virtaus pysyy hyvänä, vaikka ajankohtaan nähden virtaama olisi alhainen. Kasvillisuutta voidaan myös poistaa laikuittain. Niittojätteet on kerättävä aina tarkasti pois vesistöstä. Valtaojien ja purojen uomiin voidaan myös lisätä soraa, kiviä ja puuainesta, jotta uomasta tulisi parempi ja monipuolisempi elinympäristö niin kaloille kuin muillekin eliöille. (Aulaskari ym. 2003).

### 5.3.3 Meritaimenkannan huomiointi

Linkullasjoniin voi nousta meritaimenia, vaikka niitä ei ole Inkoonjoen koskien sähkökoekalastuksissa havaittu (Inkoon kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma). Meritaimenet tarvitsevat mahdollisia kutupaikkoja järveen laskevissa puroissa. Karttatarkastelun pohjalta voisi löytyä yksi lisääntymiseen sopiva paikka. Tämä puro sijaitsee järven koillispuolella, Smedsin peltoaukeiden eteläpuolella. Lisäksi jostain purosta saattaisi olla mahdollista tehdä taimenen kudulle sopiva. Esimerkiksi Damsin puro saattaisi toimia luonnonmukaisena peruskuivatus- ja kalataloudellisenä kunnostuskohteena.

### 5.3.4 Kalaston rakenteen seuranta

Tehokaslastuksen vaikutuksia tulee seurata vuosittain tai joka toinen vuosi koekalastuksin. Koekalastuksessa suositellaan käytettävän Nordic-yleiskatsausverkkoja. Kyseisten verkkojen avulla on mahdollista havaita pienten, 5 – 10 cm:n mittaisten särkikaloiden osuus kalayhteisössä. Koekalastuksen tuloksiin pitää suhtautua tietyllä varauksella, koska verkko on valikoiva pyydys. Isokokoiset särkikalat jäävät usein kokonaan huomaamatta, niin kuin hauetkin. Ahventen määrä taas voi korostua, koska ne jäävät piikkisten eviensä takia verkkoihin helpommin kiinni. Paras ajankohta koekalastukselle on loppukesä, jolloin järven olosuhteet ja kalojen käyttäytyminen ovat vakaita. Tällöin on erittäin tärkeää kirjoittaa ylös veden lämpötila, verkkojen lukumäärä ja pyyntiaika. Koekalastamalla voidaan arvioida vesistön kalakannan kokoa, kalayhteisön rakennetta ja eri kalalajien runsaussuhteita. Näissä tapahtuvia muutoksia on mahdollista seurata, kun verrataan eri koekalastusten

yksikkösaaliita toisiinsa. Yksikkösaaliit ilmoitetaan joko kalojen lukumääränä tai massana verkkoa kohden. Yksikkösaaliissa tapahtuvien muutosten perusteella voidaan arvioida kalakannan suhteellista runsautta. Saaliin keskipaino otetaan ylös lajikohtaisesti. Myös poistopyynnin yksikkö- tai päiväsaaliista on hyvä pitää kirjaa ja tehdä tarkat saalisotannot. (Kurkilahti & Rask 1999).

Yhteenveto: Kaloja tulisi poistaa Linkullasjäönistä 100 – 136 kg/ha/a tehokalas-tamalla. Kalastuksen säätelyssä taas verkkojen silmäkooksi kannattaa ehdottaa 55 mm:n silmäkoko. Tämä on sopiva kuhalle. Meritaimenen mahdollisia lisääntymisalueita pitäisi kartoittaa maastokäynnin.

## 5.4 Rapukannan kasvun parantaminen

Linkullasjäönissä on paikallisten toimijoiden mukaan hyvä jokirapukanta, jonka tiheydeksi on arvioitu 1 500 rapua. Järvessä on esiintynyt 40 – 50 vuotta sitten rapurutto. Vuosittain järvestä ravustetaan 300 – 400 rapua. Enin osa rapusaaliista on alle 10 cm:n mittaisia (Siggberg 2008). Huonot olosuhteet ja / tai liian suuri ravustus-paine voi aiheuttaa kasvun heikentymistä. Huonoilla alueilla kasvu hidastuu esim. ravintokilpailun koventuessa. Toisaalta se, että pieniä rapuja esiintyy paljon, viittaisi siihen, ettei olosuhteissa ole ongelmia.

Ravut ovat herkkiä veden laadun muutoksille. Koska ravut ovat hidasliikkeisiä, ne eivät ehdi siirtyä paremmille elinalueille. Niiden elinympäristöä haittaavat useimmiten ruoppaukset, veden pinnan säännöstelyt, jokien perkaukset, ojitukset ja vesien pilaantuminen yleensä. Erityisesti pohjan liettyminen aiheuttaa rapukannan taantumista. Ravut käyttävät ravinnokseen pohjaeläimiä ja vesikasvillisuutta ja näiden tuhoutuminen toimenpiteiden tai esim. liettymisen seurauksena heijastuu suoraan rapukantaan. Tämän pitäisi kuitenkin heijastua myös pienikokoisten rapujen kantaan.

Rapukannan rakenteen ja tiheyden varmistamiseksi kannattaa tehdä koeravustus ennen ravustuskauden alkamista. Olisi hyvä käyttää samanlaisia mertoja eri vuosina tehtävissä ravustuksissa, jolloin tulosten vertailu on helpompaa. Samoin syötti on hyvä pitää aina samana. Pyynnissäoloaika tulee vakioida ja kirjata ylös. Linkullasjäönin koeravustus kannattaa tehdä pitämällä 25 merta pyynnissä neljän peräkkäisen yön ajan. Pyydetyistä ravuista tulee määrittää sukupuoli ja mitata pituus, minkä jälkeen ne pitää vapauttaa. Ravustuksesta saadaan yksikkösaaliit (rapua/merta/yö) selville, jolloin voidaan arvioida rapukannan tiheyttä (taulukko 6).

Taulukko 6. Rapukannan tiheyden arvioiminen yksikkösaalistiedon perusteella.

Saalis rapua/merta/yö	Rapukanta
Yli 10	Erittäin tiheä
4 – 10	Tiheä
1 – 4	Kohtalainen
0,1 – 1	Harva
Alle 0,1	Erittäin harva

Järven tämänhetkistä soveltuvuutta ravuille voidaan selvittää maastotutkimuksen avulla. Siinä määritetään mm. pohjan laatu ja mahdolliset suojapaikat, kuten kivet ja puunrungot. Olosuhteiden suotuisuutta voidaan tutkia sumputuskokeilla.

Jokirapujen istuttaminen on luvanvaraista toimintaa. Lupa tulee hakea Uudenmaan TE-keskuksesta. Istutukset tulee tehdä elokuun aikana ja ne on suunnattava hyvälle ravustusalueille. Koska Inkoonjoen vesistössä on jokirapua, jota ei Uudellamaalla enää ole paljon, tulee täplärapua ehdottomasti välttää. Seuraavana vuonna istutusten onnistumista voidaan seurata koeravustuksella. Jos olosuhteista ei löydy mitään erityistä, on mahdollista myös selvittää ravinnoksi kelpaavien pohjaeläinten tiheydet. (Tulonen ym. 1999).

Yhteenveto: Linkullasjönin soveltuvuus ravuille kannattaa määrittää maastotutkimuksen avulla. Rapukannan tiheys tulisi varmistaa koeravustuksin. Jos olosuhteet ovat muuttuneet ravuille huonommiksi, toimenpiteet pitäisi suunnata ensin näiden parantamiseen. Lisäksi ravustuksen säätelyä kannattaa miettiä koeravustuksen antaman kannan tiheyden perusteella.

## 5.5 Happipitoisuuden lisääminen

Hapettaminen estää fosforin vapautumisen sedimentistä. Fosfori sitoutuu rauta- ja mangaaniyhdisteisiin hapellisissa olosuhteissa (Lappalainen & Lakso 2005). Hapetuksella voidaan rikkoa järven lämpötilakerrostuneisuus joko tarkoituksella tai tahattomasti. Kesäaikana tästä saattaa seurata sekä hyviä että huonoja vaikutuksia veden laatuun. Voimakas kerrostuneisuus estää ravinteiden siirtymisen alusvedestä pintaveteen, jolloin esimerkiksi leväkukintojen syntyminen on epätodennäköisempää. Kerrostumattomassa järvessä koko vesimassa voi sekoittua jatkuvasti, jolloin myös resuspensio kasvaa (Evans 1994). Resuspensiolla tarkoitetaan sedimentin sekoittumista vesimassaan eli järven pohjaan sedimentoituneet ainekset tulevat käyttöön uudelleen. Kerrostuneessa järvessä tyyni sää voi johtaa vesimassan vakauden kautta sinilevien parempaan kilpailukykyyn (Cooke ym. 2005). Sinilevät voivat säädellä esiintymissyvyyttään kaasuvakuoliensa avulla. Kaasuvakuoli on sinileväsolun sisällä oleva kaasurakkula. Kerrostuneisuuden purkautuminen lisää veden sekoittumista ja nopeasti vajoavat kasviplanktonilajit (esim. piilevät) tulevat kilpailukykyisemmiksi (Cooke ym. 2005).

Hapetuksella on vaikutuksia eliöyhteisön rakenteeseen. Kerrostuvissa järvissä alusvedessä voi olla selvästi pintakerrosta alhaisempi happipitoisuus. Myös matalissa järvissä voi esiintyä selvästi alhaisempia happipitoisuuksia pohjanläheisissä vesissä, vaikka kerrostuneisuus olisikin heikko. Osa vesikirpuista voi hakea suojaa vähähappisuudesta. Toisaalta hapetus on lisännyt vesikirppujen määriä selvästi toisissa tutkimuksissa (Cooke ym. 2005). Näiden tutkimusten mukaan alusveden hapellisuus mahdollistaa eläinplanktonin vaeltamisen syvemmälle suojaan saalistusta.

Jungon ym. (2001) mukaan sekoittumisella voidaan vaikuttaa kasviplanktonin koostumukseen, jos kasviplanktonilajien esiintymistä rajoittaa valon puute. Jos ravinteet ovat rajoittavana tekijänä kasviplanktonille, niin sekoittuminen voi lisätä levien määriä, jos ravinnepitoisuus kasvaa sekoittumisen myötä. Kerrostuneessa järvessä päällysvedessä yhteyttäminen johtaa alhaiseen hiilidioksidipitoisuuteen ja sitä kautta korkeaan pH-arvoon. Alusvedessä on vastaavasti korkea hiilidioksidipitoisuus ja alhainen pH-arvo. Sekoittumisen myötä alusveden pH-arvo voi nousta, jolloin fosforia saattaa alkaa vapautua sedimentistä.

Linkullasjössä on esiintynyt happikatoja sekä kesäisin että talvisin. Noin 60 % koko vesitilavuudesta on pinnan ja kolmen metrin välillä. Kolmesta viiteen metriin ulottuvalla syvyyssuoralla on noin 30 % tilavuudesta ja noin 10 % yli viiden metrin syvyydessä (taulukko 7). Vähähappista vettä oli yli viiden metrin syvyydessä sekä kesä- että elokuussa 2007. Kolmen metrin syvyydessä happea oli riittävästi. Neljän metrin syvyydessä olisi ollut happea arvion mukaan noin 4 mg/l.

Viiden metrin syvyistä vettä on pinta-alaltaan 28,96 ha, mikä vastaa noin 50 % koko järven alasta. Tältä alalta voi vapautua fosforia yläpuoliseen veteen happipitoisuuden ollessa alhainen.

Taulukko 7. Linkulasjönin syvyysluokat

Syvyysluokka	Tilavuus, 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Osuus (%) tilavuudesta
0 – 1	573,21	23
1 – 2	517,21	20
2 – 3	459,74	18
3 – 4	399,75	16
4 – 5	332,29	13
5 – 6	212,01	8
6 – 7	29,49	1
<b>Yhteensä</b>	<b>2 523,70</b>	<b>100</b>

Linkulasjön kerrostuu, mutta lämpötilaerot eivät ole kovin suuria. Kerrostuneisuus voi purkautua tuulten sekoittavan toiminnan vuoksi. Kesäkuussa lämpötila oli yhden metrin syvyudessa 18,4 °C, kolmen metrin syvyudessa 17,4 °C ja yli viiden metrin syvyudessa 15,3 °C. Elokuussa vastaavat luvut olivat 23,1 °C, 21,7 °C ja 19,1 °C.

Pohjasedimentin merkitys ravinteiden vapauttajana on merkittävä (Heikkilä 2008). Koska yli viiden metrin syvyistä aluetta on järven pinta-alasta noin puolet, kannattaa järven kunnostamisessa harkita kesäaikaista hapettamista. Myös talvisin järvessä on havaittu alusveden vähähappisuutta, mutta leutoina talvina tätä ongelmaa ei ole esiintynyt. Linkulasjönille esitetäänkin tehtäväksi tarkempi hapetussuunnitelma, mistä ilmenee juuri kyseiseen järveen teholtaan ja muilta ominaisuuksiltaan sopiva laitteisto, järven hapetustarve ja laitteen sijainti.

## 5.6 Sedimentin poistaminen

Ruoppauksella tarkoitetaan pohjasedimentin poistamista järvestä. Yleensä menetelmän tavoitteena on järven vesisyvyyden ja -tilavuuden lisääminen, ravinnekierron vähentäminen veden ja sedimentin välillä, kasvillisuuden vähentäminen ja saastuneiden tai myrkyllisten ainesten poistaminen järvestä. Lisäksi ruoppauksilla voidaan parantaa esim. uimarantojen käyttökelpoisuutta (Viinikkala ym. 2005).

Järven sedimentistä liukenee ravinteita alusveden ollessa hapetonta. Linkulasjön ei kärsi mataluudesta aiheutuvista haitoista. Sen luusuassa on kuitenkin selvää umpeenkasvua (kuva 8). Tämän seurauksena vedet jäävät pelloille seisomaan, eivätkä järveen johtavat ojat vedä. Koko järveä ei kannata lähteä ruoppaamaan, mutta luusuaa olisi mahdollista ruopata.





Kuva 9. Linkullasjärvin luusua on erittäin umpeenkasvanut. Kuva: Tero Taponen

Luusuan ruoppaus kannattaa suunnitella huolella. Sedimentin vesipitoisuus on aivan sedimentin pinnassa 85 % ja laskee sen jälkeen ollen 20 cm:n syvyydessä vajaa 70 % (taulukko 8). Sedimenttinäyte on otettu järven syvimmästä kohdasta, mutta tuloksia voinee soveltaa harkiten myös luusuaan. Vesipitoisuudesta johtuen imuruoppaus saattaa olla kauharuoppausta parempi vaihtoehto – etenkin, jos talvet pysyvät leutoina. Muuten ruoppauksen voisi tehdä talvella kaivinkoneella.

Taulukko 8. Linkullasjärvin sedimentin vesipitoisuus eri syvyyksissä.

Syvyys, cm	Vesipitoisuus, %
0	85
20	68
40	69
60	65
80	75

Rannan kunnostustyön, kuten esimerkiksi ruoppauksen tai vesikasvien niiton, aloittamisesta ja suorittamisesta on ilmoitettava ennalta vesilain 1 luvun 30 §:n ja vesiasetuksen 85 a §:n perusteella alueelliselle ympäristökeskukselle. Ilmoitus on tehtävä vähintään kuukautta ennen työn aloittamista ja siihen on liitettävä selvitys työn suoritustavasta. Ilmoitusta ei tarvitse tehdä mikäli toimenpide on merkitykseltään vähäinen (Ympäristöhallinto 2008). Lisäksi vähäistä suuremmasta ruoppauksesta pitää tehdä ilmoitus vesialueen omistajalle ja naapureille. Vähäisestä ruoppauksesta riittää ilmoitus kuntaan ja naapureille (Viinikkala ym. 2005). Monissa kunnissa pyydetään ilmoittamaan kaikki ruoppaukset kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Ruoppaus ei ole enää vähäistä, jos poistettavan massan määrä on yli 100 m<sup>3</sup> (Viinikkala ym. 2005). Laajat ruoppaukset vaativat ympäristölupaviraston luvan. Luvantarpeen selvittää alueellinen ympäristökeskus ruop-

pausilmoituksen perusteella. Jäältä suoritettava ruoppaus maksaa 13 400 – 20 200 €/ha ja rannalta 5 000-8 400 €/ha, imuruoppaus puolestaan maksaa 6 700 – 16 800 €/ha (Airaksinen 2004).

Ruoppaus aiheuttaa samentumista ja kiintoainepitoisuuden nousua. Samoin ravinnepitoisuudet voivat kasvaa. Ruoppauksen vaikutuksia järven veden laatuun tulee seurata ennen ja jälkeen toimenpiteen. Lisäksi on huomioitava vaikutukset alapuoliseen vesistöön. Inkoonjokeen voi nousta meritaimenia, minkä vuoksi luusuan ruoppaus on suunniteltava erittäin huolella. Linkullasjönille ehdotetaan tehtäväksi tarkempi suunnitelma toimenpidettä koskien. Suunnitelmassa valitaan oikea ruoppausmenetelmä ja arvioidaan ruopattavan määrän suuruus. Lisäksi suunnitelmassa esitetään läjitysalueet sekä annetaan arvio kustannuksista.

## 6 Soveltumattomat menetelmät

### 6.1 Vedenpinnan nosto

Linkullasjönin vedenpintaa ei ole tarpeelliseksi nostaa. Pellot ulottuvat hyvin lähelle rantaviivaa, minkä takia vedenpinnan nosto olisi hankala toteuttaa. Vaikka syvyyden kasvattaminen saattaisi vähentää vesikasvien aiheuttamaa umpeenkasvua, se luultavasti kasvattaisi järveen tulevaa kuormitusta.

### 6.2 Fosforin kemiallinen saostaminen

Fosforin kemiallisella saostamisella alennetaan veden kokonaisfosforipitoisuutta ja fosforin vapautumista sedimentistä. Saostuksessa käytetään rauta- tai alumiiniyhdisteitä. Rautayhdisteet vaativat toimiakseen hapelliset olot, alumiiniyhdisteet toimivat hapettomissakin olosuhteissa. Alumiiniyhdisteiden haittana on niiden voimakas happamoittava vaikutus, mistä saattaa seurata kalakuolemia. Veden fosforipitoisuuden alenemisen myötä kasviplanktonin määrä vähenee ja vesi kirkastuu. Tämän seurauksena vesikasvillisuus saattaa levitä voimakkaasti. Etenkin uposlehtiset vesikasvit voivat muodostaa tiheitä kasvustoja. Saostuksen vaikutukset ovat lyhytaikaisia, minkä takia käsittely saatetaan joutua uusimaan muutaman vuoden välein (Oravainen 2005).

Fosforin kemiallista saostamista ei kannata tehdä lyhytviipymäisissä järvissä. Oravaisen (2005) mukaan veden viipymän ollessa alle 1 – 2 vuotta, korvautuu järvessä oleva vesi nopeasti uudella valumavedellä, joka voi olla ravinteikasta ja josta saostuskemikaali puuttuu. Järven ulkoinen kuormitus on liian suurta ja sen viipymä on noin 70 päivää. Viipymä on laskettu 0,4 m<sup>3</sup>/s keskivirtaaman mukaan. Tämän takia fosforin kemiallista saostamista ei suositella järven kunnostusmenetelmäksi.

## 7 Seuranta

Linkullasjönin veden laatua tulee seurata. Suositusten mukaan järivistä tulisi ottaa mielellään kolme kertaa kesässä ja kerran talvella vesinäyte (Eurowaternet 2007). Jos näytteitä ei ole mahdollista ottaa montaa kertaa kesässä, niin paras ajankohta niiden ottamiselle on heinä-elokuu. Talviaikana riittää yksi analyysi (maaliskuu), mutta happipitoisuutta kannattaisi seurata useammin. Kesällä vedestä kannattaa määrittää ainakin kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuus, klorofylli-a-pitoisuus ja happipitoisuus. Myös veden pH, väri ja sameus kannattaa selvittää. Talvella näytteestä kannattaa analysoida ainakin kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuus ja happipitoisuus.

Happipitoisuuden seuranta varten olisi kannattavaa ostaa happimittari. Mittarin avulla hapetta voidaan seurata vaikka viikoittain. Hapetta kannattaa seurata kuitenkin vähintään kerran kuukaudessa. Happi kannattaa mitata pinnasta että pohjan läheltä. Pintanäyte kannattaa ottaa 50 – 100 cm:n syvyydestä. Hapetta voi mitata tämän jälkeen metrin välein ja kirjata lukemat ylös. Syvyyden määrittämistä varten kannattaa merkitä happimittarin kaapeliin pituus 50 cm:n välein ilmastointiteipillä. Happimittari tulee kalibroida laitteen mukana tulevien ohjeiden mukaan sekä huolehtia, että sen mittausanturissa on mittauksen onnistumiseen vaadittavia kemikaaleja. Samoin happimittarin huolto on järjestettävä laitteen ohjeiden mukaisesti.

Ranta-asukkaiden kannattaisi sopia järven näkösyvyyden jatkuvasta seurannasta, koska näkösyvyyden seurannalla saadaan selville helposti muutokset veden laadussa.

Vesikasvillisuuden leviämistä on tarpeen seurata, vaikka järvessä ei niitettäisikään. Paikalliset asukkaat voisivat hyvin vastata kasvillisuuden seurannasta. Etenkin tehokalastuksen jälkeen on hyvä tarkkailla kasvillisuuden leviämistä. Tärkeää olisi merkitä vuosittain karttaan kasvillisuusrajat ja kasvilajit ja tarvittaessa tehdä tarkempia kasvillisuuskartoituksia 2-3 vuoden välein.

Hoitokalastuksen tuloksellisuutta tulisi seurata jatkuvilla saalisotoksilla sekä määrääjain tehtävin koekalastuksin.

Kuormituksen seuranta on vaikeampaa, koska luotettavien tulosten saaminen vaatii suuria näytemääriä. Suuntaa-antavia tuloksia voi saada seuraamalla silmämääräisesti veden samentumista sateiden jälkeen.

## 8 Yhteenveto

Linkullasjönin kunnostuksessa on tärkeintä ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Ulkoista kuormitusta tulee eniten peltoviljelystä, joten toimenpiteet pitää suunnata juuri maatalouden kuormituksen vähentämiseen. Järveen tulee savisameita pelto-ojia, joihin voisi olla mahdollista tehdä kosteikoita. Kosteikkojen toimivuus pitää pohtia tarkemmin. Toisaalta luusuan avaaminen vähentäisi vesien seisomista pelloilla, jolloin syntyisi vähemmän kuormitusta.

Linkullasjönin sedimentti on todettu sisäkuormitteiseksi. Hapetus olisi yksi varteenotettava kunnostusmenetelmä. Linkullasjönille esitetäänkin tehtäväksi tarkempi hapetussuunnitelma, mistä ilmenee juuri kyseiseen järveen teholtaan ja muilta ominaisuuksiltaan sopiva laitteisto, järven hapetustarve ja laitteen sijainti.

Linkullasjönille ehdotetaan tehtäväksi tarkempi suunnitelma koskien luusuan ruoppausta. Suunnitelmassa valitaan oikea ruoppausmenetelmä ja arvioidaan ruopattavan määrän suuruus. Lisäksi suunnitelmassa esitetään läjitysalueet sekä annetaan arvio kustannuksista. Luusuan ruoppauksessa on huomioitava erityisesti sen aiheuttamat mahdolliset haitat alapuoliseen Inkoonjokeen. Menetelmä saattaisi kuitenkin parantaa jopa meritaimenen nousumahdollisuutta ja yleensä veden virtausta järvessä. Samoin vesikasvien niitto saattaa parantaa veden virtausta.

Linkullasjönin kalasto on särkikalavaltainen, minkä vuoksi hoitokalastusta voidaan jatkaa. Jotta hoitokalastuksella voidaan vaikuttaa veden laatuun, sen pitää olla tarpeeksi tehokasta. Kalastuksen säätelyssä kannattaa ottaa huomioon kuhalle sopivat suositukset, kuten verkkojen silmäkokorajoitus. Meritaimenen mahdollisia kutupaikkoja voidaan kartoittaa maastokäynnein.

Rapukannan kasvun parantamiseksi kannattaa selvittää rapujen elinympäristön tila ja esittää mahdollisia toimenpiteitä sen parantamiseen. Lisäksi on hyvä selvittää rapukannan nykyinen tila ja tiheys. Tietojen perusteella voidaan esittää toimenpiteitä, joilla rapujen kasvu saataisiin parantumaan.

Veden laadun seuranta on erittäin tärkeää, jotta eri menetelmien vaikutukset järven tilaan nähdään ajoissa. Tällöin on mahdollista tehostaa jotain toimintaa ja siirtyä johonkin vaihtoehtoiseen tapaan, jos tila esimerkiksi huononee. Esimerkiksi hapetustehon arvioiminen on vaikeaa. Mittaamalla happipitoisuutta voidaan havaita ajoissa, jos hapetus on riittämätöntä. Tällöin tehoa voidaan lisätä nopeammin. Happipitoisuuden seuranta varten suositellaan ostettavan happimittari.

## LÄHTEET

- Airaksinen J. 2004. Vesivelho-hankkeen loppuraportti. Suunnitteluohjeistus rehevöityneiden järvien kunnostamiseen. Savonia-ammattikorkeakoulu, Tekniikka, Kuopio. 96 s. ISBN 952-9533-90-X.
- Alakukku L. 2004. Suorakylvö. *Vesitalous* 45 (3): 31–32.
- Aulaskari H., Lempinen P. & Yrjänä T. 2003. Kalataloudelliset kunnostukset. Teoksessa Luonnonmukainen vesirakentaminen (toim. Jormola J., Harjula H. & Sarvilinna A. Suomen ympäristö nro 631. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. ISBN 952-11-1424-X.
- Bärlund, I. & Tattari, S. 2001. Ranking of parameters on the basis of their contribution to model uncertainty. *Ecological Modelling*, 142 (1-2): 11-23.
- Cooke G. D., Welch E. B., Peterson S. A. & Nichols S. A. 2005. Restoration and management of lakes and reservoirs. Lewis Publishers, kolmas painos. 591 s. ISBN 1-56670-625-4.
- Eurowaternet / Valtakunnallinen veden laadun seuranta. 29.11.2007 (Päivitetty). [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > Suomen ympäristökeskus > Tutkimus > Hankkeet ja tulokset > Veden laadun seuranta järvisyvänteillä (EIONET) [viitattu 28.11.2008]
- Evans R. D. 1994. Empirical evidence of the importance of sediment resuspension in lakes. *Hydrobiologia* 284 (1) : 5–12.
- Frisk T. 1978. Järvien fosforimallit. Vesihallitus, Helsinki. Vesihallituksen tiedotus 146, Helsinki. 114 s. ISBN 951-46-3412-8.
- Granlund, K., Rekolainen, S., Grönroos, J., Nikander, A. & Laine, Y. 2000. Estimation of the impact of fertilisation rate on nitrate leaching in Finland using a mathematical simulation model. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80 (1-2): 1-13.
- Hagman A.-M. 2008. Inkoon Linkullasjärven perustilan selvitys vuonna 2007. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskus - Raportteja 11. 20 s. ISBN 978-952-11-3173-8.
- Hagman A.-M. 2005. *Sida crystallina* kesänaikainen suknessio - kulluslehtikasvuston ja veden laadun merkitys vesikirppupopulaatiolle. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto. 50 s.
- Heikkilä K. 2008. Linkullasjärven sedimenttitutkimus. [Julkaisematon raportti].
- Hinkkanen K. 2006. Kuivakäymälän hoito ja käymäläjätteen käsittely. Käymäläseura Huussi ry, Tampere. ISBN 952-91-9985-6.
- Hyytiäinen U.-M. 2000. Tarkkaile kotijärveäsi. Havaitse ajoissa haitallinen rehevöityminen. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 9 s. [Julkaisematon moniste].
- Inkoon kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma vuodelta 2001. [http://inga.inga.fi/~fiske//inkoo\\_kayttojahoito.htm](http://inga.inga.fi/~fiske//inkoo_kayttojahoito.htm). [viitattu 17.9.2008.]
- Jeppesen E. & Sammalkorpi I. 2002. Lakes. Julkaisussa: Perrow M. R. & Davy A. J. (toim.), Handbook of ecological restoration. Cambridge University Press. New York. s. 297 – 324. ISBN 0-521-79129-4.
- Jungo E., Visser P. M., Stroom J. & Mur L. R. 2001. Artificial mixing to reduce growth of the blue-green alga *Microcystis* in Lake Nieuwe Meer, Amsterdam: an evaluation of 7 years of experience. *Water Science and Technology: Water Supply* 1 (1): 17-23.
- Kurkilahti M. & Rask M. 1999. Verkkokoekalastukset. Julkaisussa: Böhling P. & Rahikainen M. (toim.), Kalataloustarkkailu, periaatteet ja menetelmät. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki, s. 151 – 161. ISBN 951-776-187-2.
- Kääriäinen S. & Rajala L. 2005. Vesikasvillisuuden poistaminen. Julk.: Ulvi T. & Lakso E. Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 336 s. ISBN 951-37-4337-3.
- Lappalainen K. M. 1990. Kunnostuksen ja hoidon ekologiset perusteet. Julkaisussa: Ilmavirta V. (toim.), Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino, Helsinki. s. 45 – 53. ISBN 951-570-051-5.
- Lappalainen K. M. & Lakso E. 2005. Järvien hapetus. Julk.: Ulvi T. & Lakso E. Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 336 s. ISBN 951-37-4337-3.
- Mattila H. 2005. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Julk.: Ulvi T. & Lakso E. Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 336 s. ISBN 951-37-4337-3.
- Mattsson, T., Finér, L., Kortelainen, P. & Sallantausta, T. 2003. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. *Water, Air and Soil Pollution* 147 (1-4): 275–297.
- Oravainen R. 2005. Fosforin kemiallinen saostus. Julk.: Ulvi T. ja Lakso E. Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 336 s. ISBN 951-37-4337-3.

- Perrow M. R., Jowitt A. D. J., Stansfield J. H. & Phillips G. L. 1999. The practical importance of the interactions between fish, zooplankton and macrophytes in shallow lake restoration. *Hydrobiologia* 395–396: 199–210.
- Pietiläinen O-P. & Räike A. 1999. Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 313. 64 s. ISBN 952-11-0503-8.
- Puustinen M. & Jormola J. 2003. Kosteikot ja laskeutusaltaat. Maatalouden ympäristötuen erityistuet. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 11 s.
- Rekolainen, S., Pitkänen, H., Bleeker, A. & Siettske, F. 1995. Nitrogen and phosphorus fluxes from Finnish Agricultural Areas to the Baltic Sea. *Nordic Hydrology* 26 (1): 55–72.
- Sammalkorpi I., Horppila J. & Ruuhijärvi J. 1999. Levähaitta vai kala-aitta? Kotijärvi kuntoon hoitokastuksella. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 15 s. [Julkaisematon moniste].
- Sammalkorpi I. & Horppila J. 2005. Ravintoketjukunnostus. Teoksessa: Järvien kunnostus (toim. Ulvi T. & Lakso E.). Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 336 s. ISBN 951-37-4337-3.
- Shapiro J. 1980. The importance of trophic-level interactions to the abundance and species composition of algae in lakes. Julkaisussa: Barica J. & Mur L. R. (toim.), Hypertrophic ecosystems. Dr. W. Junk Publishers, s. 105-116. ISBN 90-6193-752-3.
- Sigberg P. 2008. Suullinen tiedonanto puhelinkeskustelun perusteella 5.12.2008.
- Tattari, S., Bärlund, I., Rekolainen, S., Posch, M., Siimes, K., Tuhkanen, H-R. & Yli-Halla, M. 2001. Modeling field scale sediment yield and phosphorus transport in Finnish clayey soils. *Transactions of the ASAE* 44 (2): 297 – 307.
- Tulisalo U. 1998. Taloudellisesti ja ekologisesti kestävään lannoitukseen. *Käytännön Maamies* 47 (2): 4-7.
- Tulonen J., Järvenpää T. & Westman K. 1999. Julk.: Böhling P. & Rahikainen M. (toim.) Kalataloustarkkailu. Periaatteet ja menetelmät. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 301 s. ISBN 951-776-187-2.
- Uusi-Kämpä J. & Kilpinen M. 2000. Suojakaistat ravinnekuormituksen vähentäjänä. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 83: 49 p. + 2 app.
- Valpasvuo-Jaatinen P. 2003. Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito. Maatalouden ympäristötuen erityistuet. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 11 s.
- VEPS-järjestelmä: (päivitetty ) [www.ymparisto.fi/palvelut](http://www.ymparisto.fi/palvelut) > Tietojärjestelmät ja aineistot > Vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä VEPS. Päivitetty 22.5.2006, viitattu 8.9.2008.
- Viinikkala J., Mykkänen E. & Ulvi T. 2005. Ruoppaus. Julk.: Ulvi T. & Lakso E. Järvien kunnostus . Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 336 s. ISBN 951-37-4337-3.
- Vollenweider R. A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Memorie dell'istituto italiano di idrobiologia* 33 (2): 53-83.
- Wetzel R. G. 2001. *Limnology. Lake and river ecosystems*. Academic Press. 1006 s. ISBN 0-12-744760-1.
- Ympäristöhallinto. 14.3.2007 (Päivitetty). [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > Vesivarojen käyttö > Rantojen kunnostus > Ilmoitus vesirakennustyöstä [viitattu 28.11.2008]

## LIITTEET

## Liite I: Förfrågan om Linkullasjön Vad är målsättningarna för restaurering – Yhteen veto osakaskunnan ja yhden asukkaan vastauksista

Nuvarande tillstånd:

I början borde Ni tänka på Linkullasjöns egenskaper. Hurdana är de nuförtiden?

Linkullasjöns bästa egenskaper:

1. Vilka saker gör Ert hemträsk unikt och/eller viktigt?

- En viktig rekreationsplats för delägarna
- Har varit en fiskrik sjö, speciellt gösförekomsten har uppskattats
- Har haft en kraftig flodkraftstam
- Har varit så gott som fri från blågröna alger
- Sopiva sijainti kannaltani

Linkullasjöns värsta/dåliga egenskaper:

2. Vilka saker borde förändras i sjöns tillrinningsområde och i sjön (tänka på till exempel sjöns bruk och egenvärde)? Lägg de här sakerna i prioriteringsordning.

**Tillrinningsområde:**

- Ravinnekuormituksen pienentäminen
- Vid rikliga regn strömmar det kraftigare i tillrinningsbäckarna varvid lerpartiklar tillförs sjön och grumlar till vattnet (speciellt år 2008)
- Kunde sedimenteringsbassänger råda bot på fenomenet?
- Sjön verkar inte må bra. Ändå har markägarna täckdikar sina åkrar på 1960- och 70-talet (vilket borde ha minskat urlakningen), ingen har djur på gårdarna längre och miljömedvetenheten är på hög nivå.

**Sjö:**

- Vassen växer kraftigt och breder ut sig i sjön
- Sjöns utlopp har vuxit igen (vid kraftiga och långvariga regn kan vattennivån stiga med upp till 60 cm!), utloppet borde alltså muddras (en sprängning från äldre tider i bäcken reglerar den rätta vattennivån)
- Gösbeståndet har minskat kraftigt (beror enligt vår uppfattning inte på rikligt fiske), svag eller ingen reproduktion
- Kräftorna växer inte till sig (i regel kan 5 - 15 % av fångsten tas upp, resten är under 10 cm) – räcker inte födan till, har kräftorna inte tillräckligt med skydd mot sina naturliga fiender?
- Notdragning av skräpfisk har utförts – svårt att utläsa något som helst resultat

**Måltillstånd:**

Föreställ Er att man hade obegränsade resurser som man kunde använda till restaurering av sjöar. Man skulle även kunna använda alla metoder fritt och det skulle inte finnas motstånd från vederbörliga människor eller lagstiftning. Det skulle också vara möjligt att utveckla nya restaureringsmetoder.

3. Hurdant skulle Linkullasjön vara efter restaurering år 2020?

Ni borde tänka på åtminstone följande saker: landskap, makrofyttvegetation, fiskbestånd, vatten kvalitet och tillrinningsområdets egenskaper, sjöns värde under rådande förhållanden och i framtiden och sjöns värde i sig.



**Landskap:**

I stort sett som nu, omväxlande, ömsom åker, ömsom lövträdsbestånd, kunde säkert glesas ut medels gallringshuggning

**Vattenvegetation:**

Klart mindre jämfört med nu – gäller speciellt beståndet av vass

**Fiskbestånd:**

En hyggligt värdefiskbestånd (t.ex. gös och gädda) samt en välmående kräftstam Kuhaa ja meritaimenta.

**Vatten kvalitet:**

Klarare och renare vatten jämfört med nu, rätt pH-värde och hygglig näringsbalans Kirkaampi vesi

**Tillrinningsområdets egenskaper:**

Mycket lite man kan påverka – vore sedimenteringsbassänger något att överväga?

**Sjöns värde under rådande förhållanden:**

Rekreativvärde rätt OK som det är – fisk- och kräftfångsterna kunde vara betydligt större

**Sjöns värde i framtiden:**

Rekreativvärde kommer alltid att bestå, det vore dock önskvärt att betingelserna för fisken och kräftorna kunde förbättras

**Sjöns värde i sig:**

Är svårt att beskriva i ord – sjön och dess tillstånd är synnerligen viktigt för delägarna och invånarna i sjöns närhet

**Påståenden:**

	Helt av samma åsikt	Delvis av samma åsikt	Kan inte säga	Delvis av annan åsikt	Helt av annan åsikt
Man måste fortsätta vårdfisket, fast det inte skulle förbättra vattenkvalitet.				1	
Vattenvegetation hämmar sjöns rekreatjonsbruk mer än den ger landskapligt sken för sjön.	1		1		
Man kan rikta restaureringsmetoderna bara till tillrinningsområdet, om det finns alltför stor yttre belastning.		1		1	
Om den yttre belastningen är alltför stor, metoderna som man gör i sjön är inte tillräckliga.	1			1	
Man bör se effekterna av restaurering snabbt.		1	1		
Restaurering av sjöar är en långsam och långsiktig aktivitet.	2				
Före restaurering det är viktigt att man kartlägger sjöns tillstånd.	2				
Man kan även använda nya, experimentella restaureringsmetoder.	2				

## Liite 2: VEPS Kuormitus

teksti lainattu VEPS:istä

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty vesistökuormituksen arviointiin VEPS-järjestelmä (www-ymparisto.fi/palvelut >Tietojärjestelmät ja aineistot > vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä VEPS), jonka avulla voidaan arvioida 3. jakovaiheen vesistöalueilla eri kuormituslähteiden suuruutta. Vesistöt on jaettu Suomessa 74 päävesistöalueeseen, jotka jakautuvat osa-alueiksi (1. jakovaihe). Nämä taas jakautuvat yhä pienemmiksi (2. jakovaihe) ja pienemmiksi (3. jakovaihe). Neljäs jakovaihe vastaa järven omaa valuma-alueita. VEPS-järjestelmä arvioi pistekuormituksen, maatalouden, metsätalouden, luonnonhuhutuman, laskeuman ja haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen. VEPS:llä voidaan arvioida kokonaistypen ja -fosforin kuormat vuositasolla (kg/km<sup>2</sup> /a).

*Erityisen tärkeää on muistaa, että VEPS-järjestelmä pystyy tuottamaan ainoastaan suuntaa-antavaa tietoa eri hajakuormituslähteiden suuruudesta. Maankäyttömuodot saadaan 3. jakovaiheen vesistöalueiden tarkkuudella, kun taas useimmat käytetyt laskentamenetelmät on arvioitu suurempien alueiden aineistojen (esim. metsätilastolliset toimenpiteet) perusteella. Laskennoissa käytetyt regressiokaavat (esim. luonnonhuhutuma), suorat mitaushavainnot (esim. laskeuma) sekä mallinnustulokset (esim. maatalous) perustuvat suhteellisen suppeaan aineistoon, joka on alueellistettu kattamaan kaikki 3. jakovaiheen vesistöalueet. VEPS ei huomioi ravinteiden sedimentoitumista vesistöihin. Tuloksiin on syytä suhtautua kriittisesti ja hyödyntää tulosten tulkinnessa paikallista asiantuntemusta, HERTTA-tietojärjestelmän vedenlaatutietoa ja karttapohjaista tausta-aineistoa alueen hydrologisista ja morfologisista tekijöistä. Vertailu muiden mallityökalujen antamiin tuloksiin on erittäin suotavaa.*

Pistekuormituksen osalta VEPS-järjestelmän lähtötiedot perustuvat Valvonta ja kuormitustietojärjestelmän (VAHTI) tuottamiin laitoskohtaisiin tietoihin. VAHTI on osa Ympäristönsuojelun tietojärjestelmää (YSL 27§) ja siihen tallennetaan tietoja mm. ympäristölupavelvoitusten luvista ja päästöistä vesiin ja ilmaan sekä jätteistä. Tietojärjestelmä tuottaa perustiedot valtakunnantason ympäristökuormituksesta ilmaan ja vesiin sekä jätetiedot. Tietojärjestelmä sisältää ympäristökuormitustietoja 1970-luvulta lähtien. Sektorijätevesi, ilma, jäte) ja parametrikohtaisesti tietojen esiintyminen vaihtelee runsaasti. Tietojen luotettavuus aikasarjoissa vaihtelee. Ympäristökuormitustiedot ilmoitetaan yleisesti vuosiarvoina, eräiden tietojen osalta kuitenkin kuukausiarvoina. Toimialoja ovat: asutus, jätteenkäsittely, kalankasvatus, saastuneet maa-alueet, teollisuus ja liikenne. Liikenteellä tarkoitetaan lentokenttien jätevesiä. VAHTI-järjestelmään ei ole kattavasti tallennettu vuosikuormituksia turvetuotantoalueista, kaatopaikoista, turkistarhoista ja karjasuojista.

Peltoviljelyn aiheuttaman fosforikuormituksen laskenta perustuu matemaattisella ICECREAM-mallilla (Tattari et al., 2001; Bärlund ja Tattari, 2001) laskettuihin kuormituslukuuihin. Kokonaistyyppikuorma perustuu VEPS1-version SOIL-N simulointituloksiin (Granlund et al., 2000). ICECREAM-simulointiajot on tehty viiden, eri puolella Suomea sijaitsevan ilmastoaseman vuosien 1990-2000 meteorologisten havaintojen perusteella. Vesistöalueen kuormituksen laskennassa käytetty ilmastoasema on valittu lähinnä aseman läheisyyden perusteella. Kuormitustulokset edustavat pitkäaikaista (10 v.) keskimääräistä kuormitusta, eikä tuloksia voida käyttää esim. hydrologisesti erilaisten vuosien kuormitusarviointiin.

Peltojen kasvilajitietona on käytetty TIKEn v. 2002 kuntatilastoista saatuja kasvitietoja ja maalajitieto perustuu Viljavuuspalvelun peltojen pintamaan maalajitietoon. Kullekin kunnalle on määritetty aineiston perusteella vallitseva maalaji, kun taas kasvitiedoista on laskettu kunkin kasvilajin prosenttiosuuden mukaan ns. alueella kasvava keskimääräinen kasvi. Näiden tietojen perusteella on laskettu peltojen kaltevuustiedon avulla (DEM, 25 x 25 m) kullekin 3. jakovaiheen vesistöalueelle ominaiskuormitusarvio hyödyntäen edellä

mainittuja mallituloksia. Pitkäaikaisista seurantaprojekteista ja maatalouskoekenttien tuloksista on laskettu suhteellisen laajat vaihteluvälit sekä fosforin että typen kuormitukselle ja simuloitunut kuormitusarvot on skaalattu tähän vaihteluväliin (Rekolainen et al, 1995).

Metsätaloustoimenpiteiden vesistökuormitus lasketaan VEPS-järjestelmässä metsätilastojen ja eri tutkimuksista saatujen metsätalouden toimenpiteiden ominaishuuhtoutumiarvojen avulla. Vuotuiset metsätalouden toimenpidetiedot on saatu Metsäntutkimuslaitoksesta. Kuormituslaskelmat tehtiin erikseen ojituksen, kunnostusojituksen, raskaasti muokattujen uudistushakkuiden, kevyemmin muokattujen uudistushakkuiden, kivennäismaiden typpilannoituksen ja turvemaiden fosforilannoituksen fosfori- ja typpihuuhtoutumista. Vaikka myös muista toimenpiteistä, kuten muokkaamattomista uudistushakkuista ja metsätilojen rakentamisesta voi tulla kuormitusta, katsottiin se tässä tarkastelussa merkityksettömäksi valuma-alueittain. Metsäkeskuksittain ilmoitettu metsätilastotieto on muunnettu koskemaan kuutta pää-vesistöaluetta: 4= Vuoksen vesistöalue, 14= Kymijoen vesistöalue, 35= Kokemäenjoen vesistöalue, 59= Oulu-joen vesistöalue, 65= Kemijoen vesistöalue ja 67= Tornionjoen- ja Muonionjoen vesistöalue. Tämän lisäksi laskettiin erikseen Suomenlahteen, Saaristomereen, Selkämereen, Perämereen, Vienanmereen ja Jäämereen laskevien pienempien vesistöjen kuormitus. Toimenpiteiden määrien oletettiin jakautuvan tasaisesti koko metsäkeskuksen maapinta-alalle. Vesistöalueen tai vesistöaluejoukon (esim. Suomenlahteen laskevat pienet vesistöalueet) kokonaiskuormitus metsätaloudesta jaetaan tasaisesti koko vesistöalueen metsätalousmaalle. VEPS-järjestelmä käyttää tätä lukua osaluokkien kuormituksena. Yksittäisen kuormittavan tapahtuman vaikutuksen oletettiin erään poikkeuksin kestäväksi 10 vuotta.

Luonnonhuuhtoutumalla ymmärretään metsämaaperästä, soilta ja pelloilta luonnontilassa vesistöihin joutuvaa kuormitusta. VEPSissä kokonaisravinteiden luonnonhuuhtoutuma arvioidaan perustuen 42 luonnontilaiselta, pieneltä valuma-alueelta mitattuun keskimääräiseen huuhtoutumaan Suomen eri osissa (Mattson et al., 2003 ja Kortelainen et al., in prep.). Tässä tehtävä yleistys perustuu siihen, että kokonaisravinteiden huuhtoutuminen riippuu turvemaiden osuudesta valuma-alueilla.

Erytisesti kivennäismaavaltaisilla alueilla (joilla turvemaiden osuus <30%) luonnonhuuhtoutumassa Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä on tasoero. Etelä-Suomessa typen luonnonhuuhtoutumaa lisää mm. viljavampi maaperä ja korkeampi typpilaskeuma. Turvemaavaltaisilla alueilla (>30%) aineiston hajonta on merkittävää eikä selkeää eroa maan eri osien välillä voitu havaita. Turvemaiden/kivennäismaiden osuutta valuma-alueesta käytetään laskennassa siis indeksinä, johon integroituu monien muidenkin tekijöiden, mm. ilmaston ja hydrologian osuutta alueellisesta vaihtelusta.

Suomen ympäristökeskus (SYKE) mittaa kansallisena seurantaohjelmana sadeveden ainepitoisuuksia ja kokonaislaskeumaa (ns. bulk-laskeuma), joka koostuu sateen mukana tulevasta märkälaskeumasta sekä keräimeen laskeutuvista leijuvista hiukkasista eli kuivalaskeumasta. Suurin osa laskeumanäytteen ilmaperäisistä epäpuhtauksista on yleensä märkälaskeumasta peräisin. Koko maan kattavassa asemaverkossa mittausasemat on pääosin sijoitettu haja-asutusalueille. Näillä mittausalueilla ei ole merkittäviä pistemäisiä ilman epäpuhtauksien päästölähteitä, joten mittauksilla on pyritty havainnoimaan ns. taustalueille sateen mukana tulevan ainekuormituksen perustasoa. SYKE mittaa tällä hetkellä kokonaislaskeumaa 14 havaintoasemalla. VEPSin laskeumatiedot perustuvat näihin mittauksiin. VEPS:ssä kullekin aluekeskukselle on määritetty ominaislaskeuma perustuen alueella sijaitsevien laskeumaseuranta-asemien vuotuisiin laskeumakeskiarvoihin. Kunkin 3. jakovaiheen vesistöalueen ominaiskuormitusarvo on arvioitu näiden tietojen perusteella. Laskeuman vuotuiset vaihtelut sekä alueelliset erot voivat olla suuria, kokonaistypen laskeuma-arvot vaihtelevat 188 – 1042 mg /m<sup>2</sup> /a ja kokonaisfosforin 4 – 25 mg /m<sup>2</sup> /a . Vaihtelua voi aiheuttaa sadannan vuosien väliset ja vuoden sisäiset vaihtelut sekä typen osalta myös päästöjen vähentyminen viimeisen 10 – 15 vuoden aikana. Korkeimmat laskeuma-

arvot mitataan Etelä- ja Länsi-Suomessa, missä Suomen omien päästöjen ja kaukokulkeuman vaikutus on suurin. Laskeuma-arvot, erityisen tyypin osalta, pienenevät pohjoista kohti mentäessä kun etäisyys suurempiin päästöalueisiin kasvaa.

Turvetuotantolaitosten perustiedot löytyvät VAHTI-tietojärjestelmästä, mutta toistaiseksi päästötiedot puuttuvat järjestelmästä. Kuormitustiedot on tarkoitus päivittää VAHTI-tietojärjestelmään v. 2004 aikana. Toistaiseksi, tietojen puuttuessa, kuormitus on VEPS:ssä arvioitu laskennallisesti ominaiskuormitusarvioiden avulla. Nykyisessä VEPS-järjestelmässä turvetuotantoalueiden sijainti ja laajuus arvioidaan satelliittikuviin pohjautuvasta maankäyttö- ja puustotulkinnasta. Kuormituksen laskennassa käytetään turvetuotannon ominaiskuormituksen oletusarvona 0,27 kg/ha/a fosforille ja 10 kg/ha/a typelle. Turvetuotannon aiheuttamalle vesistökuormitukselle on ominaista suuret vuotuiset vaihtelut johtuen tuotannon vaiheesta ja valuntaolosuhteista. Turpeen erilainen laatu ja kuivatusvesien erilaiset käsittelymenetelmät aiheuttavat myös eroja kuormituksessa.

Uudessa VEPS:ssä haja-asutustiedot perustuvat vuoden 2000 tilastoihin (Rakennus- ja huoneistorekisteri 2000). Tilastoista ilmenee viemäriverkostoon liittymättömien asukkaiden ja asuinhuoneistojen määrä haja-asutusalueilla ja taajamissa. Haja-asutuksen ominaiskuormitusarvio perustuu tutkimustuloksiin varustetasoltaan erilaisten haja-asutusten kuormituksesta. Vesistökuormitusta vähentävänä tekijänä luvuissa on lisäksi jo otettu huomioon arvioitu keskimääräinen jäteveden purkupaikan etäisyys vesistöstä. Käytetyistä yleistyksistä johtuen näitä ominaiskuormituslukuja on käytettävä varoen, erityisesti kun arvioidaan vesistö-kuormitusta pienillä, 3. jakovaiheen vesistöalueilla.

Rakennettu ympäristö muuttaa vesistöjä ja lähiympäristön vesiolosuhteita merkittävästi. Kaupunkiympäristössä kadut, pihat ja katot estävät veden imeytymisen maahan ja syntynyt hulevesi aiheuttaa maa-aineksen, ravinteiden, metallien ja haitallisten aineiden huuhtoutumista. VEPS:ssä hulevesien aiheuttamaa ravinne-kuormaa arvioidaan havaittujen laskeumatietojen perusteella. Järjestelmässä oletetaan, että 20 %:ia laskeuman typpi- ja fosforikuormasta kulkeutuu vesistöihin hulevesien mukana. VEPS-järjestelmän hulevesien ravinnepäästöjen laskentamenetelmä on epätarkka ja tuloksiin on syytä suhtautua varauksella.

## KUVAILEHTI

<i>Julkaisija</i>	Uudenmaan ympäristökeskus	<i>Julkaisu-aika</i>	Tammikuu 2009
<i>Tekijä(t)</i>	Anne-Marie Hagman		
<i>Julkaisun nimi</i>	Inkoon Linkullasjärven kuormitus selvitys ja kunnostussuunnitelma		
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 5/2009		
<i>Julkaisun teema</i>			
<i>Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut</i>	Julkaisu on saatavana myös internetistä: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">http://www.ymparisto.fi/julkaisut</a>		
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Uudenmaan ympäristökeskuksen ja Inkoon kunnan yhteisprojektia jatkettiin tekemällä Inkoon Linkullasjärven kuormitus selvitys ja kunnostussuunnitelma. Työ on osa laajempaa kuntakohtaista järvien kunnostusohjelmaa. Kunnostussuunnitelmassa esitetään kunnostusmenetelmien periaatteet ja niiden soveltuvuus Linkullasjärven kuormitus selvitykselle. Paikallisten toimijoiden kanssa määritettiin yhdessä järvelle tavoitteita.</p> <p>Linkullasjärven voidaan luokitella reheväksi järveksi. Vesikasvillisuus aiheuttaa umpeenkasvua järven itä- ja länsipäässä. Kalasto on todettu särkikalavaltaiseksi. Järvessä on ollut myös happikatoja ja leväkukintoja. Linkullasjärven sedimentti on todettu sisäkuormitteiseksi.</p> <p>Linkullasjärven valuma-alueella on paljon peltoviljelyä. Tämän osuus laskennallisesti arvioidusta fosforikuormituksesta on lähes 90 %. Järven kunnostuksessa onkin erittäin tärkeää tehdä ulkoista ja etenkin maatalouden kuormitusta vähentäviä toimenpiteitä.</p> <p>Hapetusta kannattaa harkita varteenotettavana kunnostusmenetelmänä. Linkullasjärven kuormitus selvitykselle esitetään tehtäväksi yksityiskohtaisempi hapetussuunnitelma, mistä ilmenee juuri kyseiseen järveen tehokkaita ja muilta ominaisuuksiltaan sopivia laitteistoja, järven hapetustarve ja laitteen sijainti.</p> <p>Erittäin umpeenkasvaneen luusuan ruoppausta voidaan harkita. Toimenpide kannattaa kuitenkin suunnitella tarkasti. Ruoppauksessa on huomioitava erityisesti sen aiheuttamat mahdolliset haitat alapuoliseen Inkoonjokeen. Meritaimenen olisi mahdollista nousta Linkullasjärven kuormitus selvitykselle Inkoonjokea pitkin. Ruoppaus saattaisi kuitenkin jopa parantaa meritaimenen nousumahdollisuutta ja yleensä veden virtausta järvestä. Samoin vesikasvien niitto saattaa parantaa veden virtausta.</p> <p>Hoito kalastusta voidaan jatkaa. Kalastuksen säätelyssä kannattaa ottaa huomioon kuhalle sopivat suosikset, kuten verkkojen silmäkorajoitus. Meritaimenen mahdollisia kutupaikkoja voidaan kartoittaa maastokäynnin avulla. Järven soveltuvuus ravuille kannattaa määrittää maastotutkimuksen avulla ja varmistaa rapukannan tiheys koeravustuksin. Ravustuksen säätelyä kannattaa miettiä koeravustuksen perusteella.</p> <p>Veden laadun seuranta on erittäin tärkeää, jotta eri menetelmien vaikutukset järven tilaan nähdään ajoissa. Happipitoisuuden seuranta varten suositellaan ostettavan happimittari.</p>		
<i>Asiasanat</i>	Vesistöjen kunnostus, järvet, seuranta, kuormitus, Inkoo		
<i>Rahoittaja/ toimeksiantaja</i>	Inkoon kunta ja Uudenmaan ympäristökeskus		
	ISBN	ISBN	ISSN
		<b>978-952-11-3419-7 (PDF)</b>	<b>ISSN 1796-1742 (verkkokj.)</b>
	<i>Sivuja</i>	<i>Kieli</i>	<i>Luottamuksellisuus</i>
	37	Suomi	<i>Hinta (sis. alv 8 %)</i>
		Julkinen	
<i>Julkaisun myynti/ jakaja</i>			
<i>Julkaisun kustantaja</i>	Uudenmaan ympäristökeskus, Asemapäällikönkatu 14, PL 36, 00521 Helsinki. Puh. 020 610 101 (vaihe), 020 690 161 (asiakaspalvelu). Faksi +358 20 610 1700. Sähköposti: <a href="mailto:kirjaamo.uus@ymparisto.fi">kirjaamo.uus@ymparisto.fi</a> , <a href="http://www.ymparisto.fi/uus">www.ymparisto.fi/uus</a>		
<i>Painopaikka ja -aika</i>			

## PRESENTATIONSBLAD

<i>Utgivare</i>	Nylands miljöcentral	<i>Datum</i>	Januari 2009
<i>Författare</i>	Anne-Marie Hagman		
<i>Publikationens titel</i>	Inkoon Linkullasjönin kuormitus selvitys ja kunnostussuunnitelma (Linkullasjön i Ingå – belastningsutredning och iståndsättningsplan)		
<i>Publikationsserie</i>	Nylands miljöcentrals rapporter 5/2009		
<i>Publikationens tema</i>			
<i>Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt</i>	Publikationen finns tillgänglig på internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">http://www.ymparisto.fi/julkaisut</a>		
<i>Sammandrag</i>	<p>Nylands miljöcentral och Ingå kommun har fortsatt sitt samarbete och utrett belastningen på Linkullasjön samt gjort upp en plan för iståndsättning av sjön. Arbetet är ett led i ett bredare samarbete om iståndsättning av sjöar. Tillsammans med lokala aktörer uppställdes miljö kvalitetsmålen för sjön.</p> <p>Linkullasjön kan anses vara en eutrof sjö. I öst och väst växer sjön igen p g a vattenvegetationen. Sjön har också lidit av syrebrist och algbloomingar samt av inre belastning, eftersom närsalter frigörs från bottensedimentet.</p> <p>Linkullasjöns tillrinningsområde utgörs till stor del av odlingsmark. Jordbruket står för nästan 90 % av den beräknade fosforbelastningen. Därför är det ytterst viktigt att iståndsättningsåtgärderna koncentreras till att minska den yttre belastning och särskilt den från jordbruket.</p> <p>Syrsättning är eventuellt en mycket lämplig iståndsättningsmetod. En noggrann syrsättningsplan bör utarbetas och i den skall ingå uppgifter om tillräckligt effektiva och i övrigt lämpliga syrsättningsaggregat, om syrsättningsbehovet och förslag till syrsättningsplats.</p> <p>Nytan av att muddra i närheten utflödet där sjön kraftigt vuxit igen bör övervägas och planeras noggrant. Särskild vikt bör läggas vid de negativa effekter muddringen kan ha nedströms på Ingå å. Havsöringen har möjlighet att stiga upp i Linkullasjön via Ingå å. Det är möjligt att en muddring kan underlätta fiskvandringen och i princip förbättra vattenströmmen i sjön. På samma sätt kan strömmen öka om vattenvegetationen mejas.</p> <p>Skötsel fisket kan fortsätta. Regleringen av fisket bör beakta de rekommendationer som gäller gösen, tex begränsningarna i nätens maskstorlek. Undersökningar i terrängen ger information om havsöringens eventuella lekplatser och om sjön lämpar sig som kräftsjö. Provfångst av kräftor ger uppgifter om kräfttätheten och om det finns behov av reglering.</p> <p>Det är mycket viktigt att kontinuerligt följa upp vattenkvaliteten för att i tid kunna se hur olika iståndsättningsmetoder inverkar på tillståndet i sjön. Det bästa sättet att följa med syrehalten i vattnet är att införskaffa en syrgasmätare.</p>		
<i>Nyckelord</i>	Restaurering av vattendrag, sjöar, uppföljning, belastning, Ingå		
<i>Finansiär/ uppdragsgivare</i>	Ingå kommun och Nylands miljöcentral		
	ISBN	ISBN	ISSN
		<b>978-95211-3419-7 (PDF)</b>	<b>1796-1742 (verkkoj.)</b>
	<i>Sidantal</i>	<i>Språk</i>	<i>Offentlighet</i>
	37	Finska	Offentlig
<i>Beställningar/ distribution</i>			
<i>Förläggare</i>	Nylands miljöcentral, Stinsgatan 14, PB 36, 00521 Helsingfors. Tel. +358 20 610 101 (växel), +358 20 690 161 (kundservice). Fax +358 20 610 1700. E-post: kirjaamo.uus@ymparisto.fi, <a href="http://www.miljo.fi/uus">www.miljo.fi/uus</a>		
<i>Tryckeri/ tryckningsort och -år</i>			

Uudenmaan ympäristökeskuksen ja Inkoon kunnan yhteistyöprojektissa tehtiin Inkoon Linkullasjönille kuormitus selvitys ja kunnostussuunnitelma. Paikallisten toimijoiden kanssa määritettiin yhdessä järvelle tavoitetila.

Linkullasjön on rehevä järvi, jossa on ollut myös happikatoja ja leväkukintoja. Järven sedimentti on todettu sisäkuormitteiseksi. Vesikasvillisuus aiheuttaa umpeenkasvua erityisesti järven itä- ja länsipäissä. Kalasto on särkikalavaltaista. Valuma-alueella on paljon peltoviljelyä.

Linkullasjönin kunnostuksessa on erittäin tärkeää tehdä ulkoista ja etenkin maatalouden kuormitusta vähentäviä toimenpiteitä. Järvessä tehtävistä kunnostusmenetelmistä hapetusta kannattaa harkita vartenotettavana kunnostusmenetelmänä ja raportissa esitetään tarkemman hapetussuunnitelman tekemistä. Samoin erittäin umpeenkasvaneen luusuan ruoppausta voidaan harkita, kunhan kyseinen toimenpide suunnitellaan huolella. Myös vesikasveja voidaan niittää ja jatkaa hoitokalastusta. Raportissa annetaan lisäksi ohjeita järven tilan ja toimenpiteiden vaikutusten seurannasta.

ne. Kolijärven ei vapaudu sedimentistä ravinteita sisäisen kuormituksen takia, mutta särkikalavaltainen kalasto kertoo kuitenkin sisäisestä kuormituksesta. Tärkein kunnostusmenetelmä Kolijärven tilan paranemiseksi on kalaston rakenteen muuttaminen. Raportissa otetaan kantaa myös rapukannan elvyttämiseen. Lisäksi annetaan ohjeita toimenpiteiden vaikutusten ja järven tilan seurannasta.



Uudenmaan ympäristökeskus  
PL 36, 00521 Helsinki  
puh. 020 490 101 (vaihe)  
puh. 020 690 161 (asiakaspalvelu)  
[www.ymparisto.fi/uus](http://www.ymparisto.fi/uus)

**ISBN 978-952-11-3419-7 (PDF)**

**ISSN 1796-1742 (verkkoj.)**