

Jarmo Airaksinen

SELVITYS IMMONSALMEN-  
PENTINSALMEN  
VESISTÖKUORMITUKSESTA JA  
EKOLOGISEN TILAN ARVIOINTI

Opinnäytetyö  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma


Toukokuu 2011




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkelin University of Applied Sciences		Opinnäytetyön päivämäärä	
Tekijä(t) Jarmo Airaksinen		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Ympäristötekniikan koulutusohjelma	
Nimeke Selvitys Immonsalmen-Pentinsalmen vesistökuormituksesta ja ekologisen tilan arviointi			
<b>Tiivistelmä</b>  Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää entisen selvityksen tietoja, tarkastaa vesialueen nykyinen tila sekä luokitella kohde ekologisen tilan arvioinnin mukaisella tavalla vuonna 2008 asetetun vesiputedirektiivin sekä uuden luokittelujärjestelmän mukaisesti. Luokituksessa otettiin huomioon kalat, pohjaeläimet, kasviplankton, vesikasvit, pH, kokonaisfosfori sekä hydromorfologiset muutokset.  Alueelta haastateltiin yhteensä neljää taloutta jotka asuvat salmien läheisyydessä (alle 500 m) sekä työntekijöitä Enonkosken puolella lähellä Savonlinnan rajaa sijaitsevalta Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely-laitokselta. Näytteet salmista, Enonkoskesta ja harjunojasta otettiin käsin ottimella joista ne siirrettiin happopestyihin, kestävöitäviin, steriileihin sekä varapulloihin. Salmien virtaamiin vaadittavat arvot saatiin mittaamalla salmien erottavasta rummusta mittaamalla. Näytteet tutkittiin kemiallis-biologisesti Mikkelin Ammattikorkeakoulun laboratoriossa, jotka perustuivat standardeihin ISO 10260:1992 (SFS 5772), K-1510, DS 275, NS 4759 ja SS 02 81 18.  E. Colien ja koliformisten bakteerien määrä pysyi alhaisena koko kevät- ja kesäkierron aikana. Kokonaisfosforin lasku loppukesästä alkukesään verraten on mahdollisesti kuivan ja lämpimän kesän aiheuttama. Kesän aikana veden pinta laski noin 40 cm. Kaliumpermanganaatin sekä sähkönjohtavuuden lievän kohoamisen syytä epäillään samasta syystä.  Kymmenen vuoden aikana Immonsalmi-Pentinsalmi -vesialueen vedenlaatu on selkeästi parantunut. Saatujen tulosten ja vedenlaadun ohjearvojen mukaan Immonsalmi-Pentinsalmi ja sen ekologinen tila voidaan luokitella hyväksi. Vesialueella ja sinne tulevassa vedessä ei ilmennyt mitään suuria poikkeamia ravinne- tai happipitoisuuksissa, jotka voisivat aiheuttaa seuraavien vuosien aikana rehevöitymisen tai ravinnekadon. Vaikka molempien salmien tila on hyvä, voisi alueen ravinnepitoisuuksia silti seurata lievästi rehevöitymisen takia.			
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> Savonlinna, Enonkoski, Immonsalmi, Pentinsalmi, vesistökuormitus, ekologisen tilan arviointi, selvitys.			
Sivumäärä 29	Kieli Suomi	URN <a href="http://www.urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201105066602">http://www.urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201105066602</a>	
Huomautus (huomautukset liitteistä)			
Ohjaavan opettajan nimi Martti Pouru		Opinnäytetyön toimeksiantaja Mikkelin Ammattikorkeakoulu	

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis	
Author(s) Jarmo Airaksinen		Degree programme and option Environmental Technology Programme	
Name of the bachelor's thesis The Report of Water Pollution and Ecological Status of Immonsalmi-Pentinsalmi			
<p><b>Abstract</b></p> <p>The aim of this thesis was to update the former survey data, examine the current status of water area and to classify the target by an ecological status assessment set by 2008 Water Framework Directive and the new classification system. The fish, benthic fauna, phytoplankton, aquatic plants, pH, total phosphorus and hydromorphological changes were noted in the classification.</p> <p>Total of four households were interviewed, who live in the vicinity of the straits (less than 500 m) and employees from Saimaa Fisheries Research and Aquaculture Department, which lies at Enonkoski, near Savonlinna borders. Samples from straits, Enonkoski and Harjunoja ditch were taken by hand with a sample collector from where they were transferred to flasks, which consisted of acid-washed, sterile, conserving and backup flasks. The required values for straits flow were acquired by measuring from the drum, which separated the straits. The samples were examined chemical-biologically in the laboratory of Mikkeli University of Applied Sciences, which were based on the standards ISO 10260:1992 (SFS 5772), K-1510, DS 275, NS 4759 and SS 02 81 18.</p> <p>E. Coli and coliform bacterial count remained low throughout the spring and summer cycle. The decline of total phosphorus in the late summer compared to early summer may have been caused by dry and hot summer. During the summer, the water level fell by about 40 cm. The reason for mild increase of potassium permanganate, and the electrical conductivity are suspected for the same reason.</p> <p>The water quality of Immonsalmi Pentinsalmi has clearly improved. By the obtained results, and the water quality guideline values for the Immonsalmi-Pentinsalmi and its ecological status, it can be classified as Good. The water area and the incoming water did not reveal any major deviations in the nutrient or oxygen levels, which could cause eutrophication, or depletion of nutrients in the next few years. Although the quality of both straits is good, the nutrient contents could still be tracked due to the mild eutrophication.</p>			
Subject headings, (keywords) Savonlinna, Enonkoski, Immonsalmi, Pentinsalmi, water area buffer, ecological status assessment, report.			
Pages 29	Language Finnish	URN <a href="http://www.urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201105066602">http://www.urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201105066602</a>	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Martti Pouru		Bachelor's thesis assigned by Mikkeli University of Applied Sciences	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	3
2	YLEISTÄ .....	4
2.1	Immonsalmen-Pentinsalmen vesistökuormituksen lähteet ja kuormituksen valvonta .....	4
2.2	Immonsalmen-Pentinsalmen veden laatu .....	4
2.2.1	Veden laatu ja sen kehityssuunnat .....	5
2.2.2	Maatalouden vaikutus .....	5
2.2.3	Metsätalouden vaikutus .....	6
2.3	Maankäyttö valuma-alueella .....	6
2.3.1	Metsätalous .....	6
2.3.2	Maatalous .....	6
2.3.3	Kalastus .....	7
2.3.4	Lannoitus .....	7
2.4	Ympäristön hajakuormitus kirjallisuuden perusteella .....	7
2.4.1	Asutus .....	7
2.4.2	Kiinteistöjen määrä ja sijainti .....	8
2.4.3	Jätevesijärjestelyt .....	8
2.4.4	Aiemmat tulokset .....	8
2.4.5	Jätehuolto .....	9
2.5	Yleinen käyttökelpoisuusluokitus ja vedenlaatuluokituksen luokkarajat .....	9
2.6	Hydro- ja morfologinen luokittelu .....	11
2.7	Fysikaalis-kemiallinen luokittelu .....	13
2.8	Biologinen luokittelu .....	14
2.9	Lannoitelainsäädäntö .....	15
2.10	EU:n lainsäädäntö .....	16
3	AINEISTO JA MENETELMÄT .....	17
3.1	Kohteen kuvaus .....	17
3.2	Menetelmät .....	18
3.3	Kuntoselvityksen ja ekologisen tilan arvioinnin toteutus .....	19
3.4	Biologinen luokittelu .....	19
4	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU .....	20

	2
4.1 Ravinneolot.....	20
4.2 E. Coli ja koliformiset bakteerit.....	20
4.3 Kasviplankton ja a-klorofylli .....	20
4.4 Happitilanne.....	20
4.5 Happamoitumistilanne.....	21
4.6 Haitalliset aineet vedessä.....	22
4.7 Vesikasvit .....	22
4.8 Kalat.....	25
4.9 Pohjaeläimet .....	26
4.10 Lämpötila.....	26
4.11 Näkösyvyys.....	27
4.12 Virtaaman ja huuhtouman arviointi.....	27
4.13 Vertailu aiempaan tutkimukseen .....	27
5 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	28
6 LÄHDELUETTELO .....	29

## 1 JOHDANTO

Vuonna 2000 Savonlinnan kaupunki suoritti ympäristösuojelutoimiston toimesta Immonsalmen-Pentinsalmen vesialueesta selvityksen vesistökuormituksesta.

Immonsalmeen-Pentinsalmeen kohdistuvaa vesistökuormitusta on selvitetty vuonna 1998 Savonlinnan kaupungin ympäristösuojelutoimiston toimesta. Kymmenen vuotta myöhemmin kaupungin toimisto ei pitänyt tarpeellisella panna toimelle uutta selvitystä, koska veden laadun todettiin saamiensa tulosten mukaan olevan tarpeeksi hyvä.

Valuma-alueen asukkaat halusivat kuitenkin tietää, onko veden laatu parantunut kymmenen vuoden aikana, ja jos on, niin mikä on ollut sen syynä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää entisen selvityksen käyttökelpoisuusluokituksen tietoja, tarkastaa vesialueen nykyinen tila sekä luokitella kohde ekologisen tilan arvioinnin mukaisella tavalla vuonna 2008 asetetun vesipuitedirektiivin sekä uuden luokittelujärjestelmän mukaisesti. Luokituksessa otettiin huomioon kalat, pohjaeläimet, kasviplankton, vesikasvit, pH, kokonaisfosfori sekä hydromorfologiset muutokset.

## **2 YLEISTÄ**

### **2.1 Immonsalmen-Pentinsalmen vesistökuormituksen lähteet ja kuormituksen valvonta**

Salmen valuma-alueella ei ole suuria kuormituslähteitä vaan kuormitus muodostuu hajakuormituslähteistä kuten metsätaloudesta, maanviljelystä, asumisesta, luonnon kuormituksesta ja epäsäännöllisestä vesiliikenteestä. Lisäksi vesialueella voi esiintyä ns. sisäistä kuormitusta. Valuma-alue on vanhaa maanviljelysseudua ja se on suurelta osin edelleen maanviljelykäytössä. Valuma-alueen pohjoisosassa on vielä jäljellä runsaasti talousmetsää.

Hajakuormituksen salmeen tuomat aineet kuten kiintoaine, ravinteet ja metallisuolat poistuvat osittain virtauksen mukana Pentinsalmen kautta, mutta ne osittain sedimentoituvat salmen pohjaan, josta ne hapenvajauksen seurauksena saattavat liueta takaisin veteen aiheuttaen sisäistä kuormitusta. Salmen virtaus on pysynyt pienenä siltapenkeeseen rakentamisesta asti jonka seurauksena vedessä oleva kiintoaine mahdollisesti edelleen pääsee helpommin sedimentoitumaan pohjaa mataloittaen salmea ja lisäten kuormituksen vaikutuksia Enonkosken puoleisessa salmen osassa. Salmen Enonkosken puolella sijaitsevan Enonveden veden laadulla on merkittävä vaikutus salmen veden laatuun ja vesistön tilaan. Enonvettä kuormittavat Enonkosken kalanviljelylaitos sekä yhdyskuntajätevedenpuhdistamo.

### **2.2 Immonsalmen-Pentinsalmen veden laatu**

Immonsalmen kohdalle laskee useita kilometrejä pitkä Rajaoja, joka saa alkunsa suoalueelta. Oja laskee salmen rannan peltoalueiden halki. Muita pienempiä ojia Immonsalmen-Pentinsalmen alueelle laskee kymmenkunta. Alueelle laskevien ojien ja purojen veden laatua ei ole tutkittu. Ojavesien, Rajaojan, laadulla on merkitystä salmen veden laatuun. Tarkempaa selvitystä varten tulisi myös ojien veden laatu tutkia. Joka tapauksessa kuormitusta vähentämällä saada parannettua salmialueen veden tilaa. Ojien laskupaikan edustamalla salmessa on selvästi rehevämpää vesikasvistoa kuin muualla, joka osoittaa, että ojavesien mukana tulee runsaasti ravinteita.

Harjulahteen aivan aluerajauksen rajalle salmeen laskee Myllypuro, joka saa alkunsa laajalta suoalueelta. Myös tämä oja kulkee peltoalueiden halki. Puron virtaama on varsinkin sulamisvesien aikaan suuri ja siten sen veden laadulla on merkittävä vaikutus salmialueen veden laatuun. Ojitetulta suoalueelta Myllypuroon huuhtoutuu humusta ja kiintoainetta, joka aiheuttaa kuormitusta salmessa. Lisäksi viljelykäytössä olevilta peltoalueilta huuhtoutuu ravinteita ja karjan ulosteista bakteereita puroon.

### **2.2.1 Veden laatu ja sen kehityssuunnat**

Vesinäytteitä otettiin salmen alueelta alkukesästä 09.06.2010 ja 11.06.2010, sekä loppukesästä 16.08.2010, 17.08.2010 ja 18.08.2010. Vedenlaatu oli samanlaista sekä Immonsalmen että Pentinsalmen alueella. Vesi oli tummahkoa sekä lievästi hapanta tai neutraalia (n. 6,20 - 7,14). Sekä Immonsalmen että Pentinsalmen näytepisteissä oli vettä noin kolme metriä.

E. Colien ja koliformisten bakteerien määrä pysyi alhaisena koko kevät- ja kesäkierron aikana. Kokonaisfosforin lasku loppukesästä alkukesään verraten on mahdollisesti kuivan ja lämpimän kesän aiheuttama. Kesän aikana veden pinta laski noin 40 cm. Kaliumpermanganaatin sekä sähkönjohtavuuden lievän kohoamisen syytä epäillään samasta syystä.

### **2.2.2 Maatalouden vaikutus**

Maatalouden vesistökuormitus on yleensä peräisin lannan varastoinnista sekä pelloilta tapahtuvasta valumasta ja huuhtoumasta. Immonsalmen-Pentinsalmen valuma-alueella maatalouden aiheuttama vesistökuormitus on valtaosin peräisin karjataloudesta, jota on vuodesta 1998 vähennetty merkittävästi. Selvänä todisteena tälle on laskenut koliformisten bakteerien määrä (ulosteperäisiä bakteereja sekä ihmisellä että tasalämpöisillä eläimillä), osoittaen täten karjalannan pääsyn vesistöön vähentyneen.

Myös peltoviljely sijoittuu juuri näille tiloille ja aivan selvää eroa peltoviljelyn ja karjatalouden aiheuttaman vesistökuormituksen välille ei voida tehdä. Vesistön kannalta niiden yhteismäärä on olennaisin seikka.



### **2.2.3 Metsätalouden vaikutus**

Immonsalmen-Pentinsalmen valuma-alueesta 75% on metsää. Maasto on paikoin jyrkkäpiirteistä ja maaperältään hienojakoista kivennäismaata, joka on herkkä sadeveden huuhtovalle vaikutukselle. Sateet ja lumen sulamisvedet aiheuttavat maaperässä eroosiota ja aineiden huuhtoutumista.

Metsätalouden osuuden ihmisen aiheuttamasta fosforin hajakuormituksesta salmialueelle on arvioitu olevan 11% ja typen 14%. Kirjallisuustietojen mukaan metsätalouden valuvavesien mukana tuleva typpi- ja fosforikuormitus on vastaavaa tasoa verrattaessa haja-asutuksen jätevesien aiheuttaman kuormitukseen.

## **2.3 Maankäyttö valuma-alueella**

### **2.3.1 Metsätalous**

Valuma-alue on pohjois- ja eteläosistaan metsävaltaista. Metsämaan osuus on noin 75% (noin 1000 ha) koko valuma-alueen pinta-alasta. Metsät ovat kaikki talousmetsäkäytössä. Maanmuokkausta aivan vesistön välittömässä läheisyydessä on vältetty. Muutamia kuivatusojia laskee edelleen suoraan salmeen.

### **2.3.2 Maatalous**

Valuma-alueella vuonna 1999 viljelyskäytössä olevien peltojen yhteenlaskettu pinta-ala oli 145 ha. Pelloilla viljeltiin rehua, kauraa ja heinää. Muiden viljojen tai erityiskasvien tuotantoa ei juurikaan harjoitettu. Haastattelemani valuma-alueella asuvat paikalliset omistavat nykyään kukin korkeintaan kolmisenkymmentä hehtaaria maata, joista osa on viljelemätöntä maa-alaa tai rehuviljelyä karjaa varten. Vain yhdellä tilalla on lypsäviä lehmiä.

### **2.3.3 Kalastus**

Immonsalmen-Pentinsalmen alueella harjoitetaan vain virkistyskalastusta lähinnä vieheillä, katiskoilla ja verkoilla. Yleisimmät saaliskalat ovat matalassa ja ruohikkoisessa salmessa. Ottaen huomioon, että vesialue on osa Saimaan Joutenvettä, jonne ei ole esteitä kalojen kululle, kalojen lajikirjo on periaatteessa sama kuin muuallakin vastaavanlaisilla Saimaan osilla. Paikallisen kalastajan mukaan kuluneen kesän aikana on saatu pääosin haukea, ahventa, särkikalaa, ruutanaa, siikaa, kuhaa ja lahnaa sekä talvella madetta.

### **2.3.4 Lannoitus**

Valuma-alueen lähistöllä asuvat paikalliset, jotka edelleen harjoittavat maanviljelyä vähäisissä määrin, käyttävät lannoitteena ensisijaisesti karjanlantaa. Lannoituksen vaikutus fosfori- ja typpikulkeumaan on mahdollisesti pieni, ottaen huomioon kasvatettavan karjan määrän kotitaloutta kohti.

## **2.4 Ympäristön hajakuormitus kirjallisuuden perusteella**

### **2.4.1 Asutus**

Asutus on luonteeltaan haja-asutusta, jonka kuormituksen laskemisessa huomioidaan kiinteistöjen etäisyys vesistöstä ja käytetyt jätevesien käsittelymenetelmät. Vakituksia asukkaita on 39 henkilöä, joista loma-asiakkaita on noin 10-25 henkilöä. Talvella valuma-alueella asuu noin 40 henkilöä, kesällä asukasmäärä voi kaksinkertaistua, jolloin asukkaita on 49-64. Tässä yhteydessä on tarkasteltu vain noin 500 metrin etäisyydellä olevien kiinteistöjen asukasmääriä. Kesäasukkaiden määrää on vaikea arvioida, sillä lomakiinteistöjen asukasmäärä vaihtelee ja myös vakituisesti asutuilla kiinteistöillä asukasmäärä kasvaa kesälomien aikana. Alueella ei ole vesijohtoverkostoa, joten talousveden hankinta on järjestetty kiinteistökohtaisesti omista kaivoista. Kaivot ovat renkas- tai porakaivoja.

#### **2.4.2 Kiinteistöjen määrä ja sijainti**

Valuma-alueella on 32 rakennettua kiinteistöä. Rannalla alle 50 metrin päässä vesirajasta on viisitoista kiinteistöä, joista yksi on vakituisesti asuttu, neljä vakituisesti asutun kiinteistön rantasaunaa ja loput loma-asuntoja tai niiden rantasaunoja. Salmen valuma-alueella on kymmenen muutakin rakennettua kiinteistöä, mutta ne sijaitsevat niin kaukana rantaviivasta (yli 1000 m), ettei niillä ole kirjallisuustietojen mukaan huomattavaa merkitystä vesistökuormituksen kannalta varsinkaan kun ei ole tiedossa, että näiltä kiinteistöiltä johdettaisiin jätevesiä suoraan ojaan.

#### **2.4.3 Jätevesijärjestelyt**

Alueella ei ole viemäriverkostoa, joten viemäröinti on järjestetty kiinteistökohtaisesti. Jätevedet johdetaan joko saostuskaivojen kautta maaperäimetykseen tai vesikäymäläjätevesien osalta tiiviiseen umpisäiliöön. Kiinteistöjen umpisäiliöiden, saostuskaivojen tai imeytyskenttien kuntoa, ikää tai rakennusmateriaalia ei tässä yhteydessä selvitetty.

#### **2.4.4 Aiemmat tulokset**

Rakennettujen kiinteistöjen sijainnin perusteella ja olettaessa, että jätevedet käsitellään asianmukaisesti saadaan asutuksen jätevesikuormitukseksi 22-35 kg fosforia ja 51-97 kg typpeä vuodessa. Kesäaikana lomalaisten saavuttua asukasmäärä valuma-alueella kohoaa lisäten asutuksen aiheuttamaa kuormitusta noin 50%. Kuormituksen määrä on todellisuudessa kuitenkin vielä suurempi, sillä vanhoissa rakennuksissa ei ole kaikissa asianmukaista jätevesien käsittelyä ja lisäksi asutuksen ravinnekuormitukseen tulisi säilyttää myös mattojen ja yms. pesusta suoraan vesistöön aiheutuvat päästöt. Varsinkin vanhojen rantasaunojen jätevesien käsittelyssä on puutteita. Pesuvedet on yleisesti imeytetty rantapenkkaan, josta ne huonosti puhdistuneena pääsevät edelleen vesistöön.

Mikäli kiinteistössä on vesikäymälä, tutkimuksissa (Mäkinen, 1983, Santala 1984 ja 1990) on saatu yhden henkilön aiheuttamaksi fosforikuormitukseksi 3,4 g/d ja typpi-kuormitukseksi 15 g/d. Saostuskaivolla pystytään tätä kuormitusta vähentämään 10-20%. Maasuodatuksen on arvioitu poistavan 10-40% fosforista ja 20-40 % typpeä.

Lisäksi jäljellä olevista ravinteista sitoutuu kasvillisuuteen 50-60%. Oletettaessa ettei kuivakäymälästä tule vesistökuormitusta, saadaan yhden henkilön keskimääräiseksi vesistökuormitukseksi vuodessa 0,2 kg fosforia ja 1 kg typpeä (Porvoonjoen haja-kuormitusselvitys).

#### **2.4.5 Jätehuolto**

Talouksilla on kiinteistökohtaiset jätteenkuljetussopimukset tai ne kuuluvat kaupungin järjestelmän alueellisen jätteenkuljetuksen piiriin. Kaikilla kiinteistöillä tulisi olla kompostori keittiöstä tuleville biojätteille ja lisäksi puutarhajätteille oma kompostihikko.

Myös tällä alueella on joidenkin tilojen osalta hyväksytty rantasaunan tai lomaa-asunnon jätehuollon järjestäminen välittömässä läheisyydessä sijaitsevan vakituisen asunnon kautta. Kiinteistöillä voi olla yhteisiä jäteastioita. Järjestetystä jätteenkuljetuksesta vapautuksen saaneita kiinteistöjä on vain muutama. Nämä ovat joko rakentamattomia metsätiloja tai kokonaan käyttämättömiä autiotiloja.

Jätehuollon järjestämisen puutteista ei Immonsalmen-Pentinsalmen alueella pitäisi aiheuta vesistökuormitusta, mikäli vain biojätteiden käsittelystä huolehditaan aina asianmukaisesti.

#### **2.5 Yleinen käyttökelpoisuusluokitus ja vedenlaatuluokituksen luokkarajat**

Luokituksessa on otettu huomioon luonnontilaisesta tausta-arvosta selvästi kohonneet raskasmetallien, orgaanisten klooriyhdisteiden sekä muiden haitallisten aineiden pitoisuudet vedessä, pohja-aineksessa, pohjaeläimissä, kaloissa jne. Kohonneet pitoisuudet alensivat vesialueen välttävään tai huonoon luokkaan muutamissa paikoissa. Tietoja haitallisten aineiden esiintymisestä ja merkityksestä on vielä vähän. (Suomen Ympäristökeskus)

	<b>I Erinomainen</b>	<b>II Hyvä</b>	<b>III Tyydyttävä</b>	<b>IV Välttävä</b>	<b>V Huono</b>
Klorofylli- <i>a</i> (µg/l) (sisävedet)	<4	<10	<20	20-50	>50
Klorofylli- <i>a</i> (µg/l) (merivesi)	<2	2-4	4-12	12-30	>30
Kokonaisfosfori (µg/l) (sisävedet)	<12	<30	<50	50-100	>100
Kokonaisfosfori (µg/l) (merivedet)	<12	13-20	20-40	40-80	>80
Näkösyvyys (m)	>2,5	1-2,5	<1		
Sameus (FTU)	<1,5	>1,5			
Väriluku	<50	50-100 (<200)	<150	>150	
Happipitoisuus (%) päällysvedessä	80 - 110	80-110	70-120	40-150	vakavia happi-ongelmia
Alusveden hapettomuus	ei	ei	satunnaista	esiintyy	yleistä
Hygienian indikaattoribakteerit (kpl/100 ml)	<10	<50	<100	<1000	>1000
Petokalojen Hg-pitoisuus (mg/kg)					>1
As, Cr, Pb (µg/l)				<50	>50
Hg (µg/l)				<2	>2
Cd (µg/l)				<5	>5
Kokonaissyaniidi (µg/l)				<50	>50
Levähaitat	ei	satunnaisesti	toistuvasti	yleisiä	runsaita
Kalojen makuvirheet	ei	ei	ei	yleisiä	yleisiä

Taulukko 1: Vedenlaatuluokituksen luokkarajat (Suomen Ympäristökeskus)

## 2.6 Hydro- ja morfologinen luokittelu

Suomen Ympäristökeskus määrittää ekologisen luokituksen kuvaavan: ”- vesistöjen tilaa ja siinä tapahtuneita muutoksia ihmistoiminnan seurauksena. Järvet ja joet on luokiteltu viiteen luokkaan: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Ekologisessa luokittelussa on otettu huomioon kolme eri tekijää: 1) biologiset laatutekijät (vesieliöstö: kalat, pohjaeläimet, vesikasvit ja levät), 2) veden kemialliset laatutekijät (esim. pH ja kokonaisravinteet) sekä 3) vesistön hydromorfologiset muutokset (mm. säännöstely ja kalojen vaellusesteet).” (Suomen Ympäristökeskus)

Suomen vesimuodostumat luokiteltiin ekologisen ja kemiallisen tilan perusteella ensimmäisen kerran vuonna 2008. Uusi luokittelujärjestelmä laadittiin, koska EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi ja sitä toteuttava suomalainen lainsäädäntö muuttivat pintavesien luokittelun perusteita. EU:n yhteisissä luokitteluperusteissa arvioidaan kuinka paljon ihmistoiminta on vaikuttanut vesieliöstöön. Lainsäädännön mukaan pintavesissä tulee saavuttaa hyvä tila vuoteen 2015 mennessä, eikä erinomaisiksi tai hyväksi arvioidujen vesien tilaa saa heikentää. Luokitusta tarvitaan, jotta vesien tilaa voidaan arvioida ja ryhtyä sen perusteella vesiensuojelutoimiin tilan parantamiseksi.

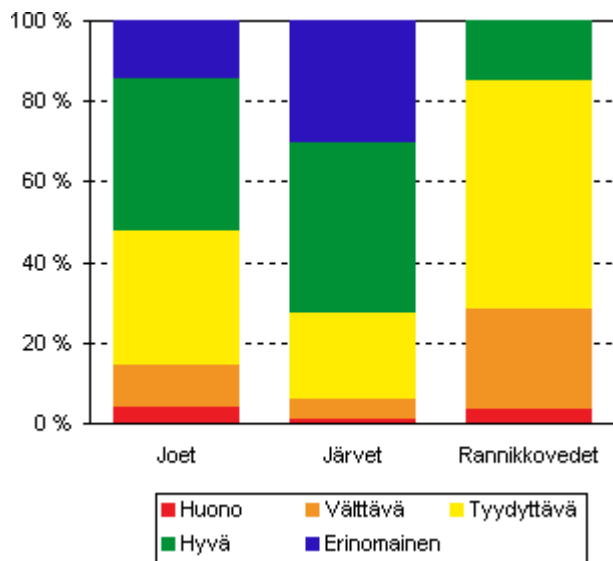
Luokittelu liitetään osaksi vesienhoitosuunnitelmia, jotka tehdään kullekin Suomen vesienhoitoalueelle. Vesien alustavan luokittelun ovat tehneet alueelliset ympäristökeskukset. Merkittävimmistä jokivesimuodostumista noin puolet ja järvistä noin kolmannes on luokiteltu. Valtaosaa pienemmistä joki- ja järvikohteista ei ole pystytty luokittelemaan niiden suuren määrän ja puuttuvien tietojen takia. Rannikkovedet on luokiteltu lähes kokonaan.

Luokittelukriteerit on laadittu laajassa yhteistyössä ympäristöhallinnon tutkijoiden, vesien käyttäjien ja muiden eturyhmien kesken. Lopullinen luokittelu valmistuu viimeistään vuoden 2009 lopussa ja se raportoidaan EU:lle vuoden 2010 alussa.

Aiemmin pintavedet on luokiteltu Suomessa yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukaan. Siinä vesistöjä tarkastellaan ihmisen tarpeiden, kuten raakaveden hankinnan, virkistyskäytön ja kalastuksen kannalta. Näitä kahta luokitusta ei siten voi verrata keskenään. (Ympäristökeskus 2007)

Ekologinen tila	Joet	Järvet	Rannikko- vedet
Erinomainen tai Hyvä	52 %	73 %	15 %
Tyydyttävä, Välttävä tai Huono	48 %	28 %	85 %

Taulukko 2: Pintavesimuodostumien jakaantuminen tilaluokkiin

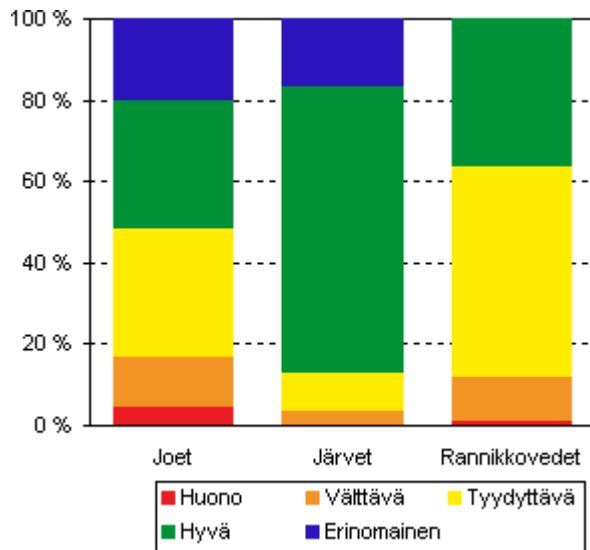


Lähde: Alueelliset ympäristökeskukset ja SYKE. © SYKE

Taulukko 3: Pintavesien ekologinen tila vesimuodostumittain

Ekologinen tila	Joet	Järvet	Rannikkove- det
Erinomainen tai Hyvä	52 %	87 %	36 %
Tyydyttävä, Välttävä tai Huono	48 %	13 %	64 %

Taulukko 4: Pintavesien ekologinen tila - luokkien osuudet jokipituudesta, järvien ja rannikkovesien pinta-alasta



Lähde: Alueelliset ympäristökeskukset ja SYKE. © SYKE

Taulukko 5: Pintavesien ekologinen tila, luokkien osuudet jokipituudesta, järvien ja rannikkovesien pinta-alasta

## 2.7 Fysikaalis-kemiallinen luokittelu

EU-tason ohjeistuksen mukaan (EU GIS ECOSTAT Guidance 2003) vedenlaatumuuttujille asetettujen kriteerien tulee täytyä erinomaisessa ja hyvässä ekologisessa luokassa. Muissa luokissa fysikaalis-kemiallisten tekijät eivät saa haitata näille luokille määriteltyjen biologisten laatutekijöiden arvojen saavuttamista. Useissa pintavesityypeissä tarvittaneen biologisten laatutekijöiden arvioinnin tueksi fysikaalis-kemiallisia tekijöitä, kunnes VPD:n mukaiset seurannat ovat tuottaneet riittävästi biologista tietoa. Direktiivin vaatimukset täyttäviä biologisia seurantoja ei kustannussyistä voida todennäköisesti koskaan ulottaa kaikkiin pintavesiin. Mikäli joltain paikalta ei ole biologista tietoa käytettävissä, jouduttaneen ekologinen luokka arvioimaan veden fysikaalis-kemiallisen laadun perusteella. Direktiivi mainitsee seuraavat biologisia tekijöitä tukevat kemialliset ja fysikaalis-kemialliset tekijät pintavesille (liite V, kohdat 1.1.1 ja 1.1.2):



#### Yleiset tekijät

- näkösyvyys (järvet, rannikkovedet)
- lämpöolot
- happitilanne
- suolaisuus
- happamoitumistilanne (joet, järvet)
- ravinneolot

#### Erityiset pilaavat aineet

- prioriteettiaineiksi määritellyt aineet
- muut pilaantumista aiheuttavat aineet

(Suomen Ympäristökeskus 2006)

## 2.8 Biologinen luokittelu

Biologisina muuttujina toimivat kasviplanktonin biomassa ja sen lajisto, a-klorofylli, sekä pohjaeläimet. Kasviplanktonin biomassa on biologinen laatuomaisuus, jonka soveltuvuutta voidaan arvioida selvittämällä vanhojen kasviplanktonitietojen käyttökelpoisuutta vertailuolujen määrittämiseksi ja sitä, voidaanko paleoekologisten, empiiristen ja matemaattisten mallien avulla tuottaa vertailuoloja kasviplanktonin biomassalle ja lajistolle. A-klorofyllin määrää käytetään yleisesti kuvastamaan rannikkovesien rehevyyttä. Vaikka sen mittaaminen tapahtuu kemiallisesti, se luokitellaan biologiseksi laatuomaisuudeksi. Vesiympäristön ominaispiirteet määrittelevät paljolti pohjaeläinten lajistoa ja esiintymismääriä (Suomen Ympäristökeskus 2006). Lajien menestyminen riippuu mm. kilpailusta, sekä happi-, suola- ja ravinnepitoisuudesta (Suomen Ympäristökeskus 2010).

## 2.9 Lannoitelainsäädäntö

Voimassa oleva lannoitelaki (232/1993) on annettu vuonna 1993 valmisteltaessa Suomen liittymistä Euroopan talousalueeseen (ETA). Laki tuli voimaan vuoden 1994 alusta. Lannoitelain valmistelu perustui Euroopan talousalueesta tehtyyn sopimukseen (ETA-sopimus), joka edellytti Suomen mukauttavan lannoitteita ja muita lannoitevalmisteita koskevan lainsäädäntönsä Euroopan yhteisön (EY) lainsäädäntöön. Lannoitelaki koskee lannoitteiden ja muiden lannoitevalmisteiden valmistusta, markkinointia ja maahantuontia. Lainsäädännön tarkoituksena on ollut varmistaa, että markkinoilla on vain asetetut vaatimukset täyttäviä lannoitteita ja muita lannoitevalmisteita, jotka ovat käyttötarkoitukseensa sopivia ja jotka eivät sisällä ihmisille, eläimille tai muulle luonnolle vahingollista määrää haitallisia aineita. Lain nojalla annetuissa maa- ja metsätalousministeriön päätöksissä ja asetuksissa säädetään yksityiskohtaisesti lannoitteista ja muista lannoitevalmisteista, niitä koskevista laatuvaatimuksista ja merkinnöistä sekä lainsäädännön noudattamisen valvonnasta. Muiden lannoitevalmisteiden tulee lain mukaan olla lisäksi tasalaatuisia ja koostumukseltaan ja käytön kannalta oleellisilta ominaisuuksiltaan, kuten hienousasteeltaan, kosteuspitoisuudeltaan ja puhtaudeltaan, sellaisia kuin ostajalla on yleensä syytä otaksua niiden olevan. Voimassa olevan lainsäädännön mukaan Suomessa saa markkinoida EY-lannoitteita sekä kansallisia lannoiteluettelon merkittyjä lannoitteita ja kansallisia muita lannoitevalmisteita. Muiden lannoitevalmisteiden, mutta ei lannoitteiden, on ennen valmisteen markkinointia oltava tyyppinimeltään ja kauppanimeltään Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen (KTTK) vahvistamia. (Finlex 2005)

## 2.10 EU:n lainsäädäntö

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus lannoitteista (EY) N:o 2003/2003 (lannoiteasetus) koskee merkinnällä "EY-LANNOITE" varustettujen lannoitevalmisteiden valmistusta markkinoille saattamista varten, markkinoille saattamista ja laadunvalvontaa. Lannoiteasetuksen tarkoituksena on lannoitteiden laatua ja merkintää koskevia säännöksiä yhdenmukaistamalla edistää niiden vapaata kauppaa EU:n alueella. Lannoiteasetuksella harmonisoitiin EU:n lannoitteita koskevaa lainsäädäntöä, näytteenotomenetelmiä ja lannoitteiden analysointia koskevia säännöksiä sekä yksiravinteisia runsastyyppisiä ammoniumnitraattilannoitteita ja niiden ominaisuuksien, raja-arvojen ja räjähtämättömyyden valvontamenetelmiä. Lannoiteasetus sisältää uuden, kaikkia EY-lannoitteita koskevan, suojalausekkeen, jonka mukaan EU:n jäsenvaltio voi väliaikaisesti kieltää EY-lannoitteen markkinoille saattamisen alueellaan tai asettaa erityisehtoja, mikäli jäsenvaltiolla on perusteltua aihetta epäillä, että tietty EY-lannoite on vaaraksi ihmisten tai eläinten turvallisuudelle tai terveydelle taikka ympäristölle. Lannoiteasetus koskee sekä kiinteitä että nestemäisiä epäorgaanisia lannoitteita ja se sisältää tyyppinimiluettelon lannoitteista, jotka saadaan varustaa "EY-LANNOITE"-merkinnällä. EY-lannoitteet on merkitty luettelossa kukin tyyppinimellä, ja niistä kuvataan valmistusmenetelmä ja keskeiset ainesosat sekä määrätään ravinteiden vähimmäismäärät ja ilmoitustapa. Lannoiteasetus ei koske lannoitteille asetettavia raskasmetallien, kuten kadmiumin, raja-arvoja.

Lannoiteasetukseen on rakennettu järjestelmä, jonka mukaisesti uusia lannoitetyyppejä voidaan asetuksen liitteisiin lisätä tai vanhoja poistaa. Lannoiteasetuksessa säädetään yleiset lannoitetyypeiltä edellytettävät vaatimukset, jotta EY-lannoitteita voidaan lisätä asetuksen liitteisiin. Myös lannoiteseoksiin sovellettavia edellytyksiä vaatimustenmukaisuudesta on tarkennettu, kuten myös niissä käytettyjen ravinteiden merkitsemistä koskevia vaatimuksia. Lannoiteasetuksella säädetään myös vertaisarviointivaatimuksista, joita sovelletaan sellaisia uusia lannoitetyyppejä koskevaan aineistoon, joka voi muodostaa terveys- tai turvallisuusriskin. Uutta lannoiteasetuksessa on myös EY-lannoitteiden vaatimustenmukaisuutta arvioiville hyväksytyille laboratorioille asetetut kriteerit, joiden mukaan EY-lannoitteiden vaatimustenmukaisuuden arviointi tulee suorittaa.

Lannoiteasetus edellyttää, että EU:n jäsenvaltion on kansallisesti säädettävä sen säästöjen rikkomiseen sovellettavista seuraamuksista. Samoin tiettyjen merkintävaatimusten ilmoitustavasta lannoiteasetus antaa mahdollisuuden päättää kansallisesti. Muista kuin "EY-LANNOITE" -merkinnällä varustetuista lannoitevalmisteista säädetään kansallisesti ehdotetussa uudessa lannoitevalmistelaissa.

Muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden terveys-säännöistä annettu Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1774/2002 (sivutuoteasetus) säätelee erityisesti biokaasu- ja kompostointilaitoksista, lannan teknisistä käsittelylaitoksista sekä luokan 2 ja 3 eläimistä saatavien sivutuotteiden käsittelylaitoksista saatuja tuotteita, kuten mädätysjäte, komposti, käsitelty lanta, lihaluujauho, joita mahdollisesti käytetään joko sellaisenaan lannoitevalmisteena tai lannoitevalmisteen raaka-aineena. Sivutuoteasetus edellyttää eläimistä saatavia sivutuotteita raaka-aineena käytäviltä biokaasu- ja kompostointilaitoksilta sekä teknisiltä laitoksilta valvovan viranomaisen hyväksyntää. Sivutuoteasetuksessa on säädelty hyväksynnän edellytyksistä. Lisäksi näiden laitoksien omavalvonnassa sekä virallisessa valvonnassa on käytettävä tarvittavien analyysien tekoon hyväksytyjä laboratorioita. (<http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2005/20050071>)

### **3 AINEISTO JA MENETELMÄT**

#### **3.1 Kohteen kuvaus**

Immonsalmen-Pentinsalmen valuma-alue on noin 1321 ha. Salmi kuuluu Saimaan Joutenveteen ja on näin Saimaan veden pinnan vaihteluista riippuvainen vesistön osa. Valuma-alueella on kaksi lampea, Pieni Sorsalampi (9,9 ha) sekä Suuri Sorsalampi (29,1 ha). Suuresta Sorsalammesta on laskuoja Immonsalmen Pitkälahteen.

Salmen vesialueen pinta-ala on 89 ha. Salmi on pääosin hyvin matalarantainen. Koska Saimaalla vedenpinnankorkeuden vaihtelu on suuri, tulvavesi huuhtoo matalilta maatalouskäytössä olevilta rannoilta ravinteita ja kuivana kautena veden vaihtuvuus salmessa on hyvin pientä. Kapean salmen yli on rakennettu siltapenger, joka jakaa salmen Immonsalmeen (Enonkosken puoleinen vesialue) ja Pentinsalmeen (Oravin puoleinen vesialue).

Immonsalmen–Pentinsalmen valuma-alueen järvisyys on 9,6%. Salmesta ei ole tehty syvyyskartoitusta. Se on kuitenkin matala. Keskivedenpinnan suurin syvyys on noin 3 m, käytettäessä keskisyvyytenä kahta metriä saadaan vesimääräksi 1,78 milj. m<sup>3</sup>. Vesi-alue muodostuu suurelta osin hyvin matalista lahdista ja varsinaisesta salmiväylästä, joka on hieman syvempi. Salmen vesimäärästä laskettuna 1,8 kg ainetta riittää nostamaan kyseisen aineen pitoisuutta salmessa 1 µg/l, mikäli aineen poistumassa ei tapahdu muutosta.

Keskimääräinen vuosivalunta on Savonlinnan seudulta 250 mm/a eli 8 l/s/km<sup>2</sup>. Tämä merkitsee Immonsalmen-Pentinsalmen valuma-alueella 3,3 milj. m<sup>3</sup>:n vuotuista valuntaa. Tästä sekä salmen vesimäärästä laskettuna saadaan teoreettiseksi vedenvaihtuvuusajaksi runsaat puoli vuotta. Käytännössä läpivirtaus huomioon ottaen vedenvaihtuvuus aika on vielä tätäkin lyhyempi. Tämä merkitsee sitä, että tilanteessa, jossa vedenpinnankorkeudesta sekä tuulten suunnasta ja voimakkuudesta riippuvan läpivirtauksen määrä on vähäinen, salmen veden laatu vähenee sen valuma-alueelta tulevan valumaveden laatua (ts. salmen veden laatu heikkenee). (Savonlinnan kaupunki, ympäristönsuojelutoimisto 2000)

### 3.2 Menetelmät

Alueelta haastateltiin yhteensä neljää taloutta jotka asuvat salmien läheisyydessä (alle 500 m) sekä työntekijöitä Enonkosken puolella lähellä Savonlinnan rajaa sijaitsevalta Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely –laitokselta. Näytteet salmista, Enonkoskesta ja harjunojasta käytiin ottamassa veneellä ja näytteet Saimaan kalantutkimuslaitokselta otettiin poistovesiputken läheisyydestä käsin. Vesinäytteet otettiin Limnos-ottimella ja pohjaeläinnäytteet Günther-pohjakeräimellä. Vesinäytteet siirrettiin ottimesta happopestyihin, steriileihin, varapulloihin sekä pulloihin, jotka kestäväitettiin rikkihapolla. Planktonnäyte kestäväitettiin ennen tutkintaa lugol-liuoksella ja laskeutettiin kyvetissä, jonka jälkeen se mikroskopoitettiin. Salmien virtaamiin vaadittavat arvot saatiin mittaamalla salmien erottavasta rummusta mittaamalla. Näytepulloja oli alkukesästä yhteensä 19, joista Enonkoskeen sekä saapuvasta että poistuvasta vedestä otettiin yksi näyte happopestyihin, steriileihin ja käsittelemättömiin pulloihin, sekä Immonsalmen että Pentinsalmen puolelta yksi happopestyihin, steriileihin, käsittelemättömiin sekä varapulloihin kahdesta eri syvyydestä, noin 1 metristä ja 3 metristä, joiden lisäksi plank-

tonnäyte Immonsalmesta kolmesta eri syvyydestä metrin välein (1-3 m), yksi fosforinäytepullo Saimaan kalankasvattamolta ja Harjunojasta yksi happopestyihin, steriileihin, käsittelemättömiin sekä varapulloihin. Loppukesästä vastaavanlaiset näyte-erät käytiin ottamassa vain Pentinsalmesta ja Immonsalmesta, joiden lisäksi kaksi pohjaeläinnäytepullollista, eli yhteensä 15. Varanäytteitä ei otettu. Näytteet tutkittiin kemiallis-biologisesti Mikkelin Ammattikorkeakoulun laboratoriossa ja säilytettiin sen kylmiössä. Tutkimukset perustuivat standardeihin ISO 10260:1992 (SFS 5772), K-1510, DS 275, NS 4759 ja SS 02 81 18.

### **3.3 Kuntoselvityksen ja ekologisen tilan arvioinnin toteutus**

Vesialueen kunto tuli selvittää EU-tason ohjeistuksen mukaan (EU GIS ECOSTAT Guidance 2003), määrittää vesialueen käyttökelpoisuus- ja vedenlaatu luokitus sekä hydro- ja morfologinen luokitus, tulkita ekologinen tila biologisista näytteistä sekä niitä tukevista tekijöistä ja arvioida vesialueeseen kohdistuva kuormitus.

### **3.4 Biologinen luokittelu**

Vesialueen osalta tutkittavia muuttujia oli kasviplankton, pohjaeläimet, vesikasvit ja kalat. Kasviplanktonnäytteitä otettiin alku- ja loppukesästä yhteensä kaksi kappaletta, jotka tutkittiin elektronimikroskoopilla ja lajisto kartoitettiin, pohjaeläinnäytteitä otettiin vain loppukesästä (16.8.2010), vesikasvit kartoitettiin silmäperäisesti kulkiensa pitkin veneellä ja vesialueella elävistä kaloista kysyttiin paikallisilta, jotka harrasivat kalastusta Immonsalmella-Pentinsalmella.

Vesialueelle kohdistuvaa saastuttamista tutkittiin myös Enonkoskeen saapuvan ja kylästä lähtevän veden laatua *E. Coli* ja koliformisten bakteerien osalta. Näytteitä otettiin Enonkoskelta ja Immonsalmen-Pentinsalmen alueelta.

## 4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

### 4.1 Ravinneolot

Kokonaisfosforin määrä vaihteli kevään aikana lievästi. Määrä pieneni syksyä kohden, jättäen rehevöitymisriskin vähäiseksi. Alkukesän näytteiden kokonaisfosforin pitoisuudeksi saatiin 17,2-17,7 µg/l ja loppukesän näytteille 11,3-11,4 µg/l. Yleisluokituksessa rehevän järven rajana käytetään n. 30 µg/l. Käytännössä levämäärä alkaa kohota selvästi jo fosforipitoisuuden ylittäessä 20 µg/l:n rajan, joten sitä voidaan pitää sopivana raja-arvona eritellessä reheviä vesiä. Silloin myös klorofyllipitoisuus ylittää yleensä tason 10 µg/l, joka on rehevän luokituksen rajana myös yleisluokituksessa.

### 4.2 E. Coli ja koliformiset bakteerit

Hyvin pienet määrät koliformisia bakteereja vesinäytteissä ovat todennäköisesti peräisin asumajätevesistä ja Enonkosken poistuvasta vedestä. Maataloutta harrastavien paikallisten karjalla ei ole ainakaan huomattavaa osaa vaikuttaa veden laatuun, sillä karjankasvatus on vuosikymmenen aikana pienentynyt huomattavasti ja eläimistä peräisin olevat streptokokit nostaisivat myös fekaalisten koliformisten bakteerien määrää näkyvästi. E. Coli -bakteereja löytyi alhaisia määriä vain Harjunojasta ja Enonkosken poistuvasta vedestä otetuista näytteistä.

### 4.3 Kasviplankton ja a-klorofylli

Mahdollisia vesistöä kuormittavia taksoneja löytyi, muun muassa *Scenedesmus* sp, *Dinobryon*, *Asterionella* sp sekä *Closterium* sp.

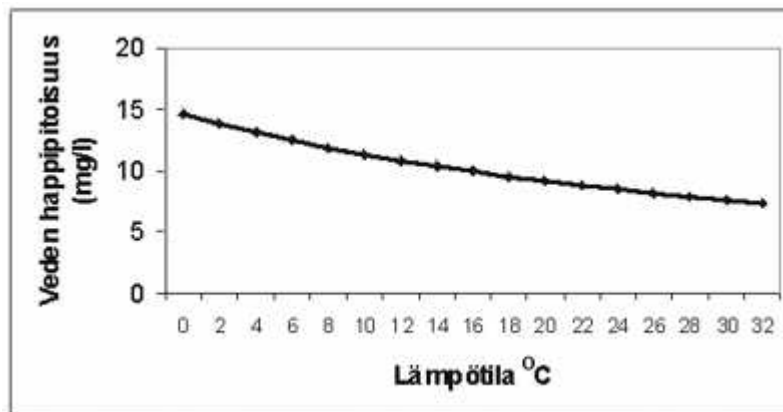
Immonsalmen-Pentinsalmen a-klorofyllipitoisuudeksi saatiin 14,2 – 24,6 µg/l, joka Trofialuokituksen perusteella luokitellaan mesotrofiseksi, eli lievästi reheväksi.

### 4.4 Happitilanne

Immonsalmen-Pentinsalmen happipitoisuustilanne tarkistettiin kesän loppupuolella lähinnä vahvistamaan saadut tulokset näytteistä tehdyistä muista tutkimuksista. Pentinsalmen näytteissä happipitoisuus vastasi likimäärin normaalitilaa (6,9-7,6 mg/l).

Immonsalmen happipitoisuuden mittauksissa saadut tulokset on jätetty tästä osiosta pois, koska arvot eivät antaneet realistisia tuloksia, jonka syynä epäillään näytteen mahdollista kontaminaatiota tai mittausvirhettä.

Matalissa järvissä hapen puute on yleisempi ongelma kuin suurissa, syvissä järvissä ja joissa. Kesällä vähähappisuutta esiintyy lämpimän veden aikana lähinnä matalissa ja humuksen tummaksi värjämissä vesistöissä. Runsaan vesikasvillisuuden alueilla vuorokautiset muutokset veden happipitoisuudessa ovat suuret, kun päivällä yhteyttämisen tuloksena syntynyt happi kuluu yön aikana hengitys- ja hajotustoiminnassa. (Suomen Ympäristökeskus)



Taulukko 12: Veteen liuenneen hapen pitoisuus eri lämpötiloissa. (Suomen Ympäristökeskus)

#### 4.5 Happamoitumistilanne

Huolimatta poikkeuksellisen lämpimästä ja kuivasta kesästä Immonsalmen-  
Pentinsalmen pH pysyi koko kesän ajan suhteellisen neutraalina (6,5-7,14), laskien  
vain lievästi loppukesästä.



#### 4.6 Haitalliset aineet vedessä

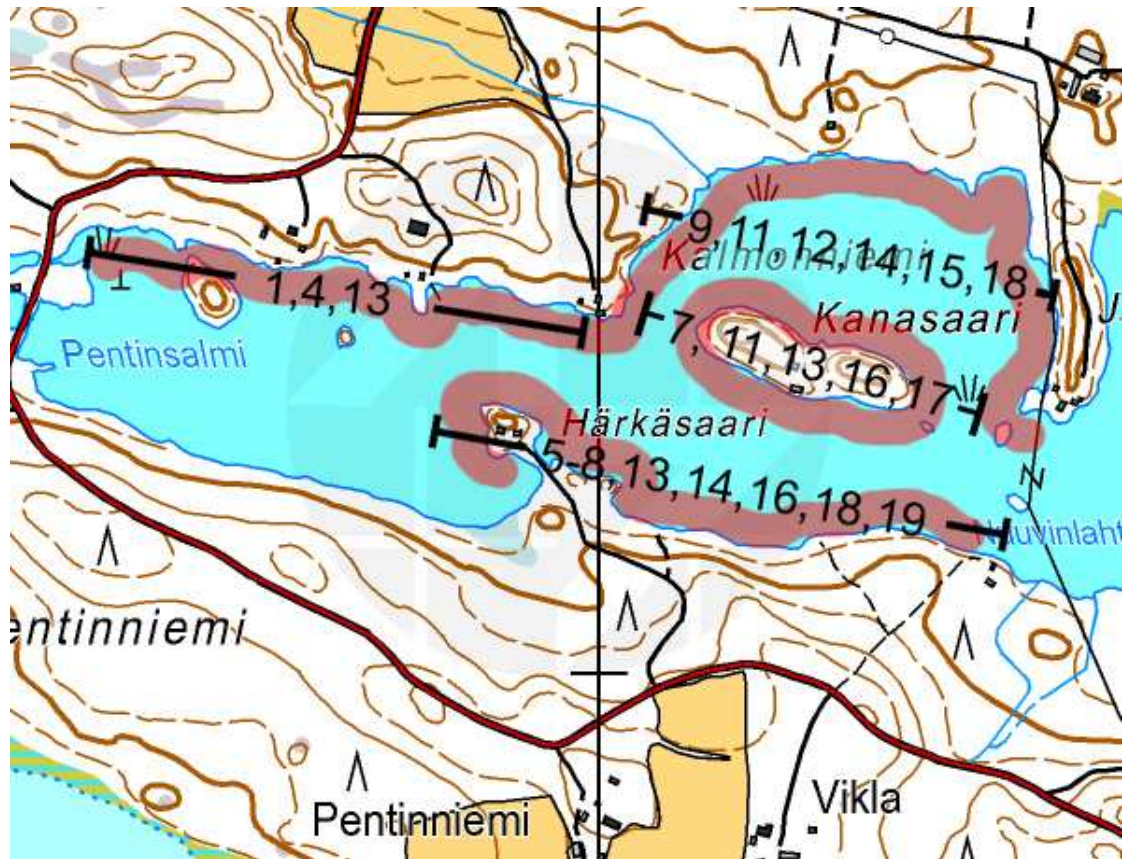
Haitallisten aineiden pitoisuutta tai määrää vedessä ei ollut syytä mitata, koska alueella ei ole ollut muutoksia toiminnoissa, jotka voisivat aiheuttaa haitallisten aineiden lisääntymistä. Lisäksi saatujen tulosten mukaan veden laatu on niin hyvä, ettei ylimääräisiä mittauksia tarvitse tehdä haitallisten aineiden suhteen.

#### 4.7 Vesikasvit

Immonsalmen-Pentinsalmen vesikasvien tunnistaminen ja sijainti tutkittiin silmäperäisesti soutamalla rantaviivan läheisyydessä. Alla olevissa kuvissa on havainnollistettu karttoihin vesikasvien esiintyminen numeroilla ja tutkitut alueet on merkitty karttoihin punaisella. Alueelta löytyy järviruokoa (1), ruskoärviää (2), nuottaruohoa (3), ulpukkaa (4), järvikortetta (5), vesitatarta (6), järvikaislaa (7), nuottaruohoa (8), kolmea sara-heimon kasvia (9,12,14), rantakukkaa (10), ojaleinikkiä (11), pikkulummetta (13), palpakko-heimon kasveja (15) ratamosarpiaa (16), kurjenmiekkää (17), osmankäämiä (18), rantaluikkaa (19). Bio- sekä oligotrofiaindikaattorilajeista osmankäämi, kurjenmiekka sekä ruskoärviä suosivat runsasravinteisiä vesiä (eutrofia-mesotrofia). Vesikasvien perusteella vesialueella esiintyy lievää runsasravinteisuutta.



Kuva 1: Immonsalmen tutkittujen paikkojen vesikasvien sijainti.



Kuva 2: Pentinsalmen tutkittujen paikkojen vesikasvien sijainti.

## 4.8 Kalat

Haastatellessa paikallisia asukkaita, jotka harrastavat kalastusta satunnaisesti, kertoivat alueella esiintyvän haukea, ahventa, särkikalaa, ruutanaa, siikaa, kuhaa, lahnaa sekä talvisaikaan madetta. Saatujen kalojen mittoja, painoja ja ikää ei saatu selville. Lajisto on normaalitasoa, eikä alueelta puutu mitään merkittävää kalalajia (poislukien lohi ja taimen), joka indikoisi vedenlaadun huonontumista. Kalat reagoivat kaikista herkimmin happipitoisuuteen ja happamuuteen.

Eräiden kalalajien vaatimat hapen minimimäärät (mg/l):

Lohi 4,0

Kuha 2,0

Taimen 4,0

Ahven 1,2-1,5

Siika 3,5

Lahna 1,2-1,5

Muikku 3,5

Särki 1,2-1,5

Kirjolohi 2,8

Ruutana 0,6

Hauki 2,2

Eräiden kalalajien pH-rajat:

Ahven 4,2-9,6

Suutari, ruutana 4,5-10,8

Nieriä 4,8-9,0

Taimen, lohi 5,0-9,2

Hauki 5,0-10,4

Lahna, särki 5,2-10,4

Kirjolohi 5,5-9,2

(Helsingin yliopisto 2002)

#### 4.9 Pohjaeläimet

Pohjaeläinnäytteitä otettiin 8 ottimellista (1 otin = 24 cm \* 12.5 cm = 300 cm<sup>2</sup>) kahdessa erässä yhden vuorokauden aikana. Näytteiden tulokset ovat 0,24 m<sup>2</sup> alalta (300 cm<sup>2</sup> \* 8 = 2400 cm<sup>2</sup> = 0,24 m<sup>2</sup>). Näytteistä löytyi 4 kappaletta surviaissääsken toukkaa ja pieni määrä mahdollisesti Microcystis –suvun levää.

#### 4.10 Lämpötila

Menneen 2010 kuivan ja poikkeuksellisen lämpimän kesän takia vesialueen lämpötila oli kohonnut jopa 3-5 astetta loppukesäksi.

Näyttenro	Paikka	°C
1	Harjunoja, laskee Pentinsalmeen	18,2
2	Enonkosken silta	18,6
3	Lussintien silta, Enonkoskelle tuleva vesi	19,8

Taulukko 7: Enonkosken näytteenottoaikkojen lämpötilat alkukesästä

Näyttenro	Syvyys	°C
4	1 m	19,7
4	3 m	18,5
5	1 m	19,8
5	3 m	17,2

Taulukko 8: Immonsalmen-Pentinsalmen lämpötila alkukesästä

Näyttenro	Syvyys	°C
4	1 m	23,4
4	3 m	22,2
5	1 m	22,3
5	3 m	21,5

Taulukko 9: Immonsalmen-Pentinsalmen lämpötila loppukesästä

#### 4.11 Näkösyvyys

Näkösyvyyttä salmissa on kolmisen metriä, todennäköisimmin humuksen ja erityisesti savipartikkeleiden aiheuttamaa, osa pohjanäytteistä täytyi ottaa uudestaan myöhemmin savipohjan sekoittumisen takia.

#### 4.12 Virtaaman ja huuhtouman arviointi

Valuma-alueella asuvien paikallisten tiloilta alle puolet valtaojista kulkee Immonsalmen-Pentinsalmea kohti. Yhdellä tilalla laidunnetaan lehmiä rannassa. Immonsalmen-Pentinsalmen virtaamaksi oli alkukesästä noin 130 l/s ja loppukesästä 230 l/s.

#### 4.13 Vertailu aiempaan tutkimukseen

Savonlinnan kaupungin ympäristölautakunnan tekemän tutkimuksen näytteet on tutkinut Savonlinnan perusterveydenhuollon Ky:n elintarvike- ja ympäristölaboratorio. Tämän opinnäytetyön tuloksia verrataan 20.05.1998 sekä 29.07.1998 tutkittuihin arvoihin.

		Vuoden 1998 tulokset		Vuoden 2010 tulokset	
	Yksikkö	20.5.1998	29.7.1998	09.06.-11.06.	16.08-18.08
Lämpötila	°C	13,5	18,5-19	22-23	21-22
Happi	mg/l	10,6-10,5	8,4-8,6		6,9-7,6
Sameus	FTU/NTU			1,5-1,75	0,6-1,3
Sähkönjohtavuus	µS/m	50	45	38,6-39,3	88,3-92,2
pH	-	7,0-6,9	7,0-7,1	6,9-7,1	6,5-7,1
Väriluku	-	40	35-50	76-100	66-73
Kokonaisfosfori	µg/l	19-21	20-26	17,2-17,7	11,4

Taulukko 10: Vuoden 1998 ja 2010 saatujen tulosten vertailutaulukko

Vuoden 2010 kesä oli poikkeuksellisen kuuma ja kuiva, joka on syynä veden lämpötilan kohoamiseen. Happipitoisuus on laskenut Pentinsalmen osalta pienissä määrin. Sähkönjohtavuus oli kevään aikana matalana, mutta kohosi merkittävästi syksyä kohti. Huomattavia muutoksia pH:ssa ei ilmene. Väriluku vaihteli kevään aikana paljon, mahdollisesti joko vesialueen muista tekijöistä tai mittausvirheestä. Kokonaisfosforin määrä on näkyvästi laskenut, täten laskien rehevöitymisriskiä.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kymmenen vuoden aikana Immonsalmi-Pentinsalmi –vesialueen vedenlaatu on selkeästi parantunut. Rantojen ja veden yleisilme on pysynyt luonnollisen kauniina ja alueella kasvaa normaaleja määriä vesikasveja. Veden väri ja sameus eivät ole merkittävästi muuttuneet, pH on pysynyt neutraalina eikä vesialueella esiintynyt lämpötilakerrostumaa. Fosfori- sekä a-klorofyllipitoisuus ovat pienentyneet, täten pienentäen rehevöitymisriskiä. Vaikka planktonnäytteistä löytyi vähäisiä määriä vesistöjä mahdollisia kuormittavia taksoneja, jää niiden kuormitusriski huomaamattomaksi.

Saatujen tulosten ja vedenlaadun ohjearvojen mukaan Immonsalmi-Pentinsalmi ja sen ekologinen tila voidaan luokitella hyväksi.

Vesialueella ja sinne tulevassa vedessä ei ilmennyt mitään suuria poikkeamia ravinnetai happipitoisuuksissa, jotka voisivat aiheuttaa seuraavien vuosien aikana rehevöitymisen tai ravinnekadon. Enonkosken kylän ja kalanviljelylaitoksen näytteistä saadut tulokset osoittavat niiden osalta Immonsalmeen-Pentinsalmeen kohdistuvan mahdollisen kuormituksen olevan varsin vähäinen.

Vaikka molempien salmien tila on hyvä, voisi alueen ravinnepitoisuuksia silti seurata lievän rehevyyden takia. E. Coli ja koliformiset bakteerit ovat todennäköisesti peräisin Enonkoskesta ja paikallisten asukkaiden asumajätevedestä. Koska tässä työssä otettiin huomioon vain kevät-kesäkierto, voisi lisäksi Immonsalmen-Pentinsalmen talvikierron käydä tutkimassa täydentämään saatuja tuloksia.

## 6 LÄHDELUETTELO

Savonlinnan kaupunki, ympäristönsuojelutoimisto 2000: SELVITYS  
IMMONSALMEN-PENTINSALMEN VESISTÖKUORMITUKSESTA

Suomen Ympäristökeskus 2007

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=361990&lan=FI>, katsottu 3.11.2010, ei päivitystietoja

Suomen Ympäristökeskus 2006

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=48905>, katsottu 3.11.2010, ei päivitystietoja

Suomen Ympäristökeskus

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=331598&lan=fi&clan=fi>, katsottu 25.01.2011, ei päivitystietoja

Suomen Ympäristökeskus

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12082&lan=fi>, katsottu 9.2.2010, ei päivitystietoja

Lodenius, Manninen, Nieminen, Raiskinen, Ranta, Willamo: BIOINDIKAATTORIT

<http://www.helsinki.fi/biosci/environment/Asiakirjat/Opmon21-2002.pdf>,

HELSINGIN YLIOPISTO, LIMNOLOGIAN JA YMPÄRISTÖNSUOJELUN

LAITOS, katsottu 20.2.2011, ei päivitystietoja

Suomen Ympäristökeskus,

<http://www.environment.fi/default.asp?contentid=284727&lan=fi>, katsottu

04.02.2011, ei päivitystietoja

Suomen Ympäristökeskus, <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=14926&lan=fi>,

katsottu 15.03.2011, päivitetty 31.05.2010

Finlex, <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2005/20050071>, katsottu 03.02.2011