

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TEKNILLINEN TIEDEKUNTA  
KEMIANTEKNIIKAN OSASTO  
EROTUSTEKNIIKAN LABORATORIO  
KANDIDAATIN TYÖ

# **Fosforikuormituksen alentaminen vesiensuojelussa - Case: Suursuon (Taipalsaari) turvetuotantoalue**

Tarkastaja: Harri Niemi

Tekijä: Mika Mäkelä      0040849

## SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	2
2. RAVINNEKUORMITUS YMPÄRISTÖÖN	3
2.1 Fosforikuormitus lähteittäin	5
2.2 Fosforin huuhtoutuminen ja eroosio	7
2.3 Ojaverkoston dynamiikka	8
2.4 Ojaveden ympäristövaikutukset karkeasti	10
3. TURVETUOTANTO FOSFORIN EROTTAJANA	11
3.1 Turvetuotannon merkitys Suomelle	11
3.2 Turvetuotanto ennallistamassa ympäristöä	12
3.3 Turvetuotantoalueiden ravinnekuormitukset	13
3.3.1 Kiintoaine- ja humuskuormitus	13
3.3.2 Rauta-, fosfori- ja typpikuormitus	14
3.3.3 Turvetuotantoalueen fosforilähteet	15
3.4 Turvetuotannon vesiensuojelumenetelmiä	17
3.5 Turvetuotantoalueen luvanvaraisuus	20
4. KEMIKALOINTIPROSESSI TURVETUOTANTOALUEIDEN KUIVATUSVESILLÄ	21
4.1 Menetelmän kuvaus	21
4.2 Puhdistustehokkuus	21
4.3 Kustannukset	21
5. ESIMERKKINÄ CASE SUURSUO TAIPALSAARI	22
5.1 Kuivatusvesien käsittelymenetelmät	23
5.2 Ympäristönsuojelun kustannukset Suursuolla	24
5.3 Suursuon kemikalointiasema	24
5.4 Tuotantoalueen velvoitetarkkailu	27
6. YMPÄRIVUOTINEN TURVETUOTANTOALUEIDEN VALUMAVESIEN KÄSITTELY	29
6.1 Haasteet	29
6.2 Edut	30
6.3 Kustannukset	31
7. JOHTOPÄÄTÖKSET	31
7.1 Miten saavutetaan kustannustehokkain fosforinpoisto vesistöistä?	31
7.2 Ovatko kaikki kuormittajat samalla viivalla?	31
7.3 Ekotehokkuus ympäristönsuojelussa	32
LÄHDELUETTELO	34

# 1. JOHDANTO

Tässä tekniikan kandidaatin työssä syvennyttään esimerkkien valossa kustannuksiin, joita ympäristönsuojelu aiheuttaa ja keskityttään fosforikuormituksen alentamisen kustannuksiin vesiensuojelussa. Ympäristönsuojelu on alueena mahdottoman laaja. Tässä työssä on pitäydytty vesitaseeseen ja vesiensuojelullisiin toimenpiteisiin liittyen case-tarkastelujen ja esimerkkien kanssa kokonaisuuksien ymmärtämiseen kohdekohtaisesti. Tätä kandidaatin työtä voidaan pitää myös johdantona väitökseen johtavissa tutkinnallisissa tarkasteluissa.

Ympäristönsuojelu, vesistöjen suojelu ja jätevesiasiat ovat kaikki yleistä mielenkiintoa ja voimakkaitakin mielipiteitä puolesta ja vastaan herättäviä osa-alueita. Niissä tiivistyy negatiivis-positiivinen synergia mielenkiintoisella tavalla liittäen negatiivisia lehtiotsikoita positiivisen kokonaisuuden eteenpäin viemiseksi. Tässä kontekstissä, kuten myös monessa muussa voidaan käyttää lainausta Andy Warhollin ajatelmasta ”Ei ole olemassa negatiivista tai positiivista kritiikkiä, vaan kritiikkiä voidaan pitää aina positiivisena julkisuutena ja sen määrää pitää mitata sisällön sijaan palstamillimetreinä”. Kun ajatellaan näin, on vuoden 2004 alusta voimaan tullut jätevesiasetus saavuttanut paljon palstamillimetrejä kirjoittelun ollessa laidasta laitaan. Jätevesiasetuksen kyseessä ollen voidaan asiaa ajatella tiivistetysti näin: Ne, jotka ovat vastaan, eivät olisi ilman mediamyllytystäkään tehneet mitään ja ne, jotka ovat olleet myötämielisiä, ovat tehneet asialle jotain, kuten laittaneet omat jätevesiasiansa kuntoon. Ympäristölle ei ole lainkaan huonoa se, että jätevesienkäsittelystä tulee kilpailuasema, millä voidaan parantaa myös omaa sosioekologista asemaa. Yritykset näkevät asian toisessa valossa: Ympäristönsuojelu tulee toimintaan haettavien ympäristölupien kautta välttämättömänä pahana. Yksikään yritys ei puhdistaisi jätevesiään, ellei sitä olisi vaadittu luvituksessa tai asiakkaiden vaatimuksesta. Raha on tässä asiassa määräävä tekijä. Yritysten täytyy pystyä siirtämään tekemänsä ympäristönsuojeluinvestoinnit tuotteiden tai palveluiden hintoihin.

Kaikki vesistöjen eteen tehtävä ympäristönsuojelullinen työ on tärkeää. Kuitenkin voitaisiin ajatella asioita kokonaisuuksina ja käsitellä esimerkiksi järven kokonaisravinnetasetta sekä siihen liittyen koko valuma-aluetta. Ja erityisesti tarkastella piste- ja hajakuormituksen määrää siten, että voidaan määrittää mahdolliset toimenpiteet ja niiden kustannukset, mutta ennen kaikkea: ko. kustannusten aiheutusperusteinen ja yleishyödyllinen maksajavelvoite.

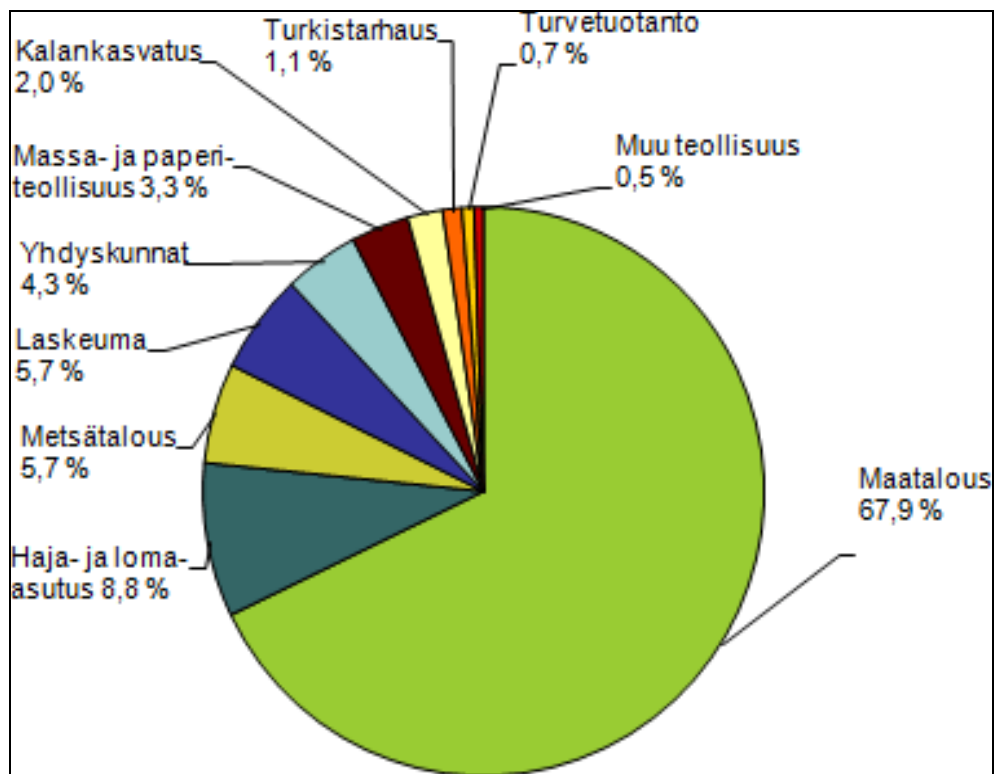
## 2. RAVINNEKUORMITUS YMPÄRISTÖÖN

Ympäristön tilan seurantaan käytämme esimerkkijärvenä Valkeajärveä (/1/ yleisin järvennemi Kotimaisten kielten tutkimuskeskuksen mukaan), joka ympäristökuormitukseltaan vastaa normaalia suomalaista keskivertokuormitusta Suomen ympäristökeskuksen /2/ mukaan. Taulukossa I on esitetty fosfori- ja typpikuormitus eri lähteistä sekä arvio laskeumasta ja luonnon huuhtoumasta Suomessa vuonna 2008 /2/.

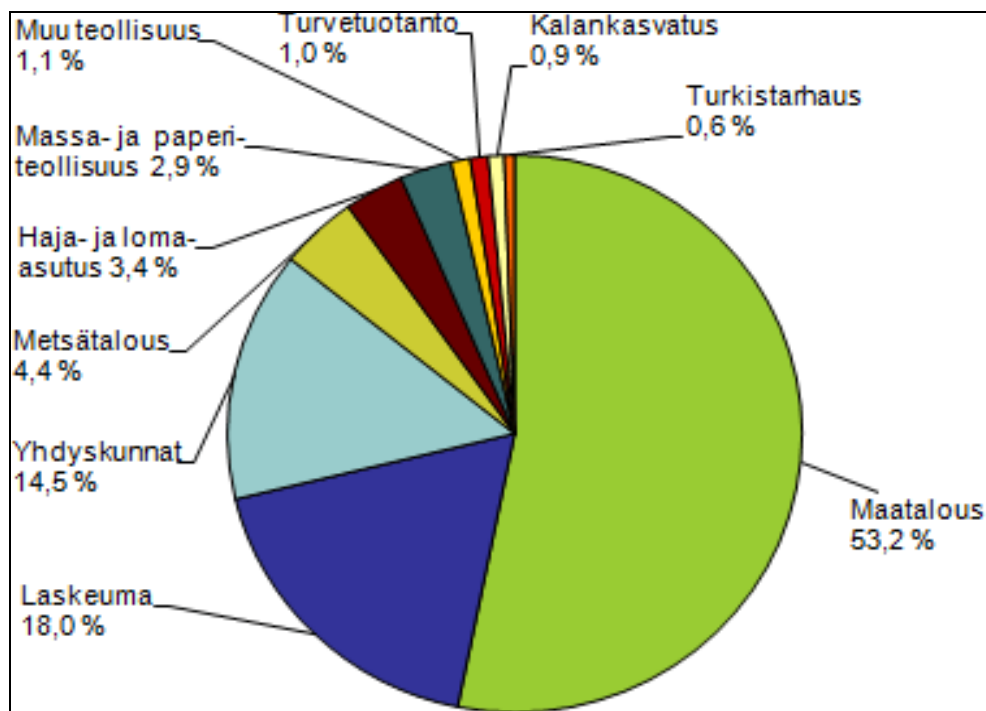
Taulukko I Kuormitusjakauma Suomen ympäristökeskuksen mukaan vuonna 2008 /2/.

Päästölähteet	Fosfori t/a	Typpi t/a	Fosfori %	Typpi %
Pistemäinen kuormitus				
Massa- ja paperiteollisuus	135	2 164	3,3	2,9
Muu teollisuus	22	804	0,5	1,1
Yhdyskunnat	175	10 804	4,3	14,5
Kalankasvatus	82	665	2,0	0,9
Turkistarhaus	45	430	1,1	0,6
Turvetuotanto	28	749	0,7	1,0
<b>Pistemäinen kuormitus yhteensä</b>	<b>487</b>	<b>15 616</b>	<b>11,9</b>	<b>21,0</b>
Hajakuormitus				
Maatalous	2 750	39 500	67,9	53,2
Haja-asutus	355	2 500	8,8	3,4
Metsätalous	231	3 253	5,7	4,4
<b>Hajakuormitus yhteensä</b>	<b>3 336</b>	<b>45 253</b>	<b>82,4</b>	<b>61,0</b>
Laskeuma	230	13400	5,7	18,0
<b>Kuormitus yhteensä</b>	<b>4 053</b>	<b>74 269</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Luonnon huuhtouma	1 600	41 500		
Teollisuus ja kalankasvatus v. 2009, yhdyskunnat v. 2007. Tiedot perustuvat VAHTI-tietojärjestelmän tietoihin 31.08.2010. Muut päästölähteet ja luonnon huuhtouma SYKEN laskema arvio.				

Kuvassa 1 on esitetty fosforikuormituksen lähteet ja kuvassa 2 on esitetty typpikuormituksen lähteet.



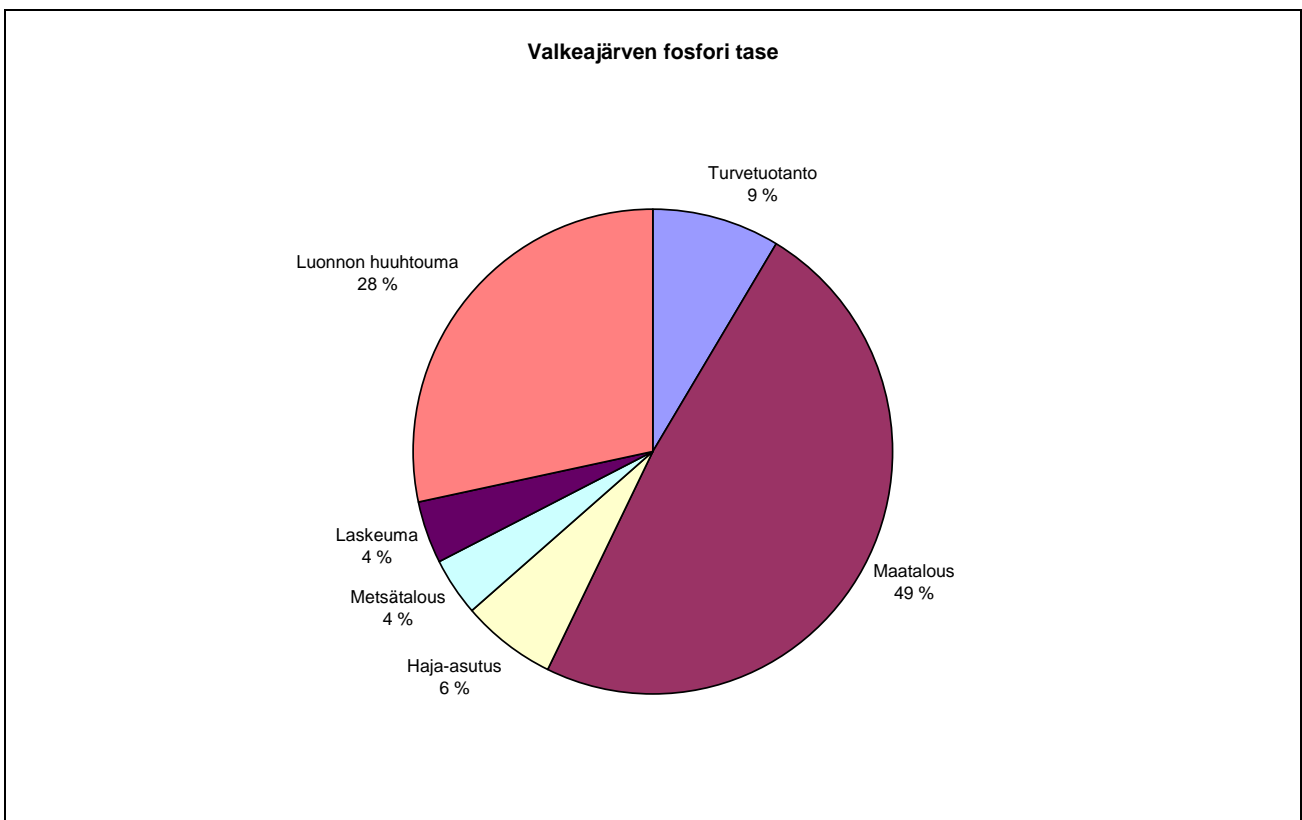
Kuva 1 Fosforikuormituksen lähteet Suomen Ympäristökeskuksen mukaan vuonna 2008 /2/.



Kuva 2 Typpikuormituksen lähteet Suomen Ympäristökeskuksen mukaan vuonna 2008 /2/.

## 2.1 Fosforikuormitus lähteittäin

Esimerkkijärvessä tarkastellaan vain fosforikuormitusta, koska se on makeissa pintavesissä levien kasvua rajoittava komponentti. Kuten taulukosta I voidaan huomata, ei ympäristökeskus käsittele luonnon huuhtoutumaa lainkaan päästölähteenä. Kuvassa 3 on esitetty Valkeajärven fosforiravinnetase siten, että pistekuormituksesta järven alueella vastaa vain ja ainoastaan turvetuotanto. Koska esitetään ravinnetasetta, on luonnon huuhtoutuma otettu mukaan, sillä sen vaikutus kokonaiskustannuksiin on huomioitava.



Kuva 3 Valkeajärven fosforitase prosentteina

Jo luonnon huuhtoutuman mukaanotto muuttaa oleellisesti jakaumaa. Valkeajärven tilanteessa on pistekuormituksen osuus kokonaisuudessaan korvattu turvetuotannolla, muuten järven fosforitase noudattaa koko maan keskiarvosuoritusta. Kun lisätään kokonaistulotaseeseen luonnon huuhtoutuma, voidaankin miettiä vesistöjensuojelun hintaa kokonaisuudessaan. Jos muutetaan prosenttiosuudet kuvitelluksi kg-määräksi, päästään kustannuslaskennassa eteenpäin. Taulukossa II on esitetty Valkeajärven valuma-alueen kilogrammoin perustuva kuormitus. Valkeajärven

valuma-alueen pinta-ala on 100 km<sup>2</sup> ja sen kuormitus perustuu taulukon I keskikuormitusmääriin siten, että turvetuotanto on ainoa pistekuormittaja valuma-alueella.

Taulukko II Valkeajärven valuma-alueen kilogrammoihin perustuva kuormitus

tyyppi	%	Kg/koko valuma-alue
Turvetuotanto	8,6	143,9
Maatalous	48,6	812,4
Haja-asutus	6,3	104,9
Metsätalous	4,1	68,2
Laskeuma	4,1	67,9
Luonnon huuhtouma	28,3	472,7

Näin päästään käsittelemään todellisia lukuja: fosforia valuu 100 km<sup>2</sup> alueelta 1670 kg. Nyt voidaan käsitellä lukuja: Suomen kokonaispinta-alasta 338424,38 km<sup>2</sup>, on peltoa 9 % eli 30458 km<sup>2</sup> /3/. Kun peltopinta-ala jaetaan keskimääräisellä valumalla, saadaan keskimäärin 0,9 kg fosforia/hehtaari eli valuma-alueesta on peltoa 912 hehtaaria. Tosin tälle alueelle saa ympäristötukisäännösten mukaan laittaa 80 kg/ha eli 73013 kg fosforia, josta vesistöön valuu 812 kg eli noin 1,1 %. Taas nähdään prosentuaalisen tarkastelun heikko puoli, sillä kokonaissumma on kuitenkin aina 100 %. Tuo 1,1 % ei pidä paikkaansa, sillä keskimäärin peltohehtaarille ei koskaan laiteta 80 kg fosforia lukuun ottamatta karjanlannan levitystä. Pidetään kuitenkin totuutena keskimääräistä valumaa 0,9 kg P/ha. Taulukossa III on esitetty fosforille lasketut keskimääräiset arvot (kg/ha) käyttäen lähtötietoina Suomen Ympäristökeskuksen arvoja ja Tilastokeskuksen maankäyttöluokittelua. Jaottelu on erilainen kuin Suomen Ympäristökeskuksen käyttämä, koska pistekuormitukset on esitetty pinta-alaakohtaisesti.

Taulukko III Valkeajärven fosforikuormitus [kg/ha] laskettuna keskimääräisesti Suomen Ympäristökeskuksen arvoista ja Tilastokeskuksen maankäyttöluokittelusta.

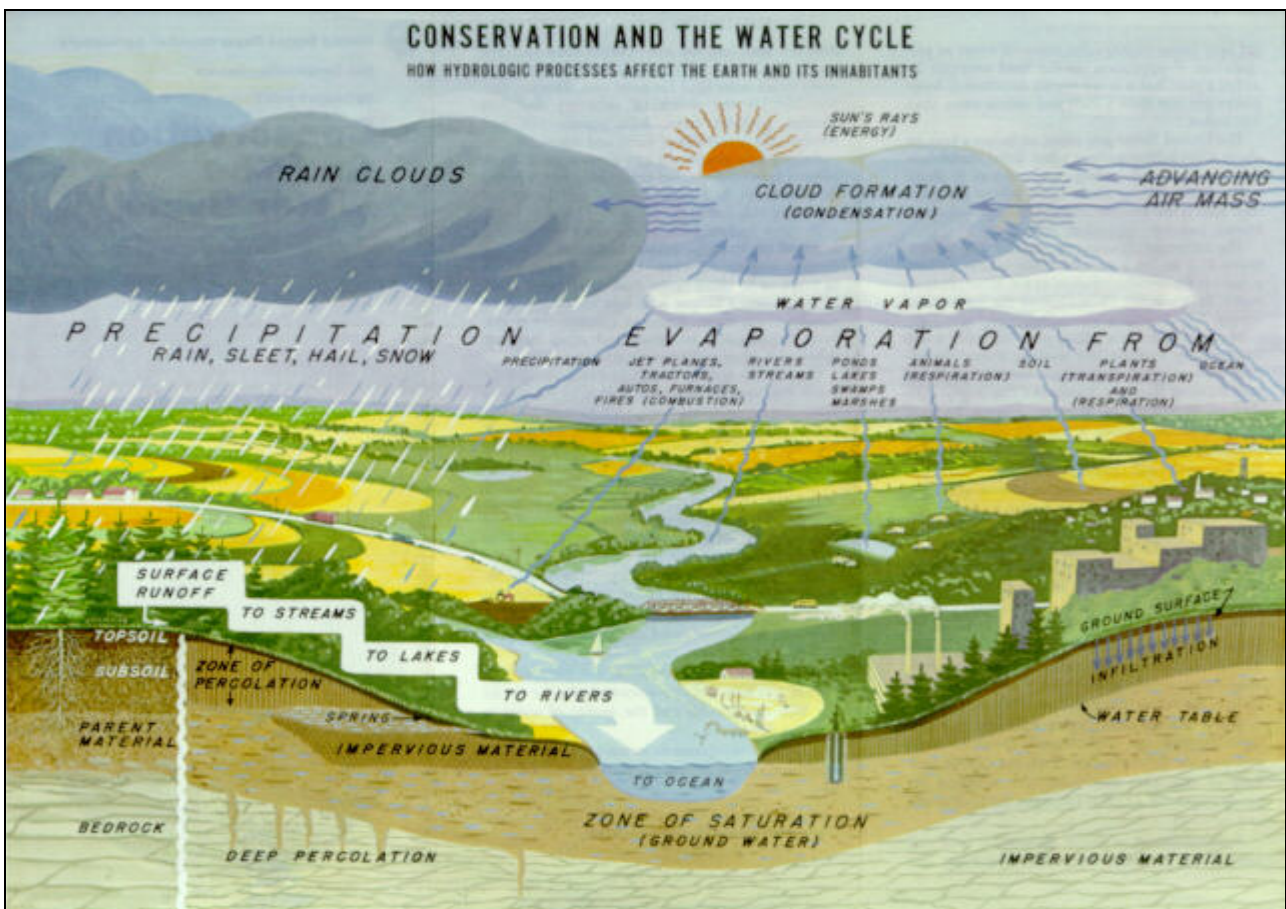
Hajakuormitus	Fosfori [1000 kg/a]	Pinta-ala [Km2]	Fosfori [Kg/ha]
Turvetuotanto	28,00	650,00	0,043077
Maatalous	2750,00	30389,00	0,090493
Haja-asutus	355,00	1500,00	0,236667
Metsätalous	231,00	263975,40	0,000875
Hajakuormitus yhteensä	3364,00	303 892,46	0,011070
Laskeuma	230,00	303 892,46	0,000757
Luonnon huuhtouma	1600,00	303 892,46	0,005265
Kuormitus yhteensä	5222,00	303 892,46	0,017184

Taulukossa on esitetty laskennalliset arvot ja keskimääräiset arvot maa-alueesta. Valuma-aluekohtaiset arvot vaihtelevat yleensä riippuen maalajeista tai maankäytöstä.

Erotustehokkuutta katsottaessa voidaan tarkastella asiaa esimerkin valossa: Mellolan tilan viljelymuistiinpanot kertovat normaalin viljatilan fosforimääräksi hieman alle 20 kg/ha, jolloin noin 4,5 % päätyy vesistöihin. Maatalous vastaa kuormituksesta puolta 9 % peitolla. Kun Suomessa on /4/ Turveteollisuusliiton mukaan vain 65 000 ha turvetuotantoalueita, saadaan arvioidusta Suomen Ympäristökeskuksen kokonaismäärästä 28000 kg P jaettuna vain 0,43 kg/ha, mikä tarkoittaa noin 335 ha turvetuotantoaluetta Valkeajärven valuma-alueella, mikä on jo merkittävä turvetuotantoalue. Vesistöihin johtuva kuormitus keskimääräisen turvetuotantoalueen fosforikuormituksesta keskimääräistä maanviljelypeltohehtaaria kohden on noin puolet. Toki on muistettava myös orgaaniset aineet ja typpi, mutta niitä ei tarkistella tässä selvityksessä.

## 2.2 Fosforin huuhtoutuminen ja eroosio

USA:n maatalousministeriön /5/ mukaan vesi kiertää maailmassa kuvan 4 mukaisesti. Veden mukana kulkeutuu ilman pienihiukkasia maahan ja maasta huuhtoutuu maan pinnalla olevia aineita veden mukana ja haihtuessa ne jäävät maahan tai vesistöön.



Kuva 4 Vesikierto luonnon systeemissä /5/.

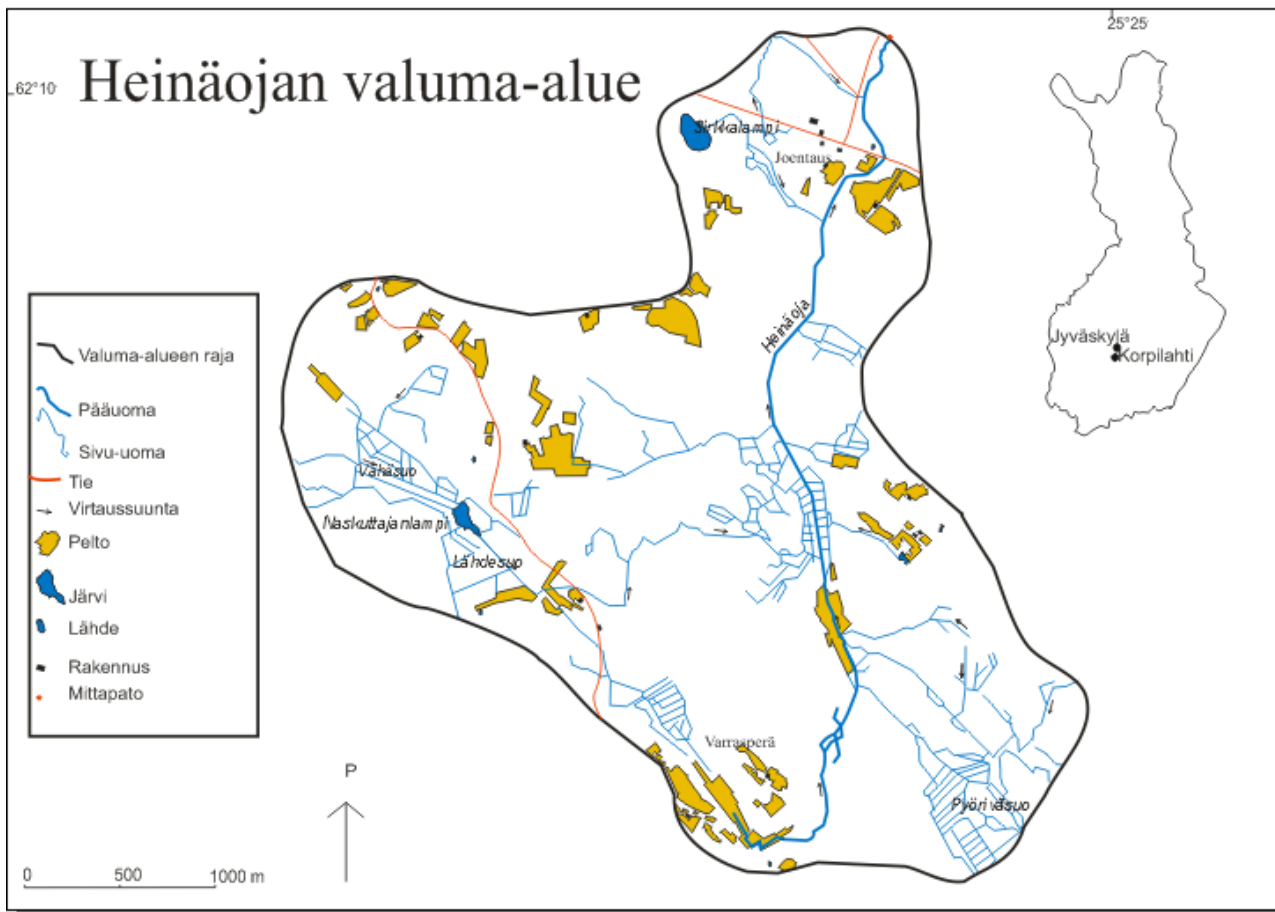


Jos tarkastellaan vain fosforia, on satava vesi ja sen vesikierto höyrystymiseen saakka syypäänä aiheutuviin päästöihin. Suuressa virtauksessa mukaan tulee kiintoaineeseen sitoutunutta fosforia. Suuremmissa mittakaavassa on kysymys liukoisesta fosforista, joka on suorana ravinteena leville. Jos haetaan suurimpia ongelmakohtia luonnon vesikierrosta ja ihmisen aiheuttamista muutoksista, on selkeä syy yhteys havaittavissa. Luonnossa on omia puroja ja jokia, joissa vesi virtaa. Näiden lisäksi on ihminen tehnyt ja muotoillut ympäristöään satoja vuosia tehostaakseen kuivatusta ojitamalla: Ensin saadaksean peltomaat kuivumaan viljelykelpoiseksi, sitten metsämaata suosta metsän kasvuun sopivaksi kosteusluokaksi jne. Aina nopeuttamalla veden valumista sateesta vesistöihin, saadaan huuhtoutuma kasvamaan huomattavasti suuremmaksi. Esimerkkijärvessä luonnon huuhtoutuma on 28 % kokonaisuudesta ja laskeuma 4 % eli yhteensä kolmannes kokonaisuudesta on seurausta huuhtoutumasta. Maatalouden, metsätalouden ja turvetuotannon kuormitukset ovat kaikki riippuvaisia sateesta. Ainoastaan haja-asutuksen jätevedet yhdessä muiden pistekuormitusten kanssa, kuten esimerkkialueella turvetuotanto, ovat sellaisia osa-alueita, joihin voidaan teknisesti puuttua. Näihin on jo puututtukin, sillä pistekuormitukset on säädelty tarkasti ympäristöluvituksessa. Haja-asutuksen jätevedet ovat joutuneet loputtoman poliittisen pelin kohteeksi, jossa tietämättömyys ja omanedun tavoittelu korvaa lain hengen. Käytännössä kaikki ravinteet joutuvat vesistöihin veden kuljettamana. Nyt voidaankin miettiä, miten niitä voidaan vähentää.

## 2.3 Ojaverkoston dynamiikka

Veden valuminen perustuu yksinkertaisesti painovoimaan. Kaikki vesimuodossa oleva pyrkii menemään meren pinnan tasolle tai sen alle. Ns. kaato, eli korkeusero yhden metrin matkalla, määrittelee virtausnopeuden ja tilavuusvirran. Samat laskentasäännöt pätevät kuin putkivirtauksessa, mutta muotojen monimuotoisuuden takia on mallintaminen huomattavan vaikeaa ja myös tarpeetonta, sillä peruslähtökohtana on virtausten hidastaminen.

Kuvassa 5 on esitetty Heinäojan valuma-alue Korpilammelta /6/. Kuvassa nähdään pääuomat sekä sivu-uomat. Vesiverkosto on kuten verisuonisto ihmisessä: on pääsuonet ja suonet pienenevät aina hiussuonistoon asti. Kuvassa ei ole esitetty pienimpien ojien verkostoa lainkaan, kuten peltojen sarka/salaojia, tienvarsiojia yms. Ojitus on koko maassa hyvin kattava ja tämä onkin syy veden valuman nopeuteen ja ravinteiden pidättävyyden heikkouteen.



Kuva 5 Heinäojan valuma-alue Korpilammelta /6/.

Suomeen on jo tehty paljon kosteikoita ja laskeutusaltaita, mutta ne ovat vain yksittäisiä kohteita ja pieniä paikallisia tekoja. Tarvitaan ojien perkausojitusten ja koko valuma-alueen hydrologian uudelleentarkastelu, jonka avulla saadaan haettua esiin ne kohteet, joissa on kustannustehokasta tehdä ympäristönsuojelutoimenpiteitä. Tällöin saadaan esille ne pienet peruskosteikot, joiden pinta-ala on muutamasta neliöstä kymmeneen neliöihin, ja jotka muodostavat pohjapatoineen selkärangan pelto-, metsä- tai muun lohkon perustoimenpiteisiin ja perushuoltoon. Ei ole kysymys sen ihmeellisemmästä asiasta kuin ojien säännöllinen auki kaivaminen, se vain tehdään toisella tavalla ja tehokkaammin. Luovutaan median luomista stereotyyppioista ja todetaan, että ympäristönsuojelu kuuluu meille jokaiselle ja sen hinnan joudumme kantamaan ja maksamaan kaikki omalta osaltamme sekä tekoina että tuotteiden hinnassa. Tekniikka ja ekologisuus kulkevat käsi kädessä, emme voi valita teollista prosessia vain sen kustannustehokkuuden perusteella, vaan siinä on käytettävä myös ympäristökuormituskustannuksia mukana.

Kuitenkin ojaverkoston dynamiikan perustarkastelun lähtökohtana on oltava viipymääjan kasvatus huomattavasti. Seurauksena on takaisin haihtumisen ja pohjavesiin imeytymisen kasvaminen huomattavasti. Myös seisovan veden aikana kiintoaineiden laskeutuminen pohjasedimenttiin kasvaa, mutta myös virtausnopeuksien pienentyessä eroosio pienenee ja näin ollen laskeutettavan kiintoaineen määrä pienenee. Vesikasvit, joita kosteisiin paikkoihin kertyy kuluttavat myös fosforia ja lisäävät haihtumista. Ilmastomuutoksen mukanaan tuomat, kasvaneet talviaikaiset sadannat ja rankkasateiden tulvaongelmaa helpottaa ojaverkoston uusi dynamiikka oleellisesti. Korjaus on yksinkertaista, mutta keinoja on huomattavan monta erilaista, jotta löydetään ratkaisu. Ongelma on selkeästi koulutuksellinen. Ojituksia suunnittelevat salaojateknikot, kosteikkoja suunnittelevat ympäristöpuolen insinöörit, hydrologit ja limnologit: kukin tarkastelee asiaa omalta kannaltaan ja siitä muodostuu toteutusten heikkous, koska synergiaa ei ole. ”Kovilla” ja ”pehmeillä” tieteillä on erilaisia tavoitteita, eivätkä niiden harjoittajien osaamisalueet ja tavoitteet kohtaa. Tavoitteena on kuivattaa pellot nopeasti keväällä, jotta päästään viljelemään. Metsä ei saa soistua, jotta puunjalostusteollisuudella riittää raaka-ainetta. Kompromisseja täytyy tehdä, mutta päätarkaisu on hidastaa valumaa. Tavoitteeseen päästään toteuttamalla ojaverkoston dynamiikka hajautetusti pienien yksiköiden kautta.

## **2.4 Ojaveden ympäristövaikutukset karkeasti**

Ojavesi sisältää orgaanisia ja epäorgaanisia aineita sekä mikro-organismeja, kasveja ja eläimiä. On paljolti paikasta riippuvaista, minkälaisia ovat sameus, orgaaniset aineet, hygieeninen laatu ja ravinteet, kuten fosfori ja typpi. Kaikille on raja-arvonsa ja kaikilla vastaanottavilla vesistöillä kuormituksen kesto vaihtelee. Tyypillisesti seurataan kahta ravinnettä: fosforia ja typpeä. Tässä tarkastelu on rajattu koskemaan ainoastaan fosforia, koska se on makeissa sisävesistöissämme levän kasvua rajoittava ravinne. Fosforimäärän kasvu järvessä saa aikaan eri levien kasvun lisääntymisen, happikadon ja kalakannan muuntumisen pienemmäksi ns. roskakalaksi. Samalla leviä syövien vesikirppujen määrä romahtaa, kun niitä syövien pikkukalojen määrä kasvaa ja ketjureaktio nopeutuu. Hoitotoimenpiteiden täytyy olla riittäviä, eikä yksittäisiä osa-alueita kannata toteuttaa. Kokonaisuushoidoista on saatu loistavia tuloksia. Tuloksellisuudelle on välttämätöntä se, että aloitetaan kuormituksen vähentämisellä, jonka jälkeen voidaan itse vesistöön tehdä biomanipulaatiota, jolloin saadaan kustannustehokkain lopputulos. Ongelmana tässä on se, että tulosten saaminen kestää. Toimenpiteet on aina ulotettava kaikkeen valuma-alueella: pistekuormituksesta jätevesiin ja pelloilta ja metsistä asuttuun ympäristöön.

### 3. TURVETUOTANTO FOSFORIN EROTTAJANA

#### 3.1 Turvetuotannon merkitys Suomelle

Turvetuotanto esiintyy vesien kuormitusdiagrammeissa ja on omalla seurannallaan ympäristöluvitettavissa toiminnoissa. Tosin vielä tällä hetkellä pienemmät yksiköt, vähäisellä vaatimustasolla eivät vaadi luvitusta ja aiheuttavat joskus paikallisesti pienillä valuma-alueilla suunnattoman ympäristöhaitan. Turvetuotantoa on harjoitettu Suomessa jo yli sadan vuoden ajan. Turvetuotantoa kehitettiin voimakkaasti 1960-70 -luvulla osin energiakriisin vaikutuksesta. Vuonna 2006 turvetuotannossa oli noin 65 000 ha, vuonna 2007 noin 66 000 ha ja vuonna 2008 noin 67 000 ha suota /4/. Kuntoonpanossa ja tuotantokunnossa oli lisäksi vuonna 2006 noin 9500 ha, vuonna 2007 noin 9900 ha ja vuonna 2008 noin 9600 ha.

Turvetuotanto vaatii yleensä ympäristöluvan, jonka myöntää ympäristölupavirasto. Alueelliset ELY-keskukset ja ympäristölupaviranomaiset ovat turvetuotannon valvontaviranomaisia, jotka valvovat muun muassa ympäristölupien noudattamista.

Suomi oli maailman suurin turpeentuottaja vuonna 2005. Suomen osuus koko maailman energiaturpeen tuotannosta oli yli 50 %. U.S. Geological Survey:n Mineraalivuosisikirjan /7/ mukaan vuonna 2005 turvetta tuotettiin energiaksi vain Euroopassa. Energiaturpeen tuottajamaat olivat: Suomi 51 %, Irlanti 31 %, Valko-Venäjä 11 %, Moldavia 3 % ja Ruotsi 3, 6 %. Lähteessä Eesti, Latvia, Liettua, Venäjä ja Unkari eivät ole määrittäneet turpeen käyttötarkoitusta. Maailman kasvaturpeen tuotanto on pienempi kuin energiaturpeen tuotanto.

KTM:n raportin /8/ mukaan maailman koko turvetuotannon pinta-alasta (1997) kerättiin 61 % energiaturpeeksi ja 39 % kasvaturpeeksi. Maailman suurimmat turvetuotannon maat pinta-alaa kohti olivat (1997): Irlanti 46 %, Suomi 32 %, Venäjä 8 %, Valko-Venäjä 6 %, Ruotsi 5 % ja Viro 2 %.

Toisaalta turve on kuitenkin uusiutuva energiamuoto: tällä hetkellä turvekerrostumat kasvavat moninkertaisesti sen, mitä turvetta nostetaan. Toisaalta turve on monimuotoinen energianlähde poltettuna suoraan tai Fischer-Tropsch -synteetillä dieseliä valmistaa. Fischer-Tropsch -menetelmällä voidaan valmistaa synteettisiä polttoaineita - sekä ottomootoreihin että dieselmootoreihin - synteetikaasusta (vedyn ja hiilimonoksidin seoksesta). Reaktorissa vedyn ja hiilimonoksidin seos konvertoidaan noin 300–400 °C:n lämpötilassa ja 10–40 bar paineessa hiilivedyiksi.

Fischer-Tropsch -synteesi on varteenotettava vaihtoehto siellä, missä on saatavana runsaasti halpaa hiiltä, biomassaa tai turvetta. Saksa valmisti toisen maailmansodan aikana lähes kaiken tarvitsemansa dieselöljyn ja suuren osan bensiinistään synteettisesti. Etelä-Afrikan tasavalta kehitti apartheidin aikana Fischer-Tropsch -teknologiaa yhä pidemmälle ja kykeni näin kiertämään öljysaannon. Nykyään Etelä-Afrikan tasavallan kansallinen öljy-yhtiö, Sasol, valmistaa kaiken Etelä-Afrikan tarvitseman moottoripolttoaineen synteettisesti kivihielestä.

Suomessa polttoaineen valmistamisesta Fischer-Tropsch -synteesillä turpeesta muodostuu varteenotettava vaihtoehto raakaöljyn hinnan noustessa.

### **3.2 Turvetuotanto ennallistamassa ympäristöä**

Luonnon ennallistamisessa turvetuotanto on edelläkävijä, sillä käytetyt tai loppuun nostetut turvetuotantoalueet on ennallistettu jääkautta seuranneelle ajalle ja luonnon monimuotoisuutta on kasvatettu tekemällä niistä suokierroksensa alkuvaiheen järviä, jotka pikkuhiljaa kasvavat umpeen, kuten on aikaisemminkin käynyt.

Kuvassa 6 on käytöstä poistettu turpeennostoalue ennallistettuna ja veto-ojat tukittuna Honkajoella Vapon turvetuotantoalueella.



Kuva 6 Käytöstä poistettu turpeennostoalue ennallistettuna

### **3.3 Turvetuotantoalueiden vesiensuojelumenetelmät**

Esimerkkinä käytetään turvetuotantoa, koska se on hyvin luvitettu ja pääsääntöisesti myös näin toteutettu ja seurattu.

Turvetuotantoon otettavat suoalueet ovat yleensä laajoja, paksuturpeisia, vetisiä ja yhtenäisiä alueita. Tuotannolle ominainen piirre on myös suoalueen pitkäaikainen ja jatkuva hyödyntäminen /9/, jolloin suon pinta on kasviton ja altis eroosiolle. Turvetuotanto lisää kiintoaineen, humuksen ja raudan, sekä fosforin ja typen huuhtoutumista vesistöön. Kuormituksen suuruuteen vaikuttavat ojituksen aikaansaama valuman kasvu, valumaveden laadussa tapahtuvat muutokset ja turvetuotantoalueella käytettävät vesiensuojelumenetelmät.

#### **3.3.1 Kiintoaine- ja humuskuormitus**

Turvetuotantosoiden kiintoainehuuhtoumat ovat usein suuria verrattuina luonnontilaisten soiden vastaaviin huuhtoumiin /10, 11, 12, 13/. Kiintoainekuormitusta saavat aikaan lähinnä kuivatuksen edellyttämät kaivutyöt, sarkaojien puhdistaminen ja syventäminen, uomien eroosio ja sortuminen, sekä tuotantokentän eroosiolta suojaavan kasvipeitteen puuttuminen. Kun tuotantokentältä puuttuu jatkuvasti suojaava kasvillisuuspeite, on eroosio mahdollinen pintavaluman vaikutuksesta koko kentän alueella /9/. Kiintoainekuormitus keskittyy pääasiassa sulanmaan kauden tulva- ja sadejaksoihin. Erityisesti kevättulvan aikaisen kuormituksen osuus koko vuoden kiintoainekuormituksesta on suuri.

Vesistöihin joutuva kiintoaine koostuu sekä orgaanisesta että epäorgaanisesta aineksestä. Suurin osa turvetuotannon valumavesien kiintoaineesta on orgaanisessa muodossa, joka laskeutuu vesistöjen pohjalle hitaasti ja jää sinne löyhäksi kerrokseksi. Orgaaninen kiintoainekuormitus vaikuttaa detritusravintoketjun (=kuollut orgaaninen aine eli detritus– sienet - bakteerit – pohjaeläimet - ravintoketju) kautta jokiekosysteemin toimintaan.

Turvetuotanto on paikoitellen lisännyt myös liukoisen orgaanisen aineen (humuksen) huuhtoutumista. Humus on usein ollut suurimmillaan ojituksen jälkeen, etenkin paksuturpeisia ja vetisiä soita ojitettaessa. Pohjanmaan minerotrofisella suoalueella turvetuotannolla on kuitenkin ollut suhteellisen vähäinen vaikutus humuskuormitukseen /14/.



### 3.3.2 Rauta-, fosfori- ja typpikuormitus

Myös vesistöihin kohdistuva rautakuormitus on turvetuotannon seurauksena usein lisääntynyt /14/. Rautaa huuhtoutuu kiintoaineeseen sitoutuneena ja suurimmat rautakuormitukset sattuvatkin yleensä samaan aikaan suuren kiintoainekuormituksen kanssa. Pääosa happipitoisten vesien raudasta on kuitenkin humukseen sitoutuneena. Kiiminkijoen valuma-alueella suoritetuissa tutkimuksissa havaittiin turvetuotantosoilta huuhtoutuvan humuksen olevan rautapitoisempaa kuin luonnontilaiselta suolta huuhtoutuva humus /15/.

Fosforia ja typpeä huuhtoutuu turvetuotantosoilta enemmän kuin luonnontilaisilta soilta /10, 12, 13, 14, 17/. Erityisesti epäorgaanisen typen huuhtoumat lisääntyvät. Toisin kuin luonnontilaisten soiden valumavesissä /10, 16/, turvetuotantosoiden valumavesissä typpi on suurelta osin epäorgaanista /10, 11, 14/.

Kuvassa 7 on esitetty turvetuotantoalue luonnonmukaisessa tilassa. Kuvassa 8 on esitetty lähikuva kasvavasta turvekerrostumasta. Kuvan 7 kaltaista, suoksi luokiteltavaa aluetta on Suomen maapinta-alasta 1/3.



Kuva 7

Turvetuotantoalue luonnonmukaisessa tilassa



Kuva 8

Lähikuva kasvavasta turvekerrostumasta

### 3.3.3 Turvetuotantoalueen fosforinlähteet

Turve on uusiutuva luonnonvara (tai hitaasti uusiutuva), luokittelusta on useita tulkintoja. Kuitenkin turpeen kasvu on moninkertaista verrattuna käyttöön eli Suomen turvevaranto lisääntyy koko ajan. Kuvassa 8 on kasvavaa turvevarantoa. Kuvassa näkyy hyvin se, mitä kaikkea turpeen joukossa on. Turvetuotannon ojitus noudattelee perusdynamikaltaan mitä tahansa ojitusta: sarkaojat, joista valutus veto-ojiin ja siitä ympäröivän töyrään läpi vesistöihin tai pumpattuna töyrään yli. Kuvassa 9 on esitetty sarkaojamalli ja kuvassa 10 veto-oja.





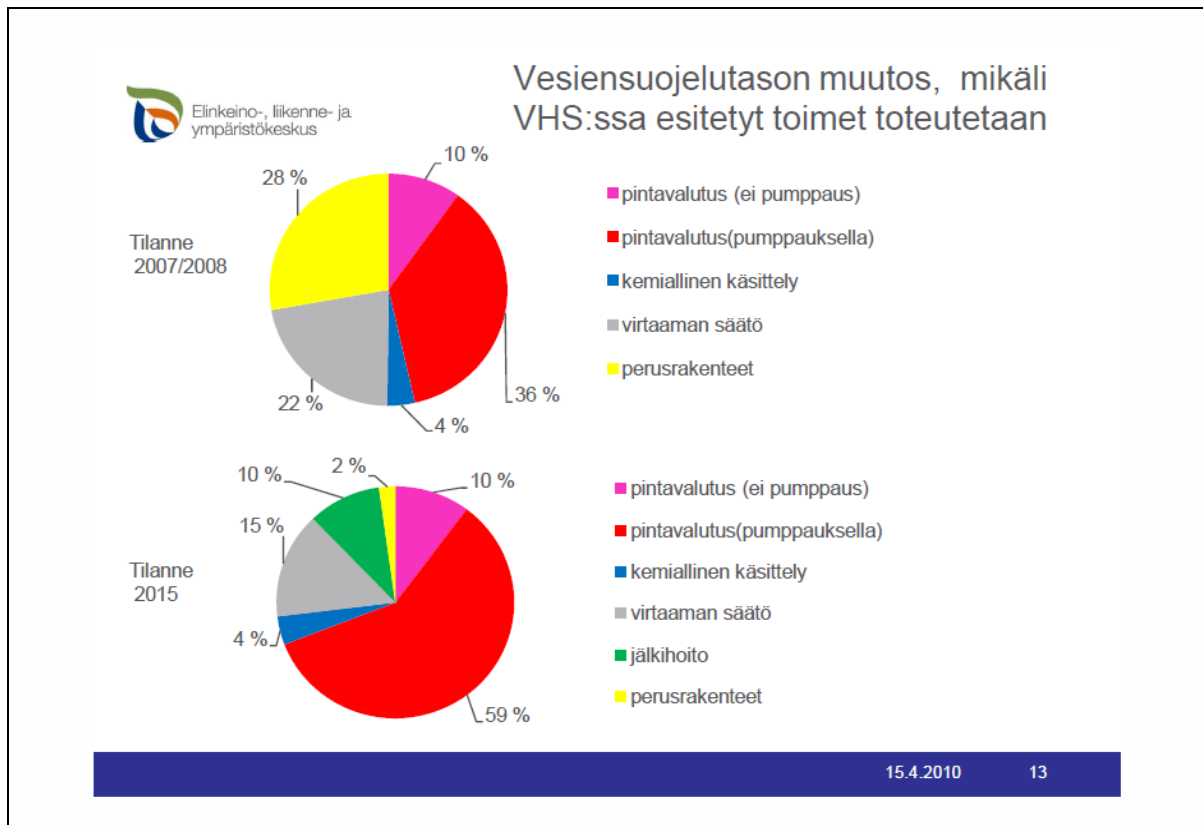
Kuva 9 Sarkaojamalli



Kuva 10 Veto-oja

### 3.4 Turvetuotannon vesiensuojelumenetelmiä

Kuvassa 11 ja taulukossa IV on esitetty turvetuotannossa nykyisin pääasiallisesti käytettäviä vesiensuojelumenetelmiä ELY-keskuksen mukaan. Kuvassa 12 on esitetty sarkaojarakenteet.



Kuva 11 Turvetuotannossa nykyisin pääasiallisesti käytettäviä vesiensuojelumenetelmiä /18/.

Taulukko IV

Turvetuotannossa nykyisin pääasiallisesti käytettäviä vesiensuojelumenetelmiä ELY-keskuksen mukaan /18/.

	2007 / 2008 [%]	2015 [%]
Pintavalutus (ei pumppaus)	10	10
Pintavalutus (pumppauksella)	36	59
Kemiallinen käsittely	4	4
virtaaman säätö	22	15
perusrakenteet	28	2
jälkihoito		10



Kuva 12 Sarkaojarakenteet

Kuvassa 13 on esitetty laskeutusallas. Laskeutusaltaaseen valuu vesiä turvetuotantoalueelta ja pelloilta sekä pieneltä alalta metsää. Laskeutusallasketjun on suunnitellut ja valvonut kandidaattityön tekijä. Riittävän laskeutuslilavuutensa takia on kiintoaineen poisto laskeutusaltaasta erittäin tehokasta. Syvyyttä laskeutusaltaalla on 4 metriä, joka on poikkeuksellisen paljon, mutta näin saadaan riittävä määrä tiivistymistilavuutta turpeelle. Kuvassa 14 on esitetty pintavalutuskenttä.





Kuva 13 Laskeutusallas



Kuva 14 Pintavalutuskenttä

Pintavalutuskentän koolla ja muodolla on suuri vaikutus ravinteiden pidätykseen. Paras typen- ja fosforinpidätyskyky on pintavalutuskentillä, joiden pinta-ala on yli 1 % toimenpidealueen pinta-alasta. Pidättyminen on heikointa valumavesimäärien ollessa suurimmillaan, mikä johtuu oikovirtausuomien muodostumisesta. Varhain keväällä ja myöhään syksyllä pidättyy vähemmän ravinteita kuin keskellä kasvukautta.

Lisäksi kehitteillä on useita uusia menetelmiä, kuten virtaaman säätö, maaperäimeytys, haihdutusallas, putkisalaojitus vedenjohtolevyjen avulla, kivikuitusuodatus, ylivuotokenttä, myyräsalaojitus ja turvesuodatus.

### **3.5 Turvetuotantoalueen luvanvaraisuus**

Ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan on oltava ympäristölupa. Tällaiset toiminnot on lueteltu ympäristönsuojeluasetuksen 1 §:n 1 momentissa. Ympäristölupa koskee turvetuotantotoimintaa ja siihen liittyvää ojitusta sekä vesien johtamista alueelta vesistöön luvassa annettujen määräysten mukaisesti.

Ympäristönsuojeluasetuksen mukaan ympäristölupa vaaditaan turvetuotannolta ja siihen liittyvältä ojitukselta, jos tuotantoalue on yli kymmenen hehtaaria. Ympäristölupa tulee tietyissä tapauksissa hakea myös alle kymmenen hehtaarin tuotantoalueille. Lupaa on haettava toimintaan, josta saattaa aiheutua vesistön pilaantuminen jätevesien johtamisen takia, aiheutua vesilain 1 luvun 2 §:ssä tarkoitetun uoman tai altaan pilaantumista, aiheutua naapureille kohtuutonta rasisitusta toimintaan, joka sijaitsee tärkeällä tai muulla vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueella ja toiminnasta voi aiheutua pohjaveden pilaantumisen vaaraa.

Luvan tarpeen arvioimiseksi alle kymmenen hehtaarin turvetuotantoalueilla toiminnanharjoittajan tulee hyvissä ajoin ennen toiminnan aloittamista ilmoittaa suunnitelmistaan joko alueelliselle ELY-keskukselle tai kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle.

## **4. KEMIKALOINTIPROSESSI TURVETUOTANTOALUEIDEN KUIVATUSVESILLÄ**

### **4.1 Menetelmän kuvaus**

Turvetuotantoalueiden valumavesien kemiallinen puhdistaminen perustuu veteen lisättävien kemikaalien kykyyn saostaa veteen liuenneita aineita, jolloin ne voidaan poistaa laskeuttamalla. Saostuskemikaalina käytetään ferri- tai ferrikloridisulfaattia. Saostuksen kannalta optimaalisen happamuuden saavuttamiseksi veteen lisätään natronlipeää tai kalkkia. Puhdistuksen jälkeen vesi neutraloidaan natronlipeällä tai kalkilla.

### **4.2 Puhdistustehokkuus**

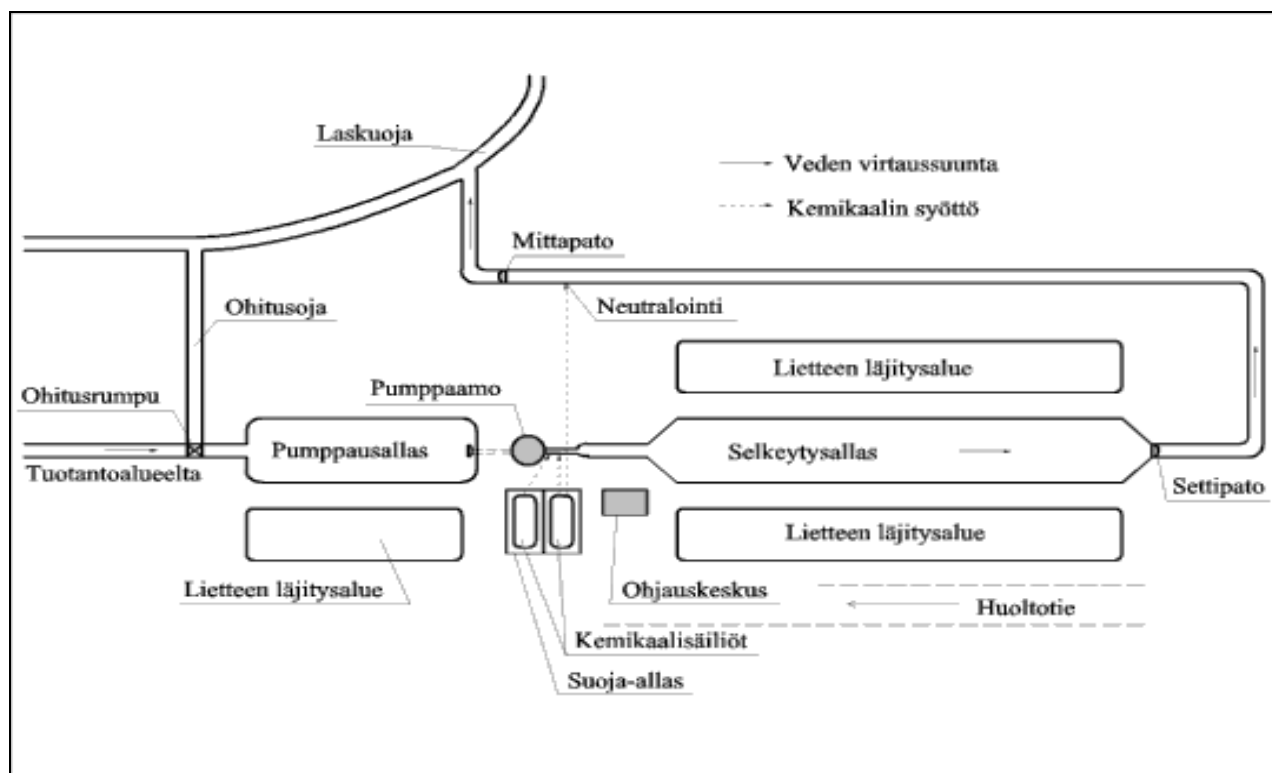
Kemiallisella veden puhdistuksella kiintoaineen poistumaksi on saatu keskimäärin 50 - 91 %, kokonaisfosforin 48 - 86 % ja kokonaistypen poistumaksi 1 - 34 %. Näkyvin muutos kemikaloinnin vaikutuksista on ollut veden kirkastuminen, joka johtuu liukoisten väriä muodostavien humusaineiden sekä raudan saostumisesta. Kemikaloinnin vaikutuksesta veden kemiallinen hapenkulutus sekä väriarvot ovat alentuneet 70 - 90 %. Edellä mainittujen vedenlaatumuuttujien suhteen kemikaloinnilla on saavutettu parhaimmillaan erittäin hyvä puhdistustulos laadultaan erilaisilla turvetuotantovesillä. Puhdistetun veden laatu on vastannut luonnonsuon valumaveden tasoa tai ollut jopa sitä parempi /19/.

Viime vuosina kokonaistyyppiä on voitu poistaa keskimäärin 30 - 40 %, parhaimmilla asemilla kokonaistypen poistumaksi on saatu yli 50 %. Liukoisista ravinteista menetelmä poistaa fosfaattifosforia, mutta typen poistumat ovat olleet heikot. Usein valumaveden epäorgaanisen typen pitoisuus on käsittelyn seurauksena jopa lisääntynyt.

### **4.3 Kustannukset**

Kemiallinen veden puhdistaminen on kustannuksiltaan kallis vesiensuojelumenetelmä ja taloudellisesti kannattavaa se onkin vain alueilla, joiden pinta-ala on yli 200 ha /20/. Sen rakentamiskustannukset ovat keskimäärin 2690 mk/ha (452 €/ha) /21/. Käyttökustannukset ovat

viime vuosina alentuneet käytön optimoinnin avulla ja ovat nykyisin luokkaa 250 - 600 mk/ha (42 - 100 €/ha). Kuvassa 15 on esitetty kaaviokuva kemiallisesta vedenpuhdistuksesta.



Kuva 15 Kaavio kemiallisesta vedenpuhdistuksesta /21/.

## 5. ESIMERKKINÄ CASE SUURSUO TAIPALSAARI

Suursuo sijaitsee Ala-Saimaan lähialueen valuma-alueella (4.112), jonka pinta-ala on 3597,43 km<sup>2</sup>. Purkuvesistönä on Maavesi, jonka valuma-alue on 67,1 km<sup>2</sup>. Maaveden valuma-alue rajattuna Leväsensalmen ja Kopinsalmen välille on 67,1 km<sup>2</sup>. Valuma-alueesta järviä on 22,6 % ja soita 15 %. Halilanojan, johon Suursuon kuivatusvedet johdetaan, valuma-alue on 14,2 km<sup>2</sup> ja se valumaympäristöineen muodostaa noin 33 % Maaveden maavaluma-alueesta laskee Hallilanlahteen. Toinen Maaveteen laskeva uoma on Suolahdenoja (valuma-alue 11,4 km<sup>2</sup>). Maavesi on matalahko järvi, jonka keskisyvyys on noin 2 metriä. Kuvassa 16 on esitetty kartta Suursuon turvetuotantoalueesta ja sen valuma-alueesta /22/.





Kuva 16 Suursuon turvetuotantoalue ja sen valuma-alue /22/.

Suursuolla on tuotettu turvetta vuodesta 1979 lähtien. Tuottajan hallinnassa olevista alueista on tuotantokunnossa 400 hehtaaria, tuotannosta on poistunut lopullisesti noin 12,4 hehtaaria.

## 5.1 Kuivatusvesien käsittelymenetelmät

Tuotantoalueelle on kaivettu sarkaojat 20 m:n välein. Sarkaojat on varustettu lietsyvennyksillä, päisteputkilla sekä kiintoainepidättimillä.

Reunaojien päissä on lietsyvennykset kohdissa, joissa reunaoja yhtyy kokoojaojaan. Sarkaojista ja reunaojista vedet johdetaan kokoojajiin. Kokoojaojista vedet johdetaan laskeutusaltaiden kautta kemiallisen vedenkäsittelylaitoksen pumppausaltaaseen.

Turvetuotantoalueen ulkopuoliset valumavedet johdetaan eristysojilla tuotantoalueen ohi.



## 5.2 Ympäristönsuojelun kustannukset

Vuosittaiset ympäristönsuojelumenot, sisältäen muun muassa sarkaojien puhtaanapidon, lietesyvennyksen kunnostukset, altaiden tyhjennykset, pumppaamon käytön ja huollon sekä tarkkailut ovat noin 60 000 euroa.

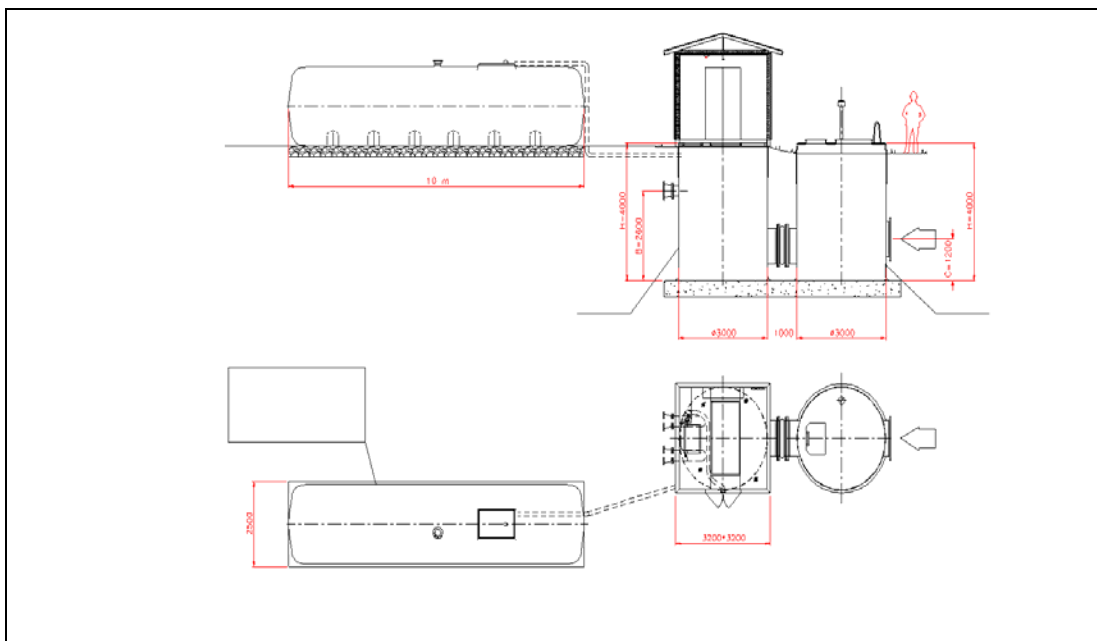
## 5.3 Suursuon kemikalointiasema

Kuvissa 17 ja 18 on esitetty Suursuon kemikalointiasema valokuvoin ja havainnepiirroksin. Laitteisto koostuu oikealla olevasta pumppaus/koontialtaasta, johon kaikki suolta tulevat valumavedet kasaantuvat. Ensimmäisenä prosessissa on välppäkaivo, jonka välppään kertyvät kaikki pumppausta haittaavat isot, suolta tulevat kelluvat tai osittain kelluvat partikkelit, kuten esimerkiksi kannot, juurakot ja turvekokkareet. Tällä suojellaan pumppua sekä vaurioitumiselta että tukkeutumiselta. Erityisyys laitteiston osalta on varsinaisessa pumppaamossa, joka näkyy kuvissa maanpäällisenä mökkinä.



Kuva 17

Suursuon kemikalointiasema

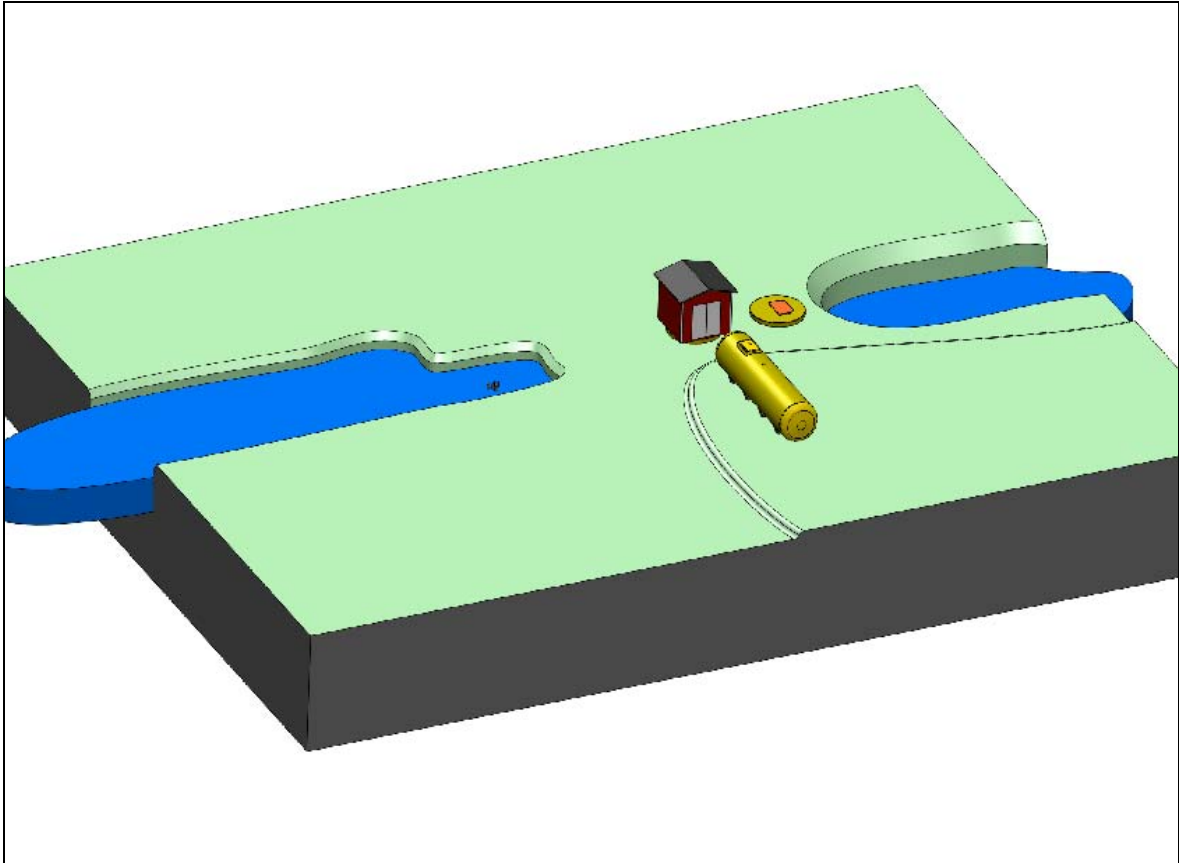


Kuva 18 Suursuon kemikalointiasema havainnekuvana

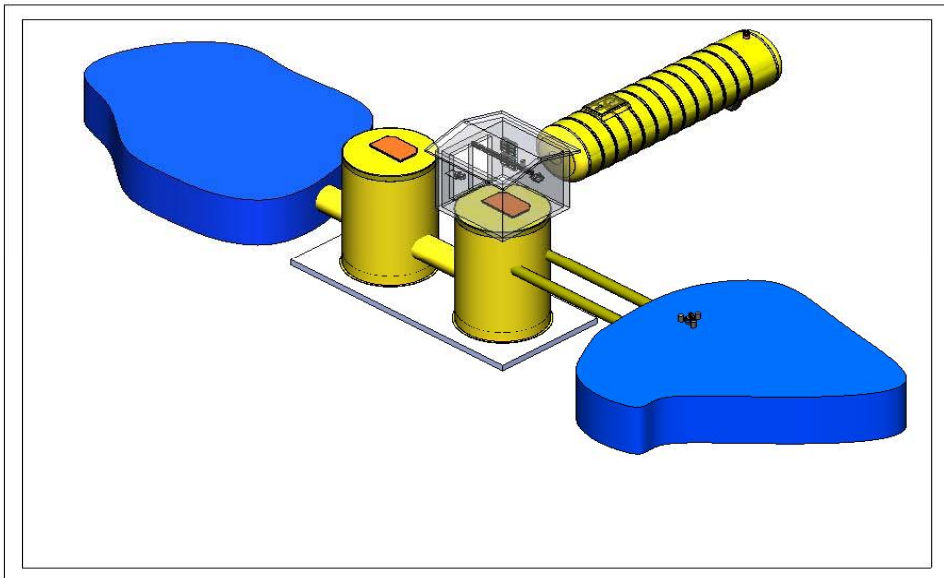
Kuvasta 19 ja 20 nähdään laskeutusaltaaseen tulevat kaksi painelinjaa. Koska kyse on huomattavista vesimääristä pumpatessa ja pumppauksen energiakustannukset kemikaalikustannusten kanssa näyttelevät merkittävää roolia, on kiinnitettävä erityistä huomiota virtausten mallintamiseen putkistoissa, toisaalta kuitenkin virtausnopeutta ei voida pienentää kohtuuttomasti, sillä silloin menetetään turbulenttivirtaus ja kemikaalin syöttösuuttimen kautta saatava sekoitus. Toisaalta myös laitteistokustannukset kasvavat kasvatettaessa putkistokokoa. Kun linjat viedään kahtena putkilinjana laskeutusaltaan sekoituspäähän, saadaan optimoitua virtauksen ja sekoituksen välinen suhde parhaimmaksi.

Kemikaalisäiliö, joka näkyy kuvissa maanpäällisenä, on Wavin-Labkon valmistama kaksoisvaippainen, lämpöeristetty ja lämmitetty, konekelattu lujitemuovinen säiliö.

Kuvissa 19 ja 20 on laskeutusaltaassa näkyvissä pieni musta laite. Se on pintailmastin, jonka tarkoituksena on tehostaa sekoitusta, hapettaa vettä ja ennen kaikkea pitää laskeutusaltaan sekoituspää talviolosuhteissa sulana.



Kuva 19 Suursuon kemikalointiasema ja ympäristö



Kuva 20 Suursuon kemikalointiasema

## 5.4 Tuotantoalueen velvoitetarkkailu

Suursuon tuotantoalueella on Halilanojaan laskevien valumavesien osalta ympärivuotinen kuormitustarkkailu (päästötarkkailu), jolloin näytteenottoväli on touko-lokakuussa kaksi viikkoa ja marras-huhtikuussa yksi kuukausi. Lisäksi näytteet otetaan kevättulva-aikana kaksi kertaa viikossa sekä kesällä ylivirtaamajaksoilla kahdesti. Näytteet otetaan kemikalointiin tulevasta ja kemikaloinnista lähtevästä (= suolta lähtevä) vedestä.

Suolta lähtevästä vedestä määritetään: kiintoaine, sähkönjohtavuus, pH, väriluku, kemiallinen hapenkulutus (CODMn), kokonaistyyppi (kok. N), kokonaisfosfori (kok.P), rauta (Fe), fosfaattifosfori (P04-P), ammoniumtyppi (NH4-N), nitraatti-nitriittityppi (NN03+NOrN) ja kiintoaineen hehkutushäviö.

Kemialliseen käsittelyyn tulevasta vedestä tehdään seuraavat analyysit: kiintoaine, kemiallinen hapenkulutus (CODMn), kokonaistyyppi (kok.N) ja kokonaisfosfori (kok.P).

Saimaan Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy ottaa ja analysoi kuormitus- ja vesistötarkkailunäytteet, lukuunottamatta kesän ylivirtaamajakson (rankkasade) kuormitusnäytteitä, jotka ottaa suonhoitaja.

Kemiallisen käsittelyjakson aikana vuonna 2009 lähtevän veden keskimääräiset orgaanisen aineen, typen ja fosforin pitoisuudet sekä väriarvo olivat turvetuotantoalueen vedeksi alhaisia. Rautapitoisuus oli erittäin korkea ja vesi erittäin hapanta. Kemiallisen käsittelyjakson ulkopuolella suolta lähtevä vesi oli vuonna 2009 laadultaan keskimäärin turvetuotantoalueen vedeksi normaalia. Keskimääräiset ainepitoisuudet suolta lähtevästä vedestä on taulukossa V.

Taulukko V Suolta lähtevän veden keskimääräinen vedenlaatu vuonna 2009

		Suolta lähtevä vesi - ei kemikalointia	Suolta lähtevä vesi - kemikalointi
*K-aine	mg/l	8,8	14
*Sähkönj	mS/m	8,1	44
*pH		5,8	3,2
*Väri	mg/l Pt	260	89
*COD <sub>Mn</sub>	mg/l	29	9,9
*Kok.N	µg/l	1680	954
*Kok-P	µg/l	59	11
*Fe	µg/l	3320	15700
*PO <sub>4</sub> -P	l-g/l	33	3,8
*NH <sub>4</sub> -N	l-g/l	823	422
*NNO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub>	µg/l	282	231
Hek.jään.	mg/l k-a	5,9	7
Hek.häv	mg/l k-a	2,9	6,7

Suursuon valumavesien kemiallinen käsittely oli vuonna 2009 toiminnassa 7.5 - 30.11. välisenä aikana. Tarkkailutulosten perusteella kemiallinen käsittely alensi erittäin tehokkaasti käsittelyjakson aikaisia kokonaisfosforin ja kemiallisen hapenkulutuksen (CODMn) pitoisuuksia (keskimääräinen kok.P-puhdistusteho 91 % ja CODMn-puhdistusteho 98 %). Kokonaistyyppipitoisuus aleni jonkin verran (keskimääräinen kok.N-puhdistusteho 42 %). Kiintoainepitoisuus sen sijaan nousi kemiallisessa käsittelyssä (keskimääräinen k-aine-puhdistusteho -49 %).

Suursuon ominaiskuormitusarvot (g/ha/vrk) olivat vuonna 2009 kiintoaineen osalta keskimääräiset, mutta kemiallisen hapenkulutuksen (orgaaninen aine), typen ja fosforin osalta keskimääräistä alhaisemmat verrattuna Vapon kaikkien Kaakkois-Suomen soiden keskimääräisiin kuormitusarvoihin. Suursuon kuormitusarvot lasketaan näytetietojen ja tuotantoalueen mittapatokalvon pinnankorkeusmittaritietojen perusteella.

Tulosten perusteella tuotantoalueelta tuleva vesi kohotti osaltaan kemiallisen käsittelyjakson aikana vuonna 2009 Maaveteen laskevan Halilanojan kiintoainepitoisuutta, mutta alensi osaltaan orgaanisen aineksen, typen ja fosforin pitoisuuksia sekä värilukua.

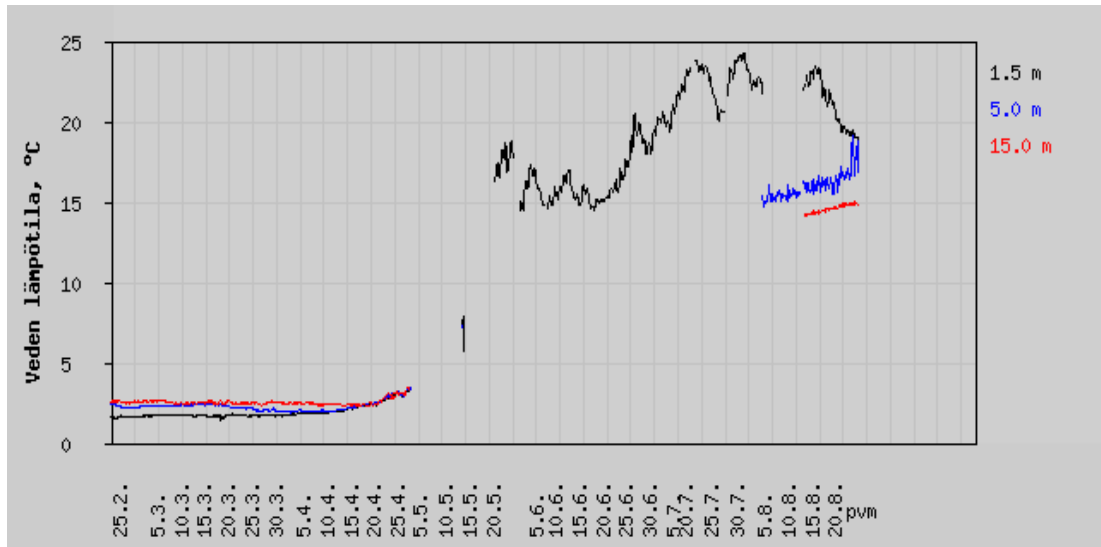
Suursuon alapuolisella Maavedellä vesi oli vuonna 2009 keskimäärin lievästi sameaa, melko kiintoainepitoista sekä happamuudeltaan lähellä neutraalia. Keskimääräiset happitilanteet olivat erinomaisia. Väriluku oli pääsääntöisesti lievästi humuspitoisille vesialueille ominainen, paitsi Piispalanselällä, jossa vesi oli väriltään selvemmin humusvaikutteista. Orgaanisen aineksen määrät olivat melko alhaisia ja rautapitoisuudet kohtuullisia. Kokonaistyyppipitoisuudet olivat lievästi rehevälle vesialueelle ominaisia lukuun ottamatta Piispalanselkää, jossa typpipitoisuus oli rehevälle vesialueelle ominainen. Kokonaisfosforipitoisuudet olivat rehevälle vesialueelle ominaisia lukuun ottamatta Kopinsalmea, jossa kokonaisfosforipitoisuus oli lievästi rehevälle vesialueelle ominainen. Kesän a-klorofyllipitoisuuksien keskiarvojen perusteella vesi oli rehevää.

Maavedellä keskimääräinen kokonaisvedenlaatu oli vuonna 2009 huonoin Piispalanselällä (431), jossa keskimääräiset orgaanisen aineksen, kokonaistypen ja raudan pitoisuudet sekä väriluku olivat korkeammat kuin muilla havaintopisteillä. Keskimääräisesti paras vedenlaatu oli Kopinsalmen (434) näytepisteellä. Kopinsalmen havaintopaikassa keskimääräinen väriluku sekä ravinne- ja rautapitoisuudet sekä orgaanisen aineen pitoisuus olivat muita havaintopisteitä alhaisempia.

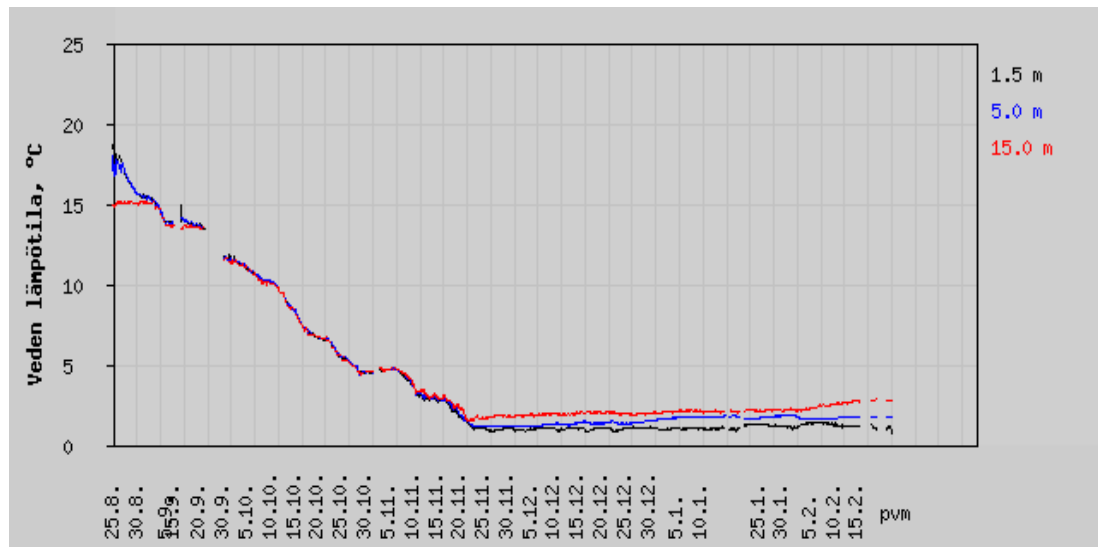
## **6. YMPÄRIVUOTINEN TURVETUOTANTOALUEIDEN VALUMAVESIEN KÄSITTELY**

### **6.1 Haasteet**

Turvetuotanto, kuten kaikki vesienkäsittely kärsii kylmästä ja pakkasesta. Kaikki biologiset prosessit hidastuvat tai jopa loppuvat jäähtyvien vesien myötä, oli sitten kysymys jätevesistä tai luonnonvesistä. Sama saadaan myös kasvipeitteisyyden poistosta, joka lisää oleellisesti huuhtoutumaa ja lyhentää läpivirtausaikaa. Kuvissa 21 ja 22 on esitetty Jyväsjärven veden lämpötila kolmelta eri syvyydeltä, aikaväliltä 22.2.2010 - 22.2.2011 /23/. Niistä nähdään, että veden lämpötila laskee suurimmaksi osaksi vuotta niin alas, että biologinen toiminta hidastuu lähes mahdottomaksi.



Kuva 21 Jyväsjärven veden lämpötila kolmelta eri syvyydeltä, aikaväliltä 22.2.2010-24.8.2010 /23/.



Kuva 22 Jyväsjärven veden lämpötila kolmelta eri syvyydeltä, aikaväliltä 25.8.2010-22.2.2011 /23/.

## 6.2 Edut

Kuten biologisen toiminnan tarkastelusta havaittiin, ei biologista toimintaa ole talviaikana. Etuna on ympäristön kannalta ehdottomasti se, että jäätyvä veden lämpötila tehostaa laskeutumista, jolloin pohjasedimenttiin kertyy kiintoaineita ja ravinteita tehokkaammin. Näin vesi on talvella kirkkaampaa, mutta jääpeitteen peittämää. Koska siellä ei ole elollista ravinteiden kulutusta, kemiallinen käsittely ei huomattavasti muutu lämpötilan myötä. Jääpeitteisyys aiheuttaa omat ongelmansa samoin kuin alijäähtynyt vesi jäätämisoongelmineen.

## 6.3 Kustannukset

Kesäkäytön kustannukset ovat murto-osa kokovuoden käytön kustannuksista. Kemikaloinnilla saavutettava etu on kuitenkin kokonaismääräisesti niin suuri, että verrattaessa turvetuotannon kemikaloituja päästöjä ei-kemikaloituihin, päästään kemikaloinnilla kustannustehokkaalla tavalla kokonaispäästöjen minimointiin.

## 7. JOHTOPÄÄTÖKSET

### **Miten saavutetaan kustannustehokkain fosforinpoisto vesistöistä**

Tarkastellaan valuma-alueita kokonaisuuksina ja tehdään valuma-aluekohtaisia taselaskentoja ja käsitellään niitä kokonaistaloudellisimmin. Hidastetaan valuman läpivirtausaikaa sadannasta vesistöön ja lisätään oleellisesti imeytymistä ja haihdutusta. Hyödynnetään joutomaita valuman hidastamiseen. Hyväksytään se, että säätösalojitusta, laskeutusallaskosteikkoa tai pohjapatoketjua varten voidaan antaa pellostä pientä pinta-alaa korvausta vastaan. Vesiensuojelu tulee saattaa pienten pohjapatojen ja laskeutuskosteikkojen kanssa maatalouden pakollisiin perustoimenpiteisiin, eikä vain vaikeasti haettavaan erityisympäristötukiin. Samalla laskeutusaltaiden ja kosteikkojen kokoa voidaan pienentää ja siirtää ne pienempiin ojiin. Brändätään asia ja tehdään ympäristönsuojelusta jokaiselle kuuluva etuoikeus hoitaa omalta osaltaan asiaa. Muutetaan nykyistä käsitystä, jossa vesiensuojelu kuuluu vain joko haja-asutusalueella asuville ihmisille tai on vain kaupungissa asuvien ideologista ajattelua. Ympäristönsuojelu tulisi tehdä trendikkääksi. Esimerkiksi autoteollisuus on sen jo toteuttanutkin. Autojen markkinointikeinona ei enää käytetä merkintöjä tyyliin 'Turbo GXL' vaan 'Greenline' tai 'Ecodiesel'.

### **Ovatko kaikki kuormittajat samalla viivalla?**

Kiinteistöille, mökeille, maataloille ja teollisuusyrityksille tulee saada oma ekolukunsa, josta selviää ympäristötehokkuus. Tällä voidaan korvata monta vanhentunutta verotuksen muotoa. On oikein omistaa ja nauttia elämästä, mutta kun tullaan ekologisuuteen, tulisi siellä olla mahdollisuus ottaa se huomioon. Tässä tulisi huomioida kaikki osa-alueet: Otetaan esimerkiksi kesämökki: miten kaukana



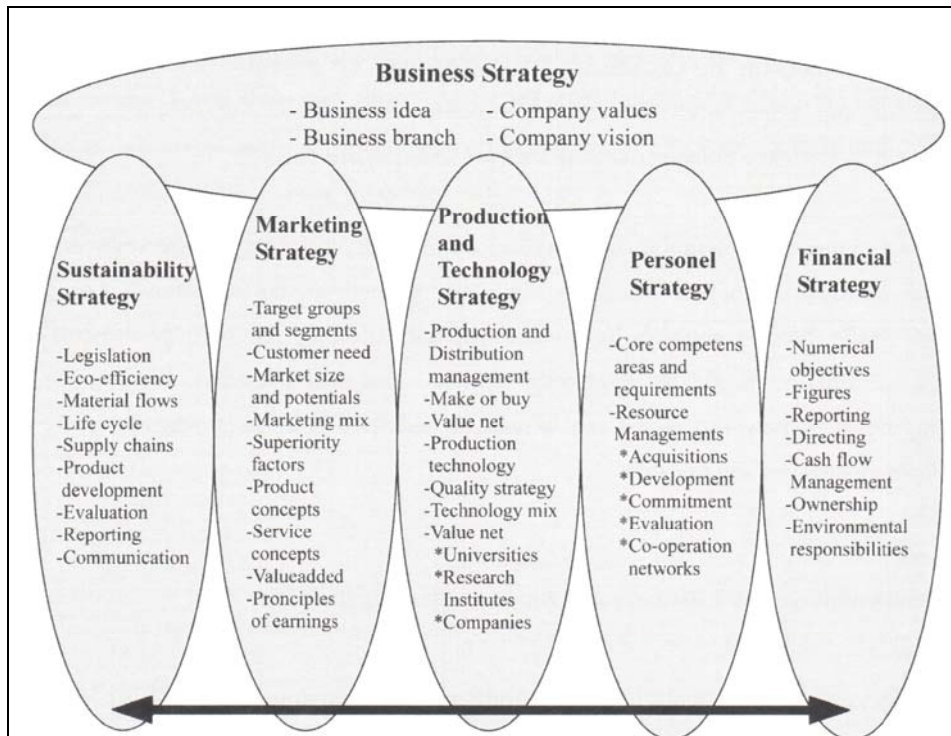
se on kotoa, millä sinne kuljetaan, miten paljon siellä ollaan, miten se lämmitetään, mikä on sen energia-arvo ja kokonaisenergian kulutus, miten hoidetaan vedet, vesien lämmitys, polttotekniikat, jätevesien käsittely, ympäristö, ruuan käyttö, kompostointi, jätteiden käsittely talvikunnossapito ja lämmitys. Yhteenvetona: listataan kaikki välittömät ja välilliset päästöt ja kulutukset veteen, ilmaan maahan. Siitä saadaan pitkä lista, mutta vain ja ainoastaan näin kokonaisuuksia halliten voidaan vaikuttaa ympäristömme tilaan. Maaseudulla ollaan enemmän välittömien päästöjen lähellä ja kaupungissa aiheutetaan enemmän välillisiä päästöjä. Molemmille asumismuodoille on perustelunsa ja voidaan tulkita, että toinen muoto on parempi. Se kumpi on parempi, on vain ja ainoastaan tulkitsijan näkökannasta lähtöisin.

Kun puhutaan fosforipäästöistä vesistöihin, on päästävä eroon siitä, että syytellään muita: maataloutta, turvetuotantoa tai haja-asutusta. Valuma-aluekohtaisesti tarkasteltuna tulisi käsitellä jokaista oman painoarvonsa mukaisesti eli kerätään tuottomäärän mukaisesti peltohehtaari-/tuotantoaluehehtaari-/metsähehtaari-/kiinteistö-/pistekuormittajakohtaisesti grammamäärät, jotka ovat hyväksyttäviä ja keskimääräisiä. Jos rajat ylitetään, seuraa toimenpidekieltoa tai kustannuksia ja toisaalta ne, jotka pääsevät keskiarvojen alle omassa spesifikaatiossaan annetaan helpotusta ja kustannuslennusta. Tällä hetkellä kuormittajat eivät ole tasa-arvoisessa asemassa. Ne maksavat, jotka hoitavat asiat ympäristöimagonsa mukaisesti ja ne, jotka kieltäytyvät yhteistyöstä, saavat siitä taloudellisen hyödyn. Lopuksi voidaan todeta, että järjestelmiä tulee muuttaa siten, että ympäristöasioiden hoitaminen (vaikka se aiheuttaakin kustannuksia) on kokonaisvaltaisesti halvempaa, kuin jättää ne tekemättä ja maksaa siitä aiheutuvia ympäristönkuormitusmaksuja.

## **Ekotehokkuus ympäristönsuojelussa**

Ympäristönsuojelu ei ole ekotehokasta. Sellaista asiaa ei saisi olla edes olemassa erillisenä kuin ympäristönsuojelu. Sen tulee olla osa normaalia ja jokapäiväistä liiketoimintaa ja elämää. Seuraavan ISO 9000 ja 14000 sarjan standardien päivityksen yhteydessä voidaan hyvin luopua ajatuksesta laatujärjestelmä JA ympäristöjärjestelmä, vaan sisällytetään ne yhteen standardiin, sillä käytännössä yritykset, jotka ovat asiansa hoitavia, sertifioivat jo nyt molemmat. Ekotehokkuutta on se, että liiketoimintaan otetaan ympäristönsuojelu tarkasteltavaksi siihen kuuluvana osa-alueena, ei erillisenä asiana.

Kuvassa 23 on esitetty ekotehokkuuden liittäminen strategiseen ja operatiiviseen johtamiseen /24/.



Kuva 23 Ekotehokkuuden liittäminen strategiseen ja operatiiviseen johtamiseen /24/.

Vuosien elintarvikeyritysten ympäristöasioiden konsultoinnin myötä olen huomannut, että lähdeettäessä tarkastelemaan esimerkiksi jätevedenkäsittelyä, on muutosprosessin painopisteen siirryttävä jäteveden käsittelystä itse prosessiin ja se osana tarkasteltava jätevedenkäsittelyä. Useasti prosessin kehityksellä saavutetaan kokonaisinvestointisäästöjä verrattuna pelkästään jätevesi-investointiin.

## LÄHDELUETTELO

- /1/ Ainiala, T., Tuhansittain Riihipeltoja, *Helsingin Sanomat*, 15.6.1999.
- /2/ Suomen Ympäristökeskus, <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=8568&lan=fi>, viitattu 21.2.2011.
- /3/ Tilastokeskus: *Ympäristötilasto - Vuosikirja 2007*.
- /4/ Flyktman, M., Energia- ja ympäristöturpeen kysyntä ja tarjonta vuoteen 2020 mennessä, VTT, 2005, s. 19-20.
- /5/ USA:n maatalousministeriö, <http://www.wcc.nrcs.usda.gov/factpub/aib326.html>, viitattu 21.2.2011.
- /6/ Koho, E., Heinäjoen valuma-alueen hydrogeografiaa, Helsingin Yliopisto, 2005, s. 3.
- /7/ USGS Mineral Resources Program, *Mineral Yearbook*, 2005.
- /8/ Crill, P., Hargreaves, K., Korhola, A., Turpeen asema Suomen kasvihuonekaasutaseissa, KTM, 2000, s. 11.
- /9/ Lehtola, S., Satelliittikuvat Siuruanjoen hajakuormituksen arvioinnissa. Maantieteen laitos, Oulun Yliopisto, 1999.
- /10/ Sallantaus, T., Turvetuotannon vesistökuormitus, KTM, Energiaosasto, Helsinki, 1983.
- /11/ Sallantaus, T., Soiden metsä- ja turvetalouden vesistövaikutukset, MMM, luonnonvarajulkaisuja 11, Helsinki, 1986.
- /12/ Sallantaus, T., Water quality of peatlands and man's influence on it, In: Symposium on the Hydrology of Wetlands in Temperate and Cold Regions. Vol. 2, Joensuu, Finland, 6-8 June. The Publications of the Academy of Finland 5/1988. Gov. Print. Centre, Helsinki, 1988.
- /13/ Kantola, L., Kuntoonpanovaiheen turvetuotantosoiden kuormitustiedon inventointi ja uudelleen käsittely, Oulun vesi- ja ympäristöpiiri, 1994.
- /14/ Heikkinen, K., Transport of organic and inorganic matter in river, brook and peat mining water in the drainage basin of the River Kiiminkijoki. *Aqua Fennica* **20**(2): ss. 143–155, 1999.
- /15/ Heikkinen, K., Nature of dissolved organic matter in the drainage basin of a boreal humic river in northern Finland, *J. Environ. Qual.* **19**, 1999, ss. 649–657.

- /16/ Kauppi, L., Nitrate in runoff and river water in Finland in the 1960's and 1970's. Publications of the Water Research Institute, *National Board of Waters*, Finland, **57**:31-40, 1984.
- /17/ Stenbeck, G., Energitorvtäkt, tänkbara miljökonsekvenser, *Miljökonsekvenser* Nr **28**, Torv, biomassa, kol. Statens naturvårdsverk, Rapport 3003, 1985.
- /18/ Selänne, A., Vesienhoitosuunnitelmien toimeenpano aluehallinnossa, KESELY, 2010.
- /19/ Selin, P., Marja-aho, J. & Madekivi, O., Aqua peat 95; Uusia menetelmiä turvetuotannon vesienkäsittelyyn, KTM, Energiaosasto, Katsauksia B:182, Helsinki, 1994.
- /20/ Kløve, B., Environmental impact of peat mining; development on storm water treatment methods, Department on Water Resources Engineering, Lund Institute of Technology, Lund University, Report No. 1020, 1997.
- /21/ Savolainen, M., Kaasinen, A., Heikkinen, K., Ihme, R., Kämä, T. & Alasaarela, E., Turvetuotannon vesiensuojeluvaihtoehtojen tapauskohtainen vertailu, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Oulu, 1996.
- /22/ Metsähallitus, [www.retkikartta.fi](http://www.retkikartta.fi), viitattu 10.3.2011.
- /23/ Lake Päijänne LTER, <http://www.paijanne.org/index.php>, viitattu 22.2.2011.
- /24/ Penttinen, I., Adoption of eco-efficiency in strategic and operational management of industrial small and medium size enterprises, Turku University of Applied Sciences, Turku, 2010, p. 130.