



**TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
ÅBO YRKESHÖGSKOLA**

Opinnäytetyö

**Järviruo'on hyötykäyttö kosteikoissa
haja-asutuksen jätevesien ja
maatalouden valumavesien
puhdistuksessa**

Pekka Paavilainen

Kestävä kehitys

2005

Kestävä kehitys	
Pekka Paavilainen	
Järviruo'on hyötykäyttö kosteikoissa haja-asutuksen jätevesien ja maatalouden valumavesien puhdistuksessa	
	Sirpa Halonen Arto Huhta
Marraskuu 2005	48 sivua
<p>Opinnäyte perustuu ”Suomen ja Viron ruovikkostrategia- Ruovikon kestävä käyttö Suomessa ja Virossa” projektiin. Opinnäyte keskittyy jätevesien puhdistamiseen kosteikoissa ja järviruo'on rooliin kosteikoissa. Opinnäyte on kirjallisuusselvitys, joka voi toimia ohjeistuksena jäteveden puhdistukseen tarkoitettuja kosteikkoja perustettaessa.</p> <p>Rehevöityminen on tällä hetkellä huomattava uhka Suomen vesistöille. Rehevöitymisen syynä ovat lähinnä ihmisen toiminnan seurauksena vesistöihin joutuvat liialliset typen ja fosforin määrät. Ravinnekuormitusta vesistöihin aiheutuu pistemäisistä kuormituslähteistä, kuten teollisuudesta ja yhdyskuntien jätevesistä, sekä hajakuormituksesta, kuten maataloudesta ja haja-asutuksen jätevesistä. Tällä hetkellä pistemäiset kuormituslähteet ovat kohtalaisen hyvin hallinnassa, mutta hajakuormitus on huomattava ongelma. Yksi keino vähentää hajakuormitusta on käyttää kosteikkoja jätevesien puhdistuksessa.</p> <p>Kosteikot ovat luonnollisia tai rakennettuja alueita, joiden läpi vesi johdetaan siten, että virtaus hidastuu, ja vedessä olevat kiintoaineet ja ravinteet jäävät kosteikkoon. Kosteikossa vedenpuhdistuminen perustuu kiintoaineen laskeutumiseen eli sedimentoitumiseen, ravinteiden sitoutumiseen kosteikon kasveihin ja biologisiin ja kemiallisiin reaktioihin. Biologisissa reaktioissa bakteerit poistavat jätevesistä lähinnä tyyppiä denitrifikaatiossa. Kemiallisista reaktioista tärkein on fosforin sitoutuminen rauta- tai alumiinifosfaatiksi, joka sedimentoituu pohjaan.</p> <p>Ravinteita sitoutuu kosteikon biomassaan, mikä koostuu mikrofyyteistä eli lähinnä planktonlevistä ja makrofyyteistä. Makrofyytit ovat suurempia kasveja, jotka voivat toimia ravinteiden pitempiaikaisena varastona, ja poistamalla niitä kosteikosta voidaan ravinteita saada pois vesistön kierrosta. Kosteikossa kasvavista kasveista yksi tehokkaimmista ravinteiden sitoijista on järviruoko (<i>Phragmites Australis</i>), jonka vedenpuhdistusominaisuuksia opinnäyte käsittelee. Järviruoko, suurena ja nopeasti kasvavana kosteiden paikkojen kasvina, sitoo tehokkaasti ravinteita jätevesistä.</p>	
Hakusanat: Järviruoko, kosteikko, rehevöityminen, fosfori, typpi.	
Säilytyspaikka: Turun ammattikorkeakoulun kirjasto	

Sustainable Development	
Pekka Paavilainen	
The use of common reed in wetlands for treatment of rural area wastewater and drainage	
	Sirpa Halonen Arto Huhta
November 2005	48 pages
<p>The thesis is based on “The Reed Strategy in Finland and Estonia - Sustainable Use of Reed in Finland and Estonia” project. The thesis concentrates on wastewater treatment in wetlands and on the role of common reed in it. The thesis is a literary report that can be used as instruction for establishing wastewater treatment wetlands.</p> <p>Eutrofication is a main threat for lakes and the sea in Finland. The excess of nitrogen and phosphorus that people let into water is the main source of eutrofication. Nutrients come from point loads, like factories and communities, and scattered sources, like farming and scattered community wastewater. At the moment point loads are managed quite well, but the scattered load is a noticeable problem. One way to reduce the scattered load is to use wetlands for wastewater treatment.</p> <p>Wetlands are natural or man-made areas through which the water is led and the flow of water is slowed down so much that solids and nutrients in water stay in the wetlands. The purification of water in wetland is based on sedimentation, binding of nutrients into vegetation and biological and chemical processes. Biological processes are mainly bacterial transformation of nitrates into nitrogen gas, called denitrification. The most important chemical process in wetland is the forming of aluminium or ferrous phosphates and soluble phosphate turning into solid form.</p> <p>Nutrients are fixed to biomass in wetland that consists of microphytes, mainly plankton algae and macrophytes. Macrophytes are bigger plants that can act as a long term reserve of nutrients. By removing macrophytes, nutrients can be removed from the nutrient cycle. One of the most efficient nutrient removers is the common reed (<i>Phragmites Australis</i>) that is in the main role in this thesis. The common reed, a big fast growing wetland plant, is efficient in binding nutrients from wastewater.</p>	
Keywords: Common reed, wetland, eutrofication, phosphorus, nitrogen.	
Deposit at: Turku polytechnic, library	

1	JOHDANTO	5
1.1	Suomen ja Viron ruovikkostrategia	5
1.2	Kosteikkojen merkitys haja-asutusalueiden jätevesien puhdistuksessa	6
2	VESISTÖJEN REHEVÖITYMINEN	7
3	JÄRVIRUOKO	12
3.1	Järviruo'on ekologiaa	12
3.2	Järviruo'on hyötykäyttö	13
3.2.1	Järviruo'on hyötykäyttö karjanrehuna	13
3.2.2	Järviruo'on hyötykäyttö rakentamisessa	14
3.2.3	Järviruo'on energiakäyttö	14
3.2.4	Järviruo'on käyttö paperin valmistuksessa	15
3.2.5	Askartelu järviruo'osta	15
3.2.6	Järviruo'on muu käyttö	16
4	KOSTEIKOT	16
4.1	Kosteikon määritelmä	16
4.2	Kosteikossa tapahtuvat prosessit	17
5	KOSTEIKKOJEN PERUSTAMISEN JA YLLÄPIDON HALLINNOLLISET OHJAUSKEINOT	21
5.1	EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi	21
5.2	Laki vesienhoidon järjestämisestä	22
5.3	Haja-asutusalueiden talousjätevesiasetus	23
5.4	Vesihuoltolaki	24
5.5	Laki vesihuollon tukemisesta	24

5.6	Maatalouden ympäristötukiasetus	25
5.7	Ympäristönsuojeluasetus	25
5.8	Ympäristönsuojelulaki	26
5.9	Maankäyttö- ja rakennusasetus	27
5.10	Luonnonsuojeluasetus	27
5.11	Vesilaki ja vesiasetus	27
5.12	EU:n ohjeistus kotitalousjätevesistä	28
6	KOSTEIKON SUUNNITTELU	29
6.1	Ympäristövaikutusten arviointi	29
6.2	Kosteikon koko ja muoto	31
6.3	Kosteikon paikka	33
6.4	Kosteikon kasvillisuus	34
6.5	Kosteikon eläimet	34
6.6	Kosteikon maisema	35
6.7	Kosteikon virkistysarvot	36
7	KOSTEIKON HOITO	37
7.1	Kosteikon niittäminen	37
7.2	Kosteikon ruoppaus	39
8	KOEKOSTEIKON TILAN SEURANTA	40
9	ARVIOINTIA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	44

KUVAT

- Kuva 1: Suomen vuotuisen typpekuorman jakautuminen eri kuormituslähteiden kesken vuonna 2004 (Suomen ympäristökeskus 2004, [viitattu 6.10.2005]). 10
- Kuva 2: Suomen vuotuisen fosforikuorman jakautuminen eri kuormituslähteiden kesken vuonna 2004 (Suomen ympäristökeskus 2004, [viitattu 6.10.2005]). 10
- Kuva 3: Esimerkki kosteikon poikkileikkauksesta ja kuva ylhäältäpäin. 33

TAULUKOT

- Taulukko 1: OECD:n määritelmät eri trofiatasojen järville (Jaeger 2003, 70.) 8
- Taulukko 2: Haja-asutusalueen jätevesien puhdistusvaatimukset (Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 2003/542.) 24
- Taulukko 3: Pintavesien yleisen käyttökelpoisuuden arvioinnissa käytettyjen vedenlaatumuuttujien luokkarajat (Suomen ympäristökeskus 2005 [viitattu 6.10.2005].) 43

1 JOHDANTO

1.1 Suomen ja Viron ruovikkostrategia

Tämä opinnäytetyö perustuu Suomen ja Viron ruovikkostrategia- projektiin. Projektin nimi on ”Suomen ja Viron ruovikkostrategia - Ruovikon kestävä käyttö Suomessa ja Virossa”. EU:n Interreg rahastosta rahoitetun kolmivuotisen projektin päätavoitteen on luoda strategia ruovikoiden käytölle Suomessa ja Virossa. Pohja ruovikkostrategialle luodaan asiantuntijoiden välisellä yhteistyöllä, olemassa olevalla tutkimustiedolla ja käytännön toimenpiteillä. Strategiaa voidaan myöhemmin hyödyntää Suomen ja Viron lisäksi muuallakin Itämeren alueella. Projektille on valittu useita pilottialueita Etelä-Suomesta ja Virosta. Pilottialueille laaditaan yleissuunnitelmat, joissa ruovikkoa tarkastellaan poikkitieteellisesti viidestä eri näkökulmasta:

- vesiensuojelu
- bioenergia
- rakentaminen
- biodiversiteetti
- maisema, kulttuuri, virkistyskäyttö ja maatalous.

Yleissuunnitelmien valmistuttua ruovikoiden hoito- ja hyödyntämismenetelmiä testataan käytännössä. (Suomen Ympäristökeskus 2005, [viitattu 1.9.2005].)

Rannikoidemme ruovikoituminen vaikuttaa merkittävästi biodiversiteettiin, vesiensuojeluun, maisemaan ja virkistyskäyttöön. Ruovikoita on paikoitellen liikaa ja ne heikentävät rantaniittylajien elinmahdollisuuksia ja rantojen muuta käyttöä. Toisaalta ruovikot ovat monipuolisia elinympäristöjä ja ruovikoille voidaan löytää monia hyötykäyttömahdollisuuksia. Toisissa paikoissa ruovikkoa tulee säilyttää

vesiensuojelun ja luonnon monipuolisuuden takia, mutta toisaalla voidaan hyödyntää ruovikkoa hetkellisesti tai jatkuvasti. Hankkeessa pyritään löytämään ruovikon käytölle, suojelulle ja hävittämislle tasapainotila, jossa luontotyyppien ja lajien sopiva suojelutaso, alueiden virkistyskäyttö ja vesiensuojelu turvataan riittävällä suunnittelulla ja hoidolla. (Suomen Ympäristökeskus 2005, [viitattu 1.9.2005].)

Projekti kattaa vuodet 2005–2007 ja se saa rahoituksen Interreg III A -ohjelmasta. Projektin hakijana toimii Lounais-Suomen ympäristökeskus. Suomessa projektin toteuttamiseen osallistuvat muun muassa Turun ammattikorkeakoulu, Kotkan–Haminan seudun Yrityspalvelu Oy, Kaakkois-Suomen metsäkeskus, VTT Prosessit, Salon kaupunki, Turun kaupunki, Haminan kaupunki ja Uudenmaan ympäristökeskus. Virossa projektin pääpartneri on Tallinnan teknillinen korkeakoulu. Projektin budjetti on 992 000 euroa. (Suomen Ympäristökeskus 2005, [viitattu 1.9.2005].)

1.2 Kosteikkojen merkitys haja-asutusalueiden jätevesien puhdistuksessa

Opinnäytetyön osuus Suomen ja Viron ruovikkostrategiahankkeessa on selvitys järviruo'on hyödyntämisestä haja-asutusalueiden jätevesien puhdistuksessa. Opinnäytetyö on teoreettinen kirjallisuuslähteisiin perustuva esiselvitys, jossa tutkitaan ensisijaisesti järviruokoa kosteikoissa ja sen käyttöä haja-asutuksen jätevesihuollossa. Työssä selvitetään miten Suomessa ja muualla maailmassa on kosteikkoja käytetty vesien puhdistukseen, sekä millaisia kokemuksia järviruo'on roolista on havaittu kosteikkojen toiminnalle. Työssä huomioidaan myös järviruo'on muuta hyötykäyttöä jäteveden puhdistuksen lisäksi. Opinnäytetyössä ei huomioida asutuskeskusten tai teollisuuden jätevesiä, koska tällä hetkellä pistemäisten kuormittajien jätevesipäästöt ovat varsin hyvin hallinnassa toisin kuin hajakuormitus. Toki pistemäisten kuormittajien päästöt ovat edelleen paikallisesti merkittäviä ja paikallisia haittoja voitaisiin edelleen vähentää, jos puhdistetut jätevedet ohjattaisiin kosteikon läpi, jolloin kokonaispuhdistuma entisestään paranisi. Maa- ja metsätalous sekä haja-asutus ovat tällä hetkellä suurimpia vesistöjen kuormittajia Suomessa (Triipponen 1993, 2-3). Tätä kuormitusta voidaan vähentää omalta osaltaan kosteikkojen perustamisella ja huolellisella ylläpidolla. Kosteikot voivat kuitenkin olla vain osaratkaisu suureen rehevöitymisongelmaan.

Esiselvityksen olisi tarkoitus toimia avustavana ohjeistuksena ennen varsinaista koeluonteisten kosteikkojen perustamista. Kosteikkojen perustaminen jätevesien puhdistusta varten vaatii ennakoivaa suunnittelua, ja sitä on pyritty tässä työssä tekemään. On pyritty esittämään, mitä seikkoja on huomioitava kosteikkoa perustettaessa, sekä mitkä seikat on syytä huomioida myöhemmin kosteikkoa käytettäessä ja ylläpidettäessä. Jätevesien käsittelykosteikkoja olisi tarkoitus hankkeen yhteydessä perustaa vuonna 2006, jonka jälkeen seuraa tutkimusaika, jolloin selviää niiden todellinen rooli jätevesien puhdistuksessa. Jätevesien puhdistusta varten perustetut kosteikot voivat samalla toimia muiden valumavesien, kuten maa- ja metsätalouden valumavesien, puhdistimina. Jossain määrin voidaan asutuskeskusten ja muiden rakennettujen alueiden hulevesiä käsitellä kosteikoissa, mutta silloin tulee huomioida raskasmetalli ja muut päästöt, jotka vaikuttavat järviruo'on hyötykäyttöön. Kosteikoilla on muitakin arvoja kuin jätevesisuodattimien toimiminen, kuten biodiversiteetti-, virkistys- ja maisema-arvot, jotka pitää huomioida kosteikkoa perustettaessa.

2 VESISTÖJEN REHEVÖITYMINEN

Rehevöitymisellä, eli eutrofikaatiolla, tarkoitetaan järvessä tai meressä tapahtuvan perustuotannon, eli planktonlevien ja bakteerien, kasvua, mikä johtuu ravinnekuormituksen kasvusta. Perustuotannon kasvu taas lisää muiden eliöryhmien (esimerkiksi eläinplankton ja kalat) tuotantoa. Järvissä rehevöityminen aiheutuu yleensä fosforin määrän kasvusta, koska se on ns. minimiravinne, eli fosfori on kasvua rajoittava ravinne typen sijaan. Merialueilla Perämeren ja matalia rannikkoalueita lukuun ottamatta typpi on yleensä minimiravinne (Ympäristöministeriö 1998, 11). Hyvin rehevissä järvissä saattaa typpi olla ajoittain minimiravinne, jos fosforia on ylimäärin, kuten usein savimaaperäisissä vesistöissä on. Myös humuspitoisissa järvissä typpi saattaa olla minimiravinne (Järvinen 2002, 22 [viitattu 6.10.2005]). Ravinteiden määrien ja siitä aiheutuvan tuotannon kasvun seurausten mukaan voidaan järvet luokitella eri trofiatasoille eli rehevöitymistasoille (taulukko 1). (Helminen, Horppila, Mäkinen 1995, 74; Särkkä 1996, 122.)

Taulukko 1: OECD:n määritelmät eri trofiatasojen järville (Jaeger 2003, 70.)

		<i>Epilimnionin</i> eli päällysveden keskiarvot kesällä		
<i>trofiataso</i> karusta rehevään	<i>hypolimnionin</i> eli alusveden O ₂ -konsentraatio	kokonais-P- konsentraatio (mg/m ³)	näkösyyvyys (m)	klorofylli-a- konsentraatio (mg/m ³)
<i>oligotrofinen</i>	>4 mg/l	<15	>6	<3
<i>mesotrofinen</i>	2- 3 mg/l	15- 45	6- 2,5	3- 10
<i>eutrofinen</i>	0- 1 mg/l	45- 150	2,5- 1	10- 30
<i>polytrofinen</i>	happikato	>150	<1	>30

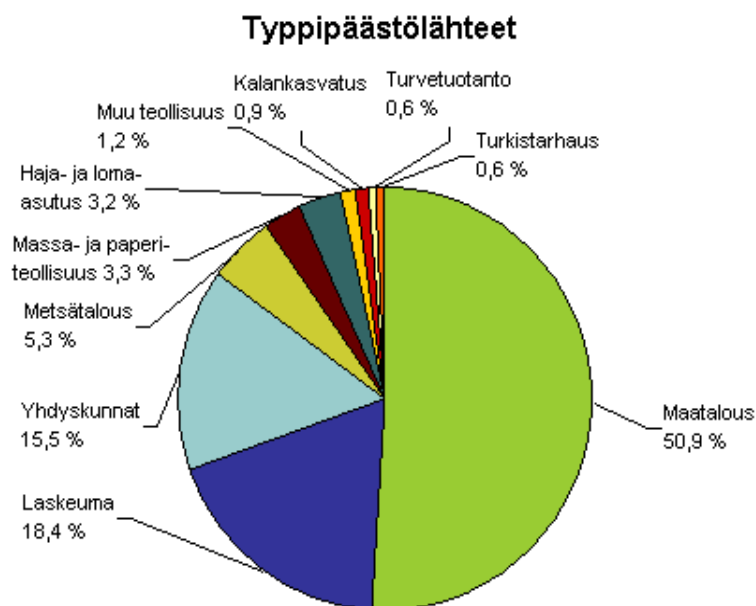
Kun tuotanto lisääntyy järven rehevöityessä:

- vesi samenee kasviplanktonin määrän kasvaessa
- kasviplanktonissa sinilevien määrä lisääntyy muiden levien kustannuksella, ja osa sinileivistä voi olla myrkyllisiä
- rantavyöhykkeen kasvillisuus lisääntyy, mutta yksipuolistuu ja matalia järviä uhkaa umpeenkasvu
- päällyslevät runsastuvat ja pyydykset limoittuvat
- suurikokoiset vesikirput vähenevät ja rataseläimet lisääntyvät
- arvokkaat kalalajit vähenevät ja vähäarvoiset särkikalat lisääntyvät
- rehevöityneissä vesissä hajoavat kasvit kuluttavat happea, ja siitä seuraa happikatoa syvänteisiin (Helminen ym. 1995, 74; Goudie 1997, 215.)

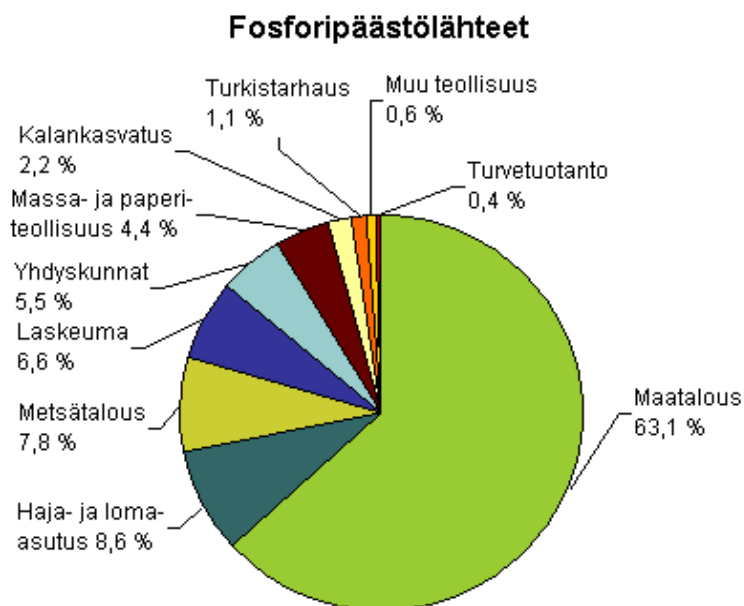
Vesistöjä rehevöittävät ulkoinen kuormitus ja sisäinen kuormitus. Ulkoinen kuormitus voidaan jakaa pistekuormitukseen ja hajakuormitukseen. Pistekuormitus on tietystä lähteestä (esim. asutuskeskus tai teollisuuslaitos) tuleva kuormitus. Pistekuormituksen määrä voidaan mitata melko tarkasti toisin kuin hajakuormituksen. Hajakuormitukseksi kutsutaan esim. pelloilta tai metsistä huuhtoutuvaa kuormitusta. Fosforin hajakuormitus on selvästi suurempi kuin pistekuormitus, ja siitä suurin osa

(63 % vuonna 2004) tulee maataloudesta (Suomen ympäristökeskus 2004, [viitattu 6.10.2005]). Haja-asutus ja yhdyskunnat aiheuttavat noin 14 % fosforin kuormituksesta, ja tämän osuuden pitäisi pienentyä jatkuvasti lainsäädännön määräämien päästörajojen tiukentuessa. Maatalouden aiheuttama fosforin ja typen kuormitus on suurempi kuin teollisuuden ja yhdyskuntien yhteensä. Sisäinen kuormitus taas on seurausta vesistön pohjaan keräytyneiden ravinteiden palautumisesta takaisin eliöiden käyttöön. Pohjassa oleva fosfori on sitoutunut lähinnä liukenemattomassa muodossa rautafosfaattina (FePO_4), mutta jos pohjalla on hapettomat olot, mikä on usein seurausta kuolleiden eliöiden hajoamisesta, pelkistyy rautafosfaatti ja fosfori liukenee veteen, ja kasvit voivat taas käyttää sen hyväkseen. Sisäistä kuormitusta voivat aiheuttaa myös happamat olot ja esim. särkikalojen tekemä pohjan myllerrys. Sedimentaatio poistaa jatkuvasti ravinteita biologisesta kierrosta, mutta sisäinen kuormitus kumoo tätä mekanismia. (Helminen ym. 1995, 74- 78; O'Neill 1995, 131- 135; Hakala & Välimäki 2003, 55- 56.)

Hajakuormitus on suurin vesistöjen kuormittaja. Hajakuormitus muodostuu lähinnä maa- ja metsätaloudesta sekä viemäriverkoston ulkopuolisen asutukseen aiheuttamista jätevesistä. Suomessa miljoona ihmistä asuu ja yli miljoona lomailee säännöllisesti viemäriverkoston ulottumattomissa. Haja-asutuksen jätevesikuorma onkin yhtä asukasta kohden 3 g/as*d fosforia ja 12 g/as*d typpeä, jos vedet johdetaan suoraan vesistöön (Triipponen 1993, 3). Haja-asutuksen vakituiset asukkaat ja mökkiläiset aiheuttavat yli puolet kaikesta asutuksen tuottamasta fosforikuormituksesta. Perinteisistä kohteista, eli asutuskeskuksista ja teollisuudesta, on onnistuttu vähentämään päästöjä huomattavasti, mutta hajakuormitukseen on vaikeampi puuttua. Haja-asutusalueiden jäteveden käsittelyä pitääkin tehostaa huomattavasti, jotta saavutetaan vesiensuojelun tavoiteohjelman tavoitteet. Maatalouden ympäristökuormitukseen on jo paljon puututtu, mutta päästövähennystulokset eivät vielä ole olleet kovin lupaavia, joka osittain johtuu ravinnekierroksen hitaudesta. (kuvat 1 ja 2) (Hakala & Välimäki 2003, 52.)



Kuva 1: Suomen vuotuisen typpikuorman jakautuminen eri kuormituslähteiden kesken vuonna 2004 (Suomen ympäristökeskus 2004, [viitattu 6.10.2005]).



Kuva 2: Suomen vuotuisen fosforikuorman jakautuminen eri kuormituslähteiden kesken vuonna 2004 (Suomen ympäristökeskus 2004, [viitattu 6.10.2005]).

Itämeren rehevöitymisen syyt ovat jossain määrin erilaiset kuin järvien. Itämeressä typpi on enimmäkseen minimiravinne, vaikka meriveden typpipitoisuus onkin nyt noin kaksinkertainen 1940-lukuun verrattuna. Itämeren veden fosforipitoisuus on kuitenkin viisinkertainen 1940-lukuun verrattuna. Tästä ravinteiden lisääntymisestä hyötyvät erityisesti sinilevät, koska ne pystyvät hyödyntämään ilmakehän tyypeä elintoiminnoissaan. Ravinnepäästöt itämereen ovat kuitenkin vähentyneet. Vuonna 1988 Itämeren suojelukomissio (HELCOM) antoi suosituksen, jonka mukaan ravinnepäästöjä olisi pitänyt vähentää 50 % 1995 mennessä, mutta tätä tavoitetta ei ole saavutettu. Kuitenkin pistemäisistä lähteistä tulevat typpipäästöt ovat vähentyneet 30 % ja fosforipäästöt 39 %. Valitettavasti hajapäästöjen vähennyksissä ei juuri ole saavutettu tuloksia. Jos Itämeren suojeluohjelman toimenpiteet toteutetaan täysimääräisesti, tulevat Suomen alueen ihmisten aiheuttama Itämereen päästämä fosforikuormitus vähenemään 1990-luvun runsaasta 2800 tonnista vajaaseen 2000 tonniin vuoteen 2015- 2025 mennessä. Typpikuormitus vähenee vastaavasti 38 400 tonnista 12 200 tonniin. (Hakala & Välimäki 2003, 61- 62.)

Suomen rannikkovesien kunto on lähes täysin riippuvainen omista päästöistämme, mutta avomerellä tilanne on toinen. Varsinkin Suomenlahdella Pietarin miljoonakaupungin aiheuttamat päästöt aiheuttavat suurimman osan ravinnepäästöistä. Pohjois-Itämerellä vaikuttaa Pietarin lisäksi hapettomilta pohja-alueilta kumpuavat ravinteet. Ajoittain Atlantilta tulevat runsaasti happea sisältävät suolaisen veden purkaukset, ns. suolapulssit, hapettavat Itämeren syvänteitä ja vähentävät sisäistä kuormitusta pitkän ajan kuluessa. Hetkellisesti suolapulssit kuitenkin nostavat syvänteistä runsaasti ravinteita sisältävää pohjavettä pinnan lähellä eläville eliöille, mitä ilmiötä kutsutaan kumpuamiseksi. Suomen onkin edullisempaa panostaa jäteveden puhdistukseen Pietarissa kuin pyrkiä tehostamaan asutusalueiden jätevesien puhdistustehoa Suomessa 90 %:sta 95 %:in. (Hakala & Välimäki 2003, 63.)

3 JÄRVIRUOKO

3.1 Järviruo'on ekologiaa

Järviruoko (*Phragmites Australis* tai entiseltä nimeltään *Phragmites Communis*) on Suomen suurin heinäkasvi, ja vain harvat heinälajit voivat kilpailla sen kanssa kasvustojen tiheydessä ja laajuudessa. Järviruo'on pituus voi meillä ylittää yli neljään metriin, mutta jo Etelä-Euroopassa se voi kasvaa jopa 10 metriä pitkäksi. Järviruo'on kasvustot ovat usein niin tiheitä, että ne tukahduttavat kaiken muun korkeamman vesikasvillisuuden. Vain paikoitellen järvikaisla (*Scirpus Lacustris*) voi muodostaa sekakasvustoja järviruo'on kanssa. Järviruoko muodostaa tiheitä kasvustoja meren ja järvien rannoille, lähinnä savipohjaisille matalille rannoille runsasravinteisiin (eutrofisiin) järviin ja murtovesilahtiin. Järviruoko kasvaa myös vähemmän ravinteikkaissa vesissä, ja se onkin yksi kasviekologisten järvityyppien ilmentäjälaji (*Equisetum*-, *Phragmites* sekä *Phragmites* järvityypeille) (Helminen ym. 1995, 60-61.) Kasvualueina ovat *epilitoraali*, *eulitoraali* sekä *sublitoraalin* yläosa, eli se kasvaa lähinnä vesirajasta aina 2,5 metrin syvyiseen veteen asti, mutta se voi kasvaa myös kosteilla niityillä ja pelloilla. Pohjois-Suomessa järviruoko kasvaa myös soilla. Kasvin levinneisyys kattaakin lähes koko Suomen. Etelä- ja Keski-Suomessa järviruokoa tavataan runsaslukuisena. Pohjois-Suomessa sen runsaus hieman vähenee, mutta vielä Inarinjärven eteläpuolelle saakka se on jokseenkin tavallinen. Suomen pohjoisimmat esiintymispaikat jäävät vähän havupuurajan alapuolelle. Maailmanlaajuisesti järviruoko on yksi laajimmin esiintyvä heinäkasvi, ja se onkin levinnyt eri rotuina yli miltei koko maapallon. (Lindman 1964, 73.)

Järviruoko on monivuotinen kasvi, joka kukkii joka vuosi, mutta monena vuonna se ei muodosta itämiskelpoisia siemeniä. Jos itämiskelpoisia siemeniä muodostuu, leviävät ne talvella helposti pitkin jään ja lumen pintaa. Pääasiallisesti järviruoko lisääntyy kasvullisesti voimakkaasti haarautuvan juurakon avulla. Juuristo onkin hyvin tehokkaasti leviävä ja kasvaa jopa 80 cm syvyyteen. (Lindman 1964, 73.)

Järviruo'on valkuaisainemäärä on 3,9- 23,8 % orgaanisen aineksen kokonaismäärästä ja hiilihydraattipitoisuus on 23,3- 61,9 %. Energiasisältö on 18,39- 19,94 kJ/g biomassaa. Suurvesikasvien, eli makrofytytien, joihin järviruo'ko kuuluu, fosforisisältö on keskimäärin 0,22 % kuivapainosta. Kuivapaino on kasvilajista ja kasvupaikasta riippuen 5,5- 25 % kokonaispainosta ja keskiarvona voidaan pitää 10 %.(Seppänen 1985, 41- 44.)

3.2 Järviruo'on hyötykäyttö

3.2.1 Järviruo'on hyötykäyttö karjanrehuna

Järviruo'koa voidaan käyttää monipuolisesti karjanrehuna. Kesällä niitettyä ruokoa voidaan käyttää heinän tapaan karjanrehuna, tai karja voi laiduntaa ruovikossa. Jos karja laiduntaa ruovikossa, laidunnusta tapahtuu vain suhteellisen matalassa vedessä, eikä ravinteita poistu ruovikosta kovinkaan paljon, koska karjan ulosteet ja virtsa jäävät ruovikkoon. Paras ravintoarvo ruo'olla on juuri kukkimisen alussa, jolloin valkuaisainepitoisuus on suurin. Tämä tapahtuu normaalisti heinänteon aikaan. Ravintoarvo ruo'olla on suurempi kuin heinällä. Talvella niitettyä ruokoa voidaan karjalle tarjota apurehuna olkien tapaan, huomioiden kuitenkin, että ruoko sisältää noin kolminkertaisen määrän valkuaista verrattuna rukiin olkeen. Paksuista juurakoista, joiden ravintosisältö on viljaan verrattavissa, voidaan tehdä väkirehua. Juurakoiden ravintosisältö on suurimmillaan keväällä jäiden sulaessa ennen versojen puhkeamista. Liiallisella juurien poistolla tai niitolla voidaan kuitenkin saada ruovikko jopa häviämään. Talviniitto on kuitenkin suotavaa, koska sen poisto helpottaa kesäistä niittoa ja pohjaan painuvat ruo'ot haittaavat jossain määrin uusien versojen kasvua. (Rautavaara 1988, 37- 38.)

Järviruo'koa voidaan käyttää myös ihmisravinnoksi. Nuoret versoja voidaan syödä keitettyinä parsan tapaan. Juurakoista voidaan tehdä leivän jatkoksi kelpavia jauhoja, kunhan ne ensin puhdistetaan, kuoritaan, silputaan, kuivataan ja jauhetaan. (Rautavaara 1988, 37- 38.)

3.2.2 Järviruo'on hyötykäyttö rakentamisessa

Järviruokoa voidaan käyttää ruokokattojen materiaalina. Suurin osa ns. olkikatoista onkin ruokokattoja. Järviruo'on etuja olkeen verrattuna ovat pituus, jolloin saadaan helpommin tasapitkiä nippuja, joista katto ladotaan, sekä parempi lahonkesto, joten katosta tulee pitkäikäisempi. Haittana on korren suurempi paksuus, jolloin joudutaan tekemään paksumpi katto saman vesitiiviuden saavuttamiseksi. Ruo'on keruu on helppoa talvella jään päältä, materiaali on kuivaa eikä korjuu riko korsia. Toisaalta olkea saadaan puimisen yhteydessä, missä vaiheessa se on helppo kerätä. Puimisen yhteydessä olki kuitenkin helposti rikkoutuu. Suomessa ei ole juuri, varsinkaan metsäisillä seuduilla, käytetty järviruokoa tai olkea katemateriaalina, mutta Ahvenanmaalla sekä läntisissä ja eteläisissä naapurimaissa ovat ruoko- ja olkikatot olleet varsin yleisiä. (Sooster 2003.)

Järviruokoa voidaan olkien sijaan käyttää savi-olkirakenteissa, missä sillä on etuja olkeen verrattuna. Etuja ovat lahonkesto ja materiaalin jäykkyys, jolloin voidaan tehdä kevyempiä rakenteita. Korret eivät savimassassa mene kasaan samalla tavalla kuin olki, jolloin rakenteeseen jää enemmän ilmaa ja lämmöneristävyys paranee. Haittana on erillisen keräyksen vaiva, kun taas olkea saadaan puimisen sivutuotteena. Ruoko-savi rakenteissa ei ole niin suurta ongelmaa jos korret rikkoutuvat, kun taas kattojen tekemisessä korsien pitää säilyä ehjinä. Järviruo'osta voidaan tehdä myös rappausalustoja ja näitä punottuja mattoja käytetään Keski-Euroopassa yleisesti luonnonmukaisessa rakentamisessa.

3.2.3 Järviruo'on energiakäyttö

Järviruo'on tehollinen lämpöarvo on 17,5 MJ/kg, eli samansuuruinen kuin ruokohelpillä ja oljilla. Energiaa järviruo'osta saadaan kuiva-ainetonna kohden noin 4,5 MWh. Kaikilla korsipolttoaineilla on sama ongelma, eli pieni energiatiheys. Kuutiometri puitua korsiaainesta painaa vain 50- 90 kg, mutta jauhamalla ja tiivistämällä tiheydeksi saadaan jopa 240 kg/m³ (Alakangas 2000, 107- 108). Vertailuna voidaan antaa energiapajusta tehdyn hakkeen lämpöarvo, joka on 16,2 MJ/kg ja tiheys 380 kg/m³ (Alakangas 2000, 44). Järviruo'on varastointi- ja

kuljetuskustannukset tulevat korsimuodossa niin suuriksi, ettei korsimateriaaleja kannata polttaa energiaksi paitsi lyhyiden kuljetusmatkojen etäisyydellä. Järviruokoa voidaan myös puristaa briketeiksi ja pelleteiksi, jolloin sen energiatiheys kasvaa lähelle puupellettejä. Brikettien varastointitiheys on 300- 500 kg/m³ ja pellettien 450-750 kg/m³. Tällöin kuljetus, varastointi ja käsittely helpottuvat. Kevättalvella korjatun järviruo'on kosteusprosentti on noin 20, joka on riittävän kuivaa suoraan poltettavaksi, mutta talvella korresta pystytään korjaamaan vain jään yläpuolinen osa alaosan jäädessä jään alle ja lahoamaan seuraavana kasvukautena. Satoa järviruoko tuottaa 5 – 12 t/ha, mikä on enemmän kuin ruokohelpillä ja oljella. Järviruokoa voidaan polttaa kiinteänä polttoaineena siihen soveltuvissa kattiloissa pienissä lämpökeskuksissa tai pientaloissa, tai turpeen ja hakkeen ohessa näille sopivissa kattiloissa. Pellettejä voidaan polttaa puupellettikattiloissa. (Alakangas 2000, 102; Motiva 2005, [viitattu 30.8.2005].)

3.2.4 Järviruo'on käyttö paperin valmistuksessa

Hienopaperin valmistuksessa tarvitaan lyhyempää kuitua kuin mitä havupuusta saadaan, ja tällaista kuitua voidaan tehdä korsiaineesta. Heinäkasvien kuidun ominaisuudet vastaavat koivusta saatavaa kuitua, joten sillä voidaan korvata lehtipuukuitu osittain tai kokonaan. Järviruo'on korren ominaisuudet vastaavat ruokohelpin, jonka korsia tutkitaan paperin valmistuksen raaka-aineena, ominaisuuksia. Järviruokoa voidaan kerätä talvella jäältä, joten korjuu on helppoa. Ongelmana korsimateriaalin käytössä ovat lehtiaineksen suuri määrä, joka aiheuttaa sellumassan ominaisuuksien huononemista, mutta tähän ongelmaan etsitään ratkaisua. Korsikuidun hyötykäyttö on vielä tällä hetkellä koeluontoista, eikä Suomessa ole vielä yhtään toimivaa laitosta. Mm. Espanjassa on kuitenkin tällä hetkellä toiminnassa sellutehdas, joka käyttää raaka-aineenaan olkea ja heinäkasveja. (Ämmälahti, [viitattu 1.9.2005].)

3.2.5 Askartelu järviruo'osta

Järviruokoa voidaan käyttää oljen tavoin askarteluun, joskin pitää huomioida materiaalin hauraus, joka johtuu jäykkyydestä ja olkea suuremmasta halkaisijasta.

Toisaalta voidaan hyödyntää tätä jäykkyyttä ja suurempaa pituutta erilaisten rakenteiden toteuttamisessa. Järviruo'osta voidaan tehdä puutarhaan ja eri tiloihin aitoja ja näkösuojasermejä. Aidat voidaan tehdä sitomalla ruokonippuja toisiinsa tai kutomalla. Järviruo'osta ei kutoessa voi tehdä sekä kudetta että loimea, koska materiaali on siihen liian jäykkää, mutta kuteeksi se käy erinomaisesti. Normaaileilla kangaspuilla voi tehdä järviruokomattoa. Järviruoko ei ole niin tasaväristä kuin olki, joka on keltaista, vaan vaihtelee vaaleanruskeasta hopeanharmaaseen, mitä voi käyttää hyväkseen esineitten kuvioinneissa.

3.2.6 Järviruo'on muu käyttö

Järviruokoa voidaan käyttää olkien sijaan kotieläinten tilojen kuivikkeena. Järviruokoa voidaan kompostoida ja siitä tehtyä silppua voidaan käyttää kaikissa komposteissa kuivikkeena. Kuivikkeeksi se käy hyvin, koska se on putkimaista ja johtaa hyvin ilmaa kompostin sisälle. Biokaasua voidaan järviruo'osta tehdä biokaasureaktorissa kuten kaikesta kasvijätteestä, mutta huomattavasti tehokkaampaan kaasun tuottoon päästään, jos kasvijätettä käytetään esim. kotieläinten lannan kanssa. Ruo'ot on syytä silputa varsin pieniksi, etteivät ne haittaa bioreaktorin sekoittimen toimintaa. Biokaasureaktorista saatu mädätetty massa tulisi kompostoida vielä ennen pellolle levittämistä. YTV:n jätehuoltohinnaston mukaan ei järviruo'osta joudu maksamaan jäteveroa, joten sen hävittäminen on ainakin tällä hetkellä edullista (YTV 2005, [viitattu 31.8.2005]).

4 KOSTEIKOT

4.1 Kosteikon määritelmä

Kosteikolla tarkoitetaan luonnontilaista tai rakennettua aluetta, joka on ainakin runsaan veden aikana osittain tai kokonaan veden peittämä ja jonka kautta vesi johdetaan siten, että virtausnopeus hidastuu. Yleensä kosteikossa kasvaa luonnonvaraisia tai istutettuja kostean paikan kasveja, mutta kosteikkoon liittyvillä

tulva-alueilla voi kasvaa puita ja pensaita. Vesiensuojelukosteikon tarkoituksena on pidättää kosteikkoon tulevassa vedessä olevia kiintoaineita, ravinteita ja jossain määrin myös muita ympäristölle haitallisia aineita, eli parantaa valumavesien laatua. (Kannala 2001, 27; Puustinen ym. 2001, 11.)

4.2 Kosteikossa tapahtuvat prosessit

Litoraali eli rantavyöhyke muodostaa vesistön runsastuottoisimman vyöhykkeen. Makrofytyt eli suurkasvit ja mikrofytyt eli päällylevät, pohjalevät ja planktonlevät kasvavat suhteessa runsaslukuisimpina tässä vyöhykkeessä. Makrofytytiedituksesta eli kuolleesta kasvijätteestä vapautuvat ravinteet aiheuttavat vilkkaan levätuotannon keväällä ja alkukesällä, mutta myöhemmin kesällä makrofytytien aiheuttama varjostus rajoittaa levien kasvua (Helminen ym. 1995, 56). Lisäksi litoraalissa kasvaa huomattava joukko pieneliöitä, jotka käyttävät ravinnokseen leviä, ja joita vuorostaan kalanpoikaset syövät. Vesikasvit antavat suojaa kalanpoikasille petokaloja vastaan. Monet kalalajit kutevat litoraalivyöhykkeen vesikasveille tai niiden suojaan. Koska litoraali on niin runsastuottoinen vyöhyke, sitoo se myös paljon ravinteita. Osittain ravinteet sitoutuvat kasveihin ja osittain sedimentoituvat pohjaan, koska vesikasvit stabiloivat pohjaa ja estävät aaltojen ja virtausten huuhtouttavaa vaikutusta. (Sammalkorpi ym. 1995, 73; Feuerbach 2000, 17.)

Rantavyöhykettä voidaan keinotekoisesti laajentaa perustamalla laskeutusaltaita tai kosteikkoja. Laskeutusaltaissa veden virtausta vähennetään niin, että kiintoaineet ja niihin sitoutuneet ravinteet laskeutuvat pohjaan ja sedimentoituvat sinne. Kosteikoissa idea on sama, mutta lisäksi kasvustot stabiloivat pohjaa ja käyttävät ravinteita hyväkseen. Käytännössä puhtaita luonnollisia laskeutusaltaita ei juuri ole, vaan vesikasvit pyrkivät kasvamaan altaissa, mutta se ei kuitenkaan haittaa laskeutusaltaan toimintaa. Koska kiintoaineen hiukkasten laskeutumismopeuteen vaikuttaa niiden koko, toimii laskeutusallas parhaiten siellä, missä veden mukana kulkeutuva aines on karkeaa. Typen pidättymistä laskeutusaltaissa, sedimentoitumisen lisäksi, voidaan edesauttaa luomalla denitrifikaatiobakteereille edulliset, eli hapettomat mutta kuitenkin ravinteita sisältävät olosuhteet. Näissä olosuhteissa bakteerit hajottavat

veteen liuennutta nitraatti- ja nitriittityyppä ilmakehään typpikaasuna. Ongelmana on kuitenkin se, että levät tuottavat happea yhteyttäessään ja happi liukenee veteen, joten matalissa altaissa denitrifikaatiobakteerit eivät toimi tehokkaasti typpikaasua tuottavasti. (Sammalkorpi ym. 1995, 22; O'Neill 1995, 102.)

Kosteikkojen haitta-aineita poistavat prosessit ovat:

- kiintoaineen laskeutuminen
- sitoutuminen kosteikon biomassaan
- kemialliset ja biologiset reaktiot

Kiintoaineen laskeutuminen perustuu veden virtausnopeuden hidastumiseen. Mitä karkeampaa kiintoaine on, sitä helpommin se laskeutuu pohjalle. Mitä pitempi viipymä vedellä on kosteikossa, sitä hienompi aines ehtii laskeutua pohjaan. Kosteikossa oleva kasvillisuus tehostaa laskeutumista, osittain hidastamalla virtausta ja osittain siten, että hienot kiintoaineshiukkaset kertyvät kasvien pinnalle, tarttuvat toisiinsa muodostaen karkeampia hiukkasia ja laskeutuvat pohjaan. Kiintoaineeseen on usein sitoutunut ravinteita, raskasmetalleja ja muita haitta-aineita, jotka sedimentoituvat pohjaan. Laskeuman, eli sedimentaation, vastakohtana on resuspensio, eli sedimentoituneen aineen lähteminen uudestaan liikkeelle, virtauksen jostain syystä kiihtyessä. Tämä voi tapahtua tulvien aiheuttamien ylivirtaamien aikana tai jos kosteikkoon on niitetty oikovirtauskanavia. (Kannala 2001, 27; Puustinen ym. 2001, 7-8; Nurminen 2003, 16.)

Kosteikon kasvillisuus on usein rehevää, ja siksi siihen sitoutuu paljon ravinteita. Kuitenkin suurin osa kosteikon kasvien biomassasta ei ole pitkäaikaisessa muodossa, vaan lahoaa suurimmaksi osaksi vuosittain, ja kasvien ravinteet pääsevät uudelleen kiertoon. Tätä voidaan estää poistamalla kasvillisuutta, ja sitä myöten ravinteita kosteikosta. Jos hajoavaa kasvimassaa ei poisteta, voi se hajotessaan jopa lisätä ravinnekuormitusta. Ravinteita sitoutuu kasvien vihreisiin osiin melko vähän riippumatta kasvilajista, tyyppä 1- 3 % ja fosforia 0,1- 0,3 %, mutta kasvillisuuden määrä voi kosteikossa olla huomattava, joten kokonaisravinnemäärä voi olla merkittävä. Tutkimuksissa on todettu, että vaikka kasveihin sitoutuneiden ravinteiden määrä on noin 15 % koko kosteikon ravinteiden poistumasta, parantavat kasvit

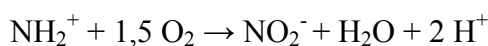
kosteikon olosuhteita muita puhdistusprosesseja varten. (Burt, Goulding, Haycock & Pinay 1997, 164; Kannala 2001, 27- 28; Puustinen ym. 2001, 7-8.)

Kemialliset ja biologiset prosessit poistavat ravinteita tehokkaasti valumavesistä. Näissä prosesseissa eduksi on, jos kosteikossa on monipuolisia olosuhteita, eli siellä pitää olla syvempi kasvillisuudesta vapaa vyöhyke ja matalampi kasvillisuuden peittämä vyöhyke. Jälleen virtausnopeudella on suuri merkitys, koska monet kemialliset ja biologiset prosessit vaativat riittävän ajan toimiakseen tehokkaasti. Liukoinen fosfori sitoutuu hapellisissa olosuhteissa raudan ja alumiinin kanssa liukenemattomaan muotoon ja bakteeritoiminta hapettaa ammoniumtyypen nitraatiksi (nitrifikaatio) ja pelkistää nitraatin ilmakehään vapautuvaksi typpikaasuksi (denitrifikaatio). (Kannala 2001, 27- 29; Puustinen ym. 2001, 7- 9.)

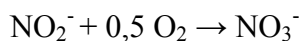
Fosforia on osittain sitoutuneena kiintoainekseen, eikä tämä ole planktonleville suoraan käyttökelpoista, mutta on käyttökelpoisessa muodossa pohjasta kasvaville makrofytyille. Kasvaviin kasveihin ei kuitenkaan sitoudu suuria määriä fosforia, ja sekin voi liueta uudestaan hajoavasta biomassasta, joten pahimmassa tapauksessa kosteikko voi lisätä liuenneen fosforin määrää vedessä. Tämän estämiseksi niitto ja biomassan poisto on tärkeää. Kanadassa tehdyissä tutkimuksissa keinoaltaissa kasvavat järviruo'ot sitoivat itseensä jopa 60 % jäteveden fosforista, mutta niitetty korsiosa sisälsi vain noin 16 % fosforista, joten juuristoon sitoutui huomattava osa kasvin ravinteista. Yleisesti ottaen kasvit ottavat vain pienen osan kokonaisravinteista, kun taas muut kosteikoissa tapahtuvat prosessit sitovat ravinteita tehokkaasti. Eri tutkimuksissa on huomattu, että jäte- ja valumavesien fosforipoistumat kosteikoissa olivat -22:sta % ja 98:aan % (Burt ym. 1997, 46-48). Kiintoaineeseen sitoutunut fosfori voi liueta veteen, jos olosuhteet ovat sopivat. Veden fosforilla ja maaperään sitoutuneella fosforilla on tietty tasapainotila, jossa ei tapahdu liukenemistä eikä sitoutumista. Tämä tasapainotila, EPC (equilibrium phosphate concentration), vaihtelee huomattavasti veden fosfori-, pH-, happi- sekä rauta- ja alumiinipitoisuuden mukaan. Mitä enemmän vedessä on rautaa, alumiinia, fosforia ja happea ja pH alle 7, sitä paremmin fosforia sitoutuu maaperään. Siksi on tärkeää, että valumavesissä on fosforia, olosuhteet ovat hapelliset sekä vesi lievästi hapanta. Ajoittain ruoppaamalla

voidaan poistaa pohjasedimenttejä, jolloin saadaan fosforia pois maaperästä ja uutta fosforia saadaan taas sitoutumaan. (Nurminen 2003, 25; Puustinen ym. 2001, 8- 9.)

Yleisesti pidetään denitrifikaatiota merkittävimpänä typenpoistoprosessina. Hyvin toimivassa kosteikossa voi typpeä poistua denitrifikaation avulla jopa yli 2000 kg hehtaarilta vapaata vesipintaa (Feuerbach 2000, 5). Prosessissa ensin nitritaatio-bakteerit, joiden nimen alku on nitroso (esim. Nitrosomonas ja Nitrosoccus) hapettavat ammoniumtypen nitriitiksi.



Seuraavassa vaiheessa nitraatio-bakteerit, joiden nimen alku on nitro (esim. Nitrobacter ja Nitrococcus) hapettavat nitriitin nitraatiksi.



Nämä prosessit yhdessä muodostavat nitrifikaation. Seuraavaksi hapettomissa oloissa tapahtuu denitrifikaatio, missä monet eri bakteerit (esim. Pseudomonas ja Escherichia) hajottavat nitraatit typpikaasuksi.



Ensin pitää olla hapelliset olosuhteet, missä nitrifikaatio voi tapahtua. Tämä vaatii ilmastusta tai vesikasvillisuutta, ja lisäksi riittävän pitkän ajan, koska bakteereilla on varsin pitkä lisääntymiskierto. Tämän jälkeen vaaditaan hapettomat olosuhteet, mitkä ovat esim. kosteikon ilman kasvillisuutta olevassa syvemässä osassa, missä pohjassa oleva mikrobien tekemä hajotustoiminta kuluttaa hapen. Denitrifikaatiobakteerien aktiivisuutta säätelevät kosteikossa olevan orgaanisen aineksen määrä, nitraattipitoisuus, happiolot, lämpötila, pH ja veden viipymä. Lämpötilan nousu kiihdyttää denitrifikaatiota, mutta sitä voi tapahtua lämpötila-alueella 10-30° C. Edullisin pH on 6,5- 8,0. Myös kiintoaineksessa on typpeä, josta osa sitoutuu pohjan sedimentteihin. (O'Neill 1995, 100- 102; Puustinen ym. 2001, 9; Jaeger 2003, 57- 58.)

5 KOSTEIKKOJEN PERUSTAMISEN JA YLLÄPIDON HALLINNOLLISET OHJAUSKEINOT

5.1 EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi

EU-komissio on ottanut vesien suojelun yhdeksi tärkeimmäksi kohteekseen, ja tarkoitus olisi, että saastuneet vedet puhdistettaisiin ja puhtaat vedet säilyisivät puhtaina. EU on luonut vesien puitedirektiivin vuonna 2000, jolla pyritään tähän tilanteeseen vuoteen 2015 mennessä. Tämän puitedirektiivin olisi tarkoitus olla pohjana kaikille vesiin liittyville ohjeille, säädöksille ja laeille, joita jäsenmaissa laaditaan tulevana vuosina. Direktiivi koskee pohja- ja pintavesiä sekä järviä, virtaavia vesiä että rannikoiden lähistön merialueita. Tarkoituksena olisi säädellä ja ohjailta vesilainsäädäntöä ja luoda yhtenäiset toimintatavat vesiensuojelulle. Direktiiviin pääkohteet ovat:

- laajentaa vesien suojelu koskemaan kaikkia vesiä
- saavuttaa vesien hyvä laatu vuoteen 2015 mennessä
- parantaa vesien hyvää hallintaa koko vesistön alueella lähteistä aina mereen saakka
- yhdistää päästörajat ja vastaanottavan vesistön laatu
- löytää vedelle ja päästöille oikea hinta, joka vastaa todellisia kustannuksia
- lisätä kansalaisten osallisuutta ja lisätä päätösten läpinäkyvyyttä

Vesien hyvä laatu koskee yleistä vesiekosysteemin suojelua, tiettyjen erityishabitaattien suojelua sekä juoma- ja virkistysvesien suojelua. Hyvä laatu määritellään hyvänä ekologisena ja kemiallisena tilana. Mittana voidaan käyttää päästömääriä, jolloin pitää käyttää parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa (BAT), tai vastaanottavan vesistön laatustandardia, missä huomioidaan vaarallisten kemikaalien raja-arvot. Näistä noudatetaan kulloinkin tiukempaa määritelmää. Hyvä ekologinen tila on se taso, joka vesistöllä olisi ilman mainittavaa ihmisen aiheuttamaa vaikutusta. Vertailukohtana voidaan käyttää vastaavan tyyppistä vesistöä, missä ihmisen vaikutus on ollut vähäinen, ja siihen pyritään vesistön kunnostuksella. Hyvä kemiallinen tila on taas se taso, jossa veden kemialliset ominaisuudet vastaavat niitä kemiallisten aineiden

standardeja, jotka EU on määrittänyt. Lähinnä standardit koskevat vaarallisia aineita, joiden on todettu olevan haitallisia ihmisille tai muille eliöille. Näiden aineiden päästöjä tulee vähentää, kunnes päästöjen tulee loppua vuoteen 2020 mennessä. (EU:n Vesipuitedirektiivi 2000 [viitattu 23.11.2005].)

5.2 Laki vesienhoidon järjestämisestä

Lain vesienhoidon järjestämisestä tavoitteena on suojella, parantaa ja ennallistaa vesiä niin, ettei niiden tila heikkene, ja että niiden tila olisi vähintään hyvä. Tarkoitus olisi saavuttaa vesien hyvä tila vuoteen 2015 mennessä. Tämä laki noudattaa EU:n vesipuitedirektiiviä. Laissa säädetään vesienhoidon järjestämisestä ja siihen liittyvästä selvitystyöstä, yhteistoiminnasta ja osallistumisesta vesienhuoltoalueella sekä kansainvälisestä yhteistyöstä vesienhoidon järjestämisestä. Lain tarkoituksena on, että otetaan huomioon vesien laatu, riittävyys, kestävä käyttö, virkistyskäyttö, vesipalvelut, tulvasuojelu sekä vesiekosysteemit ja niihin sidoksissa olevat maaekosysteemit ja kosteikot. (Laki vesienhoidon järjestämisestä 2004/1299.)

Lain mukaan alueellisen ympäristökeskuksen tehtäviin kuuluu:

- laatia selvitys vesien ominaispiirteistä
- laatia selvitykset ihmisen vaikutuksista vesiin
- laatia vedenkäytön taloudelliset selvitykset
- kerätä tiedot suojeltavista alueista
- kerätä tiedot talousvesialueilta
- valmistella vesien tilan luokittelu
- järjestää vesien seuranta
- valmistella vesiensuojelusuunnitelma ja toimenpideohjelma
- hoitaa muut tehtävät vesienhoidon järjestämiseksi.

Pintavedet luokitellaan erinomaisiksi, hyviksi, tyydyttäviksi, välttäviksi tai huonoiksi, niiden kemiallisten ja ekologisten ominaisuuksien mukaan. Vesiensuojelusuunnitelmassa on esitettävä tiedot vesienhoitoalueesta, sen ominaisuuksista, ympäristötavoitteista sekä tilaan ja käyttöön liittyvistä asioista.

Toimenpideohjelma laaditaan ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi. (Laki vesienhoidon järjestämisestä 2004/1299.)

5.3 Haja-asutusalueiden talousjätevesiasetus

Asetus talousjätevesien käsittelystä haja-asutusalueilla tuli voimaan 1.1.2004, ja se määrää, miten jätevedet on käsiteltävä ennen ympäristöön päästämistä. Asetuksella halutaan hidastaa vesistöjen rehevöitymistä ja estää pohjavesien ja vedenottamoiden pilaantumista. Asetus koskee yleisen viemärijärjestelmän ulkopuolelle jääviä asuinrakennuksia, loma-asuntoja, karjatilojen maitohuoneita ja kodin yhteydessä olevaa elinkeinotoimintaa. Asetuksen mukaan 90 % orgaanisesta aineksesta, 85 % fosforista ja 40 % typestä on puhdistettava. Kuitenkin joillekin alueille, joissa asukkaita on vähän ja pinta- tai pohjavedet eivät ole vaarassa pilaantua, sallii kunnan ympäristönsuojelumääräykset lievemmät puhdistusmääräykset. Tällöin 80 % orgaanisesta aineesta, 70 % fosforista ja 30 % typestä on puhdistettava (taulukko 2). Toisaalta herkillä alueilla voidaan edellyttää, että kaikki jätevedet tai vesikäymälän jätevedet pitää johtaa umpitankkiin. Asetus ei määrää, miten jätevedet on puhdistettava, vaan miten puhtaaksi ne on saatava. Puhdistettua jätevetä verrataan keskimääräiseen käsittelemättömään jäteveeseen ja nämä arvot on määritelty asetuksessa. Ennen 1.1.2004 valmistuneisiin taloihin pitää valmistaa asetuksen mukainen järjestelmä 10 vuoden sisällä, mutta uudempiin tai rakennusluvan vaativiin peruskorjauksiin vaaditaan järjestelmä heti. Jokaisen kiinteistönomistajan on tehtävä jätevesijärjestelmänsä selvitys 1.1.2006 mennessä, jonka mukaan voidaan arvioida, tarvitseeko jätevesijärjestelmää parantaa. Aina kun haetaan rakennuslupaa, pitää jätevesiselvitys esittää. Rakennusvalvontaviranomainen valvoo, että jätevesijärjestelmä suunnitellaan ja rakennetaan asetuksen mukaisesti ja ympäristönsuojeluviranomainen valvoo järjestelmän toimivuutta. (Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 2003/542; Lounais-Suomen ympäristökeskus 2004, 1-11.)

*Taulukko 2: Haja-asutusalueen jätevesien puhdistusvaatimukset
(Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten
viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 2003/542.)*

	Haja-asutuksen kuormitusluku, g/vrk/hl	Yleinen puhdistustehovaatimus, %	Lievempi puhdistustehovaatimus, %
BHK ₇	50	90	80
Kok-P	2,2	85	70
Kok-N	14	40	30

5.4 Vesihuoltolaki

Vesihuoltolaki määrää vesihuollosta ja terveydelle ja ympäristölle mahdollisimman vähän haittaa aiheuttavasta viemäroinnistä. Laki koskee asutusta tai siihen verrattavaa elinkeinotoimintaa ja vapaa-ajan asumista. Valvontaviranomaisena toimii alueellinen ympäristökeskus sekä kunnan ympäristön- ja terveydensuojeluviranomainen. Kunnan velvollisuus on, jos suurehkon asukasjoukon tarve, terveydelliset tai ympäristölliset seikat niin vaativat, järjestää vesi- ja viemärihuolto, ja kaikkien on liityttävä tähän. Tästä kuitenkin mahdollista saada vapautus, jos liittyminen on kohtuutonta tai liittymättömyys ei haittaa vesilaitoksen toimintaa. Kuitenkin vaaditaan, että kiinteistöllä on käytettävissään kelpoista talousvettä ja jätevesistä huolehditaan niin, ettei niistä aiheudu terveydelle tai ympäristölle haittaa. (Vesihuoltolaki 2001/119.)

5.5 Laki vesihuollon tukemisesta

Kosteikon perustamiseen voi saada tukea vesihuollon tukemislain perusteella. Jos kosteikko perustetaan samalla puhdistamaan maatalousvesiä, on tukea mahdollista saada maa- ja metsätalousministeriön maatalouden ympäristötukien erityistukiasetuksen mukaan. Vesihuollon tukemislain mukaan tukea on saatavissa vedenhankintaa ja jätevesien käsittelyä varten. Tukea voivat saada vesilaitokset, mutta myös yhtymät, yhteisöt tai kiinteistöt. Tukea voi saada alueelliseen yhteistyöhön,

kriisitilanteisiin, haja-asutusalueelle tai veden laadun pilaantumisen parantamiseen tai estämiseen. Tuen saamisen edellytyksenä on toteuttamisen tarpeellisuus, suunnitelmallisuus ja että kustannukset ovat kohtuulliset saavutettuihin etuihin nähden. Alueellinen ympäristökeskus päättää tuesta. Tuen määrä voi olla enimmillään 30 % kustannuksista, mutta joissain erityistapauksissa voidaan tukea myöntää jopa 50 %. Muun valtion tuen kanssa kokonaistuki ei saa ylittää 75 %:ia. (Laki vesihuollon tukemisesta 2004/686.)

5.6 Maatalouden ympäristötukiasetus

Maatalouden erityistuesta voi saada rahoitusta kosteikon perustamiseen alueilla, joilla maatalous on vesistön suuri kuormittaja. Kosteikot on toteutettava niin, että niissä on kiintoainesta laskeuttava osio ja ravinteita hyödyntävää kasvillisuutta. Kosteikko on perustettava hydrologisesti ja vesiensuojelullisesti tehokkaimpaan paikkaan. Kosteikkoon kuuluu riittävät suojakaistat tai -vyöhykkeet. Niitetty kasvillisuus voidaan käyttää hyödyksi tai aluetta laiduntaa, mikäli vesiensuojelu ei sitä estä ja se on sisällytetty suunnitelmaan. Toimenpiteitä, jotka on kirjattu hoitosopimukseen, ovat esim. kiintoaineksen ja kasvillisuuden poisto ja reuna-alueiden niitto. (Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatalouden ympäristötuen erityistuksista 2000/647.)

5.7 Ympäristönsuojeluasetus

Ympäristönsuojeluasetuksen mukaan jäte- ja vesihuolto tarvitsee ympäristöluvan, jos käsiteltävänä on yli 100 henkilön jätevedet. Rehevöitymistä aiheuttavien aineiden, erityisesti typen ja fosforin yhdisteet, tai vesistön happitaseeseen haitallisesti vaikuttavien aineiden laskeminen veteen on ympäristöluvanvaraista. Alueellinen ympäristökeskus käsittelee ympäristöluvut. (Ympäristönsuojeluasetus 2000/169.)

5.8 Ympäristönsuojelulaki

Ympäristönsuojelulain tarkoituksena on:

- estää ja vähentää ympäristön pilaantumisen vahinkoja
- turvata terveellinen, viihtyisä, luonnontaloudellisesti kestävä ja monimuotoinen ympäristö
- ehkäistä jätteiden syntyä ja haitallisia vaikutuksia
- tehostaa ympäristövaikutusten arviointia ja huomioon ottamista
- parantaa kansalaisten vaikutusmahdollisuuksia ympäristöasioissa
- edistää luonnonvarojen kestävää käyttöä
- torjua ilmastonmuutosta ja tukea kestävää kehitystä.

Jätevesien käsittely voi pilata ympäristöä terveydellisesti, haitata luontoa ja sen toimintoja, vähentää yleistä viihtyvyyttä ja kulttuuriarvoja, vähentää virkistysarvoa sekä loukata yksityistä ja yhteistä etua. Laki määrää tämänlaisen toiminnan sijoituspaikasta, että on huomioitava toiminnan luonne ja ympäristön pilaantumisriski, soveltuvuus kaavoitukseen sekä muut mahdolliset sijoituspaikat. Valtioneuvoston asetuksella voidaan määrätä talousjätevesien käsittelystä ottaen huomioon valtakunnalliset vesiensuojelun tavoitteet. Jätevesien laskemisesta ei saa aiheutua ympäristön pilaantumista ja ne on käsiteltävä asianmukaisesti ennen vesistöön laskemista. Tästä asetuksesta kunnan ympäristönsuojeluviranomainen voi antaa kiinteistökohtaisen poikkeuksen enintään viideksi vuodeksi, jos käsittelyvaatimukset ovat kohtuuttomat ja ympäristön kuormitusta voidaan pitää vähäisenä. Talousjätevedet voidaan kuitenkin laskea maahan, jos niiden määrä on vähäinen, eikä niistä aiheudu ympäristön pilaantumista. Kunnanvaltuusto voi antaa erityisiä määräyksiä, jotka koskevat alueita, joissa erityisen pilaantumisvaaran vuoksi on kielletty jäteveden johtaminen vesistöön, tai vesien tilan parantamista koskevia toimia, jotka ovat vesienhoitosuunnitelman mukaan tarpeellisia. Ympäristölupa tarvitaan myös, jos toiminnasta saattaa aiheutua vesistön pilaantumista tai jos jätevedet saattavat aiheuttaa uoman tai altaan pilaantumista. (Ympäristönsuojelulaki 2000/86.)

5.9 Maankäyttö- ja rakennusasetus

Maankäyttö ja rakennusasetus antaa ohjeet, mitä pitää ottaa huomioon kaavaa laadittaessa. Pitää huomioida suunnitelman vaikutukset ihmisten elinoloihin ja elinympäristöön, maa- ja kallioperään, ilmaan ja veteen, kasveihin, eläimiin, luonnon monimuotoisuuteen sekä luonnonvaroihin. Asemakaavan selostuksessa esitetään:

- selvitys alueen oloista, rakennuskannasta ja muista ympäristöominaisuuksista sekä muut kaavan vaikutusten selvittämisen ja arvioimisen kannalta keskeiset tiedot
- suunnittelun lähtökohdat, tavoitteet ja esillä olleet vaihtoehdot
- yhteenveto kaavan vaikutusten arvioimiseksi suoritetuista selvityksistä
- kaavan vaikutukset kaava-alueella
- selvitys suhteesta muihin kaavoihin ja suunnitteluun
- selvitys suunnittelun vaiheista ja esitetyistä mielipiteistä
- kaavaratkaisun keskeinen sisältö ja perustelut kyseiselle valinnalle sekä selvitys siitä, miten aiotaan ehkäistä haitalliset ympäristövaikutukset.
- kaavan toteutuksen ajoitus ja seuranta
- tarpeen mukaan havainnollistavia ja ohjaavia selvityksiä. (Maankäyttö- ja rakennusasetus 1999/895.)

5.10 Luonnonsuojeluasetus

Luonnonsuojeluasetus estää kosteikon perustamisen tai muun ympäristön muokkaamisen suojelluilla luontotyypeillä, joihin kuuluu merenrantaniityt, jotka ovat muokkaamattomia, luontaisesti tai perinteisen maankäytön seurauksena avoimia ja matalakasvuisia, lähes puuttomia ja pensaattomia, heinä- tai ruohovaltaisia ranta-alueita. (Luonnonsuojeluasetus 1997/160.)

5.11 Vesilaki ja vesiasetus

Vesilaissa ja vesiasetuksessa sanotaan ruoppauksista, että kaikista vähäistä suuremmista ruoppauksista on ilmoitettava kuukautta aikaisemmin vesialueen omistajalle ja alueelliselle ympäristökeskukselle. Vähäistä suurempi on tietysti

kiistanalainen määritelmä, joka on riippuvainen vesistön koosta ja oletettujen vaikutusten haitallisuudesta. Yleisesti alle 100 m³ ruoppaukset on vielä laskettu vähäisiksi ja sitä suuremmat vähäistä suuremmiksi. Kunnat ovat ottaneet kannakseen, että vähäiseksi ruoppaukseksi lasketaan muu kuin koneellisesti suoritettu ruoppaus, eli lähes kaikesta ruoppauksesta tulee tehdä ilmoitus (Tuominen, sähköpostiviesti 12.9.2005). Alueellinen ympäristökeskus ottaa kantaa luvanvaraisuuteen ja antaa tarpeen mukaan neuvoja asiasta. (Vesilaki 1961/264; vesiasetus 1962/282.)

5.12 EU:n ohjeistus kotitalousjätevesistä

EU:n ohjeistus kotitalousjätevesien käsittelyvaatimuksista luotiin vuonna 1991 suojelemaan herkkiä vesiekosysteemejä saastumiselta ja rehevöitymiseltä. Kaikki Suomen vesistöt voidaan lukea herkkiin vesistöihin, joten tämä ohjeistus koskee kaikkia Suomen vesistöjä. Ohjeistus antaa tekniset minimivaatimukset jätevesien puhdistukselle. Vaatimukset vaihtelevat jossain määrin riippuen siitä minkä tyyppisiin ja laatuisiin vesistöihin jätevedet laskevat ja mitä käyttöä vesistöllä on. Ohjeistus rajoittaa hapenkulutuksen, kiintoaineen, fosforin ja typen määriä. (Jaeger 2003, 21-22.)

6 KOSTEIKON SUUNNITTELU

6.1 Ympäristövaikutusten arviointi

Kosteikon suunnittelun lähtökohtana pitää olla tarve tämän tyyppiselle veden puhdistukselle. Joka tilanteessa pitää tehdä, vaikkakin suppea, ympäristövaikutusten arviointi. Hyötyjä, haittoja ja kannattavuuslaskelmia pitää arvioida.

Suunnitteluprosessi voi olla seuraavanlainen:

1. tavoitteet
2. vaihtoehdot ja kustannukset
3. vaihtoehtojen oletetut vaikutukset
4. vaikutusten arviointi
5. päätös ja toteutus. (Nyroos 1994, 14- 15.)

Tavoitteena tässä tapauksessa on joko haja-asutusalueen jätevesien puhdistus tai jätevesien jatkopuhdistus jätevedenpuhdistuslaitoksen jälkeen. Tavoitteeseen vaikuttavat tietysti lainsäädännön antamat rajat, jotka määräävät ravinteille, kiintoaineille sekä hapenkulutukselle minimiarvot, joita ei saa ylittää. Tässä vaiheessa pitää myös huomioida minkälaiseen vesistöön ollaan puhdistettuja jätevesiä laskemassa, koska se osaltaan määrää päästöarvot.

Vaihtoehtoina ovat:

- toteutetaan kosteikko, jossa järviruoko yhdessä muiden biologisten prosessien kanssa puhdistaa jätevesiä
- parannetaan muuta jätevedenpuhdistusta, jolloin ei kosteikon suorittamaa lisäpuhdistusta tarvita.

Vertailun mahdollistamiseksi pitää eri puhdistusprosessien puhdistustehojen olla vertailukelpoisia. Suunnittelussa on huomioitava, onko tilanteessa edes mahdollista perustaa kosteikko, sopiiko maaperä, rannan muoto ja vesistö kosteikon perustamiseen. Tässä vaiheessa tulee miettiä vaihtoehtojen kustannuksia. Kosteikossa

kustannuksia aiheuttaa maan poistuminen muusta käytöstä, hoito eli niitto ja ruoppaukset sekä perustamiskustannukset. Hyötyä tulee kosteikon saamista tuista ja järviruo'on hyötykäytöstä. Hyötypuolelle voidaan ehkä lisätä kalaston ja linnuston lisääntyminen. Perinteisen jätevedenpuhdistuslaitoksen tehostamisen kustannuksiin voidaan taas laskea perustamiskustannukset, hoito ja huolto sekä mahdolliset energiakulut. Hyötyä voidaan saada parannus- tai perustamistuista.

Eri vaihtoehtojen oletetut vaikutukset riippuvat monista seikoista, joita on lähes mahdoton täysin ennakoida, kun on kyse biologisista prosesseista. Eri vuosien vesitase on erilainen, lämpötilat vaihtelevat ja jätevesien määrä vaihtelee, mutta koekosteikkoja vertailemalla voidaan päästä varsin hyviin ennakoarvioihin. Jos taas parannetaan olemassa olevaa jätevedenpuhdistusjärjestelmää tai perustetaan uusi, niin niistä löytyy vertailukelpoista tietoa, joka on usein riittävästi tutkittua.

Vaikutusten arviointi on monesti varsin subjektiivista, koska jokaisella on oma arvomaailmansa. Joku voi pitää taloudellisia arvoja merkittävämpinä kuin ekologisista arvoja. Eri vaihtoehtojen vertailussa ei voida antaa numeerisia arvoja eri vaikutuksille, vaan pitää pyrkiä kertomaan eri vaihtoehtoista hyvät ja huonot puolet. Jonkinlaisia arvoja pitää kuitenkin pyrkiä antamaan, kuten onko vaikutus suuri vai pieni. Lisäksi vaikutusten laajuus ja kesto tulee ilmaista. Joidenkin vaikutusten todennäköisyys pitää arvioida. Ennakoidut vaikutukset pitää pystyä perustelemaan niin, että päätökset voidaan tehdä turvallisesti.

Jos edellä mainitut portaavat on kuljettu, ja niissä esitetyt asiat ovat oikein, voidaan järjestelmästä tehdä perusteltu päätös, ja ryhtyä toimenpiteisiin parhaan mahdollisen jätevedenpuhdistusjärjestelmän, oli se sitten kosteikko tai jätevedenpuhdistuslaitos, perustamiseksi. Kaikkea ei kuitenkaan voi ennakoida, joten yllätyksiä voi tulla, eikä järjestelmä toimikaan halutulla tavalla. Siksi olisi hyvä, ettei järjestelmää mitoiteta optimiolosuhteiden mukaan, vaan sallitaan tietty häiriömarginaali. Varsinkin kosteikossa tulee huomioida, että talvella kosteikon puhdistusteho on selvästi huonompi kuin kasvukautena.

6.2 Kosteikon koko ja muoto

Kosteikon perustamisessa on tärkeää, että se on riittävän iso. Koko hidastaa virtausta ja pidentää veden viipymää, jolloin laskeutuvalla kiintoaineella on mahdollisuus sedimentoitua pohjaan, ja kemiallisilla ja biologisilla prosesseilla on aikaa toimia. Pelkkä koko ei ole ratkaiseva, vaan kosteikkoaltaaseen voidaan tehdä erilaisia saarekkeita ja mutkia, jolloin saadaan virtaukselle pidempi matka ja virtaus kulkemaan kaikkien kosteikon osien kautta. Vesi pyrkii menemään suorinta reittiä, jolloin tulee oikovirtauksia, ja niissä veden virtausnopeus kasvaa ja ravinteiden pidättyminen vähenee. Pitäisi pyrkiä tekemään kosteikon viipymästä mahdollisimman pitkä, eli kosteikon hydraulinen tehokkuus mahdollisimman suureksi. Todellisen viipymän pitäisi olla lähellä teoreettista eli nimellistä viipymää. Nimellinen viipymä lasketaan kaavalla:

$$t_n = V/Q$$

missä

t_n = veden nimellinen viipymä kosteikossa (d)

V = kosteikon tilavuus (m^3)

Q = virtaama kosteikkoon (m^3/d)

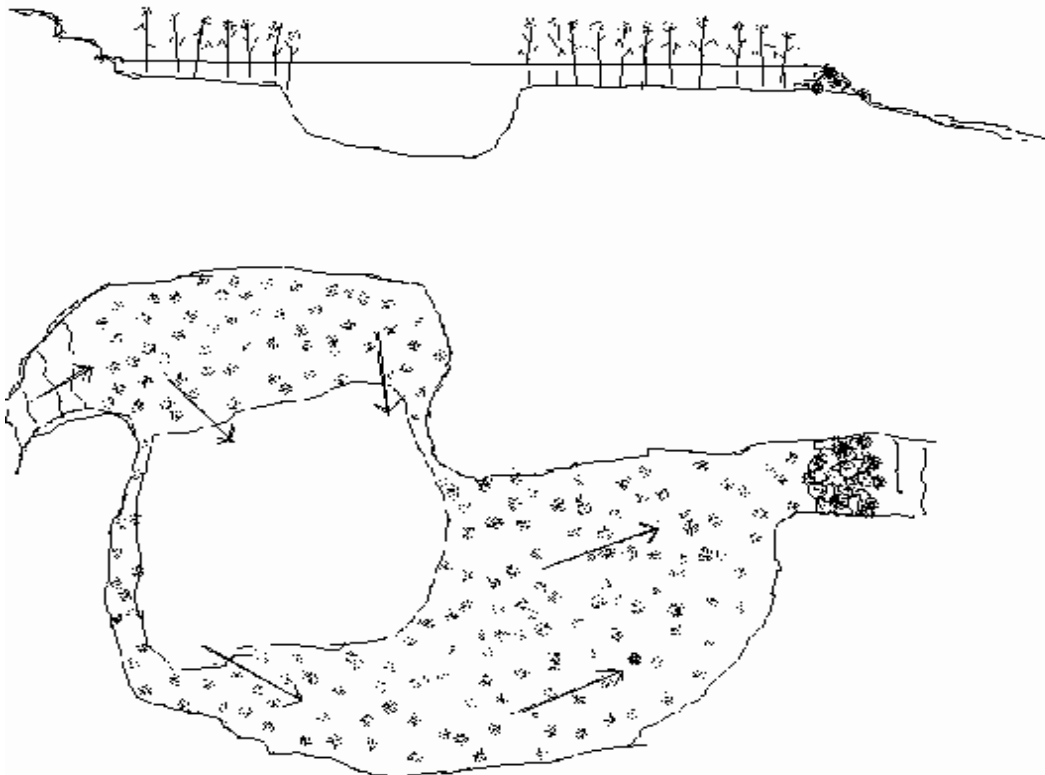
Tulvahuippuja varten olisi hyvä, jos kosteikossa olisi loivat rannat, jolloin kosteikon tilavuus kasvaisi nopeasti pinta-alan kasvaessa. Tulva-aikana virtaus pyrkii nopeutumaan ja valumavesien ravinnepitoisuus on korkea. Loivat rannat estävät myös rantojen eroosiota. (Puustinen ym. 2001, 30.)

Kosteikossa pitäisi olla vaihtelua, että jäte- ja valumavedestä saataisiin tehokkaasti ravinteita pois. Ennen kosteikkoa jätevedet tulisi ohjata esikäsitteilyyn, mihin tarkoitukseen riittää 1-3-osainen saostuskaivo, missä jätevedestä erotetaan kelluva ja nopeasti laskeutuva kiintoaine. Mittaamisen kannalta kannattaa kosteikkoon tuleva vesi ohjata kulkemaan mittapadon kautta. Mittapato on pato, missä on V:n muotoinen aukko, jonka yli vesi virtaa ja vedenkorkeudesta V:ssä voi laskea virtaaman. V:n pitää olla riittävän iso, että siinä pystytään mittaamaan myös tulvavesien määriä.

Kosteikkoon tuleva vesimäärä voidaan mitata myös erilaisilla virtaamamittareilla, missä on se etu, että ne tallentavat virtaamatiedot myös silloin kun kukaan ei ole lukemassa mittaria. Tuleva jätevesi tulisi ilmata hyvin, jotta nitrifikaatio toimisi. Jätevesi voidaan ilmata koneellisesti tai valuttaa porrastetusti pienten putousten kautta, jolloin jokaisella putouksella veteen liukenee happea. Vesi voidaan myös ohjata kulkemaan matalavetisen monipuolista kasvillisuutta kasvavan kosteikon osan läpi. Kasvillisuuden ja levien yhteyttäminen kasvukaudella kyllästää veden hapella, mutta talvikautena ei tapahdu tehokasta hapettamista. Osa kiintoaineeseen sitoutuneesta fosforista sedimentoituu tässä vyöhykkeessä. (Kannala 2001, 28; Opas, Kosteikot ja laskeutusaltaat 2004, 6.)

Matalaa vyöhykettä seuraa syvempi vyöhyke, minkä pitäisi olla kasvillisuudesta vapaa. Syvyys voisi olla 1,5 – 3 m, kuitenkin vähintään niin syvä, ettei se jäädy talvella pohjia myöten. Tämän vyöhykkeen pintakerroksessa planktonlevät lisääntyvät ja kuoltuaan laskeutuvat pohjaan, missä niitä hajottavat bakteerit ja alkueläimet kuluttavat hapen. Hapettomat olosuhteet pohjassa sallivat denitrifikaation ja typpikaasun muodostumisen. (Kannala 2001, 28; Opas, Kosteikot ja laskeutusaltaat 2004, 6.)

Syvän vyöhykkeen jälkeen kosteikossa tulee tiheän kasvillisuuden, esim. järviruo'on, peittämä matalan veden alue, missä tapahtuu hienon kiintoaineen sedimentaatio, jolloin tähän sitoutunut fosfori jää pohjaan. Alueen pitää olla riittävän matala, jotta happea riittää koko vesipatsaaseen, jolloin myös liuennut fosfori sitoutuu pohjaan. Osa ravinteista sitoutuu tässä vyöhykkeessä myös kasveihin. Tämän jälkeen veden pitäisi olla riittävästi puhdistunutta, ja se voidaan päästää vesistöön. Mittausten kannalta olisi hyvä, jos vesi poistuisi esim. putkea pitkin, mutta biodiversiteetin kannalta olisi hyvä olla luonnonuoma, josta kalat pääsevät kosteikkoon. Uomassa tulisi olla kivetty mahdollisimman luonnonmukainen pohjapato, joka estää kosteikon kuivumisen kuivana aikana, mutta sallii kalaston liikkumisen kosteikkoon ja kosteikosta pois. (Kuva 3) (Kannala 2001, 28; Opas, Kosteikot ja laskeutusaltaat 2004, 6.)



Kuva 3: Esimerkki kosteikon poikkileikkauksesta ja kuva ylhäältäpäin.

6.3 Kosteikon paikka

Kosteikko olisi hyvä perustaa aikaisemmin kosteikkona toimineelle alueelle. Tällaisia alueita voivat olla lasketut lammet, kuivatettu tulva-alue tai oikaisulla korvattu uomanosa. Aikaisemmin kosteikkoja ja tulvaniittyjä kuivattiin maanviljelytarkoituksiin, mutta niiden soveltuvuus viljelykäyttöön on yleensä ollut varsin heikko liiallisen kosteuden johdosta. Alueet ovat muotonsa puolesta hyviä, ja tällöin selvittää vähäisellä maan muokkauksella. Kun aluetta muokataan uudestaan kosteikoksi, olisi pintamaa ja lähinnä ruokamultakerros syytä poistaa. Jos alue on ollut maanviljelykäytössä, on ruokamultakerroksessa sitoutuneena suuria määriä ravinteita, lähinnä fosforia, jotka liukenevat veteen. Myös hajoavassa biomassassa on ravinteita jotka liukenevat veteen. Jos alueen maaperä on hyvin hienoa ja helposti liikkuvaa, voi

se lähteä liikkeelle kosteikon perustamisvaiheessa ennen vesikasvillisuuden leviämistä ja aiheuttaa haittoja alajuoksulle. Alue kannattaa valita huolellisesti, koska kaikki kaivutyö aiheuttaa kustannuksia ja ympäristölle ainakin lyhytaikaista haittaa. Kaivussa saatuja maamassoja voidaan käyttää hyväksi penkereitten ja muiden rakenteiden rakentamiseen, ja poistettua ruokamultaa maisemointiin. (Puustinen ym. 2001, 22- 23; Opas, Kosteikot ja laskeutusaltaat 2004, 4- 5.)

6.4 Kosteikon kasvillisuus

Kasvillisuuden pitäisi peittää vähintään 30 % kosteikkoaltaan pinta-alasta. Altaan reunoilla saisi myös olla tiheää kasvillisuutta, joka estää reunojen eroosiota ja sitoo tulva-aikoina kiintoaineita ja ravinteita. Reunoilla voi olla normaaleja rantakasveja ja mielellään myös kosteutta kestäviä puumaisia kasveja, joista haavat ja erityisesti pajut ovat tehokkaita ravinteiden sitoja. Alueella kasvava luontainen kasvillisuus on parhaiten sopeutunut alueelle, ja sitä pitää suosia. Toisaalta, jos aluetta joudutaan paljon muokkaamaan, muuttuvat olosuhteet ja entiset kasvit eivät välttämättä viihdykään. Alkuperäisiä kasveja pitää pyrkiä suojaamaan ja tarpeen mukaan siirtämään ja kaivutöiden jälkeen palauttamaan. Monia kasveja voidaan rakennettuihin kosteikkoihin istuttaa, kuten esim. järviruoko, -kaisla ja -korte, osmankäämi, kurjenmiekka ja sarat. Näitä kasveja voidaan istuttaa juuripaakuista ja siemenistä, mutta kestää muutaman vuoden ennen kuin ne kattavat riittävän alueen kosteikosta vaikuttaakseen ravinteita poistavasti merkittävässä määrin. Istuttamisen kannalta työtä helpottaa, jos kosteikon lasku-uoma on säädettävä, jolloin istutus voidaan suorittaa suhteellisen kuivaan kosteikkoon. Tällöin kasvien istuttamisen jälkeisenä tärkeänä kautena voidaan säädellä vedenpinta optimaaliseksi. Kosteikon lasku-uoman pohjapato voidaan toteuttaa kasvien istuttamisen jälkeen. (Kannala 2001, 30; Puustinen ym. 2001, 50; Opas, Kosteikot ja laskeutusaltaat 2004, 5.)

6.5 Kosteikon eläimet

Kosteikolla on myös muita tärkeitä arvoja kuin vesiensuojelu, nimittäin pintavesien eliöiden suojelu, muiden eliöiden suojelu, esteettiset arvot ja virkistysarvot. Pitää huolehtia, että kaloilla ja muilla vesieläimillä on lisääntymis- ja piilopaikkoja. Pitää

huolehtia myös siitä, että sekä vesilinnuilla että rantojen linnuilla on suojaisia pesimä- ja ruokailupaikkoja. Rantojen tulvaniityt antavat hyvän mahdollisuuden runsaalle biodiversiteetille, jos niihin annetaan levitä tai istutetaan vaihtelevaa kasvillisuutta ja niitä sopivasti niitetään tai laidunnetaan. Rantaniityillä voi kasvillisuudesta riippuen olla huomattavan suuria lajimääriä selkärangattomia ja niitä syöviä selkärankaisia. (Burt ym. 1997, 244.)

Linnut ottavat nopeasti käyttöönsä uudet elinympäristöt, joissa ravintoa on saatavissa. Kosteikossa on monipuolinen ravintoketju, jota ranta- ja vesilinnut voivat tehokkaasti hyödyntää. Lintujen tiheys voi nousta merkittäväksi, koska vesiensuojelukosteikossa, ainakin alkuvaiheessa on hyvin vähän kilpailua ravinnosta. Linnut hyötyvät myös siitä, että kosteikossa varsin nopeastikin vaihteleva vedenlaatu ei juuri haittaa lintuja toisin kuin muita kosteikon eläimiä. Vihtijoen varrella tehdyn Hovin kosteikon lintulaskennoissa vuosilta 1999- 2000 havaittiin pesivinä lajeina heinäSORSA, tavi, telkkä, niittykirvinen, keltavästäräkki ja västäräkki. Lisäksi muuttavia lajeja tai muuten tavattuja olivat haapana, harmaahaikara, nuolihaukka, kurki, pikkutylli, töyhtöhyppä, lapinsirri, taivaanvuohi, valkoviklo, metsäviklo, liro, rantasipi, haarapääsky, räystäspääsky, lapinkirvinen ja pajusirkku. Kyseinen kosteikko perustettiin 1998 ja viimeisteltiin 1999, joten lintujen alueelle asettuminen oli hyvin nopeaa. Koska lintutiheys on kosteikossa huomattavasti suurempi kuin muuten järvissä, voidaan kosteikkojen perustamisella lisätä paikallista biodiversiteettiä. (Puustinen ym. 2001, 47- 48.)

6.6 Kosteikon maisema

Kosteikon maisemallista merkitystä voidaan arvioida sen perusteella, miten ne näkyvät ympäristöönsä, miten alue on muotoiltu ja miten kasvillisuuden kehittyminen vaikuttaa kosteikon luonteen muuttumiseen. Näitä pitäisi pyrkiä suunnitteluvaiheessa huomioimaan. Vapaalla vesipinnalla on maisemallisesti merkittävä huomioarvo. Siksi vapaata vesipintaa pitäisi olla näkyvissä myös kuivana aikana. Vapaan vesipinnan syvyys pitäisi olla riittävä, ja jos pohja on pohjaveden alapuolella, on se aina veden peittämä. Pitää kuitenkin huomioida, ettei aiheuteta pohjaveden pilaantumisen vaaraa. Myös rehevä vesikasvillisuus vaikuttaa maisemallisesti. Myöhemmin vesikasvillisuus

pyrkii levittäytymään myös vapaalle vesipinnalle, mutta sitä voidaan estää rajavyöhykkeen niittämällä ja ruoppauksilla. Myös kosteikon yleiset linjaukset vaikuttavat maisema-arvoon. Maaston luontaisia muotoja noudattelevat linjat parantavat yleisvaikutelmaa. Padot, penkereet ja maavallit pitäisi liittää jouhevasti alueen maastomuotoihin noudattaen yleiskuvaa. Rantakasvillisuudella ja vesiuomien vaihtelevuudella saadaan alue sitoutumaan ympäröivään maisemaan. (Puustinen ym. 2001, 46- 47; Opas, Kosteikot ja laskeutusalueet 2004, 4.)

6.7 Kosteikon virkistysarvot

Virkistysarvoja ovat veneily, uiminen, lintujen tarkkailu, kalastus ja metsästys. Jos kosteikko on umpinainen, ei sillä ole juurikaan veneilykäyttöä. Uoma sinne on kapea tai olematon ja varsinkin vähävetisenä aikana lähes kuiva ja vesikasvillisuus matalassa osassa on liian tiheä veneelle. Mutta jos kosteikko on osa isomman vesistön rantaa, antaa se jo mahdollisuuden veneilyyn. Uiminen ei ole oikein terveellistä vedenpuhdistukseen tarkoitettussa kosteikossa, koska siellä on todennäköisesti liiallisten ravinteiden takia kesäisin sinileviä, joista osa on myrkyllisiä. Lisäksi siellä on suuria määriä suolistoperäisiä bakteereita, varsinkin jos kosteikkoon johdetaan käymälävesiä. Kosteikossa oleva syvän veden alue sopisi muuten hyvin uimiseen suojaisana ja nopeasti lämpenevänä vesialueena. Lintujen tarkkailuun kosteikot sopivat hyvin, ja niihin voidaan rakentaa piilokojuja tai lintutorneja, mistä lintuja voidaan tarkkailla ilman, että linnut häiriintyvät. Kalastuksen kannalta, varsinkin jos lasku-uoma sallii kalojen nousun kosteikkoon ja kosteikko ei kuivu liikaa kuivina kausina, on kosteikko erinomainen alue. Monet kalat kutevat ja ruokailevat vesikasvien suojassa ja vapaan veden alue sallii monen tyyppisen kalastuksen. Lisäksi kosteikkoon voidaan istuttaa kaloja. Erityisesti vesilintujen metsästyksessä kosteikko sopii hyvin. Sorsalinnut pesivät ja ruokailevat alueella ja muuttoaikana monet muutkin lintulajit viihtyvät kosteikossa tai sen rannoilla. (von Limburg Stirum 2003, 6- 9.)

7 KOSTEIKON HOITO

7.1 Kosteikon niittäminen

Kosteikkojen ja ruovikoiden niitolla on monia tavoitteita:

- ravinteiden poisto kasvien poistamisella
- kasvien hyötykäyttö
- alueen virkistyskäytön lisääminen
- kalaston ja vesilinnuston elinolosuhteiden parantaminen.

Vesikasvillisuudesta on paljon hyötyä:

- hidastaa virtausta ja sitoo pohja-ainesta
- hapettaa vettä ja pohjaa
- sitoo ulkoa tulevia ravinteita
- suojaa vesikirppuja kalojen saalistukselta, jolloin ne poistavat suuremman määrän leviä
- suojaa hauenpoikasia isompien haukien hyökkäyksiltä ja antaa ruokaa vesikasvien suojassa elävien särkien muodossa
- toimii vesilintujen pesimä-, suoja- ja ruokailupaikkoina.

Kuitenkin liian tiheä tai laaja vesikasvisto aiheuttaa haittoja:

- ajoittain veden laatu voi vesikasvillisuuden sisällä olla kalastolle mahdoton, sillä happikato tai pH:n nousu voi ylittää kalojen sietokyvyn.
- vain reuna-alueet ovat hauen poikasille sopivia
- tiheä ruovikko vie valoa ja tilaa muilta vesikasveilta ja liian tiheä kasvusto kuolee ja alkaa maata. (Sammalkorpi ym. 1995, 47; Nurminen 2003, 19- 22.)

Nämä asiat huomioiden tulee kosteikon niitot suunnitella huolellisesti. Koska kosteikosta ei ole tarkoitus poistaa järviruokoa kokonaan, vaan vain estää liian tiheän kasvillisuuden haitat, ei ole tarkoituksenmukaista niittää alue kuin kerran kasvukaudessa, eikä silloinkaan mielellään kuin osa alueesta. Talvella tulee kuivat korret poistaa joka talvi. Eri vuosina voidaan niittää eri alueet, jolloin saadaan tasaisempi sedimentaatio koko alueella. Niitettäessä vesikasvit leikataan niin läheltä

pohjaa kuin mahdollista ja leikatut kasvinosat pitää poistaa kosteikosta (Äystö 1997, 18). Talvella niitettäessä niitetään kuivat korret jään pintaa pitkin, ja korret poistetaan. Katkaistuja putkivarsia pitkin happea siirtyy pohjaan myös talvella, jolloin hapen siirtyminen on muuten vähäistä (Triipponen 1993, 35). Kymijoen vesistöissä toteutetuissa pohjaa myötäilevissä niittokokeissa huomattiin, että kertaniitto ruokojen tähkälletulovaiheessa 1,5 m syvyydessä poisti ruo'ot, mutta matalammassa piti niittoja uusia useina kesinä ja rantaviivan alueella ei niitolla ollut juurikaan vaikutusta (Mukula 1992, 48). Saavuttaaksemme kasvillisuuden avulla riittävän veden virtauksen hidastumisen olisi niitot hyvä tehdä poikittain virtauksen suuntaan ja estääksemme liiallisen aaltojen vaikutuksen kosteikkoon, tulisi järven tai meren puolelle jättää riittävän leveä koskematon kaistale.

Kalaston kannalta koskemattomien kaistaleitten pitäisi olla vähintään 6 m leveitä, koska silloin kasvustot antavat riittävän suojan kalanpoikasille, lähinnä hauille, jotka käyttävät ravinnokseen särkiä. Kaistojen optimileveys haukikannoille on 3-6 m ja vapaiden vesialueiden tulisi olla 3-12 m leveitä. Toisaalta, mitä leveämpiä koskemattomat kaistaleet ovat, sitä paremmat oltavat monilla vesilinnuilla on. (Sammalkorpi ym. 1995, 48.)

Niitto haittaa aina linnustoa, lähinnä pesintää, ja siksi niitot tulisi toteuttaa selvästi pesintäkauden ulkopuolella, mikä tietysti on myös ravinteiden poistamisen kannalta suotavaa, koska heinäkuussa on suurin osa kasvien ravinteista korressa ja lehdissä. Hyviksi pesimäpaikoiksi todetut ruovikon osat tulisi jättää niittämättä. Joka tapauksessa niitto häiritsee linnustoa, vaikka poikaset ovat kuoriutuneet, koska poikaset ovat pitkään riippuvaisia vanhemmistaan, ja jos poikue häirittyinä pääsee hajoamaan, ovat poikaset helppoa saalista pedoille.

Virkistyskäytön kannalta, varsinkin jos kosteikko jatkuu ylöspäin mentäessä vesiväylänä tai alueella on venevalkama, pitää ruovikkoon niittää veneväylä, mutta se ei saa kulkea päävirtauksen mukaisesti, ettei kosteikkoon tule veden virtausta nopeuttavia ja veden viipymää vähentäviä oikovirtauksia. Usein veneväylää joudutaan lisäksi ruoppaamaan. Jos vesi pääsee virtaamaan suoraan syvempää linjaa pitkin

päästölähteestä kosteikosta ulos, ei riittävää viipymää ole vaan ravinteet kulkeutuvat saostumatta kosteikosta pois. Veneväylä voisi kulkea kiemurrellen hyödyntäen kosteikkoon tehtyjä syvän veden alueita ja niitettyjä kaistaleita. Venevalkamaa ei myöskään pitäisi perustaa kosteikon pohjukkaan, koska silloin joudutaan ruoppaamaan pitkiä matkoja, ja veneväylän ruoppaus ja niitto haittaisivat kosteikon ravinteiden pidätystä. Lisäksi kosteikon pohjukassa vedessä on huomattavasti enemmän ravinteita kuin ulompana, ja tämä aiheuttaa veneiden ja laiturirakennelmien liiallista limoittumista ja levien kasvua, mikä taas haittaa veneen käyttöä. Ulompana veneellä on helpompi lähteä pois kosteikosta, ja suhteellisen kapeakin järviruokovyöhyke toimii tehokkaana aallonmurtajana suojaten venevalkamaa.

7.2 Kosteikon ruoppaus

Ajoittain kosteikkoja joudutaan ruoppaamaan, koska kosteikon pohjalle kertyy jatkuvasti kiintoainesta. Kiintoaineeseen on sitoutunut ravinteita, jotka pitää saada pois kosteikosta. Varsinkin fosfori voi aiheuttaa suurina pitoisuuksina ongelmia. Jos liuenneen fosforin pitoisuus alittaa fosforin tasapainopisteen EPC-arvon (equilibrium phosphate concentration), voi pohjasta liueta fosforia veteen (Puustinen ym. 2001, 9). Tätä EPC-arvoa voidaan pienentää poistamalla fosforia pohjasta. Pelkän fosforin poisto pohjasta ei onnistu, vaan helpointa on ruopata pohjasta pintakerrosta pois. Fosforia on sitoutuneena lähinnä kosteikon matalaan osaan. Matalassa osassa kasvaa myös suurin osa kosteikon makrofytyteistä, jotka häiriintyvät ruoppauksista. Matalan osan ruoppaukset pitäisikin suorittaa siten, että kasvustolle tulisi mahdollisimman vähän haittaa. Tämä voidaan tehdä niin, että pohjamassaa kaavitaan kapeissa suikaleissa virtaussuuntaan nähden kohtisuoraan. Ehjiltä alueilta kasvillisuus leviää nopeasti ruopatuille alueille ja seuraava ruoppaus tehdään eri paikasta. Kosteikon alkuosaan kertyy paljon karkeaa sedimenttiä, mikä voidaan poistaa ajoittain. Syvässä alueessa ei ole suurta väliä, miten pohja ruopataan, koska pohjassa olevat denitrifikatiobakteerit lisääntyvät varsin nopeasti, ja lisäksi ne ovat yleisiä bakteereita jätevesissä.

Ruoppausmassat pitää läjittää niin, että niiden sisältämät ravinteet eivät valu takaisin kosteikkoon, eivätkä suoraan vesistöön. Imuruoppauksen massat ovat suurimmaksi

osaksi vettä, joten ne valuvat helposti läjitysalueelta vesistöön. Ravinteikkaita ruoppausmassoja voidaan käyttää maanparannukseen. Pitää kuitenkin huomioida, että matalasta osasta ruopatut massat sisältävät paljon järviruo'on juurikappaleita, joista järviruoko leviää helposti. Kosteissa olosuhteissa järviruoko on tehokkaasti leviävä rikkaruoho, mutta normaalissa viljelykäytössä olevassa pellossa ovat olosuhteet liian kuivat sille.

Ruoppaus voidaan toteuttaa kaivinkoneella tai imuruoppauksella. Kaivinkonetta voidaan käyttää talvella jään päältä, jos sääolosuhteet sen sallivat. Kaivinkoneella voidaan myös ruopata rannalta tai matalan veden aikana vedestä. Kosteikon matala osa voidaan myös kuivana aikana päästää kuivumaan avaamalla laskupatoa, jolloin kaivinkoneen käyttö onnistuu helposti. Syvä alue voidaan ruopata rannalta kaivamalla, tai jos alue on iso, voidaan käyttää ponttonin päälle ajettua kaivinkonetta. Imuruoppausta ei pitäisi käyttää ympäristövaikutusten takia muuten kuin silloin kun muut keinot eivät onnistu. Imuruoppaus toimii ainoastaan pehmeillä pohjilla. (Äystö 1997, 58- 59.)

8 KOEKOSTEIKON TILAN SEURANTA

Koekosteikon toimivuuden todentamiseksi pitää tehdä mittauksia. Ennen kosteikon perustamista pitää ottaa maaperänäytteitä tulevan kosteikon maaperästä. Maaperästä mitataan fosforin määrä, jotta saadaan selville, voiko maaperä sitoa lisää fosforia. Samalla selvitetään, onko maaperässä joitakin ympäristömyrkkijä, jotka voisivat vapautua kosteikon veteen maanmuokkauksen yhteydessä. Jotta saadaan selville todennäköiset ravinne- ja valumavesimäärät, pitää tehdä valuma-aluekartoitus. Asutuksesta ja karjanhoidosta tulevat jätevedet ja näiden ravinnemäärät pitää selvittää valuma-aluekartoituksen avulla. Näiden tietojen perusteella voidaan määrittää kosteikon paikka ja koko. (Puustinen ym. 2001, 20- 23.)

Kosteikkoon tulevasta vedestä pitäisi ottaa näytteitä ja määritellä niistä:

- pH - kertoo veden happamuuden joka vaikuttaa moniin biologisiin ja kemiallisiin prosesseihin
- sähkönjohtavuus - vaikuttaa fosforin sitoutumiskykyyn
- sameus- vaikuttaa näkösyvyyteen ja biologisesti tuottavaan vesikerrokseen
- kiintoainemäärä - vaikuttaa veden fysikaalisiin ominaisuuksiin ja näkösyvyyteen
- COD (kemiallinen hapenkulutus) - vaikuttaa pitkällä aikavälillä veden ja lähinnä pohjan happipitoisuuteen
- BOD₇ (biologinen hapenkulutus 7 päivän aikana) - vaikuttaa lyhyellä aikavälillä veden ja pohjan happipitoisuuteen
- Kok. N (kokonaistyyppi) - menetelmänä SFS-EN ISO 11905-1 tai vastaava menetelmä, vaikuttaa biologisiin prosesseihin ja on yksi tärkeimmistä ravinteista (Mäkinen ym. 2004, 31)
- Kok. P (kokonaisfosfori) - menetelmänä SFS-EN 1189 tai vastaava menetelmä, vaikuttaa biologisiin prosesseihin ja on yleensä tärkein ravinne (Mäkinen ym. 2004, 31)
- koliformiset bakteerit - vaikuttavat veden terveellisyyteen
- fekaaliset streptokokit - vaikuttaa veden terveellisyyteen.

Nämä kaikki antavat hyvän kuvan valuma- ja jätevesien laadusta. Ne kertovat veden fysikaalisesta, kemiallisesta ja biologisesta tilasta. Kosteikosta poistuvasta vedestä tulisi määritellä samat arvot kuin kosteikkoon menevistä vesistä. Avovesikaudella näytteitä pitäisi ottaa vähintään kerran kuukaudessa ja talvikaudella voidaan ottaa harvemmin. Vesinäytteiden oton tulisi tapahtua aina samalla tavalla virheiden välttämiseksi. Jotta saadaan vertailukelpoisia tuloksia, ei vesinäytteitä pitäisi ottaa suurimpien tulvien aikaan, vaan pyrkiä ottamaan näytteet keskivirtaaman arvoilla. Näytepäiväkirjaan pitää kirjata virtaamamäärä, minkä saa selville mittapadon vedenpinnan korkeudesta, lämpötila ja lähiajan sademäärä. Täten voidaan tutkia, mikä vaikutus kosteikolla on jätevesien puhdistuksessa. (Kannala 2001, 49- 51.)

Kosteikosta poistuvaa vettä voidaan verrata vastaanottavan vesistön laatuun, ja jos kosteikosta poistuva vesi on selvästi heikompileatuista kuin vastaanottavan vesistön

vesi, tulee ainakin pitemmän ajan kuluessa tapahtumaan veden laadun huonontumista. Jäteveden puhdistuksella pyritään kuitenkin siihen, etteivät luonnonvedet pääse pilaantumaan. Luonnonvesissä tapahtuu kuitenkin luonnostaankin puhdistusprosesseja, joten jonkin verran pilaantuneita vesiä voidaan laskea vesistöön ilman, että se aiheuttaa pitkälläkään aikavälillä vesistön pilaantumista. Pintavesiä arvioidaan ja luokitellaan yleisen käyttökelpoisuuden mukaan erinomaiseksi, hyväksi, tyydyttäväksi, välttäväksi tai huonoksi. (Taulukko 3) (Suomen ympäristökeskus 2005 [viitattu 6.10.2005].)

Taulukko 3: Pintavesien yleisen käyttökelpoisuuden arvioinnissa käytettyjen vedenlaatuomuuksien luokkarajat (Suomen ympäristökeskus 2005 [viitattu 6.10.2005].)

Muuttuja	Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä	Huono
Klorofylli a (sisävedet) µg/l	<4	<10	<20	20- 50	>50
Klorofylli a (merivesi) µg/l	<2	2-4	4-12	12- 30	>30
Kokonaisfosfori (sv.) µg/l	<12	<30	<50	50- 100	>100
Kokonaisfosfori (mv.) µg/l	<12	12- 20	20- 40	40 - 80	>80
Näkösyyvyys m	>2,5	1–2,5	<1	-	-
Sameus FTU	<1,5	>1,5	-	-	-
Väriluku mg/l Pt	<50	50- 100	<150	>150	-
Happipitoisuus päällysvedessä %	80- 110	80- 110	70- 120	40- 150	
Alusveden hapettomuus	ei	ei	satunnaista	esiintyy	yleistä
Hygieeninen indikaattoribakteeri 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 makuvivahteet	ei	ei	ei	yleisiä	yleisiä

Kosteikon pohjasta tulisi ottaa näytteitä muutaman kerran vuodessa. Näytteistä määritellään pohjaeliöt ja ravinteiden määrä. Näin voidaan selvittää

sedimentoitumisen määrä ja pohjan kunto. Näytteitä pitäisi ottaa eri alueilta kosteikkoa: alkupäästä, syvän veden alueelta, matalan veden alueelta ja poistouoman alueelta. Näytteet pitää pyrkiä ottamaan aina samalta alueelta, mutta ei aivan samasta kohdasta, ettei tule häiriintyneitä pohjanäytteitä, koska edellinen reikä sedimentoituu eri tavalla kuin koskematon pohja. Pohjasedimentistä voidaan tutkia pohjaeläimien lajikoostumus ja määrä, ja sitä voidaan verrata kosteikkoihin, joihin ei lasketa jätevesiä.

9 ARVIOINTIA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Vesistöjen rehevöityminen on tällä hetkellä yksi tärkeimmistä maattamme vaivaavista ympäristöongelmista. Jokakesäiset sinileväkukinnot haittaavat vesien virkistyskäyttöä ja pahimmassa tapauksessa tappavat kotieläimiä. Vesien ravinteikkaus lisää käyttöveden puhdistuksen kustannuksia ja aiheuttaa juomavedessä makuhaittoja. Rehevöityminen aiheuttaa ajoittain happikatoa, josta seuraa kalakuolemia. Rehevöitymisen seurauksena vesikasvillisuus lisääntyy, mikä aiheuttaa ongelmia teollisuuden vedenkäytölle ja vesien virkistyskäytölle. Kaikkien näiden syiden johdosta vesiensuojelu on tärkeää.

Haja-asutuksen ja maatalouden jätevedet ovat merkittäviä vesien kuormittajia, ja siksi on löydettävä tehokkaita ja edullisia keinoja vähentää tätä kuormitusta. Kosteikkojen tiedetään puhdistavan siihen laskevia vesiä, ja siksi olisi tärkeää tutkia, kuinka tehokkaita kosteikot todellisuudessa Suomen oloissa ovat. Puhdistusjärjestelmän tehokkuus ei ole ainoa määräävä tekijä, vaan puhdistuksen kuluilla on myös merkitystä. Ongelmaan pitää etsiä kustannustehokas ratkaisu. Jos kosteikko perustetaan maantieteellisesti edulliselle paikalle, eivät sen perustamiskustannukset ole kovin suuret, ja se voi toimia jätevesien, mutta samalla myös muiden valumavesien puhdistuslaitoksena. Kosteikko voidaan perustaa helposti paikallisin voimin, jolloin se lisää paikallisia työmahdollisuuksia. Sen perustamisessa ei tarvita mitään erityistä tekniikkaa, eikä sen käyttö kuluta energiaa. Huoltoa se vaatii jonkin verran, mutta huolto on niittoa ja ajoittaista ruoppausta, mikä onnistuu paikallisin voimin. Niitettyjä kasveja voidaan hyödyntää monipuolisesti, ja niiden käyttö voi

tuoda tuloja ja työpaikkoja paikallisille. Ruoppausmassoja voidaan levittää pelloille, jolloin saadaan pelloilta huuhtoutuneet ravinteet takaisin ravinnekiertoon. Kosteikoissa ja sen välittömässä ympäristössä on hyvin monipuolinen biodiversiteetti, joten kosteikkojen perustaminen lisää eliöiden laji- ja yksilömääriä alueella. Kosteikon virkistyskäyttö voi olla monipuolista, ja sillä on myös maisemallisia arvoja. Monet seikat puoltavat kosteikkojen käyttöä jätevesien puhdistuksessa, mutta niiden todellinen merkitys saadaan selville vasta perustamalla tutkimusta varten koekosteikkoja ja seuraamalla usean vuoden ajan puhdistustuloksia.

Työ on ollut mielenkiintoinen, ja olen oppinut paljon uusia asioita järviruo'osta ja kosteikoista. Myös vesiensuojelu on avautunut paljon konkreettisemmin tämän opinnäytetyön myötä. Minä olen havainnut, miten monenlaiset seikat voivat vaikuttaa jätevesien puhdistumiseen luonnollisissa ympäristöissä. Minä olen myös huomannut, kuinka paljon tietoa kosteikoista on löydettävissä, mutta tieto ei ole ollut kootusti saatavilla, vaan olen joutunut yhdistelemään eri lähteistä saatuja tietoja, ja miettimään voidaanko muualla maailmassa saatua tutkimustietoa hyödyntää Suomen ilmasto- tai vesistöolosuhteissa. Olen pyrkinyt hakemaan tietoa monipuolisesti kotimaisista ja ulkomaisista lähteistä, mutta jos mahdollista olen asettanut kotimaiset lähteet etusijalle lähinnä sen takia, että tieto olisi paremmin hyödynnettävissä Suomessa. Joidenkin lähteiden luotettavuus on voinut olla epävarma, mutta samanlaista tietoa on löytynyt niin monista eri lähteistä, että todennäköisyys sille, että aineisto on luotettavaa, on kasvanut. Olen pystynyt hyödyntämään opinnäytetyötäni nykyisessä työharjoittelupaikassa, missä teen maaseudun kosteikkojen ja suojavyöhykkeiden yleissuunnittelua. Tulen todennäköisesti jatkossa pyrkimään vesiensuojeluun liittyviin töihin, missä tästä opinnäytetyöstä voi olla huomattavaa hyötyä.

LÄHTEET

Alakangas, Eija 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus

Burt, Tim; Goulding, Keith; Haycock, Nick; Pinay, Gilles 1997. Buffer zones: their processes and potential in water protection. Harpenden: Quest environmental

EU:n vesipuitteidirektiivi 2000/60/EY. [viitattu 23.11.2005]. Saatavilla www-muodossa: <http://europa.eu.int/scadplus/leg/fi/s15005.htm>

Feuerbach, Peter 2000. Praktisk handbok för våtmarksbyggare- Anläggning och skötsel. Halland: Hushållningsälskapet Halland

Goudie, Andrew 1997. The human impact on the natural environment. Oxford: Blackwell Publishers Ltd

Hakala, Harri; Välimäki, Jari 2003. Ympäristön tila ja suojele Suomessa. Helsinki: Gaudeamus Kirja

Helminen, Harri; Horppila, Jukka; Mäkinen, Anita 1995. Järvien ympäristöekologia. Turku: Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskus

Jaeger, Dieter 2003. Water quality management of surface waters. Luentomateriaali. Turun Ammattikorkeakoulu 2-19.9.2003

Järvinen, Marko 2002. Control of plankton and nutrient limitation in small boreal brown-water lakes: evidence from small- and large-scale manipulation experiments. [viitattu 6.10.2005]. Saatavilla [www-muodossa: http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/ekolo/vk/jarvinen/controlo.pdf](http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/ekolo/vk/jarvinen/controlo.pdf)

Jätevesien käsittely haja-asutusalueella 2004. Opas. Lounais-Suomen ympäristökeskus

Kannala, Markus 2001. Vaasan kaupungin hulevesikuormituksen vähentäminen. Vaasa: Länsi-Suomen ympäristökeskus

Kosteikot ja laskeutusaltaat 2004. Opas. Maa- ja metsätalousministeriö

Laki vesienhoidon järjestämisestä 2004/1299

Laki vesihuollon tukemisesta 2004/686

von Limburg Stirum, Frederik 2003. Kosteikkoja hoitamaan ja uusia perustamaan. Jahti 4/2003, 6- 9.

Lindman, C,A,M 1964. Pohjolan kasvit. Helsinki: Tammi

Luonnonsuojeluasetus 1997/160

Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatalouden ympäristötuen erityistuista 2000/647

Maankäyttö- ja rakennusasetus 1999/895

Motiva 2005. Uusiutuvat energialähteet Suomessa. [viitattu 30.8.2005]. Saatavilla www-muodossa:

<http://www.motiva.fi/fi/kirjasto/uusiutuvatenergialahteetsuomessa/muutbiomassaenergianlahteet/peltobiomassat>

Mukula, Jaakko 1992. Järviruoko rantojen ja rantavesien pilaajana. Ympäristö ja terveys N:o 1/1992. 48-53

Mäkinen, Irma; Huhtala, Sami; Järvinen, Olli; Korhonen, Kaija; Näykki, Teemu; Tervonen, Keijo; Ilmakunnas, Markku 2004. Laboratorioiden välinen pätevyyskoe 1/2004. Helsinki: Suomen ympäristökeskus

Nurminen, Leena 2003. Role of macrophytes in a clay-turbid lake. [viitattu 31.8.2005]. Saatavilla www-muodossa:

<http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/limno/vk/nurminen>

Nyroos, Hannele 1994. Water quality assessment in water protection planning. Helsinki: Natinal board of waters and the environment

O'Neill, Peter 1995. Environmental chemistry. Lontoo: Chapman & Hall

Pintavesien laatu 2000-2003. Esite. Suomen ympäristökeskus

Puustinen, Markku; Koskiaho, Jari; Gran, Vesa; Jormola, Jukka; Maijala, Timo; Mikkola-Roos, Markku; Puumala, Maarit; Riihimäki, Jukka; Rätty, Mari; Sammalkorpi, Ilkka 2001. Maatalouden vesiensuojelukosteikot, VESIKOT- projektin loppuraportti. Helsinki: Suomen ympäristökeskus

Rautavaara, Toivo 1988. Mihin kasvimme kelpaavat. 12. painos. Juva: WSOY

Sammalkorpi, I; Keto, J; Kairesalo, T; Luokkanen, E; Mäkelä, M; Vääriskoski, J; Lammi, E 1995. Vesijärvi- ja vesijärvi- ja ympäristöhallitus, Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri, Lahden kaupunki ja Helsingin yliopisto, Lahden tutkimus ja koulutuskeskus

Seppänen, Harri 1985. Sovellettu limnologia. Espoo: Otakustantamo

Sooster, Siim 2003. Ruoko ja olkikattojen valmistusopas. Käina: Oü Rooekspert

Suomen ympäristökeskus 2004. Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnonhuuhtouma. [Viitattu 6.10.2005]. Saatavilla [www-muodossa: http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=8568&lan=fi](http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=8568&lan=fi)

Suomen Ympäristökeskus 2005. Suomen ja Viron ruovikkostrategia alkaa. [viitattu 1.9.2005]. Saatavilla [www-muodossa: http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=138430&lan=FI](http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=138430&lan=FI)

Särkkä, Jukka 1996. Järvet ja ympäristö- limnologian perusteet. Tampere: Gaudeamus kirja

Triipponen, Juha-Pekka 1993. Juurakkopuhdistusmenetelmän käyttömahdollisuudet pienten yksiköiden jätevesien käsittelyssä. Diplomityö. Espoo: Teknillinen korkeakoulu

Tuominen, Arttu 12.9.2005. Opinnäytetyö, 12.5.2005, Pekka Paavilainen, pekka.paavilainen@students.turkuamk.fi

Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 2003/542

Vesiasetus 1962/264

Vesihuoltolaki 2001/119

Vesilaki 1961/282

Ympäristöministeriö 1998. Itämeren tila. Helsinki: Edita

Ympäristönsuojeluasetus 2000/169

Ympäristönsuojelulaki 2000/86

YTV 2005. Jätehinnasto. [viitattu 31.8.2005]. Saatavilla [www-muodossa: www.ytv.fi/FIN/jatehuolto/lajittelu/yrityksissa/biojate/vastaanottoehdot_ja_hinnat.htm](http://www.ytv.fi/FIN/jatehuolto/lajittelu/yrityksissa/biojate/vastaanottoehdot_ja_hinnat.htm)

Ämmälähti, Erja. Heinästä paperia. [viitattu 1.9.2005]. saatavilla [www-muodossa: http://yliopistolehti.helsinki.fi/yl17art.htm](http://yliopistolehti.helsinki.fi/yl17art.htm)

Äystö, Virpi 1997. Rehevien järvien kunnostusten arviointi. Helsinki: Suomen ympäristökeskus