



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jukka Rantala

REHEVÖITYNEEN JÄRVEN KUNNOSTUSMENETELMÄT

Tekniikka
2019

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jukka Rantala
Opinnäytetyön nimi	Rehevöityneen järven kunnostusmenetelmät
Vuosi	2019
Kieli	suomi
Sivumäärä	33
Ohjaaja	Riitta Niemelä

Tämä työ on kirjallisuustutkimus, jossa tiedot on kerätty useista eri lähteistä. Tarkoituksena oli saada mahdollisimman helposti luettava, ja ymmärrettävä tutkimus järven kunnostusmenetelmistä, sekä kunnostuksen aloittamiseen vaikuttavista tekijöistä.

Järven kunnostus on projekti, joka voi kestää vuosia riippuen järven tilasta. Kuormitus, ja miten se pysäytetään, on keskeinen ongelma järven kunnostusta aloitettaessa. Rehevöityminen on Suomen pienten järvien iso ongelma. Suomen järvien umpeenkasvun pysäyttämisen ja kuormituksen vähentäminen on vesien-suojelun tärkeimpiä tehtäviä. Työn tavoitteena on järvien kuormittumisen vähentämisen sekä rehevöitymisen estämisen keinot ja menetelmät.

Yleisimmät menetelmät järven kunnostukseen ovat vesikasvien niitto, hapetus, ruoppaus, ravintoketjukunnostus, fosforin kemiallinen saostaminen, alusveden poistaminen, vedenpinnan nosto sekä järven kuivattaminen. Menetelmien valintaan vaikuttavat järven tila, ja sen erityispiirteet. Työssä esitellään rehevöitymiseen johtavat tekijät ja esitellään keinoja kuormittumisen ja rehevöitymisen vähentämiseksi yleisimmin käytetyillä järven kunnostusmenetelmillä. Menetelmien yleispiirteet esitellään työssä tarkemmin, että saadaan käsitys kunnostusmenetelmän valintaan vaikuttavista tekijöistä.

ABSTRACT

Author	Jukka Rantala
Title	Remediation Methods for Eutrophic Lakes
Year	2019
Language	Finnish
Pages	33
Name of Supervisor	Riitta Niemelä

This thesis is a literary study in which data was gathered from a variety of sources. The aim was to get an easily readable collection, about the methods of lake restoration, as well as about the factors influencing the start of the renovation, as well information on how to reduce the load on lakes and to prevent eutrophication.

Lake restoration is a project that can take years depending on the state of the lake. The load, and how it is stopped, is a key problem when initiating lake restoration. Eutrophication is a big problem for small lakes in Finland. Stopping the fine growth and reducing the load on lakes in Finland is one of the most important tasks in water protection. The choice of methods is influenced by the state of the lake and its special features.

The most common methods for lake remediation are water meadow mowing, oxidation, dredging, food chain restoration, chemical precipitation of phosphorus, removal of underwater, raising water levels and drying the lake.

The thesis presents the factors leading to eutrophication and presents ways to reduce load and eutrophication with the most commonly used lake remediation methods. The general characteristics of the methods are described in more detail in the thesis, so that an understanding of the factors influencing the selection of the refurbishment method is obtained.

Keywords Eutrophication, load, restoration method and nutrient load.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
2	VESIENSUOJELUN TAVOITTEET	8
	2.1 Kunnostusstrategia.....	8
	2.2 Valtakunnalliset tavoitteet	8
3	REHEVÖITYMINEN	9
	3.1 Rehevöitymisen syyt.....	9
	3.1.1 Rehevöitymisen merkit	9
	3.1.2 Sisäiset tekijät	9
	3.1.3 Ulkoiset tekijät	9
4	JÄRVEÄ KUORMITTAVAT TEKIJÄT.....	11
	4.1 Maatalous	11
	4.2 Metsätalous	11
	4.3 Haja-asutus	11
	4.4 Turvetuotanto	12
	4.5 Turkistarhaus.....	12
5	KUORMITUKSEN EHKÄISEMINEN	13
	5.1 Maatalous	13
	5.2 Metsätalous	14
	5.3 Turvetuotanto	14
	5.4 Turkistarhaus.....	15
	5.5 Haja-asutus	15
6	KUNNOSTUSMENETELMÄT VIRHE. KIRJANMERKKIÄ EI OLE MÄÄRITETTY.	
	6.1 Vesikasvien niitto.....	16
	6.1.1 Hyödyt ja Haitat	16
7	HAPETUS	18
	7.1 Hapetuksen perusteet ... Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.	

7.1.1	Hapetuksen vaihtoehdot	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
7.1.2	Hapetuksen vaikutukset	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
7.1.3	Hyödyt ja haitat	19
8	RUOPPAUS	20
8.1	Ruoppauksen perusteet.....	20
8.1.1	Ruoppauksen vaiheet	20
8.1.2	Ruoppauksen toteutus	20
8.1.3	Ruoppausmenetelmät	21
8.1.4	Hyödyt ja haitat	21
9	RAVINTOKETJUKUNNOSTUS	22
9.1	Ravintoketjukunnostuksen perusteet.....	22
9.1.1	Kunnostuksen tarve.....	22
9.1.2	Vaikutukset	22
9.1.3	Hyödyt ja haitat	22
10	FOSFORIN KEMIALLINEN SAOSTUS	24
10.1	Saostuksen perusteet	24
10.1.1	Saostuksen tarve.....	24
10.1.2	Saostus käytännössä	24
10.1.3	Seuranta.....	24
10.1.4	Hyödyt ja haitat	25
11	ALUSVEDEN POISTAMINEN	26
11.1	Alusveden poistamisen perusteet	26
11.1.1	Alusveden poisto käytännössä	26
11.1.2	Soveltuvuus	26
11.1.3	Hyödyt ja haitat	27
12	VEDENPINNAN NOSTO	28
12.1	Pinnan noston perusteet.....	28
12.1.1	Vedenpinnan noston tarve.....	28
12.1.2	Nosto käytännössä.....	28
12.1.3	Hyödyt ja haitat	28
13	JÄRVEN KUIVATTAMINEN	30

13.1	Kuivattamisen perusteet	30
13.1.1	Kuivattamisen tarve	30
13.1.2	Hyödyt ja haitat	30
14	POHDINTA.....	31
LÄHTEET		

1 JOHDANTO

Rehevöityminen vaivaa edelleen noin viidesosaa Suomen järvien pinta-alasta. Suurimmat järven rehevöitymiseen vaikuttavat tekijät ovat maa ja metsätalouden sekä asutuksen aiheuttama hajakuormitus, käsiteltyjen vesien aiheuttama piste-kuormitus sekä järven ravinteita kierrättävä sisäinen kuormitus. /1/

Ongelmia pyritään välttämään kuormitusta vähentävillä toimenpiteillä kuten happattaminen, ravintoketjukurkennostus, fosforin kemiallinen sitominen, ruoppaus, vedenpinnan nosto, vesikasvien niitto, alusveden poistaminen sekä ravintoketjun muutos.

Järveen kohdistuvan kuormituksen vähentäminen on vesiensuojelun päätavoite, ja ulkoisen kuormituksen vähentämistä kutsutaan varsinaiseksi vesiensuojeluksi. Ihmistoiminnasta aiheutuvaa ulkoista kuormitusta tulee pienentää parhaalla mahdollisella tavalla.

Järven kunnostamisella tarkoitetaan suoraan järveen kohdistuvia, kunnostustoimenpiteitä. Esimerkiksi järven sisäisen kuormituksen pienentäminen on kunnostamista. Järven hoidolla taas vastaavasti tarkoitetaan kunnostusta pienimuotoisempia toimenpiteitä, jotka voidaan toistaa säännöllisesti, esimerkiksi vuosittain. /1/

Tämän opinnäytetyön aiheena on järven kunnostusmenetelmät sen esittely ja soveltuvuus rehevöityneen järven kunnostamiseen. Työssä esitellään myös rehevöitymiseen johtavia tekijöitä ja niiden ennaltaehkäisemiseen vaikuttavia toimenpiteitä.

2 VESIENSUOJELU

2.1 Kunnostusstrategia

Valtioneuvoston suunnitelmissa vesienhoidon suunnitelmat määritellään 6 vuodeksi kerrallaan. Vesienhoidon suunnitelmissa ja toimenpideohjelmissa esitellään keinot, joilla vesistöjen tila aiotaan saada paranemaan. Pienvesien suojele ja kunnostusstrategia määrittelee suunnan, jota kohti vesistöjen suojelelussa pyritään. Strategiassa määritellään menetelmät luonnontilaisten vesistöjen säilyttämiseksi, ja rehevöityneiden järvien kunnostamiseksi. Strategian tavoitteeksi on asetettu pienten vesistöjen arvostuksen lisääminen ja niiden tilan parantaminen.

2.2 valtakunnalliset tavoitteet

Vesiensuojelun suuntaviivat määrittelevät vesiensuojelun valtakunnalliset tarpeet ja tavoitteet vuoteen 2021 asti. Tavoitteena on:

- vähentää rehevöitymistä aiheuttavaa kuormitusta.
- vähentää haitallisista aineista johtuvia riskejä.
- suojella pohjavesiä.
- suojella vesiluonnon monimuotoisuutta.
- kunnostaa vesiä. /2/

3. REHEVÖITYMINEN

3.1 Rehevöitymisen syyt

Rehevöityminen on seurausta kasvien ravinteiden fosforin ja typen kertymistä vesistöön. Rehevöityminen on yleistä matalissa järvissä ja taajamassa tai viljelyalueilla sijaitsevissa järvissä. /3/

3.1.1 Rehevöitymisen merkit

Rehevöitymisen merkkejä ovat veden samentuminen, leväkukinnat, rantakivien ja kalaverkkojen limoittuminen, rantojen umpeen kasvaminen, särkikalojen yleistyminen sekä kalakuolemat. /3/

3.1.2 Sisäiset tekijät

Järven sisäinen kuormitus syntyy ravinteiden vapautuessa pohjasedimentistä veteen, mikä lisää järven rehevöitymisen ongelmia kesällä parhaaseen virkistyskäyttöaikaan. Pohjasedimentissä tapahtuva diffuusio sekä konvektiovirtaukset, resuspensio ja bioturbaatio ovat keskeisiä sisäistä kuormitusta aiheuttavia mekanismeja. /4/

3.1.3 Ulkoiset tekijät

Vesistöön tuleva tietyn aineen ulkoinen kuormitus muodostuu valuma-alueelta tulevan veden eli valunnan sisältämästä ainemäärästä sekä suoraan vesistöön tulevasta ilmalaskeumasta ja mahdollisista jätevesipäästöistä. Kuormitus voi olla luonteeltaan pistemäistä tai hajakuormitusta. /4/

Luonnon huuhtouma kuvaa sitä ainevirtaa, joka valuma-alueelta kulkeutuu luontaisesti vesiin ilman ihmistoiminnan vaikutustakin. Luonnon huuhtouman suuruus on hyvin vahvasti riippuvainen valuma-alueen hydrologiasta sekä kallio- ja maaperästä. /4/

Pistemäisessä kuormituksessa purkukohta voidaan paikallistaa yksikäsitteisesti, esimerkiksi jäteveden puhdistamon purkuaukko tai kalanviljelylaitos. Jätevesien aiheuttama kuormitus on yleensä melko tasaista ympäri vuoden sekä hyvin tunnettua, koska jätevesien laskulupaam liittyy tarkkailuvelvoite. Pistemäistä kuormitusta ovat esimerkiksi onnettomuuksissa ja teollisuuden prosessihäiriöissä syntyvät päästöt. /4/

Hajakuormitus tulee laajalta alueelta aineiden kulkeutuessa valumavesien mukana. Hajakuormitukseen vaikuttavat luonnon olosuhteet ja erityisesti maankäyttö. Yksittäisellä valuma-alueellakin hajakuormitus, samoin kuin luonnon huuhtouma, vaihtelee erittäin paljon vuodenajoittain ja vuosittain lähinnä valunnan vaihtelusta johtuen. Suomessa hajakuormituksen ja luonnonhuuhtouman arviointi perustuu Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) pienten valuma-alueiden virtaama- ja pituusmittauksiin sekä maankäyttötietoihin. /4/

4 JÄRVEÄ KUORMITTAVAT TEKIJÄT

4.1 Maatalous

Peltoviljely ja karjatalous kuormittavat vesistöjä pelloilta ja karjasuojista valuvilla ravinteilla. Lisäksi säilörehun valmistamisesta aiheutuva puristeneste lisää vesistöissä rehevöitymistä ja aiheuttaa hapenpuutetta. Päästöjä syntyy myös lantavarastojen vuodoista tai niiden ylitäytöstä, jaloittelutarhojen valumavesistä sekä maito- huoneen pesuvesistä. Uusia lakeja on säädetty kuormituksen vähentämiseksi, sekä ympäristötukia on lisätty auttamaan viljelijöitä ja karjatilallisia oikeaan suuntaan kuormituksen vähentämiseksi. /5/

4.2 Metsätalous

Metsätalous on maatalouden ohella ylivoimaisesti suurin vesistöjen kuormittaja. Metsämaan käsittely, ojitus, lannoitus ja maaperän muokkaus sekä avohakkuu aiheuttavat mm. ravinne- ja kiintoainekuormitusta vesistöön. Ojitus ja lannoitus olivat suurimmillaan 1960- ja 70-luvuilla, jonka jälkeen ne ovat vähentyneet. Lannoitus on lopetettu lähes täysin. Toisaalta metsien kunnostusojitukset ovat lisääntymässä. Kuormitus on tyypiltään hajakuormitusta. Myös luonnontilaisista metsistä ja soilta valuu ravinteita, kiintoaineita ja humusta. /6/

4.3 Haja-asutus

Viemäroinnin ulkopuolinen haja- ja loma-asutus aiheuttavat vesistöihin ravinnekuormitusta. Vesistöjä kuormittavat myös luonnonhuuhtouma sekä laskeuma. Luonnonhuuhtouman määrää on vaikea arvioida, koska sen suuruuteen vaikuttavat valuma-alueen ominaisuudet, kuten maaperän laatu, kasvillisuus jne. Haja-asutuksen kuormitus koostuu enimmäkseen talousjätevesistä. Talousjätevesi tulee keittiöistä, kylpyhuoneista, saunoista, pyykinpesusta ja käymälöistä sekä muista samankaltaisista tiloista ja laitteista syntyvästä jätevedestä. Haja-asutusalueella yhden henkilön jätevesien orgaaninen aine ja kokonaisfosfori kuormittaa ympäristöä 6—8 -kertaisesti verrattuna vesihuoltolaitoksen viemäriin liittyneen asukkaan jäte-vesikuormitukseen. Fosfori säätelee yleisesti sisävesiemme rehevöitymistä. Tästä haja-asutuksen jätevesien kuormituksen osuus oli vajaat 10 %. Viemäri-

verkkojen ulkopuolisen asutuksen jätevedet olivat vesien toiseksi suurin fosforikuormittaja maatalouden jälkeen. Haja-asutuksen jätevesien yhteisvaikutus rehevöitymisessä on siten valtakunnallisestikin merkittävä. /7/

4.4 Turvetuotanto

Tuotantoa varten kuivatulta ja valmistellulta suolta, sekä myös turvetuotannon aikana suolta huuhtoutuu alapuoliseen vesistöön enemmän kiintoainetta, humusta, typpeä, fosforia ja rautaa kuin luonnontilaisilta soilta. Nämä voivat aiheuttaa vesistöissä haitallisia muutoksia, kuten rehevöitymistä ja pohjien liettymistä. Turvetuotanto voi muuttaa haitallisesti myös suon vesitaloutta, jolloin suo ei enää samassa määrin pidätä vettä eikä tasaa virtaamia, mikä voi lisätä alapuolisten vesien tulvariskiä. Vaikutukset voivat kohdistua kuormitusalueen eliöstöön ja heikentää monin tavoin vesistöalueen virkistyskäyttöä sekä ominaisuuksia kalavetenä. /8/

4.5 Turkistarhaus

Turkistarhoilta tuleva kuormitus muodostuu pääasiassa päästöistä maaperään ja sitä kautta pohja- ja pintavesiin. Osa sade- ja sulamisvesistä sekä virtsasta ja juotolaitteista valuvista vesistä huuhtoo varjotalojen lanta-alustoja, jolloin osa lannan sisältämistä ravinteista huuhtoutuu tarha-alueen maaperään. Paitsi pintavesiin eli jokiin ja järviin, turkistarhojen aiheuttama kuormitus kohdistuu myös pohjavesiin. Kuormituksessa on selviä eroja eri tarhojen välillä. Typpi- ja fosforipäästöjen suuruuteen vaikuttavat paitsi tarhan eläinmäärä, myös muun muassa lähimaaston korkeuserot, maaperän läpäisykyky ja se, kuinka usein tarhaaja siivoaa lannan pois häkkien alta. /9/

5 KUORMITUKSEN EHKÄISEMINEN

5.1 Maatalous

Peltoviljelyn ja karjatalouden aiheuttamaa kuormitusta voidaan vähentää seuraavilla toimenpiteillä:

1. Peltojen hyvä peruskunto ja sopiva kuivatustila ovat ehdoton edellytys vesien-suojelunäkökohdat huomioon ottavalle viljelylle. Maan huokoisuutta lisäämällä ja vähentämällä maan tiivistymistä sekä pitämällä salaojitus kunnossa luodaan edellytykset muille vesien-suojelutoimenpiteille.
2. Huuhtoutumisen vähentämiseksi lannoituksen tulisi perustua viljavuustutkimukseen ja karjan lantaa tulisi käyttää oikea määrä, joka selvitetään ravinneanalyysillä.
3. Keinolannoitteiden ja lietteiden sijoituslannoitus vähentää huuhtoutumista. Typpilannoitteiden syyslevitystä on vältettävä, ja lietteiden syyslevityksestä vedenhankintaan vaikuttavilla alueilla on pidättäydyttävä kokonaan.
4. Kalkitus on merkittävä tekijä, joka parantaa maan rakennetta ja lisää fosforin käyttökelpoisuutta.
5. Kuivalanta, lietelanta ja virtsa tulee levittää sulaan maahan keväällä ja mullata heti levityksen jälkeen. Näiden levitys kesantomaille ei ole suotavaa.
6. Herkästi huuhtoutuvilla alueilla on viljeltävä monivuotista nurmea
7. Erityisen aroilla vesistöön rajoittuvilla ja kaltevilla mailla tai pohjavesialueilla on vältettävä syyskyntöä.
8. Avokesannoinnin sijasta olisi käytettävä ns. viherkesannointia.
9. Huuhtoutumista voidaan vähentää myös jättämällä viljelemättömiä suoja-
vyöhykkeitä vesistöjen varsille sekä tulviville alueille. /10/

5.2 Metsätalous

Seuraavilla toimenpiteillä voidaan vähentää metsätalouden haittoja vesistöille:

1. Suunnittelemalla ojituksiin asianmukaiset selkeytysaltaat, ojien katkaisut ja rinnevalutukset.
2. Välttämällä avohakkuita vesistöjen välittömässä läheisyydessä tai ainakin pitämällä hakkuut pieninä.
3. Lannoittamalla vain hyväpuustoisia metsiä. Erityisesti on vältettävä turvemaiden lannoitusta.
4. Jättämällä hakkuissa, maan muokkauksessa ja lannoituksessa purojen ja vesistöjen varsiin noin 20 m:n suojavyöhyke.
5. Kaikki toimenpiteet tulee suorittaa suojeluarvoja vaarantamatta. /11/

5.3 Turvetuotanto

Kuormituksen vähentämisessä huomioon otettavat tekijät:

1. Heti kuntoonpanotöiden alussa tulee järjestää asianmukainen kiintoaineen talteenotto.
2. Erityisalueilla, kuten luonnonvaraisten arvokalakantojen alueilla tai suojelukohteisiin vaikuttavilla alueilla, tulee huolehtia sellaisten vesiensuojelutoimenpiteiden ja ojitusjärjestelyiden toteuttamisesta, joilla haittavaikutukset estetään.
3. Turpeen nostossa tulisi käyttää sellaisia mekaanisia menetelmiä, joilla pölyäminen olisi mahdollisimman vähäistä.
4. Tuotantoalueiden jälkikäyttö tulisi suunnitella niin, että ne eivät jäisi vesistöä kuormittaviksi vettyviksi alueiksi. /10/

5.4 Turkistarhaus

Kuormitusta voidaan vähentää seuraavilla toimenpiteillä.

1. Tarhat tulee perustaa alueelle, jolla ei ole pohjavesien pilaantumisen vaaraa, ja joka voidaan ojituksin pitää kuivana.
2. Pintavesien pääsy tarha-alueelle on estettävä ympärysojilla.
3. Tarha-alueelle kertyvät sade- ja sulamisvedet johdetaan alueen ulkopuolelle siten, että ne eivät joudu kosketuksiin eläinten ulosteiden tai muiden jätteiden kanssa.
4. Juottolaitteet rakennetaan ja pidetään kunnossa siten, ettei vesi pääse huuhtelevaan eläinhäkkien alla olevia ulosteita tai muita jätteitä.
5. Lanta, virtsa ja muut jätteet on otettava talteen, ja ne on levitettävä sulaan maahan, joka on muokattava välittömästi levityksen jälkeen. /12/

5.5 Haja-asutus

Kuormitusta vähentävät tekijät:

1. Jätevedet on käsiteltävä ennen johtamista vesistöön
2. Jäteveden käsittelyjärjestelmien kehitys
3. Talousvesien puhdistus
4. Kiinteistön omistajan vastuun lisääminen.
5. Jätevesijärjestelmien huolto. /13/

6 KUNNOSTUSMENETELMÄT

6.1 Vesikasvien niitto

Vesikasvien niitolla voidaan edistää veden vaihtuvuutta, estää umpeenkasvua, kasvattaa avointa vesialaa, helpottaa vesistön virkistyskäyttöä ja liikennettä, sekä parantaa linnuston elinolosuhteita.

Huomioitavia asioita on niitetyn kasviaineksen keräämisessä, toimenpiteiden ajoituksessa ja tarvittavissa luvissa. Mikäli toimenpide ei ole vaikutuksiltaan vähäinen (vesilaki 1:30 ja vesiasetus 85 a) tulee asiasta ilmoittaa alueelliselle ympäristökeskukselle. Pirkanmaan ympäristökeskuksen periaatteena on ilmoituksen vaatiminen, mikäli niitettävä alue on yli kaksi hehtaaria. Samoin on tehtävä ilmoitus kunnan ympäristöviranomaiselle. Niitetty kasvimassa on aina kerättävä pois.

Niiton tarkoituksena on vähentää vesikasvillisuutta, ei poistaa sitä. Vesikasvit toimivat myös ravinteita sitovana suodattimena, joten niittopaikan valinta kannattaa miettiä huolellisesti.

Ensimmäisenä kesänä niitto suositellaan tehtäväksi ainakin kahteen kertaan. Ensimmäinen niitto olisi hyvä suorittaa juuri ennen kasvien kukkimista kesäkuun lopulla ja seuraavat kerrat 3–4 viikon välein. Jos järvi niitetään vain kerran, on suositeltavin ajankohta heinäkuun puolesta välistä elokuun puoleen väliin. Kasvien niitto myöhemmin on turhaa, koska kasvit ovat jo ehtineet varastoimaan ravinteet juurakoihinsa, ja varsien poisto järvestä on tästä syystä turhaa.

Jos järvi on tärkeä lintujen pesimäjärvi, tulee niittoa välttää pesimisaikaan. /14/

6.1.1 Hyödyt ja haitat

Hyödyt:

1. Virkistyskäyttö helpottuu.
2. Kalastusmahdollisuudet paranevat.
3. Veden vaihtuvuus paranee.

4. Hauen luontainen lisääntyvyys paranee.
5. Helppous ja edullisuus (viikatteella).

Haitat:

1. Liian laaja kasvillisuuden poisto heikentää järven tilaa.
2. Poisto altistaa rannan eroosiolle.
3. Niittojätteen karkaaminen.
4. Koneellisen poiston kustannukset. /1/

7 HAPETUS

7.1 Hapetuksen perusteet

Matalissa ja rehevissä järvissä hapettomuus on yleistä. Hapettomuus aiheuttaa kalakuolemia ja järven pelastamiseksi sitä on hapetettava. Ennen happikatoa järvesä ilmenee yleensä rehevöitymistä ja jos se huomioidaan ajoissa, voidaan myös happikato välttää.

Hapetuksen tarkoituksena on sisäisen kuormituksen alentaminen lisäämällä aineiden ja energian kiertoa sekä parantaa pohjasedimentin pintakerroksia. Hapetus tarkoittaa biomanipulaatiota, jolla ohjataan ravintoketjua ja eliöiden elinympäristöä. Hapetus hillitsee fosforikuormitusta. /5/

7.1.1 Hapetuksen vaihtoehdot

1. Hapen liuottaminen ilmasta tai päästäminen suoraan happisäiliöstä veteen.
2. Hapekkaan veden johtaminen vähähappiseen alusveteen.
3. Hapen lisääminen kemikaalina.

Hapekkaan veden johtamista alusveteen kutsutaan kierrätysvapetuksiksi, ja kun kesäinen lämpökerrostuneisuus puretaan tai estetään, niin sitä sanotaan täyskierrätysvapetuksiksi. /5/

7.1.2 Hapetuksen vaikutukset

1. Elvyttää alusveden ja pohjan aerobinen hajotus ja kulutustoiminta.
2. Turvata kalojen ja niiden ravintoeläinten elämän edellytykset.
3. Estää anaerobisia prosesseja sekä haitallisten tai myrkyllisten yhdisteiden kuten ammoniumin, rikkivedyn ja metaanin syntymistä.
4. Edistää ammoniumtyypen hapettumista ja tyypen haihtumista kaasuna ilmaan eli parantaa typpikiertoa.

5. Purkaa ylikuormitetun järven pohjalle kertyneitä orgaanisia ylijäämiä eli lisätä tervettä hiilen kiertoa järvessä.

6. Vähentää fosforin sisäistä kuormitusta ja sen aiheuttamia rehevyshaittoja, hillitää fosforin liukenemista pohjasedimentistä takaisin veteen ja alentaa raakavesialtaissa liukoisen raudan ja mangaanin pitoisuuksia. /5/

7.1.3 Hyödyt ja haitat

Hyödyt:

1. Estää kala ja rapukuolemia
2. Vähentää fosforin vapautumista sedimentistä

Haitat:

1. Investointi- ja käyttökustannukset.
2. Särkikalakantojen voimistuminen. /1/

8 RUOPPAUS

8.1 Perusteet

Ruoppaus on järven pohjalle kertyneen sedimentin tai muun maa-aineen poistamista. Tavoitteen on vesisyvyyden lisääminen, kasvillisuuden vähentäminen ja virtauksien parantaminen. Ruoppauksella pyritään parantamaan veneväylien ja rantojen käyttöä.

Ruoppaus suoritetaan yleensä kaivinkoneella rannalta, lautalta tai jään päältä. Ruoppaus voidaan suorittaa myös imuruoppauksena, jos pohjamateriaali on tarpeeksi vettynyttä. Järven vedenpintaa laskemalla ruoppaus voidaan suorittaa kivi- tai siltä. /10/

8.1.1 Ruoppauksen vaiheet

1. Massan irrottaminen.
2. Massan nostaminen pohjasta.
3. Läjittäminen.

Ruopattut massat läjitetään maalle tai käytetään hyödyksi maanviljelyssä. Järven ruoppauksessa ei yleensä mennä kovin syvälle ja pohja-ainesta poistetaan noin metrin paksuudelta. Ruopattavien alueiden keskisyvyys on enintään 2–2,5 m. /10/

8.1.2 Toteutus

Ruoppausta suunnittelevan on ensimmäisenä selvitettävä, tarvitseeko hanke luvan. Pieniä ruoppauksia voi suorittaa ilman lupaa, jolloin riittää ilmoitus alueelliseen ELY-keskukseen, naapureille, ja vesi-alueen omistajalle. Sisävesillä noin 100 kuutiota luokitellaan vähäiseksi määräksi. Massat tulee läjitellä maalle niin, että alueella on riittävät penkereet tai vastaavat rakenteet, etteivät massat valu takaisin järveen. Ruoppaus kannattaa suorittaa syksyllä tai talvella, jolloin voidaan välttää veden haitallista samentumista. Ruoppaajan täytyy myös huomioida kalojen kutuajat ja lintujen pesintärauha. Kasvillisuuden ja juurakkojen leviäminen ruoppauk-

sen yhteydessä estetään puomeilla. Jos sedimentissä ei ole haitallisia yhdisteitä voidaan se läjittää pelloille tai käyttää maisemoinnissa. /10/

8.1.3 Ruoppausmenetelmät

1. Kauharuoppaus on yleisin menetelmä ja se soveltuu melkein kaikille maalajeille. Erittäin vesipitoisen liejun, mudan tai turpeen ruoppausta ei suositella kauharuoppausmenetelmällä.

2. Imuruoppaus on menetelmä, jossa massat imetään pumpulla ruoppaajaan ja pumpataan putkistoa pitkin läjitysalueelle. Massat muokataan pumppauskelpoiksi sekoittamalla ne veteen, joko leikkurilla, vesisuihkulla tai kauhapyörällä. Tarpeeksi pehmeän sedimentin irrotus voi onnistua myös pelkällä imuputkella.

Imuruoppausta käytetään vain isoissa hankkeissa, koska kalustoa on paljon ja se on kallista. Imuruoppaus vaatii myös kolme kertaa ruopattavan alueen kokoiset läjitys ja saostusaltaat. Imuruoppaus sopii hienojakoisille ja löysille sedimenteille, joita ei kaivamalla pystytä poistamaan. /4/

8.1.4 Hyödyt ja haitat

Hyödyt:

1. Virkistyskäytön parantuminen.
2. Hauen luontaisen lisääntymisen parantuminen.

Haitat:

1. Veden samentuminen.
2. Massojen läjitys.
3. Konetyön kustannukset.
4. Vaikutukset väliaikaisia.
5. Luvanvaraista. /1/

9 RAVINTOKETJUKUNNOSTUS

9.1 Perusteet

Ravintoketjukkunnostukseksi kutsutaan menetelmää, jossa planktonia ja eliöitä syövä kalasto poistetaan. Isot särkikalamäärät heikentävät veden laatua. Kunnostus tarvitsee yleensä 2–3 vuotta tehokasta kalastusta nuottaamalla tai troolaamalla, minkä jälkeen järven tilaa täytyy ylläpitää hoitokalastuksella. Hoitokalastukseen kuuluvat myös petokalakantojen vahvistaminen istuttamalla, kalastuksen ohjaaminen sekä kalojen elinympäristön hoito. /16/

9.1.2 Ravintoketjukkunnostuksen tarve

Järven kunto arvioidaan koekalastuksella. Rungas kalasto heikentää järven tilaa. Ravinnetasoon verrattuna suuri levämäärä ja veden laadun vaihtelut toimivat tärkeinä mittareina arvioitaessa järven rehevyytensä. Särkikalojen suuri esiintyvyys aiheuttaa klorofylli- ja fosforisuhteen nousua järvessä. /4/

9.1.3 Kunnostuksen vaikutukset

Ravintoketjukkunnostus hyvin toteutettuna voi parantaa veden laatua huomattavasti. Kokemusten perusteella se voi vähentää veden fosforipitoisuutta 30–50 % ja näkösyvyys voi lisääntyä 0,4–1,0 m. Tuloksien pysyvyys on riippuvainen kalatiheyden muutoksen pysyvyydestä. /4/

9.1.4 Hyödyt ja haitat

Hyödyt:

1. Sinileväkukintojen väheneminen.
2. Veden laadun ja kalastorakenteen parantuminen.
3. Mahdollisuus valikoivaan ja tehokkaaseen pyyntiin.
4. Järven kalataloudellinen arvo paranee.

Haitat:

1. Suuret kustannukset.
2. Pyyntisaaliiden jatkokäyttö.
3. Riittävä saalis.
4. Ei ole kertaluontoinen toimenpide. /1/

10 FOSFORIN KEMIALLINEN SAOSTUS

10.1 Saostuksen perusteet

Saostuksessa kemikaalien avulla sidotaan vesimassasta liukoista fosforia pohjasedimenttiin. Saostus parantaa pohjasedimentin ominaisuutta sitoa fosforia. Fosforin sitominen vähentää järven rehevöitymistä ja pienentää järven sisäistä kuormitusta. /17/

10.1.1 Saostuksen tarve

Saostuksen tarve syntyy, kun on todettu fosforin vapautumisen olevan syy järven rehevöitymiseen. Happikadot ja alusveden korkea fosforipitoisuus voivat aiheuttaa myös saostuksen tarpeen. Jos valuma-alueelta syntyvä kuormitus on suurta ja veden viipymä järvestä lyhyt, ei saostukseen kannata ryhtyä. Kemiallinen saostus soveltuu voimakkaasti rehevöityneiden pienten järvien kunnostukseen. / 17/

10.1.2 Saostus käytännössä

Saostuksessa nestemäinen alumiinikloridi levitetään yleensä veneestä. Aluminiikloridi sekoittuu vesimassaan potkurivirtaa tai vesisuihkua hyväksi käyttäen. Käsittely voidaan kohdistaa koko järveen tai pelkästään järven alusveteen, mikä vähentää kalakuolemia. Tehokas fosforin saostuminen vaatii veden pH-arvon alentamista lähelle 6,0:a. Heikosti puskuroidussa järvestä kemikaalin tarve on vähäisempää. /4/

10.1.3 Seuranta

Välittömästi saostuksen jälkeen pH:n ja fosforipitoisuuden muutokset ja sen jälkeen kuukauden välein otetaan vesinäytteet. /4/

10.1.4 Hyödyt ja haitat

Hyödyt:

1. Aluminiikloridi sitoo fosforia hapettomissa oloissa.

2. Kustannukset edulliset.
3. Vähemmän haitallinen toimenpide.

Haitat:

1. Happamoittaa järveä, jos puskurointi ei ole riittävä.
2. pH:n nousu vapauttaa alumiinikloridin sitomaa fosforia.
3. Varomaton käsittely aiheuttaa kala- ja rapukuolemia.
4. Vaikutus lyhytaikainen.
5. Edellyttää hyviä taustatutkimuksia.
6. Edellyttää lupakäsittelyä. /1/

11 ALUSVEDEN POISTAMINEN

11.1 Perusteet

Menetelmässä järven poistovirtaamasta tai koko poistovirtaama otetaan järven pohjavesikerroksesta niin sanotusta alusvedestä. Alusvesi on yleensä päällysvettä ravinteikkaampaa ja vähemmän hapekasta. Poistovirtaaman otto osittain tai kokonaan kasvattaa ravinteiden poistumaa ja alusvesi korvautuu hapekkaammalla päällysvedellä. /4/

11.1.1 Alusveden poisto käytännössä

Alusvesi poistetaan yleisimmin painovoimalla toimivalla purkuputkella. Purkuputken pää asetetaan järven vedenpinnan alapuolelle, jolloin putken päiden välille syntyy paine-ero. Joskus paine-ero joudutaan toteuttamaan nostamalla järven pintaa padon avulla. Vesi voidaan poistaa myös lapolla tai sitä voidaan pumpata. Alusvesi puretaan useimmiten alapuoliseen vesistöön tai sitä voidaan käyttää kasteluun ja imeyttää maahan. /4/

11.1.2 Soveltuvuus

Menetelmä vaatii lämpötilakerrostuneisuutta. Kerrostuneisuus estää vesimassan kiertämisen alus ja päällysveden välillä, eikä alusvesi pääse hapettumaan. Vaarana menetelmässä on sedimentissä ja vedessä syntyvän hajotustoiminnan aiheuttama happivaje. Vähähappiset olosuhteet kiihdyttävät ravinteiden vapautumista ja alusveden ravinnepitoisuus kasvaa päällysveden ravinnepitoisuutta suuremmaksi. Tämä aiheuttaa järvestä poistuvan ravinnemäärän kasvamisen pintapoistumaa suuremmaksi. Menetelmä toimii parhaiten voimakkaasti rehevöityneissä järvissä, joissa alus- ja päällysveden ravinnepitoisuudet ovat suuret. Kokonaisfosforipitoisuuksissa muutoksia voidaan odottaa noin viiden vuoden kuluttua menetelmän käyttöönotosta. /4/

11.1.3 Hyödyt ja haitat

Hyödyt:

1. Vähäiset käyttökustannukset.
2. Vähäinen huolto.
3. Fosforipitoisuuden väheneminen.

Haitat:

1. Materiaalikustannukset
2. Asennuskulut. /1/

12 VEDENPINNAN NOSTO

12.1 Perusteet

Vedenpinnan nostaminen parantaa järven käyttömahdollisuuksia. Nosto vähentää kasvillisuutta ja hidastaa umpeenkasvua. Virkistyskäyttö ja sen mahdollisuudet paranevat. Vedenpinnan nosto koskettaa suurta osaa rannanomistajista ja vesistön käyttäjistä, joten yhteistyö asianomaisten kanssa on tarpeellista. /4/

12.1.1 Vedenpinnan noston tarve

Tarve kohdistuu yleensä pienempiin järviin kokoluokassa 1–10 km². Noston tarvetta lisäävät aiemmin tehdyt vedenpinnan laskut, joita tehtiin 1900-luvun puoliväliin saakka. Erittäin matalissa järvissä ongelmien syynä on järven jäätyminen lähes kokonaan pohjaa myöden. Tämä aiheuttaa hapettomuutta ja johtaa kala-kuolemiin. Järven vedenpinnan nosto on melko paljon käytetty keino järvien kunnostukseen. /4/

12.1.2 Pinnan nosto käytännössä

Nosto pohjapadolla on yleisin tapa järven tilan parantamiseen. Kiinteä pohjapato on useimmin käytetty vaihtoehto, sillä se ei vaadi säännöstelyä eikä säätöä. Padon korkeudella vaikutetaan veden korkeuden vaihteluihin järvessä ja sen alapuolisessa vesistössä. Patoa rakentaessa on otettava huomioon kalojen kulku padon yli sekä veneily. Vedenpinnan nostaminen suunnittelun aloittamisesta toteutukseen on pitkä prosessi ja vaatii hyvää asiantuntemusta. /4/

12.1.3 Hyödyt ja haitat

Hyödyt:

1. Parantuneet virkistyskäyttömahdollisuudet.
2. Kalojen ja lintujen olosuhteiden parantuminen.
3. Happitilanteen parantuminen.

4. Pohjasedimentin sekoittuminen vähenee

Haitat:

1. Suunnittelu vie aikaa.
2. Lupaprosessi.
3. Happitilanteen parantuminen voi lisätä särkikalastoa.
4. Ensimmäisten vuosien aikana uusilta pohjilta huuhtoutuu vesistöön ravinteita. /18/

13 JÄRVEN KUIVATTAMINEN

13.1 Perusteet

Kuivattaminen tarkoittaa vedenpinnan laskemista tai koko järven tyhjentämistä. Kuivattaminen tiivistää ja kiinteyttää matalan järven pohjasedimenttiä. Sedimentin kokonaistilavuus pienenee kuivuessa ja sen pinta painuu kasvattaen järven syvyyttä. Kuivatus vähentää myös aaltojen aiheuttamaa pohja-aineen sekoittumista veteen. Kuivattaminen hävittää alkuperäisen kalakannan, joka uusiutuu vähitellen. Kalakannan uusiutumista pystytään täten ohjailta. Kasvillisuus vähenee ja niiden kasvualustat vähenevät. Kuivatuksessa kuivan järven pohjasedimenttiä ja rantoja pystytään muokkaamaan kuivatyönä, joka on helpompaa kuin ruoppaus veden alta. /4/

13.1.1 Kuivattamisen tarve

Kuivatettavat järvet ovat yleensä matalia ja humuspitoisia. Resuspensio eli pohja-aineksen sekoittuminen takaisin veteen on normaalia tällaisilla järvillä. Maa- ja metsätalouden päästöt sekä jätevesien johtaminen järveen on yleinen ongelma kuivatusta vaativilla järvillä. Järveä on myös saatettu yrittää kunnostaa muilla menetelmillä siinä onnistumatta. /19/

13.1.2 Hyödyt ja haitat

Hyödyt:

1. Vähentää resuspensiota.
2. Kalakannan uusiutuminen.
3. Järven syvyys kasvaa.
4. Kasvillisuus vähenee.

Haitat:

1. Vaatii luvan. /19/

14 POHDINTA

Vesiensuojelu on tällä hetkellä hyvinkin ajankohtaista, mutta tuntuu, että sen vaatimukset ovat ajaneet ohi saatavilla olevista keinoista. Kunnostustoimenpiteet ovat kalliita ja lupaprosessit kestävät pitkään, mikä aiheuttaa usein kunnostuksesta luopumisen.

Kunnostusmenetelmien kehitys on pysynyt paikallaan jo pitkään, sillä edelleen yleisimmät kunnostusmenetelmät ovat samoja kuin jo vuosia sitten. Uusia innovaatioita kaivattaisiin järvien kunnostuksia ajatellen. Menetelmät saisivat mielellään olla nykyistä halvempia, jolloin kynnys kunnostuksen aloittamiseen olisi matalampi.

Rannanomistajia, maanviljelijöitä ja metsänomistajia tulisi kouluttaa ja opastaa entistä paremmin päästöttömään asumiseen ja elinkeinonharjoittamiseen, jolloin kunnostuksen tarpeet vähenisivät ja järvien vedenlaatu pysyisi hyvänä.

Yleisesti ajatellen Suomen järvien tila on kohtuullisen hyvä ja ihmiset ovat jo heränneet ratkaisemaan olemassa olevia ongelmia.

Tuhansien järvien maassa on yhä monta ongelmaa, ja tuskin kaikkia pystytään ratkaisemaan nykykeinoilla.

LÄHTEET

- /1/ Sarvilinna, A. & Sammalkorpi, I. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Helsinki. Suomen ympäristökeskus.
- /2/ Ohjelmat ja strategiat-vesiensuojelu Ympäristöministeriön verkkosivu viitattu: 01.05.2019. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/%20Pinta_ ja_pohjavedet/Ohjelmat_ ja_strategiat/Ohjelmat_ ja_strategiat__vesiensuojelu\(3527\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/%20Pinta_ ja_pohjavedet/Ohjelmat_ ja_strategiat/Ohjelmat_ ja_strategiat__vesiensuojelu(3527))
- /3/ Lyytimäki, J., Hakala, H. 2008. Ympäristön tila ja suojeleminen Suomessa. Gaudeamus 2011.
- /4/ Ulvi, T., Laakso, E. 2005. Järvien kunnostus. Helsinki. EDITA, Suomen ympäristökeskus.
- /5/ Maatalouden vesiensuojelu. verkkosivu viitattu: 20.04.2019. <https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Maatalous>
- /6/ Metsätalouden vesistökuormitus ja vesiensuojelusuosituksien verkkosivu viitattu: 23.04.2019 <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/taso-metsatalouden-vesiensuojelu-ekp.pdf>
- /7/ Haja-asutuksen jätevedet opas 2017. verkkosivu viitattu: 10.04.2019. <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B1E51E7FB-382D-45B0-B4CD-5BC59BFF3F39%7D/128154>
- /8/ Turvetuotannon, ja vesistökuormituksen muodostuminen ja sen hallintamahdollisuuksia 2015. verkkosivu viitattu: 11.04.2019. https://www.researchgate.net/profile/Riku_Eskelinen/publication/291349966_
- /9/ Turkistarhauksen Ympäristösuojaohje 2018. verkkosivu viitattu: 15.04.2019. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161033/YO_2_2018_Turkistarhauksen%20ymparistonsuojaohje.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- /10/ Nuotio, E. 2008. Eteläpohjanmaan vedet nyt ja tulevaisuudessa LSUra 1/2008
- /11/ Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. 2012. Hyvän metsänhoidon suositukset - Vesiensuojelu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.
- /12/ Vesistöjen kuormitus ja luonnonhuhautus. 2013. Suomen ympäristökeskuksen verkkosivu viitattu: 20.04.2019 https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ ja_tilastot/Vesistojen_kuormitus_ ja_luonnon_huhautus
- /13/ Haja-asutuksen jätevedet ympäristöopas 2017. verkkosivu viitattu: 24.04.2019. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80090/YO_2017_Haja_asutuksen_jatevedet_Final.pdf

- /14/ Vesikasvien poisto ja niitto. 2013. Suomen ympäristökeskuksen verkkosivu viitattu:01.04.2019
https://www.ymparisto.fi/fiFI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Rantojen_kunnostus/Vesikasvien_poisto
- /15/Järven ravintoketjukunnostus. 2013. Suomen ympäristökeskuksen verkkosivu viitattu: 02.04.2019.
https://www.ymparisto.fi/fiFI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ravintoketjukunnostus.
- /16/ Ravinteita saostavat kemialliset käsittelyt. 2013. Suomen ympäristökeskuksen verkkosivu viitattu: 01.04.2019.
https://www.ymparisto.fi/fiFI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ravinteita_saostavat_kemialliset_kasittelyt.
- /17/ Järvien kunnostusmenetelmät osa II Vesi Eko/alusveden poistaminen verkkosivu viitattu: 25.04.2019. <http://vesieko.fi/download.php?id=31>
- /18/Järven vedenpinnan nostaminen Suomen ympäristökeskuksen verkkosivu viitattu:01.04.2019.
https://www.ymparisto.fi/fiFI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/vedenpinnan_nostaminen
- /19/ Työtjärven kunnostussuunnitelma verkkosivu viitattu: 23.04.2019.
<https://www.puhdasvesijarvi.fi/easydata/customers/puhdasvesijarvi/files/melli/dokumentit/tyatjarvi020115.pdf>