



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Uusimaa

Espoon Bodominjärven kunnostussuunnitelma

26/2010

Uudenmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskuksen julkaisuja

UUDENMAAN ELINKEINO-, LIIKENNE- JA YMPÄRISTÖKESKUKSEN
JULKAISUJA 26 | 2010

Espoon Bodominjärven kunnostus- suunnitelma

Anne-Marie Hagman

Helsinki 2010

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



UUDENMAAN ELINKEINO-, LIIKENNE- JA YMPÄRISTÖKESKUKSEN JULKAISUJA 26 | 2010
Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Kannen taitto: Anne-Marie Hagman

Julkaisu on saatavana myös Internetistä:
<http://www.ely-keskus.fi/uusimaa/julkaisut>

ISBN 978-952-257-179-3 (PDF)
ISSN 1798-8071 (verkköj.)

SISÄLLYS

SISÄLLYS	3
1 Johdanto.....	5
2 Aineisto ja menetelmät.....	6
2.1 Veden laatua kuvaavat tekijät	6
2.2 Kasvillisuus.....	6
2.3 Kalasto.....	6
2.4 Pohjaeläimet.....	6
2.5 Sedimentti.....	7
2.6 Kuormituksen laskeminen Bodominjärvelle	7
2.6.1 VEPS-järjestelmä	7
2.6.2 SYKEN vesistömalli.....	9
2.7 Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi	10
2.8 Sisäisen kuormituksen arviointi.....	11
3 Bodominjärven perustila.....	13
3.1 Veden laatu.....	13
3.2 Kalasto.....	18
3.3 Kasvillisuus.....	19
3.4 Pohjaeläimet.....	20
3.5 Sedimentti.....	21
3.6 Matalajärvi – Bodominjärvi – Glomsjoki.....	23
3.7 Säätö.....	23
3.8 Kaavoitus	23
3.8.1 Högnäs.....	23
3.8.2 Bodomin kartano.....	24
3.8.3 Gobbacka	24
3.8.4 Viiskorpi	25
3.8.5 Koskelo III.....	25
3.8.6 Kullonmäki II	26
3.8.7 Kulloonsilta ja Kullonmäki muutos.....	26
4 Kuormitusselvitys	27
4.1 Ulkoinen kuormitus	27
4.1.1 Ulkoinen kuormitus VEPS:n mukaan arvioituna	27
4.1.2 Ulkoinen kuormitus SYKEN vesistömallilla arvioituna.....	29
4.1.3 Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi Vollenweiderin mallilla	
30	
4.2 Sisäinen kuormitus.....	30
5 Tavoitteet	32
6 Bodominjärveen soveltuvat kunnostusmenetelmät	33
6.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen.....	33
6.1.1 Maatalouden ulkoinen ravinnekuormitus	33
6.1.2 Kotieläinten aiheuttama kuormitus.....	36

6.1.3	Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus	36
6.1.4	Puhdistamoiden tuottama kuormitus Bodominjärveen.....	37
6.1.5	Hulevesien aiheuttama kuormitus	38
6.1.6	Golfkenttien aiheuttama kuormitus	38
6.2	Vesikasvien poisto.....	38
6.3	Kalaston hoito	40
6.3.1	Tehokalastus.....	40
6.3.2	Petokalaistutukset.....	41
6.3.3	Valtaojien ja purojen kunnostus.....	42
6.3.4	Kalastuksen järjestäminen ja säätely.....	42
6.3.5	Kalojen kulku	42
6.3.6	Kalaston rakenteen seuranta	43
6.4	Happipitoisuuden lisääminen.....	43
6.4.1	Yleistä hapettamisesta	43
6.4.2	Hapettaminen yhtenä Bodominjärven kunnostusmenetelmänä	44
7	Huonosti soveltuvat tai soveltumattomat menetelmät	48
7.1	Vedenpinnan nosto.....	48
7.2	Fosforin kemiallinen saostaminen.....	48
7.2.1	Rauta- tai alumiiniyhdisteet.....	48
7.2.2	Happikalkki eli kalsiumperoksidi	48
7.2.3	Phoslock.....	49
7.3	Sedimentin poistaminen.....	50
8	Kunnostustoimenpiteiden toteuttaminen.....	51
8.1	Toteuttavat tahot	51
8.2	Riskit	51
8.3	Resurssit.....	52
9	Seuranta.....	53
10	Yhteenveto.....	54
	Lähteet	55
	Liitteet.....	58

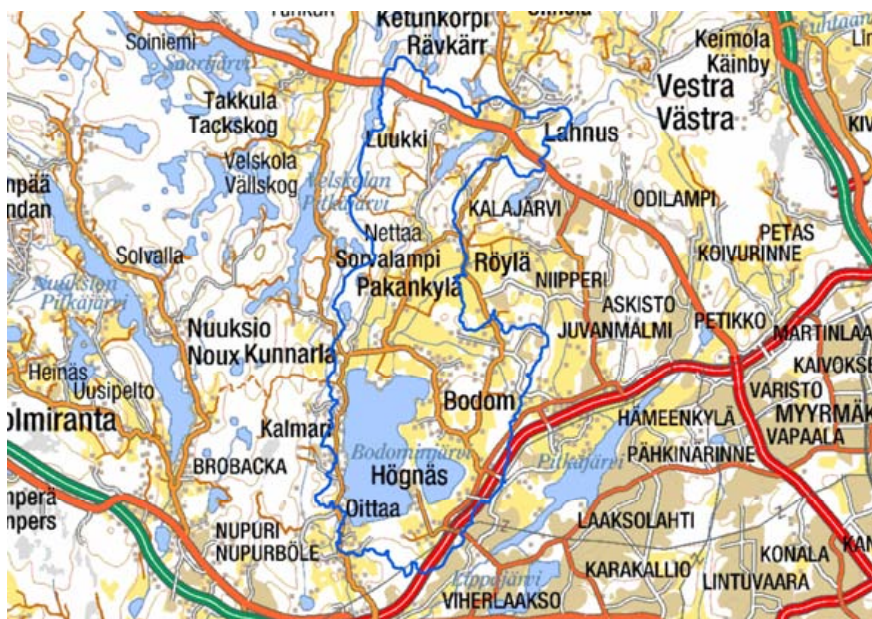
1 Johdanto

Espoon kuntakohtainen järvikunnostusohjelma aloitettiin 21 järven perustilan selvityksellä vuonna 2008. Työ julkaistiin Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja -sarjassa sähköisenä julkaisuna nimellä Selvitys Espoon järvien tilasta (Oinonen 2008). Vuonna 2009 jatkettiin kuntakohtaista järvikunnostusohjelmaa arvioimalla valittujen 21 järven kunnostustarvetta. Espoon kaupungin ja Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen ympäristö ja luonnonvarat -vastuualueen yhteistyötä jatkettiin vuonna 2010 laatimalla kunnostustarveraportissa suositeltu kunnostussuunnitelma Bodominjärvelle.

Bodominjärvi on ollut Espoon vedenhankintavesistö. Bodomin vedenkäsittelylaitos otettiin käyttöön keväällä 1961. Vesioikeudellinen lupa järven säännöstelemiseksi saatiin vuonna 1966. Vedenotto laillistui ja säännöstelypadot ja muut rakenteet toteutettiin keväällä ja kesällä 1966. Bodomin vesilaitoksen käyttö päättyi 13. maaliskuuta 1998. (Juuti ja Rajala 2007.)

Bodominjärvellä on tehty kunnostustoimenpiteitä. Vuonna 1966 järvessä oli suuri leväkukinta. Jotta vettä voitiin käyttää vedenhankinnassa, käsiteltiin koko järvi kuparisulfaatilla. Kemikaalikäsittely tehtiin useina vuosina. Järven luusuaan on asennettu lappoputki vuonna 1980. Lappoputken avulla on johdettu vähähapista alusvettä pois järvestä. Bodominjärveä on myös hapetettu. Ensimmäiset hapetuskokeilut tehtiin 1970-luvulla, mutta vasta 1980-luvulla hapetus pystyttiin aloittamaan tarpeeksi tehokkaana. (Juuti ja Rajala 2007.) Hapetus lopetettiin, kun vedenpuhdistuslaitos suljettiin vuonna 1998 (Löksy 2011).

Ohjausryhmässä ovat olleet Tuula Hämäläinen-Tyynilä, Kari Kavasto, Ilppo Kajaste ja Tia Lähtenmäki (Espoon kaupungin ympäristökeskus). Työtä ovat lisäksi kommentoineet Jarmo Vääriskoski, Sirpa Penttilä ja Petri Savola (Uudenmaan ELY-keskus) sekä Ilppo Kajaste (Espoon kaupungin ympäristökeskus). Lisäksi Pro Bodominjärvi ry ja Bodom-järven kalastusyhdistys ovat kommentoineet suunnitelmaa. Suunnitelmaan on sisällytetty Kimmo Heikkilän vuonna 2008 tekemät sedimenttitutkimukset.



Kuva 1. Espoon Bodominjärven sijainti ja valuma-alue. Mittakaava 1 : 60 000. Luvat Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/10, Affecto Finland Oy, Karttakeskus, Lupa L4659.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Veden laatua kuvaavat tekijät

Vesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus kuvaa vesien keskimääräistä veden laatua sekä soveltuvuutta vedenhankintaan, kalavesiksi ja virkistyskäyttöön. Luokkia on viisi: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Bodominjärven vedenlaatumatkat haettiin ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmästä (Hertta 2010a).

Bodominjärven valuma-alue oli määritetty jo aikaisemmin (Kamppi 1990). Martti Kauhanen (Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus) teki varsinaisen digitoinnin ja tarkisti rajauksen paikalliselta henkilöltä saadun palautteen perusteella.

2.2 Kasvillisuus

Bodominjärven kasvillisuutta oli tarkasteltu vuonna 2008 (Oinonen 2008). Anne-Marie Hagman kävi muutamalla rannalla katsomassa järven kasvillisuutta syksyllä 2010. Varsinaista kasvillisuuskartoitusta ei ole tehty.

2.3 Kalasto

Petri Savola

Ennen varsinaista koekalastusta järvi jaettiin kolmeen syvyysvyöhykkeeseen, jotka olivat 0 – 3, 3 – 6 ja yli 6 metrin syvyiset alueet. Jokainen syvyysvyöhyke jaettiin lisäksi kahden hehtaarin pyyntiruutuuihin. Näistä ruuduista arvottiin varsinaiset pyyntiruudut. Tavoitteena oli, että 5 % syvyysvyöhykkeen ruuduista kalastettaisiin.

Varsinainen koekalastus tehtiin kurenuotalla. Kurenuotta on saartopyydys, joka lasketaan järveen ympyrän muotoon. Kurenuottauksessa pohjaa pitkin kulkevan alapaulan renkaiden läpi kulkevaa kurenarua vetämällä saadaan nuotan pohja kiristettyä umpeen, jolloin nuotan sisäpuolella olleet kalat jäävät saaliiksi. Kurenuotan vetämiseen käytetään erityisesti tähän tarkoitukseen rakennettua perämoottorilla kulkevaa nuottalauttaa. Lautalla on kurenuotan lisäksi sähkömoottorista voimansa saava kureköyden vetorumpu ja saaliin käsittelyyn tarkoitettu lajitte-lupöytä. Tulokset kalansaaliista tallennettiin suoraan tietokoneen saalistietolomakkeille. Käytössä ollut kurenuotta oli 8,5 metriä korkea. Nuotan pituus on 160 metriä. Nuotan kalastama alue on 0,2 hehtaaria. Nuotan peräosan pituus on noin 30 metriä ja solmuväli 6 millimetriä. Nuotan alkupään liinojen solmuvälit ovat 8 ja 10 millimetriä.

2.4 Pohjaeläimet

Bodominjärven pohjaeläintiedot haettiin ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmän pohjaeläinosiosta.

2.5 Sedimentti

Kimmo Heikkilä

Sedimenttinäytteenotto suoritettiin kesällä 2008. Näytepiste valittiin saatavissa olleiden syvyyskarttatietojen perusteella järven syvännekohdasta. Limnosedimenttinäytteenotinta käytettiin pintanäytteenotossa. Venäläistä suokairaa käytettiin syvempien näytteiden saamiseen. Saadut näytteet jaettiin paikanpäällä 2 cm:n paksuisiin osanäytteisiin 20 senttimetrin välein. Näytteet pakattiin Minigrip-pusseihin, joista poistettiin ilma mahdollisimman tarkasti ja varastoititiin Turun yliopiston geologian laitoksen kylmätiloihin.

Näytteiden vesipitoisuus ja orgaanisen aineen määrää kuvaava hehikutushäviö määritettiin Håkansonin ja Janssonin (1983) mukaan. Tuoreet, punnitut näytteet kuivattiin yön yli kuivatuskaapissa ja punnittiin. Orgaanisen aineksen osuuden määrittämiseksi näytteitä hehikutettiin 550°:ssa kahden tunnin ajan, jäähdytettiin eksikaattorissa ja punnittiin.

Sedimentin kokonaisfosforipitoisuuden määrittämiseen käytettiin Bengtssonin ja Enellin (1986) menetelmää, jossa väkevällä suola- ja typpihapolla uutetaan fosfori sedimentistä liuokseen. Fosforin osoittamiseen käytettiin Murphyn ja Rileyn (1962) molybdeeninsinimenetelmää. Fosfori aiheuttaa liuokseen sinisen sävyn, jonka intensiteetti on suoraan verrannollinen fosforin pitoisuuteen. Pitoisuudet määritettiin Hach Odyssey 2500 -spektrofotometrillä. Tämän jälkeen laskettiin laimennussuhteet huomioiden fosforin määrä milligrammoina 1 grammassa kuivaa sedimenttiä.

2.6 Kuormituksen laskeminen Bodominjärvelle

2.6.1 VEPS-järjestelmä

Ympäristöhallinnon VEPS-tietojärjestelmä antaa tiedot kolmannen jakovaiheen vesistöalueen tarkkuudella (liite 3). Bodominjärven osalta tietoja tarkennettiin erikseen. Bodominjärvelle haettiin kuormituksen laskemista varten VEPSistä ominaiskuormitusluvut sekä fosforille että typelle (taulukko 1).

Taulukko 1. Bodominjärven kuormituksen arvioinnissa käytetyt ominaiskuormitusluvut (kg/km²/kg/as) fosforin ja typen osalta. Maatalouden, luonnonhuuhtouman, haja- ja loma-asutuksen, piste-kuormituksen ja turvetuotannon keskiarvo on vuosilta 2000 – 2007, metsätalouden, laskeuman ja hulevesien keskiarvo vuosilta 2000 – 2002.

	Fosfori	Typpi
Peltoviljely	204	1333,12
Metsätalous	0,815	13,27
Laskeuma	8,05	580,03
Luonnonhuuhtouma	6,45	189,2
Hulevesi	1,61	116
Haja- ja loma-asutus	0,38	2,55
Pistekuormitus	kyllä	kyllä
Turvetuotanto	ei	ei

Bodominjärveen kohdistuvan kuormituksen arvioinnissa käytettiin VEPS-tietojärjestelmästä saatuja tietoja ja karttatarkastelua. Viljeltyjen peltojen pinta-alat saatiin Espoon kaupungin maaseututoimelta. Perustettujen suojavyöhykkeiden vaikutusta ulkoiseen kuormitukseen huomioitiin kuormituslaskennassa. Tällöin arvioitiin erikseen niiden peltojen kuormitus, joille oli perustettu suojavyöhykkeitä. Laskennassa ajateltiin kuormituksen vähentyvän 30 % näiltä alueilta. Suojavyöhykkeet ja niiden vaikutusenaisten peltojen pinta-alat määritettiin Arc Gis – karttaohjelmalla.

Haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen arvioinnissa käytettiin Arc Gis-ohjelmasta saatavia tietoja loma- ja haja-asuntojen määristä. Ranta-alueella oletettiin olevan 70 % umpikaivoja, muulla valuma-alueella 50 %. Näin saadut haja- ja loma-asutuksen kuormitusta kuvaavat luvut kerrottiin VEPSistä saadulla ominaiskuormitusluvulla ja laskettiin yhteen.

Metsätalouden kuormitus arvioitiin karttatarkastelun avulla. Metsämaan osuus valuma-alueesta kerrottiin valuma-aluekohtaisella VEPS-tietojärjestelmästä saadulla ominaiskuormitusluvulla.

Luonnonhuuhtomalle ja laskeumalle haettiin VEPSistä ominaiskuormituslukuarvot. Bodominjärven valuma-alue on VEPSin vastaavaa pienempi, joten kuormitus suhteutettiin järveen valuma-alueelle. Bodominjärven valuma-alueesta vähennettiin järven ala luonnonhuuhtomaa laskettaessa. Laskeuma katsottiin kohdistuvan vain vesialueelle.

Karjatalouden aiheuttaman kuormituksen arvioimiseksi käytettiin Espoon kaupungin maaseututoimelta saatuja tietoja eläinyksiköiden määristä. Karjatalouden fosforikuormitusta arvioitiin laskemalla eläinyksikköä kohden niiden lannassaan tuottama fosforimäärä (taulukko 2). Bodominjärven valuma-alueella on lampaita ja hevosia. Näiden kohdalla oletettiin, että laitumelle jää 20 % lannasta. Tällöin laskenta kohdistetaan loppuun 80 %:iin. Tästä on arvioitu huuhtoutuvan n. 6 %. Tyypestä ei ollut samanlaista taulukkoa käytettävissä. Toinen arvio antaa karjatalouden kuormitukseksi 12 kg fosforia ja 80 kg tyypeä eläinyksikköä kohden vuodessa. Tästä saadaan näiden väliseksi kertoimeksi 6,67. Saadut fosforikuormitukset kerrottiin siis tällä luvulla.

Taulukko 2. Kotieläinten vuosittain lannassaan tuottama fosforimäärä (Ympäristöministeriö 2009).

Eläin	Tuotto (kg P / a)
Lypsylehmä	17
Emolehmä, sonni > 2 v	8,5
Vasikka < 6 kk	1,5
Lehmävasikka 6 -12 kk	3,5
Sonnivasikka 6 -12 kk	4,5
Hieho 12 -24 kk	5
Sonni 12 -24 kk	6
Hevonen 2 v -	12
Poni 2 v-, hevonen 1 v	7
Pienponi 2 v-, poni, hevonen <1 v	5
Pienponi 1 v, poni <1 v	3
Pienponi <1 v	2
Uuhi karitsoineen; kuttu kileineen	2,5
Emakko porsaineen	8,5
Lihasika, siitossika, karju, joutilas emakko	2,5
Vieroitettu porsas	1,0
Kana, broileremo, emokalkkuna, emoankka, emohanhi, emosorsa, emofasaani	0,2
Kukko, lihakalkkuna, lihahanhi, liha-ankka, lihasorsa, lihafasaani	0,1
Broileri, kananuorikko	0,05

2.6.2 SYKEN vesistömalli

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty vesistömallijärjestelmä, jolla on mahdollista arvioida yksittäiseen järveen kohdistuvaa kuormitusta. Kyseinen malli ottaa huomioon sääolot. Nämä vaikuttavat järviin kohdistuvaan kuormitukseen merkittävästi. Mallissa on takana meteorologista ja hydrologista dataa (Vehviläinen & Huttunen 2001). Vesistömallikoulutuksessa (Huttunen ym. 2008) kerrottiin mallista seuraavaa:

"Vesistömallijärjestelmään liitetty vedenlaatuosio laskee kokonaisfosforin, kokonaistyppien ja kiintoaineksen kuormitusta vesistöihin maa-alueilta ja aineiden kulkeutumista vesistöissä. Jokaiselle järvelle on jaettu oma valuma-alue, joka on jaettu edelleen peltoalueeseen, vesialueeseen ja muuhun maa-alueeseen.

Mallissa on määritelty järvien hierarkia, eli mistä mihin järveen vedet menevät. Malli sisältää lähes kaikki yli 1 ha järvet, yhteensä hiukan yli 58 000 järveä. Mallissa lasketaan ensin maa-alueelta päivittäin syntyvä kuormitus. Kuormitus lasketaan erikseen peltoalueelle ja muulle maa-alueelle. Muodostuvan valunnan pitoisuus riippuu valunnan määrästä (mm/vrk) ja vuodenajasta. Valunta on jaettu luokkiin alle 1 mm/vrk, 1 – 3 mm/vrk, 3 – 6 mm/vrk, 6 – 10 mm/vrk ja yli 10 mm/vrk. Vuosi on jaettu kausiin: lumipeitteinen aika, lumipeitteetön aika enne kasvukauden alkua, kasvukausi, lumipeitteetön aika kasvukauden jälkeen. Mallissa on kalibroidut parametrit, jotka määräävät valunnan pitoisuuden jokaisella valuntaluokalla ja vuodenajalle. Nämä parametrit kalibroidaan vesistön vedenlaatuhavaintojen perusteella.

Kun maa-alueelta muodostuva kuormitus on laskettu, lasketaan vesistöalueen järvet yläjuoksulta alkaen, niin että lasketaan jokaiseen järveen tuleva kuormitus, pitoisuus järvessä, sedimentaatio, sisäinen kuormitus ja lopulta lähtevä kuormitus. Kokonaistypen laskennassa lasketaan lisäksi denitrifikaatio vesipinnasta ja kiintoaineen laskennassa sedimentaatio ja eroosio jokiuomassa.

Vedenlaatulaskennan kalibroinnissa mallin laskemia pitoisuuksia verrataan havaittuihin kaikissa vedenlaatuhavaintopisteissä. Siten malli simuloi pitoisuuksia kaikissa havaintopisteissä."

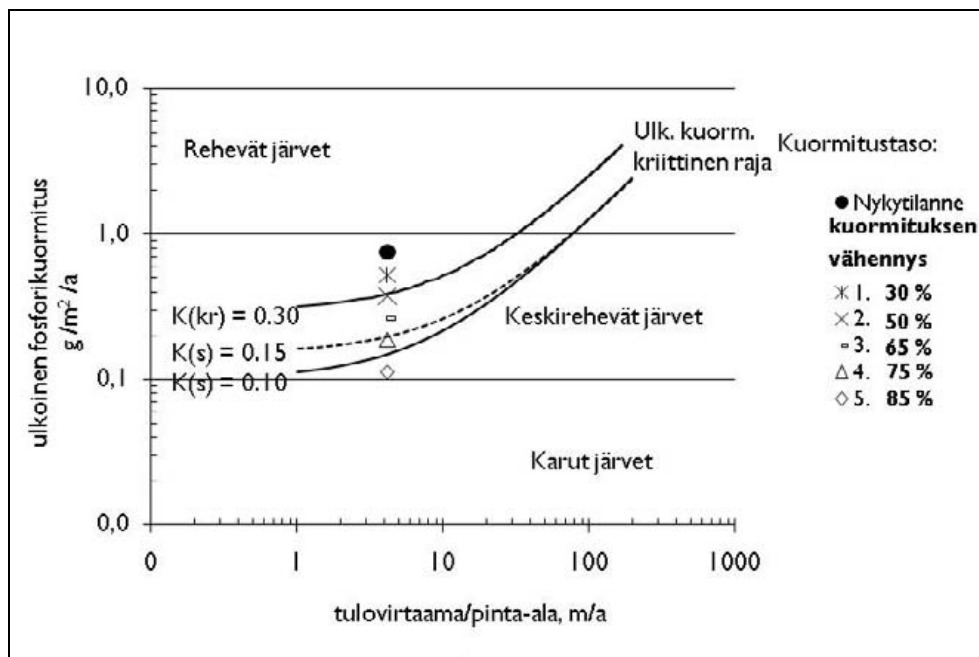
2.7 Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi

Edellä mainittujen mallien avulla voidaan laskea Bodominjärveen kohdistuva fosforin kokonaiskuormitus. Kuormituksen merkitystä Bodominjärven sietokykyyn arvioitiin Vollenweiderin (1976) mallin avulla. Laskennassa käytettiin Vesi-Ekon Erkki Saarijärveltä saatua Excel-tiedostoa.

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

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

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



Kuva 2. Vollenweiderin mallin mukainen ulkoisen fosforikuormituksen arviointi. Sallittu kuormitus voidaan ajatella sijaitsevan kohdassa $K_s=0,15$. Numeroilla 1 – 5 arvioidaan erisuuruisten vähennysten vaikutusta järven sietokykyyn.

2.8 Sisäisen kuormituksen arviointi

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

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

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

C = keskimääräinen fosforipitoisuus, mg / m^3

R = pidätkerros = 0,370

I = tuleva kuormitus, mg / s ja

Q = virtaama, m^3 / s

Vertaamalla laskettua kokonaisfosforipitoisuutta mitattuun pitoisuuteen, voidaan arvioida sisäisen kuormituksen suuruutta. Jos havaittu fosforipitoisuus on selvästi laskettua pitoisuutta suurempi, on oletettavaa, että järvi kärsii sisäisestä kuormi-

tuksesta. Jos taas havaittu pitoisuus on laskettua pienempi, järveen tuleva aines sedimentoituu helpommin.

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

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

y on klorofyllipitoisuus ja
x on kokonaisfosforipitoisuus.

Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde kertoo kalaston vaikutuksesta kasviplanktonin muodostumiseen. Vertaamalla ennustettua klorofyllipitoisuutta havaittuun pitoisuuteen, voidaan arvioida muodostuuko järvessä leväkukintoja helposti. Jos havaittu pitoisuus on selvästi ennustettua korkeampi, myös klorofyllin ja fosforin suhde on suuri. Molemmat seikat puoltavat tällöin kalaston suurta vaikutusta leväkukintojen muodostumiseen. Tämä perustuu siihen ajatukseen, että levää syntyy enemmän kuin tietyllä pitoisuudella yleensä voidaan olettaa. Syy tähän voi useimmissa tapauksissa löytyä kalastosta. Kalat voivat syödä isot vesikirput hyvin vähiin, jolloin ne eivät enää pysty laiduntamaan leviä. Tällaisessa tapauksessa kunnostustoimenpiteeksi voidaan suositella mm. ravintoketjukurinnoitusta olettaen, että koekalastustulokset osoittavat kalaston rakenteen olevan vinoutunut.

3 Bodominjärven perustila



Kuva 3. Oittaaan uimaranta syyskuussa 2010. Kuva: Anne-Marie Hagman

Bodominjärven perustila on selvitetty vuonna 2008 (Oinonen 2008). Bodominjärvi on pinta-alaltaan 412 ha ja kuuluu Espoonjoen vesistöalueeseen. Järven valuma-alueen pinta-ala on 3 166 ha eli 31,66 km² (taulukko 3). Bodominjärvi sijaitsee Keski-Espoossa. Valuma-alueella on noin 15 % peltoja. Bodominjärven valuma-alueella sijaitsee Matalajärvi, joka purkaa vetensä Bodominjärveen. Matalajärvi kuuluu Natura 2000 -verkostoon.

Taulukko 3. Bodominjärven hydrologisia suureita.

järven pinta-ala	412,309 ha
valuma-alueen pinta-ala	3 166 ha
keskisyvyys	4,28
suurin syvyys	12,73
tilavuus	17 767 * 10 ³ m ³
viipymä	681 vrk eli 22,4 kk
keskivirtaama	0,30 m ³ /s
rantaviiva	12,45 km
saaria	2 kpl
saaren rantaviiva	0,30 km

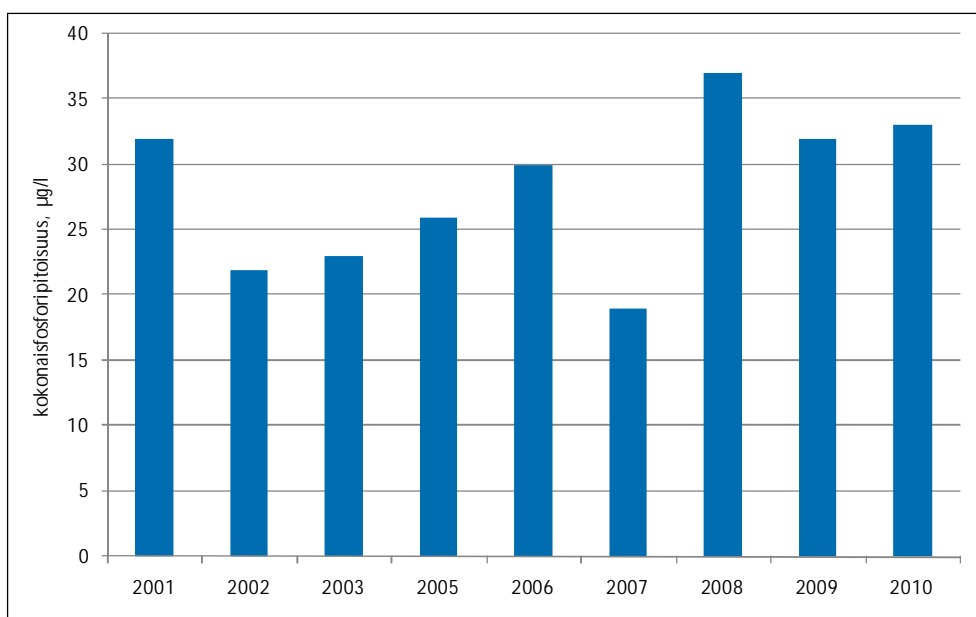
3.1 Veden laatu

Bodominjärvi kuuluu runsasravinteiset ja runsaskalkkiset järvet (RrRk) - runsasravinteiset -pintavesityyppeihin. Pintavesien yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukaisesti Bodominjärvi on luokiteltu tyydyttäväksi vuosina 1984 – 1986, 1989 – 1992,

1994 – 1997, 1998 – 2000 ja 2000 - 2003. Päätös ekologisen tilan luokittelusta perustuu ainoastaan vedenlaatutietoon. Bodominjärvi on tämän asiantuntija-arvion mukaan tilaltaan hyvä (Hertta 2010b). Ekologinen luokittelu ottaa huomion järven luontaisen pintavesityypin, mikä selittää eroa käyttökelpoisuusluokitukseen.

Bodominjärvestä löytyy suhteellisen paljon vedenlaatutietoja (Hertta 2010a). Espoon Vesi / Espoon kaupunki ovat seuranneet järven veden laatua. Näytteitä on otettu vuodesta 1966 lähtien vuoteen 2010 saakka. Kaikkina vuosina näytteitä ei ole kuitenkaan otettu tai kaikkia tuloksia ei välttämättä ole rekistereissä. Bodominjärven on ollut useita näytteenottopisteitä. Muutamasta löytyy pitkä aikasarja, osasta näytteenottopisteistä on otettu ainoastaan satunnaisesti näytteitä.

Näkösyvyys on vaihdellut kesäisin keskimäärin 0,8 – 1,3 metrin välillä. Bodominjärven kesänaikaisen kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo oli yhden metrin syvyydessä 33 µg/l vuonna 2010 (kuva 4). Järvi voidaan luokitella reheväksi, kun sen kokonaisfosforipitoisuus on yli 25 µg/l eli Bodominjärven voidaan todeta olevan selvästi rehevä.



Kuva 4. Bodominjärven kokonaisfosforipitoisuus yhden metrin syvyydessä 2000-luvulla.

Bodominjärven kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet pintaveden kokonaisfosforipitoisuuksia korkeampia pohjanläheisessä vedessä usein happipitoisuuden ollessa alhainen (taulukko 4).

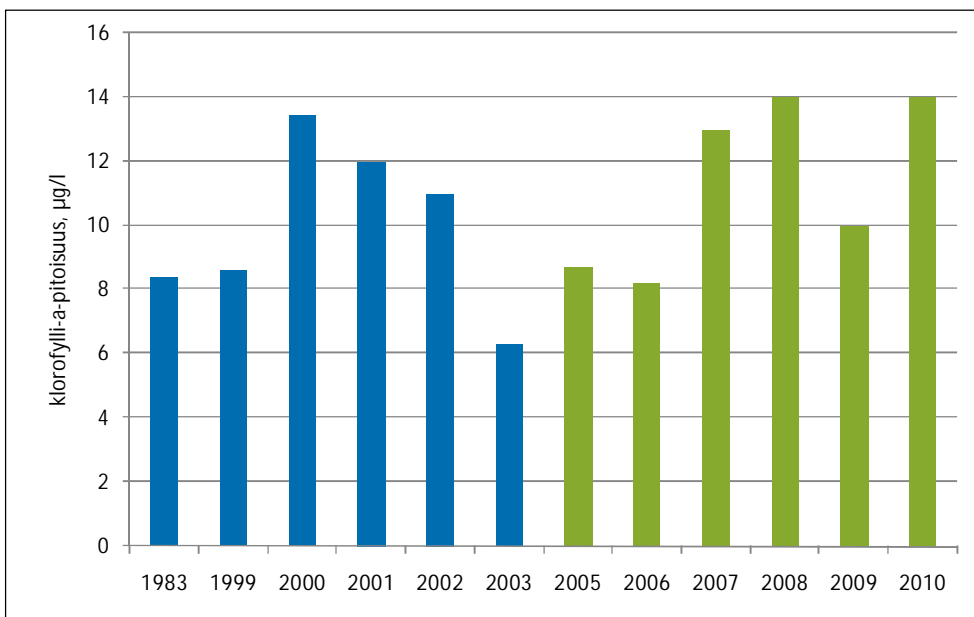
Taulukko 4. Bodominjärven happi- ja kokonaisfosforipitoisuudet ja veden lämpötila eri aikoina eri syvyyksissä.

Aika	Yläsyvyys, m	Happi, mg/l	Kokonaisfosfori, µg/l	Lämpötila, °C
12.8.1980	1	8,4	20	20,7
12.8.1980	9	1,2	74	15,3
12.8.1980	13	0,2	420	12,4
9.3.1982	1	11,1	40	0,5
9.3.1982	9	5,3	110	2,6
9.3.1982	12	1,2	300	3,9
17.3.2005	1	5,3	36	1,6
17.3.2005	11,5	3,2	97	4,4
1.8.2005	1	9	26	22,2
1.8.2005	13	0,3	94	17,1
6.4.2006	1	13,3	28	2,1
6.4.2006	11	4,8	28	4,6
31.7.2006	1	9,3	30	21
31.7.2006	11	9,2	37	18,9
26.4.2007	1	12	41	9
26.4.2007	11	11,6	36	8
19.7.2007	1	8,7	19	20,5
19.7.2007	9	8,8	18	20,3
6.5.2008	1	10,8	53	11
6.5.2008	11	10,7	55	11
20.8.2008	1	8,8	37	18
20.8.2008	12	8,2	47	18
4.3.2009	1	13,7	53	0,7
4.3.2009	9	8	61	2,8
29.7.2009	1	9,1	32	20,8
29.7.2009	9	2,2	54	16,8
9.3.2010	1	9,1	32	0,7
9.3.2010	9	4,6	46	3,1

Bodominjärven levämäärää kuvaava klorofylli-a-pitoisuus on ollut korkeimmillaan elokuussa 2010, ollen tällöin 18 µg/l. Samana vuonna heinäkuussa klorofylli-a-pitoisuus oli 9,3 µg/l. Vuoden 2010 kesänaikaiseksi keskiarvoksi tulee siis 14 µg/l (kuva 6). Klorofyllipitoisuus vaihtelee huomattavasti sääoloista ja vuodenajasta riippuen.



Kuva 5. Oittaaan uimarannan leväkukinta syyskuussa 2010. Kuva: Anne-Marie Hagman



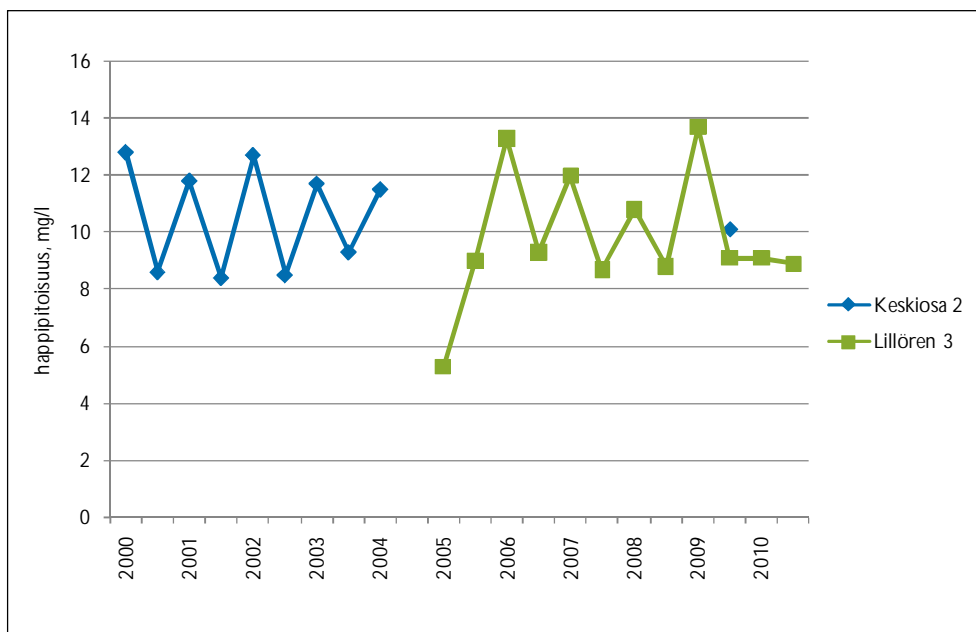
Kuva 6. Bodominjärven klorofylli-a-pitoisuus eri vuosina. Värit kuvaavat eri näytteenotto pisteitä. Siniset mittaukset on tehty Keskiosa 2-pisteestä ja vihreät mittaukset Lillören 3-pisteestä.

Bodominjärvessä ei ole esiintynyt leväkukintoja levähaittarekisterin mukaan (levähaittarekisteri 2010). Oittaaan uimarannalla on havaittu levää useina vuosina. Klorofylli-a-pitoisuuden ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde on ollut korkeimmillaan (0,68) vuonna 2007. Vuonna 2002 suhde oli 0,5. Nämä arvot kertovat kalaston vaikutuksesta veden laatuun. Kalastolla voidaan ajatella olevan veden laatua heikentävää vaikutusta, kun kyseinen suhde on yli 0,4. Lähempänä yhtä vaikutus on jo hyvin selkeä. Vuonna 2010 suhteen kesänaikainen keskiarvo on 0,42. Elokuun lopulla suhde oli $18/34 = 0,53$. Muina 2000-luvun vuosina suhde on ollut alle 0,4. Myös 2000-luvun arvoista laskettu keskiarvo (0,38) jää alle arvon 0,4 (taulukko 5). Tällä perusteella näyttäisi, että Bodominjärven kalastolla ei olisi suurta vaikutusta veden laatuun.

Taulukko 5. Bodominjärven klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuus ja niiden suhde 2000-luvulla.

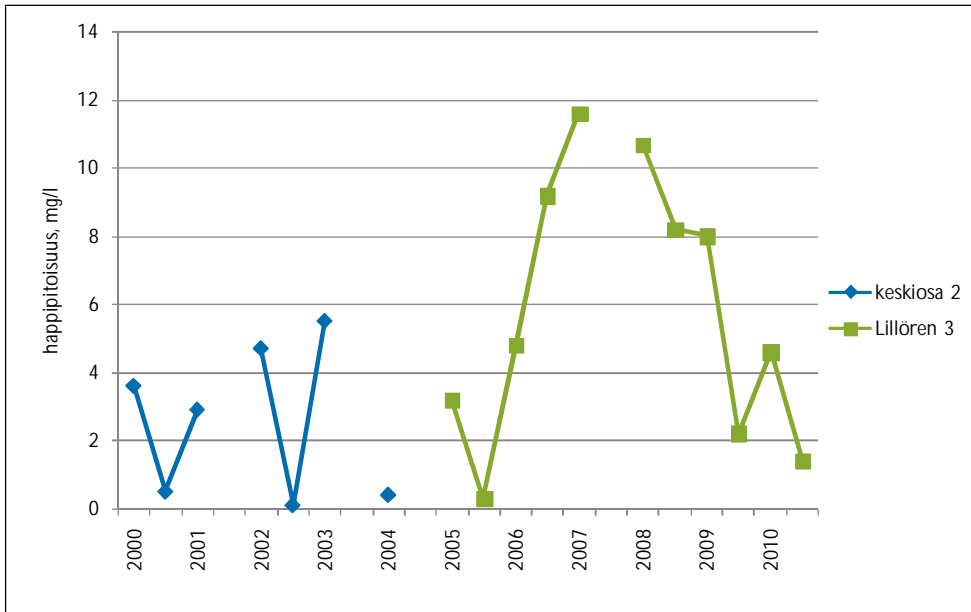
Vuosi	Klorofylli-a, µg/l	Kokonaisfosfori, µg/l	klorofylli-a / kokonaisfosfori -suhde
2000	13,4	47	0,29
2001	12	32	0,38
2002	11	22	0,50
2003	6,3	23	0,27
2005	8,7	26	0,33
2006	8,2	30	0,27
2007	13	19	0,68
2008	14	37	0,38
2009	10	32	0,31
2010 (keskiarvo heinä- ja elokuulta)	14	33	0,42
Keskiarvo			0,38

Bodominjärven happipitoisuus on pysynyt pääosin hyvänä yhden metrin syvyydessä (kuva 7).



Kuva 7. Bodominjärven happipitoisuus yhden metrin syvyydessä.

Bodominjärven vedessä on esiintynyt happikatoja pohjanläheisessä vedessä. Happikatoja on ollut sekä loppupalvisin että etenkin loppukesäisin 2000-luvulla (kuva 8).

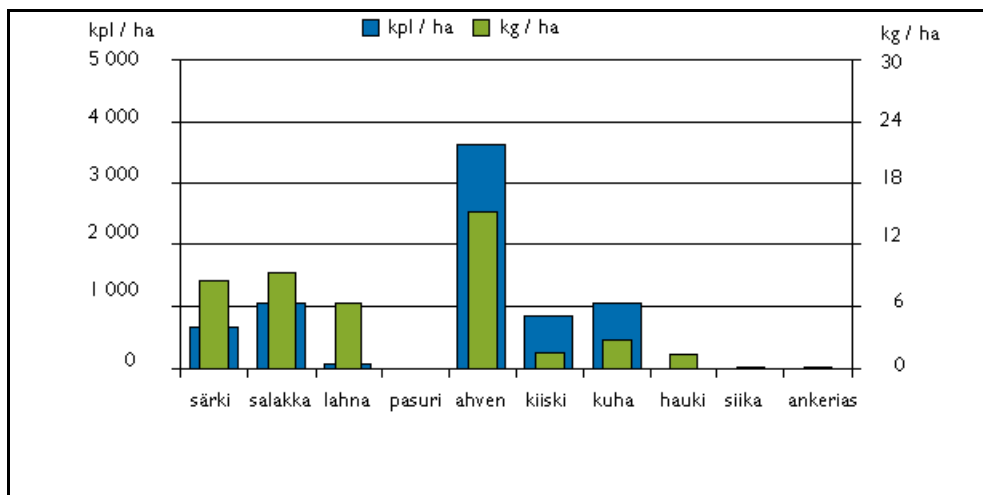


Kuva 8. Bodominjärven happipitoisuus pohjanläheisessä (9 – 11 m) vedessä.

3.2 Kalasto

Bodominjärvessä koekalastettiin elokuussa 2008 (kuva 9). Koekalastus tehtiin kurenuottamalla. Nuottauksen mukaan kalastoon kuuluvat särki, salakka, lahna, pasuri, ahven, kiiski, kuha, hauki, siika ja ankerias (Savola 2008).

Koenuottauksen perusteella kalaston todettiin olevan hieman särkikalavaltainen. Särkikalajien osuus oli 53 %. Matalilla alueilla vallassa oli salakka, välialueella (3 – 6 m) lahna ja särki sekä syvännealueella särki. Petokalojen ja saaliskalojen suhde oli 11. Suhteen perusteella voidaan todeta, etteivät petokalot pysty säätelemään kalakantaa. Lisäksi petokalot olivat hyvin pienikokoisia, mikä viittaisi liian suureen kalastuspaineeseen (Savola 2008).



Kuva 9. Bodominjärven kokonaissaaliin pinta-alaan suhteutetut yksikkösaaliit (Savola 2008).

Bodominjärven kalamääräksi on arvioitu 70 – 200 kg/ha nuottauksen perusteella.

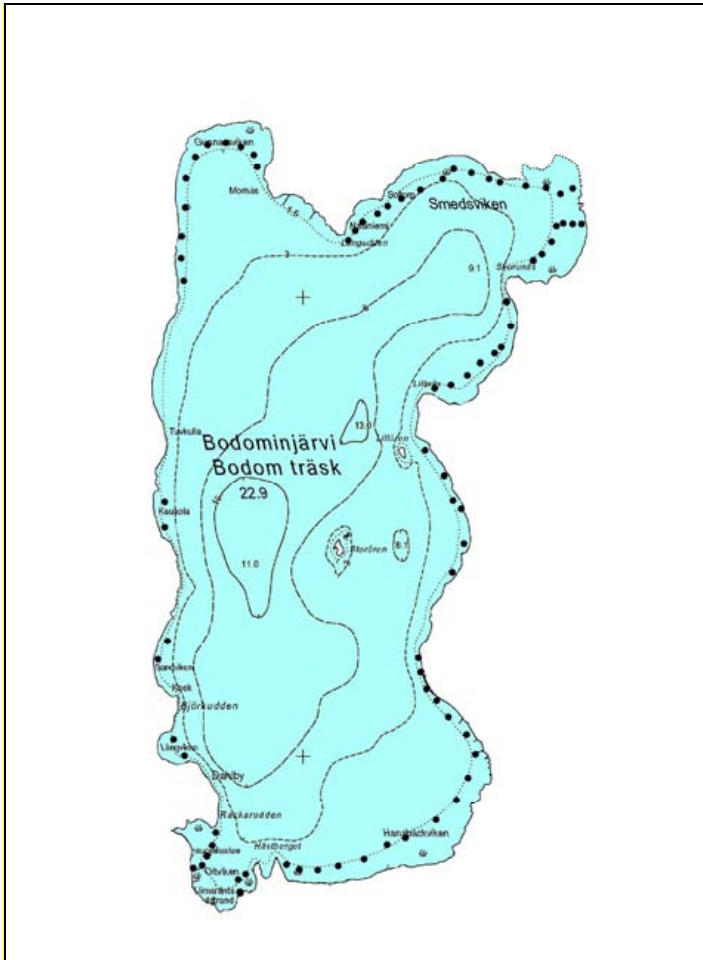
3.3 Kasvillisuus



Kuva 10. Bodominjärven vähäistä kasvillisuutta. Kuva: Anne-Marie Hagman

Bodominjärven kasvillisuus on aika vähäistä. Eniten esiintyy ilmaversoisista järvi-ruokoa (*Phragmites australis*), mutta myös saroja (*Carex* sp.) ja järvikortetta (*Equisetum fluviatile*) esiintyy (Oinonen 2008). Kelluslehtisiin kuuluvaa ulpukkaa (*Nuphar lutea*) esiintyy matalilla alueilla ilmaversoiskasvillisuuden edessä.

Bodominjärven kasvillisuusrajat piirrettiin syvyyskarttaan Espoon kaupungin Internet-sivuilla (Espoo.fi 2010) olleiden ilmakuvien perusteella (kuva 11).



Kuva 11. Bodominjärven kasvillisuusrajat ilmakuviin (Espoo.fi) perusteella.

3.4 Pohjaeläimet

Bodominjärvestä on otettu lokakuussa 2009 pohjaeläinnäytteitä (taulukko 6). Bodominjärvestä esiintyy harvasukamatoja (*Potamothrix* ja *Tubifex*), surviaissääsken toukkia (*Chironomidae*) sekä sulkasääsken toukkia (*Chaoboridae*). Kaikki lajit ilmentävät rehevyyttä ja pystyvät elämään hapettomissa tai vähähappisissa olosuhteissa.

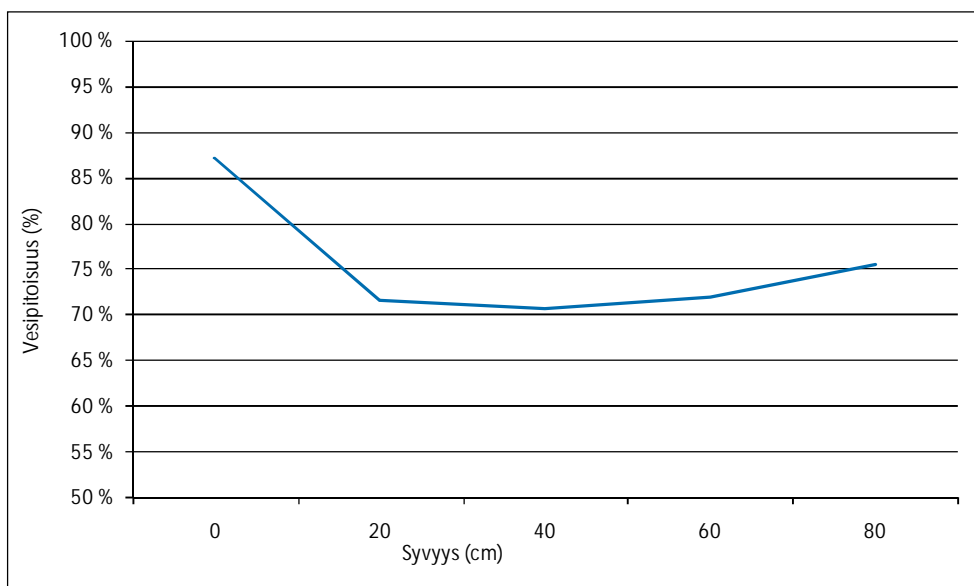
Taulukko 6. Bodominjärven pohjaeläinnäytteenoton tulokset vuodelta 2009.

Laji	kpl/m ²
<i>Potamothrix hammoniensis</i>	87
<i>Potamothrix / Tubifex</i>	456
<i>Chaoboridae</i>	830
<i>Chironomidae, Procladius</i>	1090
<i>Chironomidae, Chironomus plumosus-t</i>	1384

3.5 Sedimentti

Kimmo Heikkilä 2008

Bodominjärven sedimentin vesipitoisuudet ovat alhaiset (kuva 12). Pintanäytteessä vesipitoisuus on 87 % ja alemmissa näytteissä noin 70 %. Myös heikutushäviö on näytteissä alhainen (noin 10 – 12 %) ja korkeimmillaan syvimässä näytteessä 14 %. Silmämäärin tarkasteltuna sedimentti oli harmaata savista liejua, jossa voimakasta sulfidiraitaisuutta 15 - 25 cm syvyydellä.



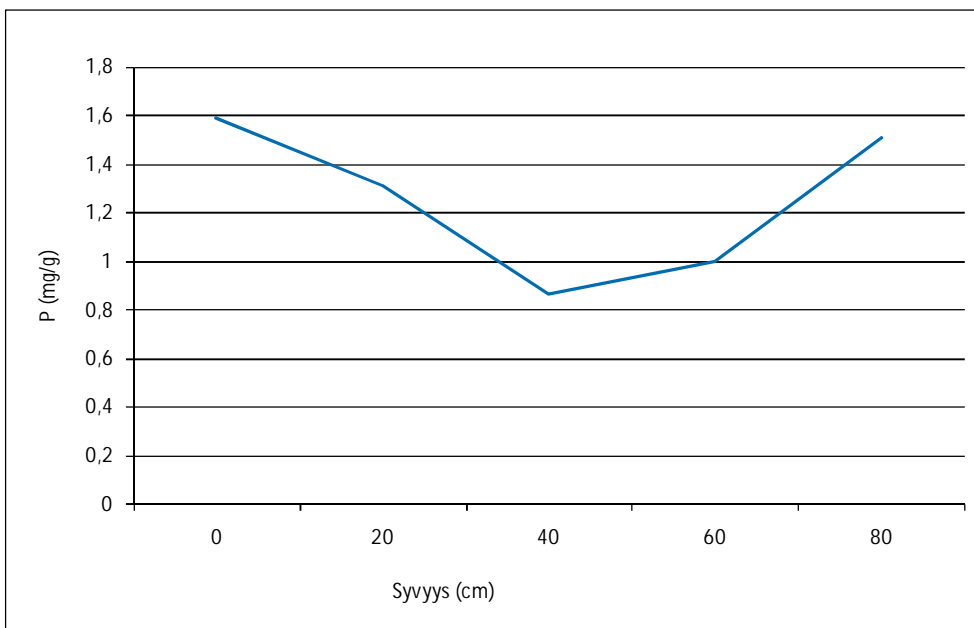
Kuva 12. Bodominjärven sedimentin vesipitoisuus eri syvyyksissä.

Silmämäärin tarkasteltuna sedimentti oli harmaata savista liejua, jossa voimakasta sulfidiraitaisuutta 15 - 25 cm syvyydellä (kuva 13).



Kuva 13. Bodominjärven näytteen viipalointia Limnos-noutimella. Kuvassa näkyy selvästi 20 cm syvyydellä olevaa tummaa sulfidien värjäämää savista liejua. Kuva: Kimmo Heikkilä

Sedimentin kokonaisfosforipitoisuudet ovat melko alhaiset, korkeimmillaankin vain 1,6 mg/g kuivapainona pintanäytteessä (kuva 14). Näytteen keskiosissa pitoisuudet ovat 1 mg/g kuivapainona molemmin puolin ja syvimässä näytteessä 1,5 mg/g kuivapainona. Pintaveden mitatut fosforipitoisuudet ovat Bodominjärvessä melko alhaisia, joten pohjasedimentin merkitys ravinteiden varastoinnin tai vapautumisen kannalta ei tällä perusteella ole suuri.



Kuva 14. Bodominjärven sedimentin kokonaisfosforipitoisuus eri syvyyksissä.

3.6 Matalajärvi – Bodominjärvi – Glomsjoki

Bodominjärven valuma-alueella oleva Matalajärvi laskee vetensä Bodominjärveen. Matalajärvi kuuluu Natura 2000-verkoston. Bodominjärvi laskee puolestaan Glomsinjokeen. Nämä vesistöt liittyvät selvästi toisiinsa ja muodostavat kokonaisuuden. Tässä työssä otetaan kuitenkin kantaa vain Bodominjärven kunnostukseen. Matalajärvelle on tehty kunnostussuunnitelma (Barkman 2008) ja sen kuormitusta on selvitetty (Seppälä 2007). Bodominjärvessä tehtävät kunnostustoimet eivät vaikuta Matalajärveen. Matalajärven kokonaisfosforipitoisuudet ovat keskimäärin Bodominjärven kokonaisfosforipitoisuuksia korkeampia. Jos vedet purkavat Bodominjärvestä Matalajärveen, ei siitä pitäisi aiheutua rehevöitymistä Matalajärvelle. Veden virtaussuunta vaihtelee järvien välillä hyvin usein (Nieminen 2011). Jäljempänä esitetyt Bodominjärvessä tehtävät kunnostustoimenpiteet voivat vaikuttaa Glomsinjokeen myös sen laatua parantavasti.

3.7 Säännöstely

Bodominjärven vedenkorkeutta säännöstellään. Säännöstely vaikuttaa myös Matalajärven vedenkorkeuteen. Uudenmaan ELY-keskus ja HSY Vesi ovat aloittaneet hankkeen koskien HSY Veden vesistöjen säännöstelyrajojen muuttamista. Hankkeessa ovat mukana myös Bodominjärvi ja Matalajärvi. Näiden lupamääräysten tarkistaminen on tarkoitus aloittaa diplomityönä vuoden 2011 alussa.

3.8 Kaavoitus

Bodominjärven valuma-alueelle on suunniteltu pientaloasutuksen tiivistämistä ja uusien pientaloalueiden rakentamista. Lisäksi täydennetään työpaikka-alueita ja rakennetaan teollisuus- ja varastotiloja. Kaikki kaavoitushankkeet selityksineen ja kuvineen on poimittu Espoon kaupungin Internet-sivuilta.

3.8.1 Högnäs

"Bodominjärven ja Matalajärven väliselle alueelle on tarkoitus tiivistää Högnäsin pientaloaluetta (kuva 15) (Espoon kaavoitushankkeet 2010). Tavoitteena on vanhan loma-asunto- ja omakotialueen kehittäminen ja mahdollisuuksien luominen täydennysrakentamiseen (Paciuksentiehen liittyvä alue)." Alueelle on tehty hulevesien hallintasuunnitelma.



Kuva 15. Högnäsin kaavoitusalue. Lähde: Espoon kaavoitushankkeet 2010.

3.8.2 Bodomin kartano

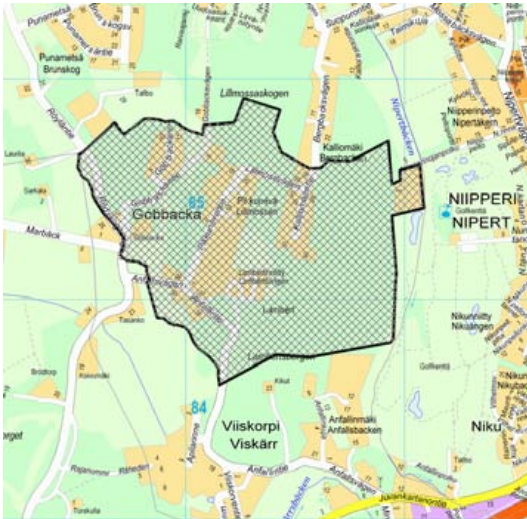
"Tavoitteena on sijoittaa Eskaksenmäelle väljää pientaloasutusta, joka ilmeeltään sovitetaan kulttuurimaisemaan (kuva 16). Bodomin kartanorakennus ja sitä ympäröivä golfkentän alue saatetaan pääosin nykytilanteen säilyttävän asemakaavan piiriin. Matalajärven rantojen suojelualueet tutkitaan (Espoon kaavoitushankkeet 2010)."



Kuva 16. Bodominkartanon uusi kaavoitusalue. Lähde: Espoon kaavoitushankkeet 2010.

3.8.3 Gobbacka

"Gobbackan kaavoitusalue on enimmäkseen Bodominjärven valuma-alueella. Asemakaavan tavoitteena on nykyisen pientaloasutuksen täydentäminen ja laajentaminen. Alue sijaitsee Perusmäen eteläpuolella, Gobbackantien ja Lambertintien varrella (kuva 17) (Espoon kaavoitushankkeet 2010)."



Kuva 17. Gobbackan suunnittelualue. Lähde: Espoon kaavoitushankkeet 2010.

3.8.4 Viiskorpi

"Alue sijaitsee Koskelon teollisuusalueen pohjoispuolella, lähellä Kehä III:n Koskelonsolmua (kuva 18). Tavoitteena on mahdollistaa asuinpientalorakentaminen sekä luoda uusi, laajempaa aluetta palveleva palvelukeskittymä (Espoon kaavoitushankkeet 2010)."



Kuva 18. Viiskorven uusi kaavoitusalue. Lähde: Espoon kaavoitushankkeet 2010.

3.8.5 Koskelo III

"Alue sijaitsee Kehä III:n varteen muodostuneen työpaikka-alueen etelä/länsireunalla, Röyläntien ja Koskelontien risteyksessä. Tavoitteena on työpaikka-alueen täydentäminen ja teollisuus- ja varastotilojen rakentamisen mahdollistaminen (Espoon kaavoitushankkeet 2010)."

3.8.6 Kulloonmäki II

"Asemakaava-alue on osallistumis- ja arviointisuunnitelman kuuluttamisen jälkeen jaettu kahteen osaan, joista pohjoisemman suunnittelua jatketaan nimellä Kulloonsilta (alue 712900). Kulloonmäki II sijaitsee Kulloonsillan eritasoliittymän kohdalla Kehä III:n ja Kulloonmäentien/ Vanhankartanontien välissä (kuva 19). Tavoitteena on liikerakentamisen (lähinnä tilaa vievän kaupan) sijoittaminen alueelle sekä nykyisen huoltoaseman toimintojen kehittäminen. Osaan aluetta tutkitaan myös asuinrakentamista. Kaavahankkeen toteuttaminen edellyttää maankäyttösopimusta (Espoon kaavoitushankkeet 2010)."



Kuva 19. Kulloonmäki II:n uusi kaavoitusalue. Lähde: Espoon kaavoitushankkeet 2010.

3.8.7 Kulloonsilta ja Kulloonmäki muutos

"Alue sijaitsee Kehä III:n ja Vanhankartanontien välissä Kulloonsillan eritasoliittymän kohdalla (kuva 20). Alueelle suunnitellaan kaupallisia palveluita, lähinnä paljon tilaa vaativaa erikoistavarakauppaa. Asemakaava mahdollistaa myös päivittäistavarakaupan ja pienimuotoisten kaupallisten lähipalveluiden sijoittumisen. Kokonaisrakennusoikeus on 29 000 km²:ä (Espoon kaavoitushankkeet 2010)."



Kuva 20. Kulloonsilta ja Kulloonmäki muutos; uusi kaavoitusalue. Lähde: Espoon kaavoitushankkeet 2010.

4 Kuormitus selvitys

Valuma-alueella on jonkin verran peltoja (noin 15 %). Samoin haja-asutus aiheuttaa kuormitusta Bodominjärveen. Valuma-alue sijaitsee kokonaan Espoon kaupungin puolella (kuva 21). Bodominjärveen tulee fosforikuormitusta pistekuormituksena Kaisankodin ja Pakankylän koulun puhdistamoilta. Lisäksi Bodominjärven valuma-alueella on golfkenttiä. Matalajärvi laskee Bodominjärveen. Matalajärven kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet Bodominjärven kokonaisfosforipitoisuuksia korkeampia. Talvisin Matalajärvestä on esiintynyt happikatoja. Matalajärvestä voi tulla siis kuormitusta Bodominjärveen. Kuormituksen suuruutta ei näillä lähtötiedoilla kuitenkaan pystytä arvioimaan.



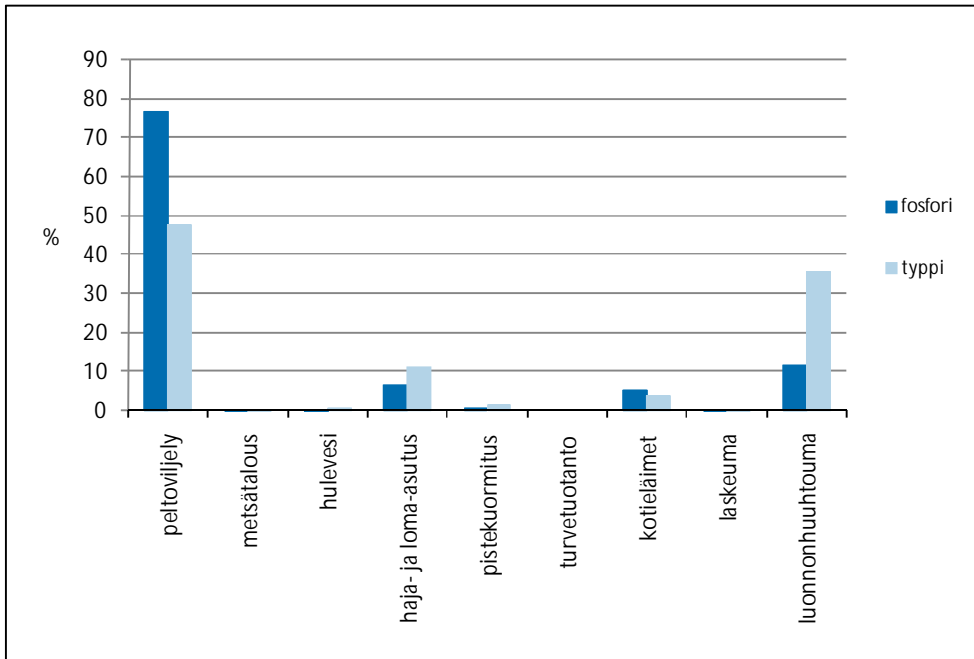
Kuva 21. Bodominjärven valuma-alue. Mittakaava 1 : 60 000. Luvat Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/10, Affecto Finland Oy, Karttakeskus, Lupa L4659.

Bodominjärven kuormitusta on selvitetty aikaisemmin (Kamppi 1990). Tällöin kokonaiskuormitukseksi arviointiin fosforin osalta 1 200 – 1 900 kg/a ja typen osalta 17 000 – 27 000 kg/a. Kampin käyttämä valuma-alue on hieman tässä työssä määritettyä suurempi. Alan pienenemisen vaikutus kuormitukseen ei ole merkittävä.

4.1 Ulkoinen kuormitus

4.1.1 Ulkoinen kuormitus VEPS:n mukaan arvioituna

Bodominjärveen kohdistuvasta laskennallisesta VEPS:n antamasta ulkoisesta fosforikuormitusarviosta n. 75 % aiheutuu peltoviljelystä. Typpeä tulee pelloilta noin 45 %. Luonnonhuuhtoumana tulee typpeä n. 40 % (kuva 22).



Kuva 22. Bodominjärven laskennallinen ulkoinen kuormitus jaettuna eri kuormituslähteisiin.

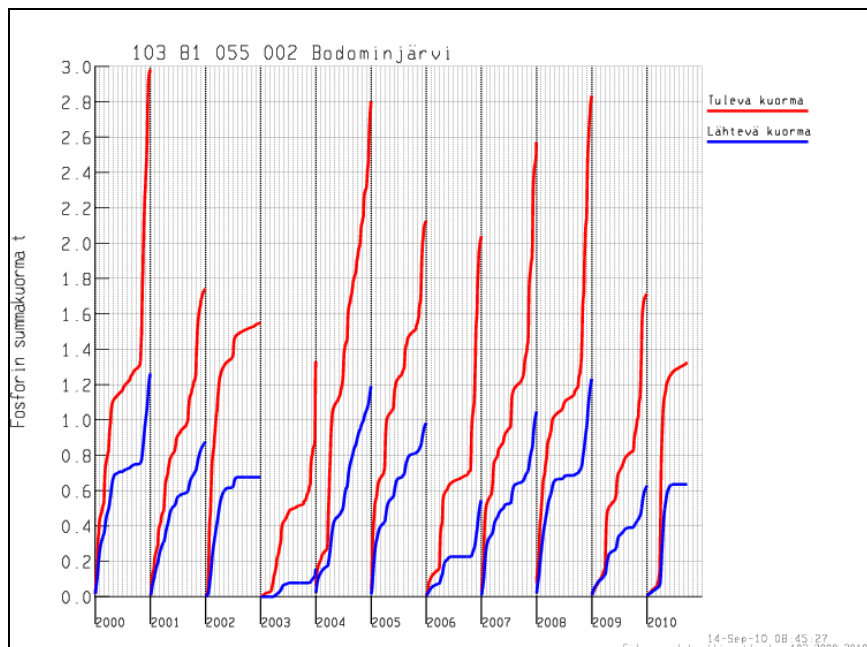
Bodominjärveen tulee VEPS:in mukaan fosforia eniten peltoviljelystä (n. 1 000 kg). Tyypeä tulee pelloilta noin 5 500 kg (taulukko 7). Hulevesien kuormitusarviointi on VEPS:n mukaan epätarkka ja sen tuloksiin pitää suhtautua varauksella. Näin kaupunkimaisessa järvessä VEPS:n antama kuormitusarvio ei kuvaa todellisuutta luotettavasti. Luultavasti hulevesien tuoma kuormitusmäärä on mallissa aliarvioitu ja se on todennäköisesti suurempi. Hulevesillä on luultavasti suurempi merkitys järven kuormituksessa.

Taulukko 7. Bodominjärven ulkoinen kuormitus jaettuna eri kuormituslähteisiin. Kotieläinten aiheuttaman kuormituksen arvio perustuu valuma-alueella sijaitseviin eläinyksikkötietoihin.

	Fosfori, kg/a	Typpi, kg/a
Peltoviljely	1 005	5 480
Metsätalous	0,26	4
Hulevesi	1,35	97
Haja- ja loma-asutus	76,8	475
Pistekuormitus	6,00	219
Turvetuotanto	0	0
Kotieläimet	78,7	525
Laskeuma	0,33	24
Luonnonhuuhtouma	170	4 997
Yhteensä	1 338	11 821

4.1.2 Ulkoinen kuormitus SYKEN vesistömallilla arvioituna

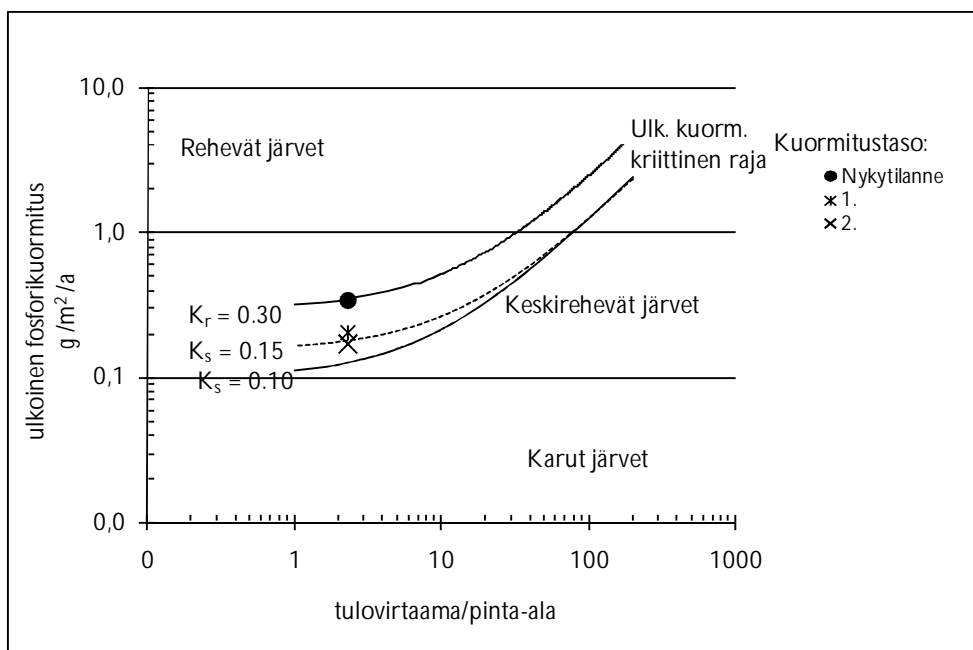
SYKEN vesistömallin mukaan Bodominjärveen on tullut vuosittain fosforia 1 347 – 3 019 kg vuosina 2000 – 2009 (kuva 23). Keskiarvoksi näiltä vuosilta saadaan 2 190 kg fosforia vuodessa.



Kuva 23. Bodominjärveen tuleva fosforikuormitus SYKEN vesistömallin mukaan.

4.1.3 Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi Vollenweiderin mallilla

Bodominjärven ulkoinen kuormitus on suurta. Vollenweiderin (1976) mallin mukaan kuormitus on ylittänyt sallitun ja on kriittisen kuormituksen tasolla. Jos kuormitusta vähennetään 535 kg eli 40 %, ollaan selvästi kriittisen kuormituksen alapuolella, mutta vielä sallitun tason yläpuolella. Sallitulle tasolle päästään vähentämällä kuormitusta 670 kg eli 50 % (kuva 24).



Kuva 24. Bodominjärven ulkoinen fosforikuormitus ylittää järven sietokyvyn selvästi nykytilanteessa Vollenweiderin (1976) mallilla arvioituna. Jos kuormitusta vähennetään 40 % (1.), ollaan vielä selvästi sallitun tason yläpuolella. Kuormituksen vähentäminen 50 % (2.) tuo kuormituksen sallitulle tasolle.

4.2 Sisäinen kuormitus

Bodominjärven tulevan fosforikuormituksen perusteella laskettu vesimassan kokonaisfosforipitoisuus oli havaittua pitoisuutta selvästi korkeampi vuosina 2008 – 2010 (taulukko 8). Tämä viittaa siihen, että mallin mukaan Bodominjärven sedimentistä ei vapaudu ravinteita sisäisen kuormituksen takia. Sedimenttitutkimuksen mukaan sedimentti ei toimisi merkittävänä ravinteiden vapauttajana. Kuitenkin loppukesäisin Bodominjärvessä on ollut happikatoja alusvedessä, mikä kertoo mahdollisesta sisäisestä kuormituksesta. Toinen vaihtoehto on, että Bodominjärven ei päädy kaikkea laskennallisesti arvioitua kuormitusta. Laskennallinen arvio on siis suurempi kuin todellinen kuormitus. Todennäköisesti Bodominjärven sedimentti pystyy vielä käsittelemään sinne tulevan liiallisen kuormituksen ainakin ajoittain.

Taulukko 8. Bodominjärven lasketut keskimääräiset ja mitatut fosforipitoisuudet.

Tuleva fosforikuormitus, kg/a	Keskimääräinen laskettu fosforipitoisuus, µg/l	Mitattu fosforipitoisuus, µg/l
1 338	88	37 (elokuu 2008) 32 (heinäkuu 2009) 33 (elokuu 2010)
803 (40 % vähennys)	53	
670 (50 % vähennys)	44	

Bodominjärven havaittujen kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet olivat vuosina 2008 – 2009 havaittua klorofylli-a-pitoisuutta korkeampia (taulukko 9). Vuonna 2010 havaittu ja laskettu klorofylli-a-pitoisuus oli lähes samansuuruinen. Mallin mukaan levää näyttäisi syntyvän vähemmän tai yhtä paljon kuin tietyllä kokonaisfosforipitoisuudella voisi syntyä. Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhteen keskiarvo oli 0,42 vuonna 2010 ja 2000-luvun keskiarvo oli 0,38. Molemmat luvut kertovat, että kalasto ei vaikuttaisi veden laatua heikentävästi. Kuitenkin Bodominjärvessä on esiintynyt leväkukintoja, mikä kertoo sekä sisäisestä kuormituksesta että etenkin kalaston veden laatua heikentävästä vaikutuksesta. Lisäksi elokuun lopussa 2010 suhde oli 0,53, mikä kertoo, että kalastolla olisi veden laatua huonontavaa vaikutusta.

Taulukko 9. Bodominjärven lasketut klorofylli-a-pitoisuudet.

Havaitun kokonaisfosforipitoisuuden perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l	Havaitut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l
19	14 (elokuu 2008)
16	10 (heinäkuu 2009)
17	18 (elokuu 2010)

Bodominjärveen tulee liikaa ulkoista kuormitusta, mutta järvi ei näyttäisi vielä joutuneen sisäisen kuormituksen kierteeseen. Kuitenkin on mahdollista, että tilanne muuttuu nopeastikin, jollei toimenpiteisiin ryhdytä. Alhaiset happipitoisuudet pohjan läheisessä vedessä mahdollistavat fosforin vapautumisen sedimentistä. Tämä on ollut havaittavissa joinain vuosina. Esimerkiksi elokuussa 2005 yhden metrin syvyydessä kokonaisfosforipitoisuus oli 26 µg/l ja pohjan lähellä 13 m:n syvyydessä 94 µg/l. Järveen tulevaa ulkoista kuormitusta pitää vähentää, mutta myös sisäisen kuormituksen syntyä voidaan ennaltaehkäistä.

5 Tavoitteet

Bodominjärven tavoitetilan määrittämiseksi lähetettiin Bembölen osakaskunnalle, Bodominjärven kalastusyhdistykselle ja Pro Bodominjärvi -yhdistykselle tavoitetilakysely. Bembölen osakaskunta ja Bodominjärven kalastusyhdistys pitivät yhteisen kokouksen ja antoivat yhden vastauksen. Konkreettiset tavoitteet on kirjoitettu tekijän toimesta kyselyn vastausten ja eri tutkimusten ja selvitysten pohjalta. Lisäksi selvitettiin vastaajien suhtautumista eri kunnostusmenetelmiin (taulukko 10).

Bodominjärven parhaita ominaisuuksia ovat mm. sen ja Matalajärven muodostama yhteinen monipuolinen luonto. Maisema on säilynyt osin asumattomana ja luonnonmukaisena.

Tavoitteina Bodominjärven kunnostukselle olisivat hyvä vedenlaatu, jota seurattaisiin. Järvellä ei esiintyisi häiritseviä leväkukintoja. Eläin- ja kasviplanktonin suhde olisi luonnollinen. Kalaston rakenne olisi tasapainoinen. Petokalojen osuus olisi suurempi ja järvessä olisi myös kuoretta. Järvellä olisi sille tunnusomaista vesikasvillisuutta. Valuma-alueelta tuleva kuormitus olisi kymmenesosa nykyisestä.

Bodominjärveen kohdistuvaa laskennallista ulkoista fosforikuormitusta tulisi vähentää 50 % eli 670 kg. Happipitoisuus pysyisi hyvänä sekä kesäisin että talvisin. Alusveden happipitoisuuden pitäisi olla yli 2 mg/l, jolloin pohjasta ei pääsisi vapautumaan ravinteita. Tämä vähentäisi sisäistä kuormitusta. Suurin osa kalalajeistamme välttää alueita, joilla happipitoisuus on alhaisempi kuin 5 mg/l. Laajoja kalakuolemia esiintyy järvissä kun happipitoisuus laskee alle 3 mg/l (ympäristöhallinto 2009b). Lohikalat viihtyvät parhaiten runsashappisissa vesissä, joiden happipitoisuus on 8 - 10 mg/l. Ne alkavat kärsiä hapen puutteesta, kun pitoisuus laskee ollen 3,5 - 4 mg/l. Särki- ja ahvenkaloille, hauelle ja mateelle riittävä happipitoisuus on 6 - 8 mg/l. Niillä alkaa esiintyä hapenpuutosoireita, kun pitoisuus on lähelle 2 mg/l. Ruutana ja lahna tulevat toimeen hyvinkin vähähappisissa oloissa (< 1 mg/l) (Ympäristöhallinto 2009). Kalojen kannalta veden happipitoisuuden pitäisi olla 4 mg/l. Tällöin myös suuret hauet selviäisivät talven ylitse.

Taulukko 10. Suhtautuminen eri kunnostusmenetelmiin.

	Täysin samaa mieltä	Osittain samaa mieltä	En osaa sanoa	Osittain eri mieltä	Täysin eri mieltä
Tehokalastusta on syytä jatkaa, vaikka se ei parantaisi veden laatua.			X		
Vesikasvit haittaavat virkistyskäyttöä enemmän kuin antavat maisemallista ilmettä.				X	
Toimenpiteitä voidaan kohdistaa pelkästään valuma-alueelle, jos ulkoinen kuormitus on liian suurta.		X			
Jos ulkoinen kuormitus on liian suurta, järveen kohdistuvat toimenpiteet eivät ole riittäviä.		X			
Kunnostuksen vaikutukset pitää nähdä nopeasti.		X			
Järvikunnostus on hidasta ja pitkäjänteistä toimintaa.	X				
Ennen kunnostusta on tärkeää selvittää järven tila.	X				
Myös uusia, kokeellisella asteella olevia kunnostusmenetelmiä voidaan käyttää.			X		

6 Bodominjärveen soveltuvat kunnostusmenetelmät

6.1 Ulkoisen kuormituksen vähentäminen

Vollenweiderin mallin mukaan järveen tuleva ulkoinen fosforikuormitus ylittää järven sietokyvyn ja on yli kriittisen tason. Vaikka näyttääkin, ettei kuormitus ole vielä käynnistänyt jatkuvaa sisäisen kuormituksen kierrettä, on järvessä jo ilmentynyt selviä rehevöitymisen merkkejä. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi pitääkin tehdä paljon toimenpiteitä. Valuma-alueella on paljon peltoviljelyä, jonka osuus laskennallisesta fosforikuormituksesta on noin 75 %. Toimenpiteitä pitäisi kohdistaa pelloilta tulevan ravinnekuormituksen vähentämiseen. Bodominjärveen tulevan fosforikuormituksen perusteella arvioitu veden kokonaisfosforipitoisuus oli paljon havaittua pitoisuutta korkeampi. Tämä voisi kertoa siitä, että kaikki laskennallisesti arvioitu fosforikuormitus ei päädykään järveen. Esimerkiksi valuma-alueelle perustetut suojavyyhykkeet saattavat pidättää jonkin verran kuormitusta. Pääosin malli kuitenkin kertoo siitä, että järveen tuleva kuormitus sedimentoituu eikä aiheuta sisäistä kuormitusta. Koekalastus taas kertoi järven kalaston olevan särkikalavaltainen. Samoin järvessä esiintyy pohjan läheisessä vedessä happikatoja. Nämä seikat kertovat sisäisestä kuormituksesta.

6.1.1 Maatalouden ulkoinen ravinnekuormitus

Maatalouden aiheuttamaa kuormitusta voidaan estää sellaisilla toimenpiteillä, jotka estävät peltöjen pintaeroosiota. Etenkin kuormituksen syntymisen estäminen on tärkeää. Jo syntynyttä kuormitusta voidaan yrittää pidättää muodostumisalueellaan erilaisten toimenpiteiden, kuten suojavyyhykkeiden avulla. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseen tähtääviin toimenpiteisiin voi saada ympäristötukea. Jotta järven kunnostus olisi pitkälläkin aikavälillä kannattavaa ja järven tilaa parantavaa täytyy ulkoinen kuormitus saada mahdollisimman pieneksi. Jos ulkoinen kuormitus on liian suurta, myös järven sisäinen kuormitus voimistuu. Bodominjärveen kohdistuvaa laskennallisesti arvioitua fosforikuormitusta pitäisi vähentää 50 % eli n. 680 kg, jotta sallittu taso saavutettaisiin.

Suojavyöhykkeet vähentävät sekä ravinne- että kiintoainekuormitusta vesistöihin. Suojavyöhykkeiden kokonaisfosforivähennyksen on todettu olevan 30 %, kokonaistypen osalta vähennys on 40 – 50 % ja kiinto-ainevähennys 50 % (Uusi-Kämpä & Palojarvi 2006). Suojavyöhyke on peltomaille vesistön varteen perustettava vähintään 15 m leveä pysyvän heinämäisen kasvillisuuden peittämä alue. Suojavyöhykkeitä perustetaan erityisesti jyrkille ja kalteville pelloille. Samoin sorsutuvat tai helposti tulvivat pellot ovat suositeltavia kohteita. Toimiakseen kunnolla suojavyyhettä tulee hoitaa. Hoito tapahtuu ensisijaisesti niittämällä tai laiduntamalla. Vesien suojelelun kannalta laajat, useamman tilan yhteiset suojavyyhykkeet ovat parhaita kuormituksen vähentäjiä. Suojavyöhykkeen perustamista ja hoitoa olisikin hyvä suunnitella yhteistyössä naapurien kanssa. Tällöin saadaan yhtenäisinä suojavyyhykekokonaisuuksia, jolloin niiden vaikutus kuormituksen vähentämiseen kasvaa (Valpasvuo-Jaatinen 2003). Bodominjärven valuma-alueelle on perustettu peräkkäisiä suojavyyhykkeitä. Niitä pitäisi kuitenkin perustaa lisää. Espoonjoelle on tehty suojavyyhykkeiden yleissuunnitelma (Penttilä 2001). Suojavyöhykkeiden tarvetta on arvioitu uudelleen vuonna 2008 (Kasvio 2008). Suojavyöhykkeiden tarkemmat paikat ja tarpeellisuus tulee varmistaa maastokäyntein.

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

Pelto-ojien luiskien loiventamisessa uoman tulvatilavuus kasvaa (Mattila 2005). Tästä seuraa uomaerosion määrän vähentymistä. Myös luiskien vahvistaminen vähentää eroosiota. Pelto-ojien käsittelyssä pitäisi huomioida myös toimenpiteiden vaikutukset kalastoon. Monet kalalajit käyttävät järveen laskevia ojia kutupaikkoinaan. Erityisesti hauki kutee tällaisissa ojissa, jos vain ojan veden laatu ja kasvillisuus mahdollistavat sen. Tämän takia suojavyöhykkeen perustaminen ja kalastolliset kunnostukset tukevat toisiaan. Ojassa oleva kasvillisuus antaa suojaa ja ravintoa kalanpoikasille. Jos kasvillisuus on liian tiheää, veden virtaus estyy ja tämä aiheuttaa veden laadun heikentymistä. Tällöin voi esiintyä happikatoja tai veden lämpötilan liiallista nousua (Aulaskari ym. 2003).

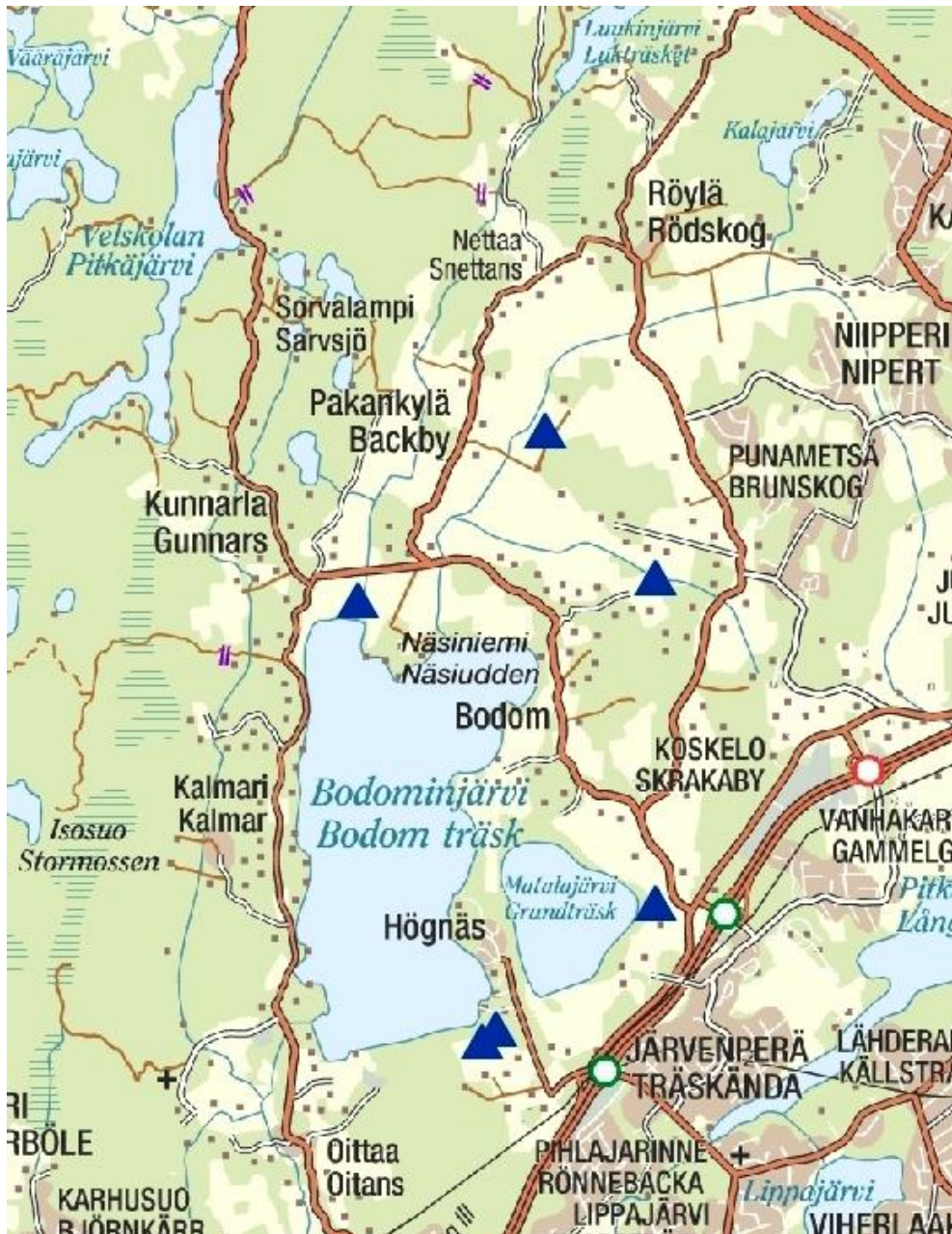
Kuormitusta voidaan vähentää myös viljelyteknisillä toimenpiteillä. Jos pelto kynnetään rantojen ja ojien suuntaisesti vähenee fosforikuormitus huomattavasti. Suorakylvössä eroosion määrä vähenee paljon pellon ollessa ympärivuotisesti kasvipeitteinen. Tällöin kasvusto kylvetään suoraan sänkipeltoon ilman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

Lisätietoa maatalouden ympäristötuista löytyy Maaseutuviraston internet-sivuilta (www.mavi.fi) kohdasta viljelijätuet.

Kosteikot

Ennen pelto-ojien varsilla oli painanteita ja altaita, mutta nykyinen viljelykulttuuri on hävittänyt nämä luontaiset kosteikot. Kosteikoilla on tarkoitus estää veteen joutuneen kiintoaineen ja ravinteiden kulkeutuminen alapuoliseen vesistöön. Kosteikoiden kasvillisuus poistaa myös vedessä liuenneina olevia ravinteita kiintoaineksen lisäksi (Puustinen & Jormola 2003).

SYKEN vesistömalli ehdottaa Bodominjärven valuma-alueelle kuutta kosteikkoa (kuva 25). Näistä yksi sijoittuu aivan järven pohjoispäähän tulevan ojansuulle ja osittain tärkeän pohjavesialueen rajalle. Tämä ei luultavasti estä kosteikon toteuttamista, koska etäisyys vedenottamoon on tarpeeksi pitkä. Lisäksi kosteikon ehdotetulla paikalla on viisi metriä savimaata. Kaikissa kohteissa peltoa on kosteikon valuma-alueesta yli 20 %. Yksi mahdollisista paikoista olisi Sigurdsbergin eteläpuolella oleva ojansuu, toinen Koivumäestä tuleva ojan varrella, kolmas paikka olisi Matalajärven itäpuolella, neljäs ja viides Bodominjärven eteläpään tulevien ojien suissa. Kaikki paikat tulee kuitenkin tarkistaa kosteikkosuunnittelun yhteydessä.



Kuva 25. SYKEN vesistömallin ehdottamat kosteikkopaikat. Luvat: Maanmittauslaitos lupanro 7/MML/10 ja Affecto Finland Oy, Karttakeskus, Lupa L4659

Kosteikon sijoittaminen suuren valuma-alueen alajuoksulle on suunnittelun ja mitoituksen kannalta haasteellista. Tällaiseen kosteikkoon tulevat vesimäärät ovat suuria ja kosteikon tarvitsema pinta-ala on suuri. Jos tällaisen suuren kosteikon suunnittelu onnistuu, voi sillä olla merkittävä vaikutus vesiensuojelulle (Puustinen ym. 2007).

Ei-tuotannollisella investointituella voidaan rahoittaa kosteikkojen perustamiskustannukset. Ehtoina on, että maatalous on merkittävä kuormittaja ja kosteikon valuma-alueen peltoisuus on yli 20 %. Kosteikon pinta-alan on oltava 0,5 % valuma-alueensa pinta-alasta. Investointituella perustetun kosteikon hoitoon on haettava maatalouden ympäristötukea. Viljelijöiden lisäksi myös rekisteröidyt yhdistykset voivat hakea molempia tukia.

Jotta kosteikkojen toteuttaminen onnistuisi ja sen vaikutukset Bodominjärveen olisivat veden laatua parantavia, täytyy kosteikko rakenteineen suunnitella huolel-

la. Tämän takia ehdotetaan tarkempaa kosteikkosuunnittelua, jossa selvitetään mm. kosteikkoalueen mitoitus, toimivuus, rakenteet ja veden virtaussuunnat. Samoin vaikutukset vesiensuojelullisessa mielessä täytyy arvioida. Lisäksi suunnitelun yhteydessä tulee arvioida, tarvitaanko kosteikon rakentamiseen vesilain mukainen lupa.

6.1.2 Kotieläinten aiheuttama kuormitus

Bodominjärven valuma-alueella on noin 150 hevosta ja noin 40 lammasta. Hevosista noin 40 asuu sellaisessa tallissa, jossa eläinten pesuvedet johdetaan viemäriverkostoon. Samoin jaloittelutarhat ovat viemäroityjä. Kotieläinten tuottama fosforikuormitus on vajaa 5 % kokonaiskuormituksesta. Jokaista kuormituslähdettä kannattaa vähentää.

"Kotieläintalouden vesistökuormitusta vähennetään käyttämällä ympäristönsuojelullisesti tehokkaita lannan käsittely-, varastointi- ja levitystapoja. Hevostalleilla syntyy paljon lantaa, joka kuivutetaan sahanpuruun, turpeeseen, olkeen tai kutterinlastuun. Samoin karjatalous tuottaa lantaa. Lanta on varastoitava tiivispohjaisessa lantalassa, joka on mitoitettu 12 kuukauden aikana kertyvälle lantamäärälle. Nitraattiasetus kieltää lannan levityksen 15.10. - 15.4. välisenä aikana. Jos maa on sula ja kuiva, lantaa voidaan levittää 15.11. asti ja lannan levitys voidaan aloittaa keväällä aikaisintaan 1.4. Lantaa ei saa levittää routaantuneeseen tai lumipeitteeseen eikä veden kyllästämään maahan. Lannan levitys on kielletty viisi metriä lähempänä vesistöä. Seuraavan viiden metrin leveydellä lannan pintalevitys on kielletty, jos pellon kaltevuus ylittää kaksi prosenttia. Lannan pintalevitys on aina kielletty pellolla, jonka keskimääräinen kaltevuus ylittää 10 prosenttia" (Ympäristöministeriö 2009). "Syksyllä pelto on lannan levityksen jälkeen välittömästi, viimeistään vuorokauden kuluessa, mullattava tai kynnettävä. Suosituksena on mullata pelto noin neljän tunnin kuluessa levityksestä. Tärkeätä on poistaa hevosten sonta kasvipeitteettömistä ulkotarhoista ja tarvittaessa myös muilta ulkoilualueilta riittävän usein. Mitä enemmän hevonen oleskelee ulkona, sitä enemmän ulosteita ja niiden mukana ravinteita jää maastoon. Hevosten jaloitellessa ympärivuotisesti on vaarana erityisesti kasvipeitteettömillä alueilla, että ravinteita huuhtoutuu vesiuomiin sade- ja sulamisvesien mukana" (Ympäristöministeriö 2003).

"Eläinsuojan toimintaan kuuluvat maitohuoneen ja eläintilojen pesuvesien varastointi, käsittely ja hyödyntäminen (YSA 11 §). Eläinsuojassa syntyvät pesu- ja jätevedet on johdettava ja käsiteltävä siten, ettei niiden johtamisesta aiheudu ympäristön pilaantumista" (Ympäristöministeriö 2009). "Talleilla jätevesiä syntyy tallitilojen pesusta ja mahdollisesta hevosten pesupaikasta sekä henkilökunnan pesu- ja käymälävesistä. Tallin jätevedet voidaan johtaa joko yhteiskäsittelyyn asuinrakennuksen jätevesien kanssa tai vaihtoehtoisesti erilliseen järjestelmään. Asetuksen mukaan pelkkä sakokaivokäsittely ei ole enää riittävän tehokas jätevesien puhdistusmenetelmä. Hyväksyttävä käsittely silloin, kun järjestelmään johdetaan myös vesikäymälän jätevesiä, on olosuhteista ja jäteveden laadusta riippuen esimerkiksi maasuodatin tehostettuna fosforin poistolla tai vastaava pienpuhdistamo. Mikäli rakennuksessa on kuivakäymälä tai kompostoiva käymälä, muille jätevesille riittää esimerkiksi pelkkä maasuodatin" (Ympäristöministeriö 2003).

6.1.3 Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus

Bodominjärvi on ollut aiemmin Espoon Veden vedenhankintavesistö. Tällöin on ollut suosituksena, että vesilaitostoiminnan lähisuoja-alueella asutuksen jätevedet käsitellään umpisäiliöissä. Kuormitusarviossa oletettiin, että ranta-alueen kiinteistöistä 70 %:lla on umpikaivo ja muulla valuma-alueella 50 %:lla. Järven valuma-

alueella on myös tärkeitä pohjavesialueita. Pohjavesialueilla pitäisi kaikki asutuksen jätevedet mukaan lukien harmaat vedet käsitellä umpisäiliöissä. Haja- ja loma-asutuksen osuus ulkoisesta fosforikuormituksesta on noin 12 %. Tämä vastaa las-kennallisesti arvioituna 256 kg fosforia vuodessa. Myös tähän kuormituslähteeseen pitää kiinnittää huomiota ja vähentää sitä. Haja-asutuksen jätevesien fosfori on suoraan leville käyttökelpoisessa muodossa, minkä vuoksi jätevesikuormitus re-hevöittää järveä hyvin helposti.

Lainsäädäntö muuttui jätevesien käsittelyn osalta vuonna 2003. Tällöin annetiin asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Asetuksen mukaan jätevesistä on saatava puhdistettua 85 % fosforista ja 40 % typestä. Kunta voi lieventää tai tiukentaa kyseisiä määräyksiä. Vesiensuojelun kannalta tärkeälle alueelle voidaan myös antaa määräys jätevesien johtamisesta alueen ulkopuolelle tai kokonaan pois kuljettamisesta. (Mattila 2005.) Kiinteistökohtaiset jätevedet on käsiteltävä nykyisen käsityksen mukaan maa-peräkäsittelyllä tai laitepuhdistamoissa, joissa esikäsitteilynä ovat saostussäiliöt. Saostussäiliöt on tyhjennettävä vähintään kaksi kertaa vuodessa. Vesiensuojelun kannalta kiinteistökohtaisten kuivakäymälöiden käyttö on erittäin suositeltavaa. Kuivakäymälä on käymälä, joka ei käytä vettä virtsan eikä ulosteiden kuljettami- seen. Kuivakäymälän on oltava tiiviillä pohjalla, eikä käymälästä saa valua nesteitä maahan. (Hinkkanen 2006).

Paras tapa haja-asutuksen jätevesien käsittelylle on yleiseen viemäriverkos- toon liittyminen. Monissa kunnissa viemäriverkostoa laajennetaan jatkuvasti. Bo- dominjärven valuma-alueella on joitakin asuin- ja teollisuusalueita, jotka kuuluvat viemäriverkostoon. Tällaisia ovat Koskelo, Lahnus ja Högnäs. Pelkkä vesijohtover- koston laajennus ei ole hyvä asia vesiensuojelulle vaan se kasvattaa vesistöön koh- distuvaa kuormitusta, jos vesijohdon lisäksi ei ole viemäröintiä.

6.1.4 Puhdistamoiden tuottama kuormitus Bodominjärveen

Bodominjärveen tulee pistekuormitusta Pakankylän koulun ja Kartanokylpylä Kaisankodin puhdistamoilta. Pakankylän koululla on biosuodatinpuhdistamo, joka on otettu käyttöön vuonna 1991. Puhdistetut jätevedet lasketaan pellon ojaan, josta on matkaa kaksi kilometriä Bodominjärveen (Helin 2010a). Kartanokylpylä Kaisankodin puhdistamo on biologinen aktiivilietelaitos. Kaisankodin puhdistetut jätevedet johdetaan puroon, josta on matkaa kilometri Bodominjärveen (Helin 2010b). Molemmat puhdistamot täyttivät lupaehdot vuonna 2009. Pakankylän koulun ja Kaisankodin yhteenlaskettu fosforikuormitus Bodominjärveen oli vuon- na 2009 n. 7,5 kg vuodessa.

Kartanokylpylä Kaisankodin jätevedenpuhdistamo haki ympäristölupaa 18.9.2009 uudenmaan ympäristökeskukselta (Etelä-Suomen aluehallintovirasto 2010). Aluehallinnon uudistamisen myötä alueelliset ympäristökeskukset lakkau- tettiin, ja asian käsittely siirtyi Etelä-Suomen aluehallintovirastolle 1.1.2010. Ympä- ristölupaa edellytetään sellaiselta puhdistamolta, joka on tarkoitettu vähintään 100 henkilön jätevesien puhdistamiseen. Ympäristöluvassa todetaan, että Kaisankodin puhdistamon vaikutus Bodominjärven tilaan on vähäinen. Ympäristölupa annetiin 11.10.2010. Uutena asiana on velvoite vaikutustarkkailuun eli näytteitä otetaan kaksi kertaa vuodessa purkupaikan ylä- ja alapuolelta. Samoin ympäristölupa vel- voittaa seuraamaan Bodominjärven vedenlaatua Gunnarsviken-lahdessa kaksi kertaa vuodessa.

6.1.5 Hulevesien aiheuttama kuormitus

Tiivis kaupunkirakentaminen muuttaa merkittävästi veden luontaista kiertoa. Pintavalunnan osuus kasvaa päällystettyjen pintojen lisääntyessä. Sade- ja sulamisvedet eivät pääse imeytymään maaperään, vaan valuvat sadevesiviemäriin ja niistä useimmiten käsittelemättöminä vesistöihin. Vesistöissä veden laatu heikkenee, koska vesi huuhtoo mukaansa pinnoilta ravinteita, kiintoainetta, raskasmetalleja ja muita haitta-aineita (Tornivaara-Ruikka 2006).

Asemakaava-alueilla pitäisi pyrkiä siihen, ettei niillä aiheutettaisi virtaamien kasvua. Tämän seurauksena kaavoitettavien alueiden selvitysten määrät kasvaisivat. Maaperäselvitysten avulla pitää selvittää maaperän imemiskyky ja suunnitella tarvittavat viivytyksaltaat ja kosteikot. Kunnan kannalta hulevesien imeyttäminen tai huleveden johtaminen viherpainanteisiin voi pienentää hulevesiviemäreiden mitoituksia ja lisärakentamisia (Tornivaara-Ruikka 2006).

Espoossa tehdään parhaillaan hulevesiohjelmaa, jossa tavoitteena on kehittää hulevesien hallintaa luonnonmukaisempaan ja kokonaisvaltaisempaan suuntaan. Lisäksi ohjelmassa halutaan sitouttaa kaikki kaupungin tahot näihin yhteisiin tavoitteisiin. Espoon hulevesiohjelmassa tuodaan esille hulevesien kokonaisvaltaisen hallinnan periaatteet, tavoitteet ja tärkeimmät toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi (FCG Finnish Consulting Group Oy 2010).

Bodominjärven valuma-alueella on suunnitteilla useita kaavoitushankkeita (Kaavoituskatsaus 2010). Näissä on tärkeää huomioida hulevesien hallinta. Samoin valuma-alueen tiestön hulevedet tulee huomioida suunnittelussa. Mitä lähempänä järveä tai siihen suoraan johtavaa valtaojaa kaavoitushanke on, sitä tärkeämpää on miettiä alueen hulevesien käsittely. Suunnittelun pitäisi ulottua jo alueen rakennusaikaan. Oikeastaan hulevesien hallinnassa käytettävät menetelmät ja paikat pitäisi olla tehtyinä ennen alueen rakentamisen aloittamista. Bodominjärven Högnäsin kaavoituksen yhteydessä on tehty hulevesien hallintasuunnitelma. Myös muille Bodominjärven valuma-alueen uusille kaavoituskohteille ja myös vanhalle kaava-alueelle tulee laatia hulevesien hallinta-suunnitelmat. Suunnitelmassa selvitetään hulevesien määrä ja valumareitit ja esitetään näiden hallintamenetelmät.

6.1.6 Golfkenttien aiheuttama kuormitus

Bodominjärven valuma-alueella sijaitsee Master Golf -niminen golfkenttä. Golfkentällä on lupa ottaa vettä Bodominjärvestä. Viheriöt eivät ulotu järven rantaan vaan niiden jälkeen tulee ensin noin 15 m leveät karheikot, joissa on heinäkavillisuutta. Karheikkojen jälkeen on vielä metsäinen vyöhyke ennen rantaviivaa. Karheikkoja lannoitetaan muutaman vuoden välein. Varsinaiset viheriöt on salaojitettu ja ne purkavat kentän vesiesteisiin. Viheriöitä lannoitetaan alkukevällä, kesikesällä ja alkusyksyllä. Lannoitus on pääosin nestemäistä, kerran kesässä lannoitetaan raemaisella lannoitteella. Vesiesteissä on kosteikoille tyypillistä kasvillisuutta sitomassa ravinteita. Vesiesteet tyhjenetään tarvittaessa imuruoppaamalla, joten ne toimivat kuten laskeutusaltaat. Vesiesteisiin ei ole kaatoa, minkä vuoksi suurtenkaan vesisateiden aikana niistä ei lähde liikkeelle kiintoainesta. Altaita tyhjenettäessä niihin jätetään kasvillisuutta, jotta ne toimisivat heti ravinteiden sitomisessa. (Nieminen 2010.)

6.2 Vesikasvien poisto

Vesikasvien poistamisella ei yleensä paranneta veden laatua vaan tarkoituksena on lisätä avointa vesialaa ja näin helpottaa uimista, veneilyä ja kalastusta. Veden laatu voi kuitenkin parantua, jos veden virtaus alueella paranee vesikasvien poiston

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

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

Järviruo'on poisto on tuloksellista, kunhan niitetään tarpeeksi usein. Paras ruovikon niittoajankohta on heinäkuun puolestavälistä elokuun puoleenväliin. Jos niitetään useammin kuin kerran kesässä, ensimmäinen niittokerta voi olla kesäkuun lopulla (Kääriäinen & Rajala 2005). Järvikortetta voidaan niittää, mutta kaikki leikkuujätteet pitää kerätä huolellisesti pois järvestä. Korte pystyy lisääntymään edellisenä vuonna leikattujen versojen jokaisesta nivelestä, jolloin sen leviäminen tehostuu, jos leikkuujätteitä jää järveen (Kääriäinen & Rajala 2005).

Ulpukalla on hyvin paksu juurakko, josta versoa uusia lehtiä. Tämän vuoksi sitä ei suositella niitettävän (Kääriäinen & Rajala 2005). Ulpukkaa voidaan poistaa juurakoineen eräänlaisen harauslaitteen avulla. Ilmeisesti Bodominjärvessä ulpukakasvustot ovat vähäisiä, eikä ulpukan poistoon ole tarvetta. Koska menetelmä aiheuttaa pohjan pölyämistä, sitä ei voi tehdä kesäaikaan. Paras ajankohta ulpukoiden poisharaukselle on syys – lokakuu, jolloin järven virkistyskäyttö on vähäisempää. Tällöin ravinteita on myös enemmän kasvien juurakoissa. Poiston aiheuttama veden samentuminen on yleensä ohimenevää, mutta työnaikaisia veden laadun ja näkösyvyyden muutoksia kannattaa seurata (Kääriäinen & Rajala 2005).

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

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

Vesikasvien vähäistä suuremmasta poistosta kannattaa tehdä tekninen suunnitelma, josta ilmenee mistä kasveja on poistettu, mitä kasveja poistetut kasvit ovat lajiltaan ja paljonko niitä on poistettu. Suositeltavaa on, että poisto olisi vain paikallista ja osittaista. Vesikasvien poiston vaikutuksia tulee seurata vuosittain. Tärkeää olisi seurata, miten kasvillisuuden levinneisyys muuttuu. Tämä kannattaa

tehdä piirtämällä karttaan kasvillisuusrajat. Seuranta tulee tehdä aina samaan vuoden aikaan. Seurannassa tulee myös kirjata ylös havainnot kasvilajien korvautumisista toisilla lajeilla.

6.3 Kalaston hoito

6.3.1 Tehokalastus

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

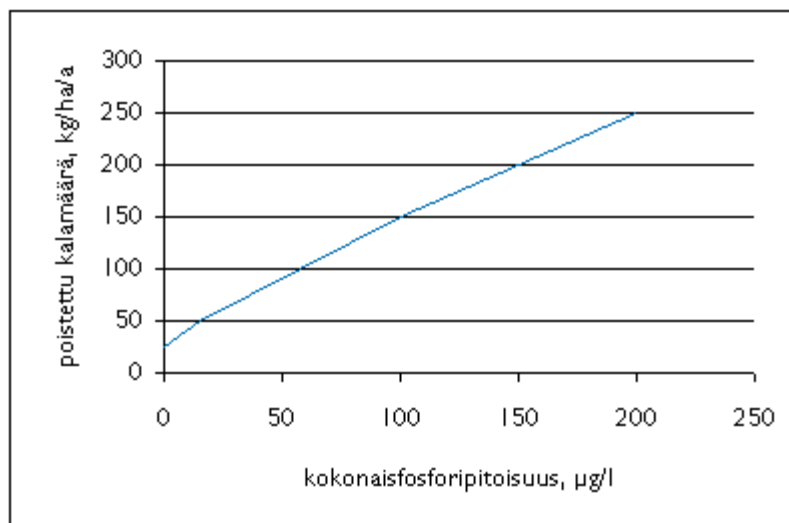
Kasviplanktonin eli levän määrää kontrolloivat toisaalta vedessä olevat ravinteet ja valo, toisaalta eläinplankton laidunnuksensa kautta. Sellaiset kalat ja selkärangattomat pedot, jotka käyttävät eläinplanktonia ravinnokseen voivat säädellä eläinplanktonin määrää. Eläinplanktonin määrän pitäisi kasvaa, kun kalastetaan eläinplanktonia syöviä kaloja. Tällöin vastaavasti kasviplanktonin määrän pitäisi vähentyä. Tehokalastusta voidaan tukea istuttamalla petokaloja. Petokalat kontrolloivat eläinplanktonia syövien kalojen määrää. Menetelmällä voidaan myös vähentää järven sisäistä kuormitusta. Pohjalta ravintonsa hankkivat kalat pölyttävät pohjaa ja näin vapauttavat ravinteita yläpuoliseen vesimassaan (Sammalkorpi ja Horppila 2005). Pyynnin kohdistuessa näihin kaloihin, niiden aiheuttama pohjan pölytyks vähenee ja kasviplanktonin käytettävissä olevat ravinnemäärät vähentyvät. Tehokalastuksen seurauksena vesi voi kirkastua ja siitä taas saattaa seurata vesikasvillisuuden voimakasta leviämistä. Jotteri järven kalasto ala muuttua uudelleen särkikalavaltaiseksi, tehokalastuksen on oltava tarpeeksi tehokasta ja sen jälkeen on jatkettava tarpeeksi tehokasta ja jatkuvaluonteista hoitokalastusta. Muutama lämmin kesä ilman kalastusta voi jo alkaa hivuttaa kalastoa särkien suuntaan. Petokalakannoissa muutosta ei välttämättä näy, jos niitä kalastetaan paljon. Periaatteessa petokalakantojen pitäisi vahvistua, kun niiden poikasilla ei olisi niin suurta ravintokilpailua särkikalojen poikasten kanssa. Tämä on usein pätenyt kujan poikasten kohdalla. Jos petokaloja kuitenkin kalastetaan paljon, ne eivät välttämättä kerkeä lisääntymään ennen poispyytämistään, minkä takia kannan koko ei pääse kasvamaan.

Bodominjärvessä on tehty koenuottaus vuonna 2008. Koenuottauksen mukaan kalasto oli hieman särkikalavaltainen. Bodominjärvelle suositeltiin koenuottauksen perusteella tehokalastusta (Savola 2008). Tehokalastuksen tavoitteena voi olla veden laadun parantaminen tai pelkästään sen huonontumisen pysäyttäminen. Samoin voidaan haluta parantaa ainoastaan kalaston rakennetta. Bodominjärven tehokalastuksen tavoitteena olisi sekä parantaa kalaston rakennetta että veden laatua.

Kuinka paljon Bodominjärvestä on poistettava kaloja?

Järvelle suositellaan tehokalastusta nuottaamalla. Samalla saadaan selville kalaston tila. Jos rakenne osoittautuukin paremmaksi, voidaan siirtyä nopeammin hoitokalastusvaiheeseen. Veden kokonaisfosforipitoisuuden mukaan voidaan arvioida saalistavoitetta (kuva 25). Jos kokonaisfosforipitoisuus on alle 50 µg/l, sopiva saalistavoite on 50 – 100 kg/ha vuodessa (Sammalkorpi ym. 1999). Vuoden 2009 kesäaikaisen kokonaisfosforipitoisuuden (32 µg/l) ja vuoden 2010 elokuuisen kokonaisfosforipitoisuuden (33 µg/l) mukaan saalistavoitteeksi tulisi n. 65 kg/ha vuodessa.

2000-luvun kesäaikaisten kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvon mukaan (28 µg/l) saalistavoitteeksi tulee noin 60 kg/ha vuodessa (kuva 26).



Kuva 26. Poistettavan kalabiomassan (kg/ha vuodessa) arvioiminen veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella (Sammalkorpi ym. 1999).

Jeppesenin ja Sammalkorven (2002) mukaan poistettavan kalabiomassan (kg/ha) voi laskea yhtälön $16,9 \cdot TP^{0,52}$ mukaan, jossa TP = kokonaisfosforipitoisuus µg/l. Poistettavaksi kalabiomassaksi tulee tällä menetelmällä 100 kg/ha vuodessa, kun käytetään heinäkuun 2009 kokonaisfosforipitoisuutta (32 µg/l) ja elokuun 2010 kokonaisfosforipitoisuutta (33 µg/l). 2000-luvun kesäaikaisten kokonaisfosforipitoisuuden (28 µg/l) mukaan poistettavaksi kalamääräksi saadaan 95 kg/ha vuodessa.

Koenuottauksen perusteella Bodominjärvestä suositellaan poistettavan 45 000 kg kolmen vuoden aikana. Tämä vastaa kalamäärän poistoa 35 kg/ha vuodessa.

Ravintoketjukurvaus vaatii vesialueen omistajan luvan. Samoin tehokalastusta tekeillä talkoolaisilla tulee olla valtion kalastuksenhoitomaksu suoritettuna.

Ravintoketjukurvaus maksaa noin 1,5 – 2,5 euroa/ poistettu kalakilo. Jos Bodominjärvestä poistetaan 15 000 kg kolmena vuotena peräkkäin, tulee kustannuksiksi vuositasolla noin 22 500 – 37 500 euroa.

Yhteenvedo: Vaikka mallit antavat suuria poistomääriä, kannattaa Bodominjärven tehokalastus aloittaa koenuottauksen antaman poistoarvion mukaisena. Koenuottauksen perusteella tehty arvio on luultavasti tarkempi kuin pelkkään kokonaisfosforipitoisuuteen perustuvat mallit. Bodominjärvestä suositellaan siis poistettavan 15 000 kg kalaa vuosittain kolmen vuoden ajan. Jos tehokalastuksessa ilmenee jotain uutta kannan koosta, voidaan pyyntiponnistuksen suuruutta arvioida uudelleen.

6.3.2 Petokalaistutukset

Vuoden 2008 koekalastuksen mukaan Bodominjärven kuhan poikastuotanto on hyvä (Savola 2008). Kuhanpoikaset olivat kuitenkin pienikokoisia, mikä heikentää niiden selviämistä talven yli selvästi. Koekalastuksessa tuli esille isokokoisten kuhanpoikasten puuttuminen saalista ja kuhan määrän vähäisyys. Tämä voi selittyä osin kuhanpoikasten ja muiden kalojen välisellä ravintokilpailulla. Samoin sulkasääsken toukat ja kuhanpoikaset voivat kilpailla samasta eläinplanktonravinnosta. Toisaal-

ta jos kuhia kalastetaan paljon, alkaa kuhakanta muokkaantua enemmän pienikokoisia yksilöitä sisältäväksi. Haukikannoissa oli nähtävillä samanlaista rakenteen muutosta.

Kuhia ei näyttäisi olevan tarvetta istuttaa Bodominjärveen, koska niiden poikastuotanto on muutenkin suurta. Tärkeämpää olisi saada kuhanpoikasille hyvät edellytykset selviytyä talven ylitse esimerkiksi vähentämällä ravintokilpailua poistamalla muiden kalojen poikasia.

Haukien istutus on perustellumpaa, mutta ennen istutuksia tulisi varmistaa, että hauilla on hyvät elinmahdollisuudet. Samoin kuin kuhatkin, ne tarvitsevat riittävästi ravintoa. Lisäksi hauet tarvitsevat oman reviirin suojapaikkoineen.

6.3.3 Valtaojien ja purojen kunnostus

Bodominjärveen johtavat valtaojat ja purot voivat toimia kalojen kutupaikkoina. Niiden kasvillisuus myös pidättää ravinteita ja kiintoainesta. Jos valtaojien ja purojen varsille perustettaisiin suojavyöhykkeet, vähentyisi ravinteiden ja kiintoaineen kulkeutuminen vesistöön. Ojat ovat useimmiten suoria, leveitä ja matalia. Virtausolosuhteista tulee monipuolisempia, kun uomaan lisätään mutkaisuutta ja syvyyssuhteiden vaihtelua. Mataluus aiheuttaa uoman umpeenkasvua. Kasvillisuus ei saisi olla liian tiheää, jolloin vesi ei pääse virtaamaan riittävästi. Kasvillisuutta ei saa kuitenkaan poistaa kokonaan vaan tehdä kasvuston sekaan kasvillisuudesta vapaa kapea uoma. Jos kasvillisuutta poistetaan liikaa, sen ravinteiden pidättämis-kyky heikkenee. Kapeassa kasvillisuudesta vapaassa uomassa virtaus pysyy hyvänä, vaikka ajankohtaan nähden virtaama olisi alhainen. Kasvillisuutta voidaan myös poistaa laikuittain. Niittojätteet on kerättävä aina tarkasti pois vesistä. Valtaojien ja purojen uomiin voidaan myös lisätä soraa, kiviä ja puuainesta, jotta uomasta tulisi parempi ja monipuolisempi elinympäristö niin kaloille kuin muillekin eliöille (Aulaskari ym. 2003).

6.3.4 Kalastuksen järjestäminen ja säätely

Petokaloja tulisi suosia käyttämällä hyväksi pyyntirajoituksia, kutualue ja -aika rauhoituksia ja istutuksia. Myös kutualueita voidaan kunnostaa. Näillä toimenpiteillä on myönteistä vaikutusta järven kuhien ja haukien kasvuun ja määrään.

Kuhan verkkokalastuksessa ehkä kaikkein kriittisin ajankohta on talvi, jolloin kuhat kerääntyvät melko pienille alueille ja ovat helpoimmin verkoilla pyydetävissä. Kotitarve- ja virkistyskalastuksella on voi olla melko suuri vaikutus petokalamäärään sen kohdistuessa lähes pelkästään suurikokoisiin petokaloihin. Kuhan kannalta vähintään 55 mm solmuvälin verkot olisivat suositeltavia, jotta kuhat ehtivät lisääntyä ainakin kerran ennen pyytämistään. Tällöin kuhan saalistuotto olisi myös hyvä. Tämä kuitenkin vaikeuttaa esimerkiksi siian ja ahvenen verkkopyyntiä. Kuhan alamitaksi suositellaan 50 cm:ä. Tällä hetkellä Bodominjärvessä kuhan alamitta on 40 cm ja solmuväli vähintään 50 mm (Venho 2010).

6.3.5 Kalojen kulku

Bodominjärven luusuassa on pohjapato, jolla säännöstellään järven veden korkeutta. Luusuasta alkaa Glomsån. Yläjuoksusta käytetään nimeä Oitån ja se virtaa Oitåtan purolaakson läpi laskien Bembölen myllypaikalle. Sieltä se laskee edelleen Kirkkojärven painanteeseen, jossa Glinsån ja Glomsån yhtyvät Espoonjoeksi. Bodominjärven alapuolisella jokiosuudella on taimenia. Kalat eivät pysty vaeltamaan Bodominjärveen ja siitä ylöspäin. Taimenten vaeltamisen parantamiseksi Bodo-

minjärven padon tilalle on suositeltu rakennettavaksi luonnonmukainen tekokoski (Kasvio 2008).

Bodominjärven luusuaan on asennettu lappoputki, jota pitkin vähähappista tai hapetonta alusvettä johdetaan Oitån puroon. Periaatteessa putki on jatkuvasti käytössä poistamassa vähähappista alusvettä.

6.3.6 Kalaston rakenteen seuranta

Tehokalastuksen vaikutuksia kalaston rakenteeseen tulee seurata vuosittain tai joka toinen vuosi koekalastuksin. Samoin tehokalastuksen saalistiedot tulee kirjata ylös. Näistä saa paljon tietoa kalamääristä, kun taas koekalastukset kertovat enemmän kalojen lajisuhteista. Koekalastuksessa suositellaan käytettävän Nordic-yleiskatsausverkkoja tai kurenuottausta. Nordic-verkkojen avulla on mahdollista havaita pienten, 5 – 10 cm:n mittaisten särkikalajien osuus kalayhteisössä. Verkko-koekalastuksen tuloksiin pitää suhtautua tietyllä varauksella pyydyksen valikoivuuden takia. Isokokoiset särkikalat jäävät usein kokonaan huomaamatta, niin kuin hauetkin. Ahventen määrä taas voi korostua, koska ne jäävät piikkisten eviensä takia verkkoihin helpommin kiinni. Kurenuottaus on vähemmän valikoiva ja antaa paremman käsityksen kalaston rakenteesta. Paras ajankohta koekalastukselle on loppukesä, jolloin järven olosuhteet ja kalojen käyttäytyminen ovat vakaita. Tällöin on erittäin tärkeää kirjoittaa ylös veden lämpötila, verkkojen lukumäärä ja pyyntiaika. Koekalastamalla voidaan arvioida vesistön kalakannan kokoa, kalayhteisön rakennetta ja eri kalalajien runsaussuhteita. Näissä tapahtuvia muutoksia on mahdollista seurata, kun verrataan eri koekalastusten yksikkösaaliita toisiinsa. Yksikkösaaliit ilmoitetaan joko kalojen lukumääränä tai massana verkkoa kohden. Yksikkösaaliissa tapahtuvien muutosten perusteella voidaan arvioida kalakannan suhteellista runsautta. Saaliin keskipaino otetaan ylös lajikohtaisesti. Myös poistopyynnin yksikkö- tai päiväsaaliista on hyvä pitää kirjaa ja tehdä tarkat saalisotannot (Kurkilahti & Rask 1999).

Yhteenveto: Kaloja tulisi poistaa 35 kg/ha tehokalastamalla. Vaikka mallit antavat korkeampia poistomääriä, voidaan tehokalastus aloittaa alhaisemmillä määrillä ja tehdä suunnitelmat pyyntiponnistuksen määrästä jatkossa saalismäärän perusteella. Todennäköisesti tehokalastusta tulee tehdä intensiivisesti kolme vuotta, jonka jälkeen voidaan siirtyä hoitokalastukseen. Kalastuksen säätelyssä verkkojen solmuväliksi suositellaan 55 mm. Lisäksi kuhan alamitan tulisi olla 50 cm.

6.4 Happipitoisuuden lisääminen

6.4.1 Yleistä hapettamisesta

Hapettaminen estää fosforin vapautumisen sedimentistä. Fosfori sitoutuu rauta- ja mangaaniyhdisteisiin hapellisissa olosuhteissa (Lappalainen & Lakso 2005). Hapetuksella voidaan rikkoa järven lämpötilakerrostuneisuus joko tarkoituksella tai tahattomasti. Kesäaikana tästä saattaa seurata sekä hyviä että huonoja vaikutuksia veden laatuun. Voimakas kerrostuneisuus estää ravinteiden siirtymisen alusvedestä pintaveteen, jolloin esimerkiksi leväkukintojen syntyminen on epätodennäköisempää. Kerrostumattomassa järvessä koko vesimassa voi sekoittua jatkuvasti, jolloin myös resuspensio kasvaa (Evans 1994). Resuspensiolle tarkoitetaan sedimentin sekoittumista vesimassaan eli järven pohjaan sedimentoituneet ainekset tulevat käyttöön uudelleen. Kerrostuneessa järvessä tyyni sää voi johtaa vesimas-

san vakauden kautta sinilevien parempaan kilpailukykyyn (Cooke ym. 2005). Sini-levät voivat säädellä esiintymissyvyyttään kaasuvakuoliensa avulla. Kaasuvakuoli on sinileväsolun sisällä oleva kaasurakkula. Kerrostuneisuuden purkautuminen lisää veden sekoittumista ja nopeasti vajoavat kasviplanktonlajit (esim. piilevät) tulevat kilpailukykyisemmiksi (Cooke ym. 2005).

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

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

6.4.2 Hapettaminen yhtenä Bodominjärven kunnostusmenetelmänä

Bodominjärvessä on esiintynyt happikatoja pääosin kesäisin. Laajimmillaan happikadot ovat alkaneet viiden metrin syvyydestä, joka vastaa vajaata 20 % tilavuudesta ja lähes 40 % pinta-alasta (taulukko 11 ja 12).

Taulukko 11. Bodominjärven syvyyssluokat

Syvyyssluokka	Tilavuus, 10 ³ m ³	Osuus (%) tilavuudesta
0 – 1	3 878,79	21,8
1 – 2	3516,08	19,8
2 – 3	2 896,52	16,3
3 – 4	2 295,30	12,9
4 – 5	1 825,19	10,3
5 – 6	1 354,23	7,6
6 – 7	878,12	4,9
7 – 8	507,64	2,9
8 – 9	323,73	1,8
9 – 10	189,97	1,1
10 – 11	90,31	0,5
11 – 12	11,36	0,1
12 – 13	0,23	0,0
Yhteensä	17 767,48	100

Taulukko 12. Bodominjärven pinta-alat ja niiden osuudet eri vesisyvyyksissä.

Syvyys, m	Ala, ha	Osuus, %
0	412,31	100
1	369,70	89,7
2	328,12	79,6
3	252,52	61,2
4	206,66	50,1
5	158,06	38,3
6	114,11	27,7
7	66,58	16,1
8	39,72	9,6
9	24,89	6,0
10	13,93	3,4
11	4,49	1,1
12	0,08	0,0

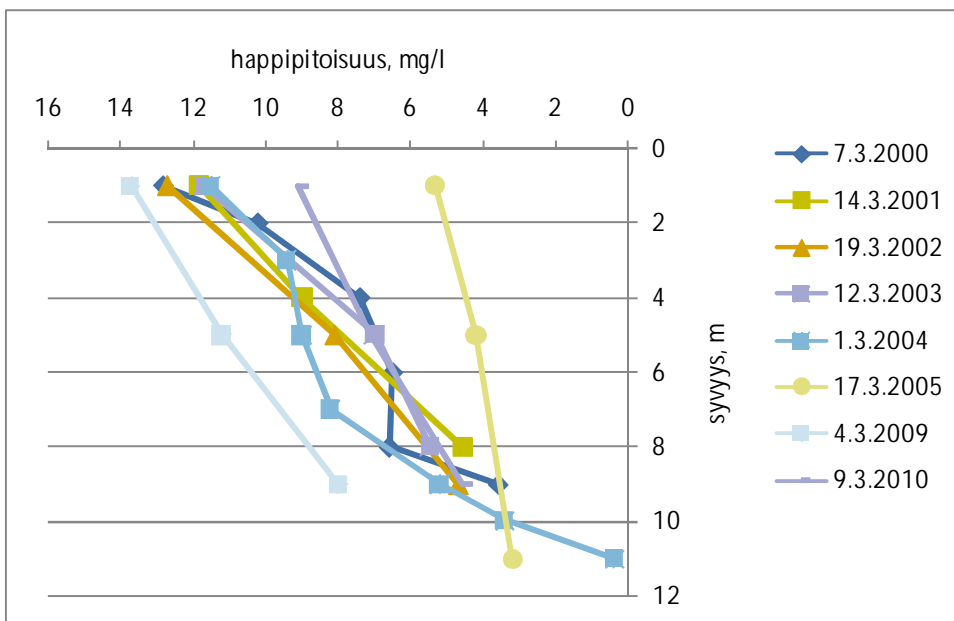
Bodominjärvi kerrostuu sekä kesäisin että talvisin. Kesäaikana harppauskerros sijaitsee lämpötilatietojen perusteella luultavasti viiden metrin syvyydessä. Vesi voi kuitenkin sekoittua voimakkaiden tuulien vaikutuksesta kuten vuoden 2008 koekalastuksessa havaittiin (Savola, suullinen tiedonanto). Tällöin ensimmäisenä koekalastuspäivänä happipitoisuus oli ainoastaan 1,3 mg/l jo seitsemän metrin syvyydessä. Seuraavana päivänä tuuli oli sekoittanut veden ja 13 m:n syvyydessäkin happipitoisuus oli 6,5 mg/l. Näyttää siltä, että Bodominjärvessä esiintyy aina silloin tällöin hapettomuutta jopa viiden metrin syvyydessä asti. Tämä ilmiö ei ole jokakesäinen, mutta suhteellisen usein tällaisia havaintoja on. Kokonaisfosforipitoisuudet ovat nousseet joinakin vuosina alusvedessä hapettomina ajanjaksoina. Ravinteiden pääsy levien käyttöön vaatii veden sekoittumista ja lämpökerrostuneisuuden purkautumista. Todennäköisesti tämä ilmiö on ainakin osasy loppukesän ja alkusyksyn leväkukintoihin. Savolan Petri oli huomannut saman koekalastusta tehdessään vuonna 2008. Ensimmäisenä koekalastuspäivänä järvi oli hyvin vähähappinen viiden metrin syvyydestä lähtien, mutta seuraavana päivänä tilanne oli korjaantunut voimakkaan tuulen myötä. Tällöin varmasti myös ravinteita on pääsyt levien käyttöön alusvedestä päällysveteen.

Sedimenttitutkimuksen mukaan pintaveden mitatut fosforipitoisuudet ovat Bodominjärvessä melko alhaisia, joten pohjasedimentin merkitys ravinteiden varastoinnin tai vapautumisen kannalta ei tällä perusteella ole suuri (Heikkilä 2008). Luultavasti kerrostuneisuus pitää fosforin alusvedessä, minkä takia pinnan läheisessä vedessä fosforipitoisuus on alhainen. Vesinäytteitä otetaan kuitenkin muutamana kerran kesässä ja näytteenoton osuminen kerrostuneisuuden purkautumiseen on aika epätodennäköistä. On täysin mahdollista, että alusvedestä pääsee vapautumaan ravinteita tuulten sekoittavan vaikutuksen vuoksi, vaikka sitä ei näy suoraan vesianalyyseissä.

Lisäksi Bodominjärvessä esiintyy sulkasääsken toukkia, jotka saavat suojaa hapettomuudesta. Myös samea vesi antaa toukille suojaa. Sulkasääsken toukat saalistavat eläinplanktonia. Eläinplanktonin määrän vähentyessä sulkasääsken aiheuttaman saalistuksen vuoksi eläinplankton ei pysty kontrolloimaan kasvi-

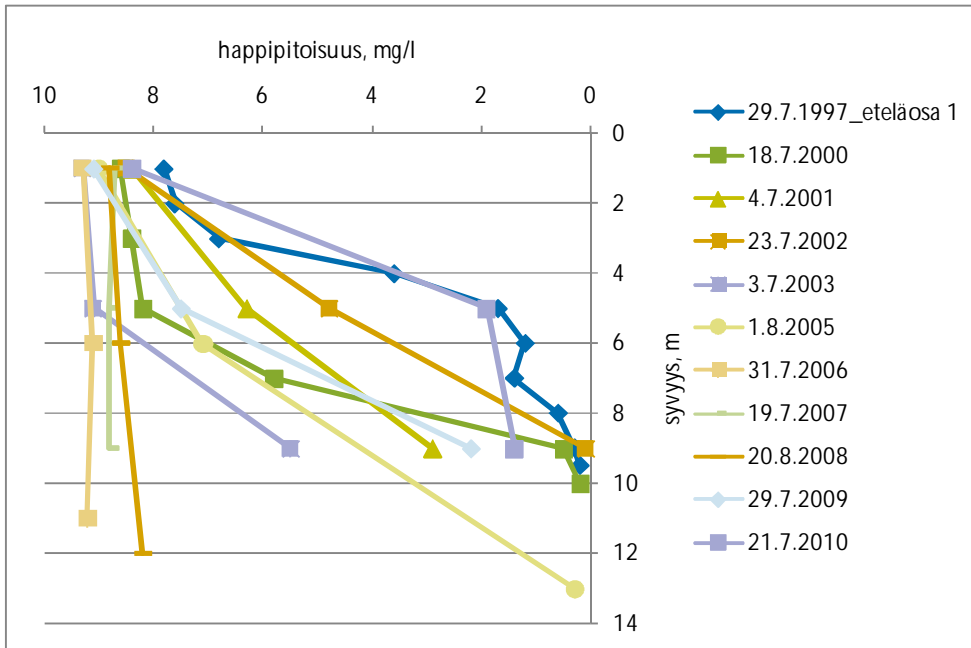
planktonia eli leväkukintoja voi alkaa esiintyä. Jos sulkasääsken toukat eivät saa suojaa hapettomuudesta, voivat vastaavasti kalat säädellä niiden esiintymistä. Tähän ajatukseen perustuen hapetus/ilmastus voisi auttaa Bodominjärven tilan paranemista.

Bodominjärven happipitoisuudet ovat olleet pääosin hyviä loppupalvisin (kuva 27). Happea on mitattu pääosin yhdeksän metrin syvyyteen asti, mikä voi selittää hapettomien ajanjaksojen puuttumista havainnoista. Toisaalta tällä syvyydellä tai sitä syvemmällä alueella on hyvin pieni osuus koko järven pinta-alasta. Merkittävä osuus alasta alkaa olla vasta kuuden metrin syvyydessä (28 %) tai sitä matalammilla alueilla.



Kuva 27. Bodominjärven happiprofiilit loppupalvisin 2000-luvulla.

Happipitoisuudet ovat olleet loppukesäisin alhaisempia (kuva 28). Vain vuosina 1997 ja 2010 happikato on ollut merkittävä sisäisen kuormituksen syntymisen kannalta. Kutakuinkin kahdeksan metriä syvemmällä happikatoja esiintyy säännöllisesti. Tätä tilavuutta sulkasääsken toukat voivat mahdollisesti käyttää suojapaikanaan. Kalat luultavasti välttelevät aluetta sen alhaisen happitilanteen takia.



Kuva 28. Bodominjärven happiprofiilit loppukesäisin vuonna 1997 ja 2000-luvulla.

Bodominjärven on ollut muutamina kesinä selvää hapetustarvetta. Toisaalta on ollut myös monia kesiä joina hapeton alue hyvin vähäinen sekä tilavuudeltaan että pinta-alaltaan. Ongelmia voi aiheutua sulkasääsken toukkien suojapaikoista. Etenkin jos Bodominjärven aletaan tehokalastaa, pitää varmistaa, etteivät sulkasääsken toukat hyödy toimenpiteestä. Periaatteessa kalanpoikaset ja sulkasääsken toukat käyttävät samaa eläinplanktonravintoa. Jos kalamäärä vähenee, sulkasääsken toukat voivat syödä eläinplanktonia enemmän. Tällöin tehokalastuksen hyöty jää hyvin vähäiseksi. Kuitenkin Bodominjärven kalaston rakenteen perusteella järvelle voi suositella tehokalastusta. Koska sulkasääsken toukat hyötyvät hapettomuudesta, voidaan niiden esiintymistä vähentää vähentämällä hapettomuutta. Tällöin niiden pitäisi altistua kalojen saalistukselle. Siksi Bodominjärven kunnostamisessa kannattaa harkita hapettamista. Bodominjärvelle esitetään tehtäväksi tarkempi hapetussuunnitelma, mistä ilmenee juuri kyseiseen järveen teholtaan ja muilta ominaisuuksiltaan sopiva laitteisto, järven hapetustarve ja laitteen sijainti.

7 Huonosti soveltuvat tai soveltumattomat menetelmät

Tässä kappaleessa esitetyt menetelmät ovat joko huonosti soveltuvia tai eivät sovellu nykyisen tiedon valossa Bodominjärvelle. Tilanne saattaa muuttua etenkin kokeellisten menetelmien kehittymisen myötä. Samoin esimerkiksi ulkoisen kuormituksen vähentyminen voi mahdollistaa jonkun nyt huonosti soveltuvan menetelmän paremman toimivuuden.

Esitellyistä menetelmistä ruoppaus ja vedenpinnannosto ovat Suomessa enemmän käytettyjä menetelmiä. Näistä menetelmistä löytyy myös enemmän tietoa. Kemialliset menetelmät ovat huomattavasti harvemmin käytettyjä. Fosforin saostamisesta rauta- ja alumiiniyhdisteillä on jonkin verran tietoa. Happikalkkia on kokeiltu Suomessa vain muutamassa pienessä kohteessa ja Phoslock-menetelmää yhdessä. Kyseisiä menetelmiä on kuitenkin esitelty lehdissä, minkä vuoksi ne tuodaan tässä suunnitelmassa esille. Esiteltyjen menetelmien lisäksi on olemassa muitakin erittäin kokeellisella asteella olevia menetelmiä.

7.1 Vedenpinnan nosto

Bodominjärven vedenpintaa ei ole tarpeellista nostaa. Järvi ei kärsi mataluudesta aiheutuvista haitoista, eikä siinä ole umpeenkasvua.

7.2 Fosforin kemiallinen saostaminen

7.2.1 Rauta- tai alumiiniyhdisteet

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

Fosforin kemiallista saostamista ei kannata tehdä lyhytviipymäisissä järvissä. Oravaisen (2005) mukaan veden viipymän ollessa alle 1 – 2 vuotta, korvautuu järveissä oleva vesi nopeasti uudella valumavedellä, joka voi olla ravinteikasta ja josta saostuskemikaali puuttuu. Bodominjärveen kohdistuu paljon ulkoista kuormitusta ja sen viipymä on noin 670 päivää eli 1,84 vuotta. Ulkoisen kuormituksen ollessa liian suurta jäävät saostuksen vaikutukset vähäiseksi. Lisäksi kemiallista saostusta ei voida suositella käytettäväksi Bodominjärveissä, koska menetelmä voi aiheuttaa haittaa alapuoliselle vesistölle ja siellä esiintyvälle uhanalaiselle purohyrrälle ja meritaimenelle. Pelkän viipymänsä puolesta kemiallista saostamista voisi harkita.

7.2.2 Happikalkki eli kalsiumperoksidi

Happikalkki on kokeellisella asteella oleva menetelmä, jonka vaikutuksia selvittämään parhaillaan yhdessä pienessä lampikoekohteessa. Tuloksia tästä kokeilusta ei

ole vielä julkaistu, joten kyseisen menetelmän toimivuuteen on erittäin vaikea ottaa kantaa.

Kalsiumperoksidia (CaO_2) voidaan levittää järveen esimerkiksi veneestä käsin, jolloin se uppoaa sedimentin pintakerrokseen. CaO_2 hajoaa hitaasti reagoidessaan veden kanssa, jolloin vapautuu happea ja kalsiumhydroksidia. Tällöin sedimentin ja veden happipitoisuuden pitäisi nousta ja aerobisten mikrobien määrä kasvaa. Samoin hajotustoiminnan pitäisi vilkastua (Nykänen 2009).

Menetelmän etuja on muutamia. Happikalkki luovuttaa happea pitkän aikaa. Veden pH-arvon nousu ei ole kovin suurta. Menetelmä ei muuta sedimentin rakenteellisia olosuhteita, koska sedimenttiä ei tarvitse pöyhiä koneellisesti. Työkustannukset ovat pieniä, eikä menetelmään liity huoltokustannuksia (Nykänen 2009).

Happikalkin toimivuutta on kokeiltu Suomessa Lappajärven kunnostushankkeen yhteydessä laboratorioissa. Happikalkki nosti veden happipitoisuutta aivan sedimentin pinnalla, mutta korkea pH-arvo mitätöi positiiviset vaikutukset (Lappajärvi Life 2003). Happikalkkia on käytetty pienen (2,3 ha) Likolammen kunnostuksessa yhdistettynä pohjan pöyhintään. Käsittelyn jälkeen veden pH-arvo oli aiempaa korkeampi ja fosforipitoisuus alhaisempi (Väisänen 2009). Velox-annos oli Likolammella 35 t/ha ja kemikaalikustannus 1 000 – 2 000 €/ha ja työkustannus oli samaa luokkaa (Keto 2009).

Näyttäisi siltä, että happikalkki toimii parhaiten pienten, ylirehevien ja huonokuntoisten lampien kunnostuksessa. Sen toimivuus Bodominjärvessä vaatisi ulkoisen kuormituksen vähentämistä. Ravinteikas vesi ylläpitää järven korkeaa perustuotantoa ja synnyttää voimakasta sedimentaatiota. Pohjaan levitetty kemikaali voi peittyä lyhyessä ajassa, jolloin sen vaikutus loppuu. Tällä hetkellä happikalkki ei ole suositeltava menetelmä Bodominjärven kunnostukseen.

7.2.3 Phoslock

Phoslock on hyvin kokeellisella asteella oleva uusi kemiallinen kunnostusmenetelmä. Phoslock (LaCl_3) on savituote, jossa bentoniittisavea ja lantaniumia (La^{3+}). Lantanium sitoo fosforia (LaPO_4). Ainetta käytetään pääosin sinileväkukintojen vähentämiseen. Phoslockin pH-arvo on välillä 7,0 – 7,5. Lantanium ei kerääny kalojen lihaksiin. Mutta sillä voi olla toksisia vaikutuksia eliöstöön (esim. *Daphnia*-vesikirput); jos veden alkaniteetti alhainen. Myös veden kovuus ja pH-arvo ovat tärkeitä. Annostelu laskettava vesistökohtaisesti, jotta toksisuusvaikutuksilta vältyttäisiin. Aineen levityksessä on käytettävä suojavarusteita, jotka estävät aineen joutumista silmiin, iholle ja hengitysteihin.

Kenttäkokeessa selvisi, että Phoslock sitoo fosforia vedestä (Mäkelä 2010). Se vähensi selvästi vesiruton kasvua. Toisaalta myös tavallinen alumiinikloridikäsitteily aiheutti kasvuston vähentymistä. Molemmissa menetelmissä näkyi levämäärän kasvua verrattuna käsittelemättömään järviveteen. Kyseisestä menetelmästä tiedetään edelleen liian vähän, jotta sitä voisi suositella Bodominjärven kunnostukseen. Menetelmää ei ainakaan kannata käyttää järvissä, joissa on uposlehtistä kasvillisuutta. Jos aine vähentää näiden kasvua, saavat levät kilpailuedun.

Bodominjärven viipymä on 670 päivää. Järveen kohdistuu liikaa ulkoista kuormitusta. Kokeellista Phoslock-menetelmää ei suositella Bodominjärven kunnostukseen. Järveen tuleva vesi on ravinteikasta ja järven vesi korvautuu kuitenkin aika nopeasti uudella valumavedellä, vaikka viipymä on lähes kaksi vuotta. Lisäksi menetelmän vaikutuksista kaivataan lisätietoa.

7.3 Sedimentin poistaminen

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

Ruoppaus on kallis menetelmä ja ruopattu massa vaatii suuria läjitysalueita. Tästä syystä ruoppausta ei ole käytetty Suomessa veden laadun parantamiseen, vaan virkistyskäytön lisäämiseen. Bodominjärven nykyinen ulkoinen kuormitus on liian suurta. Järven vesitilavuutta ei ole tarvetta kasvattaa. Vedenlaadun parantaminen vaatisi todella paljon vähäisempää ulkoista kuormitusta ja suuria läjitysalueita. Ruoppausta ei tällä hetkellä nähdä suositeltavana kunnostusmenetelmänä. Järkevämpää on vähentää ulkoista kuormitusta ja miettiä happikatojen ehkäisyä sekä kalaston rakenteen korjaamista.

8 Kunnostustoimenpiteiden toteuttaminen

Bodominjärvelle on suositeltu tehtäväksi useita kunnostustoimenpiteitä. Valuma-alueella tulisi vähentää ulkoista kuormitusta ja järvessä ehkäistä sisäisen kuormituksen syntyä. Kunnostustoimenpiteet tulisi aloittaa mahdollisimman pian. Samoin kunnostushankkeesta kannattaa alkaa tiedottaa mahdollisimman aikaisin. Toimenpiteiden aikataulutus riippuu kunnostushankkeen käynnistymisestä ja rahoituksesta.

8.1 Toteuttavat tahot

Ulkoisen kuormituksen vähentäminen vaatii yhteistyötä alueen viljelijöiden ja asukkaiden kanssa. Viljelijöitä voidaan tiedottaa maaseutusihteerin välityksellä. Valuma-alueen asukkaita voidaan tiedottaa yhdistysten kautta sekä lehtikirjoituksen avulla. Tiedotus on erittäin tärkeää hankkeessa. Päivittämällä hankkeen omat Internet-sivut aina jonkin toimenpiteen tai tapahtuman yhteydessä, saavat monet lähialueen ihmiset tietoa hankkeesta. Hankkeen omille Internet-sivuille voidaan koota myös tietoa esimerkiksi näkösyvyyden tai happipitoisuuden seurannasta. Olisi erittäin hyvä tehdä vuosittain toimintakertomus ja seuraavan vuoden toimintasuunnitelma.

Kalaston rakenteen muutos tehokalastamalla vaatii asiantuntija-apua. Kalastusyhdistys ja Pro Bodominjärvi voivat kuitenkin osallistua kalastukseen talkootyöllä. Hapetussuunnitelma tulee teettää asiantuntijalla.

Happipitoisuutta ja järven näkösyvyyttä voidaan seurata paikallisten tahojen toimesta. Happipitoisuuden mittaamista varten tulisi hankkia happimittari. Sen käytöstä on tarkemmat ohjeet liitteessä 3.

Paikalliset tahot ovat keskeisessä asemassa kunnostuksen vetäjinä. Vesialueen omistajat tulee ottaa mukaan kunnostushankkeeseen, koska monet toimenpiteistä vaativat vesialueen omistajan luvan tai suostumuksen. Tällaisia ovat hapetus ja tehokalastus. Järven kunnostusta miettimään voidaan perustaa ohjausryhmä, jossa on eri tahot edustettuina. Ohjausryhmään tulisi ainakin kuulua Pro Bodominjärvi ry:n edustaja, Bodom-järven kalastusyhdistyksen edustaja ja vesialueiden omistajat. Lisäksi Espoon ympäristökeskusta tulisi ainakin tiedottaa vuosittain toimintakertomuksen ja toimintasuunnitelman välityksellä.

8.2 Riskit

Erilaisten kunnostustoimenpiteiden vaikutusta järven tilaan ei voida ennakoida varmuudella. Järvet ovat monimutkaisia ekosysteemejä, joissa monet tekijät vaikuttavat toisiinsa. Vaikutukset ilmenevät erilaisina muutoksina järven tilassa. Saattaa myös olla, että jokin kunnostustoimenpide ei tunnu vaikuttavan lainkaan, eikä muutoksia havaita.

Bodominjärvelle suositelluista kunnostustoimenpiteistä ei pitäisi aiheutua järven veden laadun heikentymistä. Hapetuksen ollessa tarpeeksi tehokasta, pitäisi veden laadun parantua. Liian heikkotehoinen hapetus ei aiheuta tilan huonontumista, mutta ei myöskään paranna sitä. Tällöin kuluu vain turhaan sähköä.

Tehokalastuksen tulee olla tarpeeksi tehokasta, että sen veden laatua parantavat vaikutukset näkyvät. Bodominjärvässä on myös sulkasääsken toukkia. Nämä

saattavat syödä tehokkaasti eläinplanktonia. Eläinplankton syö kasviplanktonia eli levää. Jos eläinplanktonia on liian vähän, voi levää syntyä paljon. Tällöin voi tuntua siltä, ettei tehokalastuksesta olekaan hyötyä. Siksi samaan aikaan tehtävä hapetus auttaa hävittämään sulkasääsken toukkien suojapaikkoja ja altistaa ne kalojen ravinnoksi.

Vesikasvien poisto voi aiheuttaa leväkukintoja tai poistettu kasvillisuus voi korvaantua vaikeammin poistettavalla lajilla. Bodominjärven kasvillisuus on vähäistä, minkä takia sen laaja-alaista poistoa ei suositella. Paikallisesti sitä voidaan kuitenkin poistaa virkistyskäytön, kuten uimisen ja veneilyn parantamiseksi.

8.3 Resurssit

Kunnostustoimenpiteiden kustannusten arvioiminen ei ole helppoa. Ulkoisen kuormituksen vähentämisen kustannuksia voidaan arvioida ympäristötukijärjestelmän avulla. Viljelijä voi hakea ympäristötukea suojavyöhykkeiden perustamiseen tai kosteikkojen rakentamiseen. Haja-asutuksen jätevesien käsittelyn kustannukset määräytyvät pitkälti valittavan järjestelmän mukaan.

Tehokalastuksen kustannukset riippuvat pyyntimenetelmästä ja pyyntipäivien määrästä. Hapetus tulee suunnitella huolella, jotta hapetustarve saadaan laskettua riittävän tarkasti. Suunnittelusta tulee kustannuksia. Laitteiden hankintakustannukset riippuvat laitevalinnasta. Yleensä sopivin laite valitaan tarkemmassa hape-tussuunnitelmassa. Sähkönkulutus riippuu voimakkaasti laitetypistä. Toisissa sähkönkulutus on hyvinkin suurta.

Tässä työssä on lähes mahdotonta arvioida toteutuksen kustannuksia. Kustannukset riippuvat hankkeen jatkosuunnittelusta. Kunnostushankkeen vetäjän kannattaa kysyä hintoja eri toimenpiteiden kustannuksista suoraan niiden tarjoajilta.

9 Seuranta

Espoon kaupunki seuraa Bodominjärven veden laatua. Järvi kuuluu vesienhoitoalueen seurantaohjelmaan vuosittaisena kohteena.

Olisi hyvä, jos vesinäytteitä pystyttäisiin ottamaan vuosittain kolme kertaa kesässä ja kerran talvella. Jos näytteitä ei ole mahdollista ottaa montaa kertaa kesässä, niin paras ajankohta niiden ottamiselle on heinä-elokuu. Joka toinenkin vuosi tehtävä seuranta antaisi tietoa järven tilan kehityksestä. Talviaikana riittää yksi analyysi (maaliskuu), mutta happipitoisuutta kannattaisi seurata useammin. Kesällä vedestä kannattaa määrittää ainakin kokonaisfosfori- ja kokonaistyppipitoisuus, klorofylli-a-pitoisuus ja happipitoisuus. Myös veden pH, väri ja sameus kannattaa selvittää. Talvella näytteestä kannattaa analysoida ainakin kokonaisfosfori- ja kokonaistyppipitoisuus ja happipitoisuus.

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

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

Tehokalastuksen tuloksellisuutta tulisi seurata jatkuvilla saalisotoksilla sekä määrärajojen tehtävin koekalastuksin.

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

Vesikasvillisuutta kannattaa seurata, vaikka järvessä se ei aiheuttaisikaan ongelmia. Paikalliset toimijat voisivat hyvin vastata kasvillisuuden seurannasta. Etenkin tehokalastuksen jälkeen on hyvä tarkkailla kasvillisuuden leviämistä. Tärkeää olisi merkitä vuosittain karttaan kasvillisuusrajat ja kasvilajit ja tarvittaessa tehdä tarkempia kasvillisuuskartoituksia 2 – 3 vuoden välein. Kasvustot kannattaa myös valokuvata, jolloin niiden tunnistamisen voi varmentaa asiantuntijalla.

10 Yhteenveto

Bodominjärveen kohdistuu laskennallisesti arvioituna paljon ulkoista kuormitusta. Järven kunnostuksessa on tärkeintä ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Ulkoista kuormitusta tulee eniten peltoviljelystä, joten toimenpiteet pitää suunnata juuri maatalouden kuormituksen vähentämiseen. Hulevesien hallintaa kannattaa suunnitella asemakaava-alueella.

Bodominjärven kalasto on särkikalavaltainen. Kalaston rakennetta voidaan muuttaa tehokalastamalla. Jotta kyseisellä menetelmällä voidaan vaikuttaa veden laatuun, sen pitää olla tarpeeksi tehokasta. Kalastuksen säätelyssä kannattaa ottaa huomioon kuhalle sopivat suositukset, kuten verkkojen solmuvälirajoitus ja alamitta.

Hapetus on varteenotettava kunnostusmenetelmä. Bodominjärvessä esiintyy sulkasääsken toukkia. Alhainen happipitoisuus tarjoaa suojapaikan sulkasääsken toukille. Samoin samea vesi antaa suojaa toukille. Sulkasääsken toukat saattavat syödä pienten kalojen tapaan eläinplanktonia. Eläinplanktonin määrän vähentyessä, kasviplanktonin määrä voi kasvaa. Jos sulkasääsken toukkien suojapaikka poistuu hapetuksen myötä, kalat voivat syödä niitä. Tällöin ne eivät enää voi syödä eläinplanktonia. Bodominjärvelle esitetään tehtäväksi tarkempi hapetussuunnitelma, mistä ilmenee juuri kyseiseen järveen teholtaan ja muilta ominaisuuksiltaan sopiva laitteisto, järven hapetustarve ja laitteen sijainti.

Bodominjärven kasvillisuutta voidaan poistaa maltillisesti sen haitatessa virkistyskäyttöä. Kasvillisuus ei kuitenkaan aiheuta paljon ongelmia järvessä, joten kyseinen toimenpide on hyvin vähäinen ja paikallinen. Tärkeää on noudattaa annettuja kasvilajikohtaisia poisto-ohjeita.

Veden laadun seuranta on erittäin tärkeää, jotta eri menetelmien vaikutukset järven tilaan nähdään ajoissa. Tällöin on mahdollista tehostaa jotain toimintaa ja siirtyä johonkin vaihtoehtoiseen tapaan, jos tila esimerkiksi huononee. Happipitoisuuden seuranta varten suositellaan ostettavan happimittari, jonka käytön ja huoltamisen joku paikallisista opettelee huolellisesti.

LÄHTEET

- Alakukku L. 2004. Suorakylvö. *Vesitalous* 45 (3): 31 – 32.
- Aulaskari H., Lempinen P. & Yrjänä T. 2003. Kalataloudelliset kunnostukset. Julkaisussa: Luonnonmukainen vesirakentaminen (toim. Jormola J., Harjula H. & Sarvilinna A. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Suomen ympäristö nro 631.s. 72 – 87. ISBN 952-11-1424-X.
- Barkman J. 2008. Matalajärven kunnostus 2005–2007. – Suunnitelma ja toteutus. Tulokset ja pohdinta. Espoon ympäristölautakunta, Espoo. Espoon ympäristölautakunnan julkaisu 2/2008. 62 s. ISBN 978-951-857-524-8.
- Bärlund I. & Tattari S. 2001. Ranking of parameters on the basis of their contribution to model uncertainty. *Ecological Modelling*, 142 (1-2): 11 – 23.
- Cooke G. D., Welch E. B., Peterson S. A. & Nichols S. A. 2005. Restoration and management of lakes and reservoirs. Kolmas painos, Lewis Publishers. 591 s. ISBN 1-56670-625-4.
- Espoon kaavoitushankkeet 2010. Espoo.fi -> Avoim Espoo > Kaavoitus > Bodominjärven valuma-alueelle sijoittuvat kaavoitushankkeet. Haettu 16.9.2010.
- Espoon kaupungin Internet-sivut 16.9.2010. Espoo -> Kaavoitus -> Karttapalvelu > Ortoilmakuvat vuosilta 2001, 2005, 2009 koskien Bodominjärveä.
- Etelä-Suomen aluehallintovirasto. 2010. Kartanokylpylä Kaisankodin jätevedenpuhdistamon ympäristölupahakemus. 11.10.2010. Päätös nro 55/2010/2. Dnro ESAVI/243/04.08/2010. 32 s.
- Evans R. D. 1994. Empirical evidence of the importance of sediment resuspension in lakes. *Hydrobiologia* 284 (1) : 5–12.
- FCG Finnish Consulting Group Oy 2010. Espoon hulevesiohjelma - ehdotus 1.11.2010. [vielä julkaisematon raportti].
- Frisk T. 1978. Järvien fosforimallit. Vesihallitus. Vesihallituksen tiedotus 146, Helsinki. 114 s. ISBN 951-46-3412-8.
- Gränlund K., Rekolainen S., Grönroos J., Nikander A. & Laine Y. 2000. Estimation of the impact of fertilisation rate on nitrate leaching in Finland using a mathematical simulation model. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80 (1-2): 1 – 13.
- Hagman A.-M. 2005. *Sida crystallina* kesänaikainen sukkessio - kelluslehtikasvuston ja veden laadun merkitys vesikirppupopulaatiolle. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto. 50 s.
- Heikkilä K. 2008. Bodominjärven sedimenttitutkimus. [Julkaisematon tutkimus].
- Helin M.-L. 2010a. Pakankylän koulun jäteveden puhdistus vuonna 2009. HSY Vesi, valvontapalvelut. 2 s. [julkaisematon selvitys].
- Helin M.-L. 2010b. Kaisankodin jäteveden puhdistamon toiminta vuonna 2009. HSY Vesi, valvontapalvelut. 3 s. [julkaisematon selvitys].
- Hertta 2010a. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä Hertta. Bodominjärven vedenlaatutiedot.
- Hertta 2010b. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä Hertta. Vesimuodostumakohtainen asiantuntija-arvio koskien Bodominjärveä.
- Hinkkanen K. 2006. Kuivakäymälän hoito ja käymäläjätteen käsittely. Käymäläseura Huussi ry, Tampere. 10 s. ISBN 952-91-9985-6.
- Huttunen M., Huttunen I. & Vehviläinen B. 2008. Vesistömallin vedenlaatuosio, vesistömallikoulutus 12.2.2008. Lainattu vesistömallijärjestelmän internet-sivuilta 15.3.2010.
- Hyytiäinen U.-M. 2000. Tarkkaile kotijärveäsi. Havaitse ajoissa haitallinen rehevöityminen. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 9 s. [Julkaisematon moniste].
- Jeppesen E. & Sammalkorpi I. 2002. Lakes. Julkaisussa: Perrow M. R. & Davy A. J. (toim.). Handbook of ecological restoration. Cambridge University Press, New York. s. 297 – 324. ISBN 0-521-79129-4.
- Jungo E., Visser P. M., Stroom J. & Mur L. R. 2001. Artificial mixing to reduce growth of the blue-green alga *Microcystis* in Lake Nieuwe Meer, Amsterdam: an evaluation of 7 years of experience. *Water Science and Technology: Water Supply* 1 (1): 17 – 23.
- Juuti P. & Rajala R. 2007. Veden vuosisata. Espoon vesihuolto 1930-luvulta 2000-luvulle. Tampere University Press. Tampere. 448 s. ISBN 978-951-44-6916-9.
- Kamppi K. 1990. Bodominjärven hajakuormitus selvitys. Espoon kaupungin painatuskeskus, Espoo. Espoon ympäristölautakunnan julkaisu 1/90. 47 s. ISBN 951-857-131-7.

- Kasvio P. 2008. Espoonjoen suojelusuunnitelma. Espoon ympäristökeskus, Espoo. Espoon ympäristökeskuksen monistesarja 5/2008. 94 s. ISSN 1457-7100.
- Keto J. 2009. Esitys 4.3.2009 Suomen ympäristökeskuksen innovaatiofoorumissa koskien Likolammen kunnostusta. Suomen ympäristökeskuksen internet-sivut, www.ymparisto.fi > Vesivarojen käyttö > Vesistöjen kunnostus. > Järvien kunnostus ja hoito > Järvien kunnostukseen liittyviä videoita ja esityksiä. Päivitetty 13.5.2009, viitattu 16.9.2010.
- Kurkilahti M. & Rask M. 1999. Verkkokoekalastukset. Julkaisussa: Böhling P. & Rahikainen M. (toim.), Kalataloustarkkailu, periaatteet ja menetelmät. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki, s. 151 – 161. ISBN 951-776-187-2.
- Kääriäinen S. & Rajala L. 2005. Vesikasvillisuuden poistaminen. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Ympäristöopas 114. s. 249 – 270. ISBN 951-37-4337-3.
- Lappalainen K. M. 1990. Kunnostuksen ja hoidon ekologiset perusteet. Julkaisussa: Ilmavirta V. (toim.), Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino, Helsinki. s. 45 – 53. ISBN 951-570-051-5.
- Lappalainen K. M. & Lakso E. 2005. Järvien hapetus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Ympäristöopas 114. s.151 – 168. ISBN 951-37-4337-3.
- Levähaittarekisteri. 2010. Tiedot koskien Bodominjärveä. Haettu 28.4.2010.
- Löksy M. 2011. Sähköpostiviesti 7.2.2011 koskien Bodominjärven hapetuksen lopettamista.
- Mattila H. 2005. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 114. s. 137 – 150. ISBN 951-37-4337-3.
- Mattsson T., Finér L., Kortelainen P. & Sallantausta T. 2003. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. *Water, Air and Soil Pollution* 147 (1 – 4): 275 – 297.
- Mäkelä A. 2010. Raportti koetoiminnasta v. 2010. 6 s. [Julkaisematon raportti]
- Nieminen P. 2010. Puhelinkeskustelu 10.11.2010 koskien Golf-kentän kuormitusta.
- Nieminen P. 2011. Puhelinkeskustelu 13.1.2011 koskien Golf-kentän kuormitusta ja Bodominjärven ja Matalajärven vedenkorkeuksia.
- Nykanen A. Järvien sedimentin ja veden hapellisuuden nostaminen kalsiumperoksidin avulla. Esitys 4.3.2009 Suomen ympäristökeskuksessa innovaatiofoorumissa. Ympäristöekologian laitos, Helsingin yliopisto. www.ymparisto.fi > Vesivarojen käyttö > Vesistöjen kunnostus > Järvien kunnostus ja hoito > SYKE:n Innovaatioseminaari 4.3.2009. Viitattu 29.6.2010, päivitetty 20.7.2009.
- Oinonen E. 2008. Selvitys Espoon järvien tilasta. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 17/2008. 71 s. ISBN 978-952-11-3241-4.
- Oravainen R. 2005. Fosforin kemiallinen saostus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Ympäristöopas 114. s.191 – 202. ISBN 951-37-4337-3.
- Penttilä S. 2001. Suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma Espoonjoen valuma-alueella Espoossa ja Vantaalla. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskuksen monisteita, nro 102. 34 s. ISBN 952-463-010-9.
- Perrow M. R., Jowitt A. D. J., Stansfield J. H. & Phillips G. L. 1999. The practical importance of the interactions between fish, zooplankton and macrophytes in shallow lake restoration. *Hydrobiologia* 395–396: 199 – 210.
- Pietiläinen O.-P. & Räike A. 1999. Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 313. 64 s. ISBN 952-11-0503-8.
- Puustinen M. & Jormola J. 2003. Kosteikot ja laskeutusaltaat. Maatalouden ympäristötuen erityistuet. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 11 s.
- Rautio L. M. & Savola E.-M. 2003. Yhteistyöllä vesistöt kuntoon. Lappajärvi Life-projektin tuloksia. Länsi-Suomen ympäristökeskus. [Julkaisematon esite].
- Rekolainen S., Pitkänen H., Bleeker A. & Siettske F. 1995. Nitrogen and phosphorus fluxes from Finnish Agricultural Areas to the Baltic Sea. *Nordic Hydrology* 26 (1): 55 – 72.
- Sammalkorpi I., Horppila J. & Ruuhijärvi J. 1999. Levähaitta vai kala-aitta? Kotijärvi kuntoon hoitokalastuksella. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 15 s. [Julkaisematon moniste].
- Sammalkorpi I. & Horppila J. 2005. Ravintoketjukunnostus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Ympäristöopas 114. s.169 – 189. ISBN 951-37-4337-3.

- Savola P. 2008. Bodomjärven koekalastus kurenuotalla 7. – 8.8.2008. Uudenmaan ympäristökeskus. [Julkaisematon raportti].
- Seppälä T. 2007. Matalajärven valuma-alueen toimintojen tarkastelu ja toimenpide-ehdotukset kuormituksen vähentämiseksi. Espoon ympäristökeskus, Espoo. Espoon ympäristökeskuksen monistesarja 3/2007. 27 s. ISBN 978-951-857-511-8.
- Shapiro J. 1980. The importance of trophic-level interactions to the abundance and species composition of algae in lakes. *Julk.: Barica J. & Mur L. R. (toim.), Hypertrophic ecosystems. Dr. W. Junk Publishers, s. 105-116. ISBN 90-6193-752-3.*
- Tattari S., Bärnlund I., Rekolainen S., Posch M., Siimes K., Tuhkanen H-R. & Yli-Halla M. 2001. Modeling field scale sediment yield and phosphorus transport in Finnish clayey soils. *Transactions of the ASAE 44 (2): 297 – 307.*
- Tornivaara-Ruikka R. 2006. Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Painotalo Casper Oy, Kurikka. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 3/2006. ISBN 952-11-2364-8.
- Tulisalo U. 1998. Taloudellisesti ja ekologisesti kestävään lannoitukseen. *Käytännön Maamies 47 (2): 4-7.*
- Uusikämpä, J. & Palojärvi, A. 2006. Suojakaistojen tehokkuus kevätiljajamaalla ja laitumella. *Julkaisussa: Virkajärvi, P. & Uusikämpä, J. (toim.). Laitumen ja suojavyöhykkeiden ravinnekierto ja ympäristökuormitus. MTT, Jokioinen. Maa- ja elintarviketalous 76. s.101-137.*
- Valpasvuo-Jaatinen P. 2003. Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito. *Maatalouden ympäristötuen erityistuet. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 11 s.*
- VEPS-järjestelmä: 22.5.2006 (päivitetty) www.ymparisto.fi/palvelut > Tietojärjestelmät ja aineistot > Vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä VEPS. [viitattu 20.5.2010]
- Viinikkala J., Mykkänen E. & Ulvi T. 2005. Ruoppaus. *Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E (toim.). Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Ympäristöopas 114. s.211 – 226. ISBN 951-37-4337-3.*
- Vollenweider R. A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Memorie dell'istituto italiano di idrobiologia 33 (2): 53 – 83.*
- Väisänen T. 2009. Sedimentin kemikalointikäsittely. *Tutkimus rehevän ja sisäkuormitteisen järven kunnostusmenetelmän mitoitukselta sekä sen tuloksellisuuden mittaamisesta. Väitöskirja. Teknillinen tiedekunta, prosessi- ja ympäristötekniikan osasto, Oulun yliopisto. 208 s. Wetzel R. G. 2001. Limnology. Lake and river ecosystems. Academic Press. 1006 s. ISBN 0-12-744760-1.*
- Venho V. 2010. Sähköposti koskien kuhan kalastusta koskevaa säännöstelyä. 16.11.2010
- Wetzel R. G. 2001. *Limnology. Lake and river ecosystems. Academic Press. 1006 s. ISBN 0-12-744760-1.*
- Ympäristöhallinto. 2009. Internet-sivut koskien kalakuolemia. 7.9.2009 (päivitetty) www.ymparisto.fi > www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Rehevoityminen > Happikato > Kalakuolemat. [viitattu 22.9.2010]
- Ympäristöministeriö 2009. 30.6.2009 päivitetty *Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje. www.ymparisto.fi > Ympäristöministeriö > Ajankohtaista > Tiedotteet > Tiedotteet 2009 > Ympäristöministeriön ohjeella yhtenäistetään kotieläintalouden ympäristönsuojelua. [viitattu 3.12.2009].*
- Ympäristöministeriö 2003. *Hevostallien ympäristönsuojeluohje 4.11.2003. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöministeriön moniste 121. 27 s.*

Liite 1a.
Kysely Bodominjärven tavoitetilan määrittämiseksi

Vastaaja taho: Pro Bodominjärvi ry – Pro Bodom trask rf

Nykytila:

Aluksi toivomme teidän mieltävän Bodominjärven ominaisuuksia. Millaisia ne ovat nyt?

Bodominjärven parhaat ominaisuudet:

1. Mitkä asiat tekevät kotijärvestänne ainutlaatuisen ja/tai tärkeän?

Bodominjärven maisema on edelleen "asumaton" ja on maisemallisesti luonnonmukainen. Tätä maisemaa ei saa tuhota voimakkaalla rakentamisella ja tarpeettomalla valosaasteella. Matala- ja Bodominjärvi yhdessä muodostavat merkittävän luonnon keitaan monipuoliselle luonnolle, jossa on runsaasti suojeltavia luontokohteita.

Bodominjärven huonoimmat ominaisuudet:

2. Mitä asioita pitäisi muuttaa järven valuma-alueella ja itse järvessä (esim. järven käytön ja järven "itseisarvon" kannalta)? Laittakaa muutettavat asiat tärkeysjärjestykseen.

Valuma-alue:

1. Valuma-alueet tulee varustaa tarvittavilla suoja-altailla, joissa valumavedet voivat puhdistautua ennen kuin ne valuvat sekä Matala- että Bodominjärveen.
2. Suurena uhkana järvien tulevaisuudelle on suuret rakennusoikeudet järvien ympäristössä. Alueen rakentamisessa tulee ottaa valtioneuvoston vuonna 1989 antaman periaatepäätöksen tavoitteet: kts <http://www.nuukсионjarviylanko.fi/9>
3. Tarpeettoman liikenteen ohjaamista järven välittömässä ympäristössä pitää välttää, mukaan lukien vapaa-ajan liikenne järvellä.
4. Nyt tavoitteeksi tulisi asettaa järvien tilan kohentaminen, vähentämällä niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat haitallisesti järvien tilaan.

Järvi:

Järven säännöstely; pinnan korkeuden tulee olla vakaa, kuitenkin niin että järvessä on aina riittävästi vettä eivätkä rannat tulvi eikä myöskään pohja paljastu rannoilta.

Tavoitetila:

Kuvitelkaa, että järven kunnostukseen olisi käytettävissä rajattomasti niin taloudellisia kuin henkilöresursseja. Toimenpiteitä voitaisiin käyttää vapaasti eikä niiden toteuttamisen esteenä olisi asianosaisten vastustus tai lainsäädäntö. Tarvittaessa voitaisiin myös kehittää uusia kunnostusmenetelmiä.

3. Millainen olisi Bodominjärvi kunnostuksen jälkeen vuonna 2025?

Miettikää ainakin seuraavia tekijöitä: maisemaa, vesikasvillisuutta, kalastoa, vedenlaatua ja valuma-alueen ominaisuuksia, järven arvoa nykyään ja tulevaisuudessa ja sen itseisarvoa.

Maisema:

Maiseman säilyminen rakentamattomana ja mahdollisimman luonnonmukaisena.

Vesikasvillisuus:

Tunnusomaisen kasvillisuuden ylläpitäminen on tärkeää.

Kalasto:

Järvelle luonnonmukainen kalasto ylläpidettävä

Vedenlaatu:

Hyvä, veden laadulle on asetettu tavoite-arvot, joita seurataan. _

Valuma-alueen ominaisuudet:

Sellaiset, etteivät aiheuta järvelle tarpeetonta lisäkuormitusta.

Järven arvo nykyään:

Järven arvo on moniulotteinen: kalastus, maiseman, virkistyskäyttö, vesilähteenä alueen kotitalouspuutarhoille

Järven arvo tulevaisuudessa: Hyvin hoidettuna järven arvo tulevaisuudessa on luonnollisesti arvokkaampi, kuin tänään.

Järven itseisarvo (siis sen oma arvo, ei ihmisten kannalta):

Elinvoimainen, biologisesti toimiva ekosysteemi

Liite 1b.
Kysely Bodominjärven tavoitetilan määrittämiseksi

Vastaajat: Bembölen osakaskunta ja Bodom-järven kalastusyhdistys

Bodominjärven tavoitetila 2020

- Eläin- ja kasviplanktonin suhde on luonnollinen. Eläinplanktonin määrä on nykyistä suurempi.
- Järven kalakanta on tasapainoinen. Petokalojen osuus on nykyistä suurempi.
- Kuore on palautettu kalakantaan.
- Järvessä on rapuja.
- Järveä ei säännöstellä, mutta vedenpinnan vaihtelu ei ole häiritsevää teko-osken ansiosta.
- Laskujoessa ja järveen tulevissa puroissa ei ole rakennettuja esteitä kalojen, rapujen ja muiden eläinten liikkumiselle ja lisääntymiselle.
- Vesialueiden omistus on keskitetty yhteen osakaskuntaan. Kalastus- ja muista luvista voidaan päättää yhtenäisesti koko järven osalta. (Huom.: Osakaskunnassa ei kuitenkaan uskottu Espoon ja Helsingin kaupunkien liittyvän uuteen osakaskuntaan.)
- Järveen liittyvien vesialueiden osakaskunnat ovat järjestäytyneet. Helpottaa yhteistoimintamahdollisuuksia.
- Järven lähiympäristö on viemäroity Espoon jätevesijärjestelmään.
- Maa- ja metsätaloudesta sekä asumisesta peräisin olevia ravinteita huuhdoutuu järveen vain kymmenesosa vuoden 2010 määrästä.
- Järvellä ei esiinny häiritseviä leväkukintoja.
- Minkkejä ja supeja ei järven rannoilla tavata. Myös muiden luonnonvaraisien tulokaslajien määrä on hallinnassa.
- Virkistyskäytön määrä on sama kuin vuonna 2010.
- Kalastuksen ja muun käytön valvonta on säännöllistä ja kattavaa.
- Kevyen liikenteen väylä kiertää järven ympäri.

Lisäksi kalastusyhdistyksen kokouksessa haluttiin tähdentää suojavyöhykkeiden tarpeellisuutta viljeltyjen maiden ja vesistön välille.

Listalla on vain asioita, joihin toivotaan parannusta. Hyvällä tolalla olevia seikkoja ei ole mainittu.

Liite 2. Vesistökuormituksen arviointi järjestelmä (VEPS)

teksti lainattu VEPS:istä

Johdanto

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty vesistökuormituksen arviointiin VEPS-järjestelmä (<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=185329&lan=FI>), jonka avulla voidaan arvioida 3. jakovaiheen vesistöalueilla eri kuormituslähteiden suuruutta. Vesistöt on jaettu Suomessa 74 päävesistöalueeseen, jotka jakautuvat osa-alueiksi (1. jakovaihe). Nämä taas jakautuvat yhä pienemmiksi (2. jakovaihe) ja pienemmiksi (3. jakovaihe). Neljäs jakovaihe vastaa järven omaa valuma-alueita.

VEPS-järjestelmä arvioi pistekuormituksen, maatalouden, metsätalouden, luonnonhuuhtouman, laskeuman ja haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen. VEPS:llä voidaan arvioida kokonaistypen ja -fosforin kuormat vuositasolla (kg/km² /a).

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

Pistekuormitus

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

Peltoviljelyn kuormitus

Peltoviljelyn aiheuttaman fosforikuormituksen laskenta perustuu matemaattisella ICECREAM-mallilla (Tattari et al., 2001; Bärlund ja Tattari, 2001) laskettuihin kuormituslukuun. Kokonaistyyppikuorma perustuu VEPS1-version SOIL-N simulointituloksiin (Granlund et al., 2000). ICECREAM-simulointiajot on tehty viiden, eri puolella Suomea sijaitsevan ilmastoaseman vuosien 1990 – 2000 meteorologisten havaintojen perusteella. Vesistöalueen kuormituksen laskennassa käytetty ilmasto-asema on valittu lähinnä aseman läheisyyden perusteella. Kuormitustulokset edus-tavat pitkäaikaista (10 v.) keskimääräistä

kuormitusta, eikä tuloksia voida käyttää esim. hydrologisesti erilaisten vuosien kuormitusarviointiin.

Peltojen kasvilajitietona on käytetty TIKEn v. 2002 kuntatilastoista saatuja kasvitietoja ja maalajitieto perustuu Viljavuuspalvelun peltojen pintamaan maalaji-tietoon. Kullekin kunnalle on määritetty aineiston perusteella vallitseva maalaji, kun taas kasvitiedoista on laskettu kunkin kasvilajin prosenttiosuuden mukaan ns. alueella kasvava keskimääräinen kasvi. Näiden tietojen perusteella on laskettu peltojen kaltevuustiedon avulla (DEM, 25 x 25 m) kullekin 3. jakovaiheen vesistöalueelle ominaiskuormitusarvio hyödyntäen edellä mainittuja mallituloksia. Pitkäaikaisista seurantaohjelmista ja maatalouskoekenttien tuloksista on laskettu suhteellisen laajat vaihteluvälit sekä fosforin että typen kuormitukselle ja simuloidut kuormitusarviot on skaalattu tähän vaihteluväliin (Rekolainen et al, 1995).

Metsätalouden kuormitus

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

Luonnonhuuhtouma

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

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

Laskeuma

Suomen ympäristökeskus (SYKE) mittaa kansallisena seurantaohjelmassa sadeveden ainepitoisuuksia ja kokonaislaskeumaa (ns. bulk-laskeuma), joka koostuu sateen mukana tulevasta

märkälaskeumasta sekä keräimeen laskeutuvista leijuvista hiukkasista eli kuivalaskeumasta. Suurin osa laskeumanäytteen ilmaperäisistä epä-

puhtauksista on yleensä märkälaskeumasta peräisin. Koko maan kattavassa asemaverkossa mittausasemat on pääosin sijoitettu haja-asutusalueille. Näillä mittausalueilla ei ole merkittäviä pistemäisiä ilman epäpuhtauksien päästölähteitä, joten mittauksilla on pyritty havainnoimaan ns. tausta-alueille sateen mukana tulevan ainekuormituksen perustasoa. SYKE mittaa tällä hetkellä kokonaislaskeumaa 14 havaintoasemalla. VEPSin laskeumatiedot perustuvat näihin mittauksiin. VEPS:ssä kullekin aluekeskukselle on määritetty ominaislaskeuma perustuen alueella sijaitsevien laskeumaseuranta-asemien vuotuisiin laskeumakeskiarvoihin. Kunkin 3. jakovaiheen vesistöalueen ominaiskuormitusarvo on arvioitu näiden tietojen perusteella.

Laskeuman vuotuiset vaihtelut sekä alueelliset erot voivat olla suuria, kokonaistypen laskeuma-arvot vaihtelevat 188 – 1042 mg /m² /a ja kokonaisfosforin 4 – 25 mg /m² /a. Vaihtelua voi aiheuttaa sadannan vuosien väliset ja vuoden sisäiset vaihtelut sekä typen osalta myös päästöjen vähentyminen viimeisen 10 – 15 vuoden aikana. Korkeimmat laskeuma-arvot mitataan Etelä- ja Länsi-Suomessa, missä Suomen omien päästöjen ja kaukokulkeuman vaikutus on suurin. Laskeuma-arvot, erityisen typen osalta, pienenevät pohjoista kohti mentäessä kun etäisyys suurempiin päästöalueisiin kasvaa.

Turvetuotannon kuormitus

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

Haja-asutuksen kuormitus

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

Hulevesien kuormitus

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

Liite 3. Hapen mittaus happimittarilla – tarkemmat ohjeet

Yleistä mittarin käsittelystä

Happimittaria tulee käsitellä huolella ja varovaisesti. Laite sisältää pieniä osia, jotka voivat mennä rikki tai vääntyä. Kaapeli ruuvataan mittariin kiinni ilman voimaa. Kaapelin ei tule antaa venyä. Mittausanturissa on usein vaihdettava kalvo tai kemiallista liuosta. Luotettavan mittaus tuloksen saamiseksi kalvon tulee olla ehjä ja / tai anturissa tulee olla kemikaaliliuosta. Anturin avaaminen esimerkiksi kemikaalien lisäyksen tai kalvon vaihdon yhteydessä on tehtävä varovaisesti. Yleensä tällaiset toimet kannattaa tehdä kuivalla maalla eikä veneessä mittauspaikalla.

Mittauspaikat

Happea kannattaa mitata useasta paikasta, jotta nähdään riittääkö laitteiden teho ilmastamaan koko järven alusveden.

Mittauspaikkojen syvyydet tulee määrittää ennen ensimmäistä hapen mittaus- ta esim. edellisenä päivänä laskemalla jokin paino narun varassa pohjaan. Tämän jälkeen mittauspaikkojen syvyydetiedot kannattaa merkitä karttaan. Määrittämällä mittauspaikkojen syvyydet etukäteen, voidaan arvioida milloin anturi on lähellä pohjaa ja / tai onko se pohjassa.

Mittaus

Happimittarin käyttö on pääsääntöisesti hyvin helppoa. Syvyyden määrittämistä varten kannattaa merkitä happimittarin kaapeliin pituus metrin välein ilmastointiteipillä. Mittausanturi lasketaan haluttuun syvyyteen ja odotetaan, kunnes mittarin antama lukema vakiintuu. Mittaus tehdään pinnasta pohjaa kohti. Tällöin estetään pohjasedimentin sekoittuminen vesimassaan, jos anturi vahingossa osuu pohjaan. Anturin osuminen pohjaan aiheuttaa sedimentin pölyämistä, mikä voi näkyä happettomuutena. Jos anturi osuu pohjaan, on hyvä vaihtaa mittauspaikkaa muutama metrin päähän. Ensimmäinen mittaus kannattaa tehdä yhden metrin syvyydestä. Tämän jälkeen mittauksia voi tehdä metrin välein ja kirjata lukemat ylös. Tämä helpottuu jos mittaus tekee kaksi henkilöä. Mittaajan vaihtuessa edellisen mittajaan kannattaa opastaa seuraajansa mittarin käyttöön.

Kalibrointi

Happimittarin kalibroinnin voi joidenkin mittareiden kohdalla tehdä itse tai laitteen voi lähettää kalibroitavaksi. Jos kalibrointi tehdään itse, tulee se tehdä kyseisen laitteen mukana tulevien ohjeiden mukaan. Kalibroinnissa pitää tarkistaa, että anturin kalvo on ehjä ja / tai että siinä on riittävästi kemikaaliliuosta.

Huolto

Happimittarin huolto on järjestettävä tarvittaessa laitteen ohjeiden mukaisesti.

Julkaisusarjan nimi ja numero Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 26/2010				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Anne-Marie Hagman		Julkaisuaika Maaliskuu 2011		
		Julkaisija Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja/toimeksiantaja Espoon kaupunki ja Uudenmaan ELY-keskus		
Julkaisun nimi Espoon Bodominjärven kunnostussuunnitelma				
Tiivistelmä Espoon kuntakohtainen järvikunnostusohjelma aloitettiin 21 järven perustilan selvityksellä vuonna 2008. Vuonna 2009 jatkettiin kuntakohtaista järvikunnostusohjelmaa arvioimalla samojen 21 järven kunnostustarvetta. Espoon kaupungin ja Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen ympäristö ja luonnonvarat -vastuualueen yhteistyötä jatkettiin vuonna 2010 laatimalla kunnostustarveraportissa suositeltu kunnostussuunnitelma Bodominjärvelle. Bodominjärvi sijaitsee Keski-Espoossa ja on pinta-alaltaan 412 ha. Se kuuluu Espoonjoen vesistöalueeseen. Järven valuma-alueen pinta-ala on 31,7 km ² . Bodominjärvi on rehevä järvi, ja siellä on esiintynyt suhteellisen usein levähaittoja. Järven kalasto on särkikalavaltaista. Kasvillisuus on vähäistä. Bodominjärveen kohdistuu laskennallisesti arvioituna paljon ulkoista kuormitusta. Järven kunnostuksessa on tärkeintä ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Ulkoista kuormitusta tulee eniten peltoviljelystä, joten toimenpiteet pitää suunnata juuri maatalouden kuormituksen vähentämiseen. Hulevesien hallintaa kannattaa suunnitella asemakaava-alueella. Kalaston rakennetta voidaan muuttaa tehokalastamalla. Kasvillisuutta voidaan poistaa sen haitatessa virkistyskäyttöä suunnitelmassa annettujen kasvilajikohtaisten ohjeiden mukaan. Kasvillisuus ei kuitenkaan aiheuta paljoa ongelmia järvessä, joten kyseinen toimenpide on hyvin vähäinen ja paikallinen. Hapetus on varteenotettava kunnostusmenetelmä, etenkin kun Bodominjärvessä esiintyy sulkasääsken toukkia. Bodominjärvelle esitetään tehtäväksi tarkempi hapetussuunnitelma, mistä ilmenee juuri kyseiseen järveen teholtaan ja muilta ominaisuuksiltaan sopiva laitteisto, järven hapetustarve ja laitteen sijainti. Veden laadun seuranta on erittäin tärkeää, jotta eri menetelmien vaikutukset järven tilaan nähdään ajoissa. Tällöin on mahdollista tehostaa jotain toimintaa ja siirtyä johonkin vaihtoehtoiseen tapaan, jos tila esimerkiksi huononee.				
Asiasanat Espoo, järvet, kuormitus, seuranta, rehevöityminen				
ISBN (painettu)	ISBN (PDF) 978-952-257-179-3	ISSN-L	ISSN (painettu)	ISSN (verkojulkaisu) 1798-8071
Kokonaissivumäärä 64		Kieli Suomi		Hinta (sis. alv 8 %)
Julkaisun myynti/jakaja Julkaisu on saatavana vain verkossa: www.ely-keskus.fi/uusimaa/julkaisut				
Julkaisun kustantaja				
Painopaikka ja -aika				

PRESENTATIONSBLAD

Publikationens serie och nummer Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nylands publikationer 26/2010				
Ansvarsområde Miljö och naturresurser				
Författare Anne-Marie Hagman		Publiceringsdatum Mars 2011		
		Utgivare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland		
		Projektets finansör/uppdragsgivare Esbos stad och Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland		
Publikationens titel Espoon Bodominjärven kunnostussuunnitelma (Istandsättningsplan för Bodom träsk i Esbo)				
<p>Sammandrag</p> <p>I Esbo inleddes arbetet med att utarbeta istandsättningsplaner för sjöarna i staden år 2008 med en utredning av tillståndet i 21 sjöar. Följande år fortsatte arbetet med en bedömning av istandsättningsbehovet i alla 21 sjöar. År 2010 fortsatte Nylands närings-, trafik- och miljöcentral och Esbo stad sitt samarbete med att göra upp en istandsättningsplan för Bodom träsk.</p> <p>Bodom träsk ligger i mellersta Esbo och har en areal om 412 ha. Den hör till Esbo ås sjösystem. Sjöns tillrinningsområde omfattar 31,7 km². Bodom träsk är en eutrof sjö där skadliga algbloomingar förekommit relativt ofta. Fiskbeståndet domineras av mört och andra karpfiskar. Växtligheten är sparsam.</p> <p>Den yttre belastningen på Bodom träsk beräknas vara stor och att reducera den är den allra viktigaste istandsättningsåtgärden. Jordbruket står för merparten av den yttre belastningen och därför bör åtgärderna inriktas på att minska belastningen från jordbruket. Lokalt omhändertagande av dagvatten bör ingå i detaljplaneringen.</p> <p>Fiskbeståndets struktur kan påverkas genom effektivt fiske. Växtligheten kan avlägsnas där var den stör friluftslivet bara de artspecifika instruktionerna följs. Vegetationen ger emellertid inte upphov till större problem så det blir främst fråga om små och lokala ingrepp.</p> <p>Syrsättning är en rekommenderad istandsättningsmetod, i synnerhet som det förekommer larver av tofsmygga i Bodom träsk. Därför föreslås att en detaljerad syrsättningsplan utarbetas. Planen ska utreda lämplig syrsättningsanläggning med hänsyn till effekt och andra egenskaper, likaså när och var syrsättningen ska utföras.</p> <p>Det är ytterst viktigt att vattenkvaliteten följs upp så att istandsättningens påverkan noteras i tid. Om vattenkvaliteten t ex förändras mot det sämre kan någon åtgärd intensifieras eller så kan man välja alternativa tillvägagångssätt.</p>				
Nyckelord Esbo, sjöar, belastning av vattendrag, uppföljning, eutrofiering				
ISBN (tryckt)	ISBN (PDF) 978-952-257-179-3	ISSN-L	ISSN (tryckt)	ISSN (webbpublikation) 1798-8071
Sidantal 64	Språk Suomi		Pris (inneh. moms 8%)	
Beställningar/distribution Publikationen finns också/endast på webben: www.ely-centralen.fi/nyland/publikationer				
Förläggare				
Tryckeri, ort och tidpunkt				

Uudenmaan elinkeino-, liikenne-
ja ympäristökeskus
Asemapäällikönkatu 14
PL 36, 00521 Helsinki
puh. 020 63 60070
www.ely-keskus.fi/uusimaa

ISSN 1798-8071 (verkkojulkaisu)
ISBN 978-952-257-179-3 (verkkojulkaisu)