
KANKAISTENJÄRVEN RAVINNEKUORMITUS

Suomenkielinen versio tuloksista, niiden tulkinnasta ja suosituksista



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Construction Engineering

Visamäki, kevät 2013

Tomi Seppälä



VISAMÄKI

Degree Programme in Construction Engineering
Environmental Technology

Tekijä	Tomi Seppälä	Vuosi 2013
Työn nimi	Kankaistenjärven ravinnekuormitus	

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä arvioidaan Kankaistenjärven ravinnekuormitusta ja metsätalouden vaikutuksia pintavesien laatuun. Kankaistenjärven kuormitustekijöistä pääpaino valittiin metsätaloudelle, koska järven valuma-alueesta suurin osa on metsää ja koska aihe oli ajankohtainen. Työn toimeksiantaja on kesäkuussa 2012 perustettu Kankaistenjärven suojeluyhdistys, sekä Janakkalan kunnan ja Hämeenlinnan kaupungin ympäristötoimet. Kankaistenjärven kunnossa on havaittu aistinvaraisesti heikentymistä, joka on johtanut huoleen järven tulevaisuudesta ja suojeluyhdistyksen perustamiseen. Työn tarkoitus on toimia pohjana muille suunnitteilla oleville kuormitustutkimuksille, sekä antaa tietoa metsätalouden vaikutuksista ja mahdollisuuksista vaikutusten vähentämiseen.

Teoriapohjana hyödynnettiin olemassa olevaa tutkimustietoa ravinteiden kulkeutumisesta, vaikutuksista, sekä metsätalouden toimenpiteistä ja vaikutusmahdollisuuksista. Käytännön toimenpiteistä merkittävin oli asukaskysely, jolla kartoitettiin järven asukkaiden ja käyttäjien kokemuksia järven tilasta, sekä arvioitiin haja-asutuksen jätevesihuollon merkitystä kuormituksessa. Kuormitusta arvioitiin myös kahdella eri kuormitusmallilla, sekä otettujen näytteiden avulla.

Työssä havaittiin että Kankaistenjärveä kuormittaa ihmistoiminnan osalta haja-asutuksen, sekä metsätalouden fosforipäästöt. Maataloudesta ja sisäisestä kuormituksesta tarvitaan lisää tietoa vaikutusten arvioimiseksi. Typpikuormitus on mallinnuksen mukaan suurimmilta osin luonnollista, mutta myös haja-asutuksella, sekä metsä- ja maataloudella on vaikutusta. Rajoittavana ravinteena fosforin kuormitus on merkittävämpi järven tilan muutoksessa. Kankaistenjärven tilan turvaamiseksi ja parantamiseksi valuma-alueen jätevesienkäsittelyyn täytyy kiinnittää erityistä huomiota. Pitkäviipymäisenä latvavesistönä ja metsäisen valuma-alueen vuoksi Kankaistenjärvi on myös herkkä metsätalouden toimenpiteiden vaikutuksille, jotka pitää pyrkiä minimoimaan.

Avainsanat ravinnekuormitus, metsätalous, vesiensuojelu, haja-asutus

VISAMÄKI

Degree Programme in Construction Engineering
Environmental Technology

Author	Tomi Seppälä	Year 2013
Subject of Bachelor's thesis	Nutrient loading of Lake Kankaistenjärvi	

ABSTRACT

This thesis was made to estimate the nutrient loading of Lake Kankaistenjärvi and the impacts of forestry on the quality of the surface waters. Forestry was selected as the main focus of the thesis, because most of the drainage area of the lake is forest and the subject was topical at the time. The thesis was commissioned by the Protective Society of Lake Kankaistenjärvi, founded in June 2012, and the municipalities of Janakkala and Hämeenlinna. The quality of Lake Kankaistenjärvi has been noticed to deteriorate, based on sensory observations, which has led to a concern of the future of the lake and founding of the Protective Society. The aim of the thesis is to be used as a basis for other planned researches of the lake, and give information about the impacts of forestry and the possibilities to reduce the impacts.

As a theory basis was used existing information about the nutrient drifting and its impacts, and the impacts of forestry and possibilities to reduce the impacts. Out of the practical methods the most significant was the inquiry, based on which the experiences of the residents and other lake users were found out, and the impacts of the wastewater treatment on scattered settlement was estimated. Nutrient loading was also estimated by means of two different loading modeling systems, and water samples.

It was found out that of the human activities, Lake Kankaistenjärvi is under phosphorus loading from scattered settlement and forestry. More information is needed to estimate the impacts of agriculture and internal loading. Based on the modeling, the nitrogen loading is mostly of natural origin, but also scattered settlement, forestry, and agriculture have an impact. As a limiting nutrient the impact of phosphorus is a more significant contributor to the changes in the lake. In order to secure and improve the status of Lake Kankaistenjärvi, special attention must be paid to wastewater treatment in the drainage area. As head waters with a long retention time, and because of the wooded drainage area, the lake is also vulnerable to the impacts of forestry, which must be minimized.

Keywords nutrient loading, forestry, water protection, scattered settlement

SISÄLLYS

1	KYSELY	1
1.1	Haja-asutus	1
1.2	Muutokset vedenlaadussa.....	2
2	KANKAISTENJÄRVEN RAVINNEKUORMITUS	2
2.1	Sisäinen kuormitus	3
2.2	Ravinnekuormituksen matemaattinen mallintaminen	3
2.2.1	VEPS	3
2.2.2	Bilaletdin	4
3	TULOSTEN TULKINTA	6
3.1	Kuormituksen taso.....	6
3.2	Kuormituksen vaikutukset.....	9
3.3	Arvio metsätalouden vesiensuojelumenetelmistä	9
4	TOIMENPIDESUOSITUKSET	10
4.1	Seuranta.....	10
4.1.1	Järvi	11
4.1.2	Valuma-alue	11
4.2	Haja-asutus	12
4.3	Hyvät metsätalouskäytännöt vesiensuojelun suhteen	12
4.4	Muut suositukset kyselyn tulosten perusteella	13
4.5	Seuraavat tutkimukset	14

1 KYSELY

Järven tilan muutosten arvioimiseksi, sekä haja-asutuksen vaikutusten arvioimiseksi päätettiin lähettää kysely Kankaistenjärven suojeluyhdistyksen jäsenille, sekä valuma-alueen kiinteistönomistajille. Yhteystiedot saatiin suojeluyhdistyksen jäsenrekisteristä ja kysely tehtiin käyttäen Webropol kyselytyökalua. Kysely lähetettiin Webropol -ohjelmiston kautta käyttäjille joiden sähköpostiosoite oli tiedossa, muille kysely lähetettiin postitse. Kysely lähetettiin helmikuussa 2013 onnistuneesti 130 vastaanottajalle, postitse 61 vastaanottajalle ja sähköpostilinkillä 69 vastaanottajalle.

Kyselyn vastaanottajista 20 vastasi postitse ja 28 sähköpostitse. Vastausprosentti postitse oli siten 32,8 % ja sähköpostitse 40,6 %. Kokonaisvastausprosentti oli 36,9 %

1.1 Haja-asutus

Kyselyn kysymykset 4 ja 6-14 olivat haja-asutuksen vaikutusten, erityisesti jätevesienkäsittelyn, arvioimista varten. Jätevedenkäsittely ja sanitaatiojärjestelmät käytössä alueella kyselyyn vastanneiden mukaan on esitelty Taulukossa 1

Taulukko 1. Jätevedenkäsittely- ja sanitaatiojärjestelmät käytössä Kankaistenjärven valuma-alueella vastaajien mukaan.

	Musta jätevesi	Harmaa jätevesi	Erillinen sauna
Kunnallisviemäri	5	5	2
Imeytyskenttä	2	16	11
Tyhjennettävä umpisäiliö	17	7	3
Pienpuhdistamo	0	0	0
Maasuodattamo	2	8	10
Kuivakäymälä	19	x	x
Ei käsittelyä	x	3	3
Muu, mikä?	2	5	2
Yhteensä	46 (47)*	44	31

* Yksi vastaajista vastasi käytössä olevan sekä kuivakäymälä, että imeytyskenttä.

Kuivakäymälöistä yleisimmin käytetty oli kompostoiva kuivakäymälä, jonka osuus kuivakäymälöistä oli 71 %. Suurin osa vastaajista, 83 %, vastasi ettei heidän kiinteistöihinsä tai jätevedenkäsittelyynsä ole suunnitteilla muutoksia. Loput 17 % vastaajista suunnittelivat muutoksia harmaiden jätevesien käsittelyyn, kunnallisviemäriin liittymistä, tai kaivon rakentamista. Kysymykseen numero 10. umpi- ja saostussäiliöiden

tyhjentämisestä kaikki 19 vastaajaa vastasivat että loka-auto kuljettaa jätteet käsittelyyn.

Noin 62 % kysymykseen 11. vastanneista vastasi että heidän kiinteistönsä jätevesienkäsittely täyttää Valtioneuvoston asetuksen talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla (209/2011). Noin 36 % vastaajista ei osannut sanoa ja vain yksi vastaaja vastasi kysymykseen ettei hänen kiinteistönsä jätevesienkäsittely täytä asetuksen vaatimuksia. Noin 40 % kysymykseen 13. vastanneista vastasi pesevänsä mattojaan ja/tai autoaan järven läheisyydessä. Kysymyksen 14. vastausten perusteella pesemiseen käytettiin yleensä mäntysuopaa tai pelkkää vettä. Kaksi vastaajaa myös ilmoitti käyttävänsä Fairya.

1.2 Muutokset vedenlaadussa

Kysymykset 16-27 ja 30-31 olivat vedenlaadun muutosten arvioimista varten.

Muutoksia järven tilassa arvioitiin muun muassa kalasaalisten ja kalaverkkojen limoittumisen perusteella. Vastaajista 29 % arvioi kalasaalisten pienentyneen ja 11 % vastasi saaliiden pysyneen ennallaan ja loput 28 vastaajasta eivät osanneet sanoa. Kysymykseen 17. vastanneista 2/29 oli havainnut särkikalojen määrän lisääntyneen suhteessa arvokaloihin. Kysymykseen 18. vastanneista 29 vastaajasta 59 % oli havainnut limoittumista kalaverkoissaan ja heistä kaikki myös vastasivat limoituksen lisääntyneen viimeisen viiden vuoden aikana. Limoittuminen on yleisintä kesällä vastaajien enemmistön (33 %) mukaan.

Noin 56 % vastaajista arvioi että vesikasvillisuuden määrät on lisääntynyt ja noin joka kolmas vastasi huomanneensa muutoksia lajistossa. Kysymykseen 27. vastanneiden mukaan kaikenlainen kasvusto on lisääntynyt, mutta järvisätkin ja ahvenvita olivat yleisimmin mainitut.

Kysymykseen numero 30. muutoksista järven tilassa vastasi 33 vastaajaa. Yleisimmin mainittuja muutoksia olivat vedenpinnan aleneminen, vesikasvillisuuden lisääntyminen, näkösyvyyden heikentyminen ja sinilevän esiintymisen yleistymisen. Muutokset kalasaaliissa, lisääntynyt humuksen määrä ja limoittuminen mainittiin myös muutamissa vastauksissa. Muutamassa vastauksessa vastattiin muutosten olleen vähäisiä.

Suurin osa 21 vastaajasta kysymykseen numero 31 arvioi muutosten johtuvan metsätalousalueelta laskevista vesistä. Toiseksi yleisin vastaus oli lisääntynyt asutus järven rannoilla ja muut vastaukset sisälsivät muun muassa pohjoispään valuma-alueen soiden ojituksen, pohjoispään pellot ja maankaatopaikan, ilmastonmuutoksen ja ilmansaasteet.

2 KANKAISTENJÄRVEN RAVINNEKUORMITUS

Ravinnekuormitus voidaan jakaa sisäiseen ja ulkoiseen kuormitukseen

2.1 Sisäinen kuormitus

Kankaistenjärven sisäistä kuormitusta ei voitu arvioida tässä työssä näytetuloksien puutteesta johtuen. Järven oligotrofinen tila ja suhteellisen hyvä happitilanne järven pohjassa huomioiden (Jutila 2012) voidaan pitää todennäköisenä ettei sisäisellä kuormituksella välttämättä ole merkittävää vaikutusta järven kuormitukseen, mutta asian varmistamiseksi järven pohjasedimentti pitäisi tutkia. Arvioita sisäisestä kuormituksesta voidaan tehdä myös valvomalla pohjan happitilannetta, sekä laskemalla järven ravinnetase, joka edellyttää näytetuloksien ottamista myös laskuojasta.

2.2 Ravinnekuormituksen matemaattinen mallintaminen

2.2.1 VEPS

VEPS järjestelmää ylläpitää Suomen Ympäristökeskus ja se valittiin käytettäväksi työssä monipuolisten kuormitusarvojen, hyvän käytettävyyden, sekä yleisen tunnettavuuden vuoksi.

VEPS sisältää ominaiskuormitusluvut pistekuormitukselle, maataloudelle, metsätaloudelle, luonnonhuuhtoumalle, laskeumalle, sekä haja-asutukselle. Uusi 2.0 tietokanta sisältää arviot myös hulevesien, loma-asutuksen, sekä turvetuotannon vaikutuksista. VEPS käyttää lähteinään ympäristöhallinnon tietokantoja, kuten valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä VAHTI, sekä maankäytön arviointiin SLICES -tietokantaa (Separated Land Use/Land Cover Information System). (Vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä VEPS 2006.)

Järjestelmä antaa tietoa vesistöalueen ravinnekuormituksesta, kuormituslähteiden merkittävydestä suhteessa toisiinsa ja myös ajallisista vaihteluista joillekin lähteille. Järjestelmän arvioita ei ole kuitenkaan verrattu mitattuihin alueellisiin tuloksiin, jonka vuoksi järjestelmän tietoja voidaan käyttää taustatietona, jota täydennetään mittaustuloksilla, tarkemmalla mallintamisella, sekä tietotaidolla. (Vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä VEPS 2006.)

Taulukko 2. Maankäytön jakaantuminen Katumajärven ja Kankaistenjärven valuma-alueilla

Maankäyttömuoto	Katumajärven valuma-alue	Kankaistenjärven valuma-alue
Valuma-alueen koko (km²)	51.07	13
Maatalous (km²)	4.71	0.4
Metsätalous (km²)	33.76	9.87
Laskeuma (km²)	6.82	2.73
Luonnonhuuhtouma (km²)	38.47	10.27
Haja-asutus (kpl)	1096	140
Järvisyysprosentti (%)	13.16	21

Ominaiskuormitusluvut ja maankäytön jakaantuminen Katumajärven valuma-alueella, vesienhoitoalue 35.236, pitäen sisällään

Kankaistenjärven valuma-alueineen, saatiin Hämeen ELY-keskukselta, Hämeenlinnan yksiköstä. (Hulkko, sähköpostiviesti 13.12.2012.)

Maankäytön jakaantuminen Kankaistenjärven valuma-alueella (Taulukko 1.) arvioitiin valuma-alueen kartan (Jutila 2012) ja paikkatietoikkunan tietojen perusteella (Maanmittauslaitos). Maatalouden ja haja-asutuksen määrät on arvioitu paikkatietoikkunan tietojen perusteella, laskeuman pinta-ala on yhtä kuin järven pinta-ala, luonnonhuuhtouman pinta-ala on laskettu yhdistämällä metsätalouden ja maatalouden pinta-alat. Koska järven valuma-alue on metsäinen, metsätalouden määrän arvioitiin olevan valuma-alueen koko, josta on vähennetty maatalouden ja järven pinta-alat. Haja-asutuksen määrä arvioitiin paikkatietoikkunan kiinteistöjaotuksen perusteella olevan 140 kappaletta.

Uusimmat VEPS arvot vesienhoitoalueelle 35.236 olivat vuodelta 2007, paitsi arvot metsätaloudelle, jolle uusin arvo on vuodelta 2005, sekä laskeumalle, jolle uusin arvo on vuodelta 2002. Vuosittaiset vaihtelut ensimmäisistä arvoista vuodelta 1990 uusimpiin arvoihin ovat suuria. Maatalouden, luonnonhuuhtouman, sekä haja-asutuksen arvot ovat pysyneet muuttumattomina vuodesta 1990 vuoteen 2007, joten niiden voidaan olettaa kuvaavan melko hyvin nykyistä tilannetta. Ominaiskuormitusluvut on esitetty Taulukossa 3.

Taulukko 3. Ominaiskuormitusluvut Katumajärven vesienhoitoalueelle (35.236)

Ominaiskuormitus [kg/km ²]/[kg/pcs]	Fosfori	Typpi
Maatalous	62,00	1494,81
Metsätalous	0,91	14,02
Laskeuma	12,90	563,52
Luonnonhuuhtouma	6,03	176,26
Haja-asutus	0,33	1,98

Metsätalouden kuormitusluvut vaihtelivat vuosien 1990 ja 2005 välisenä aikana fosforin osalta 2,15 kg/km² ja 0,91 kg/km² välillä ja typen osalta 19,74 kg/km² ja 14,02 kg/km² välillä ja arvot ovat selkeästi pienentyneet kyseisenä ajanjaksona. Vuosien 2001 ja 2005 välillä vaihtelu on ollut vähäistä ja arvojen laskeminen on hidastunut, jonka vuoksi viimeisimpien, vuoden 2005 arvojen, katsottiin olevan luotettavimmat.

Laskeuman arvot vaihtelivat vuosien 1990 ja 2002 välisenä aikana fosforin osalta 21,05 kg/km² ja 8,16 kg/km² välillä ja typen osalta 708,80 kg/km² ja 442,27 kg/km² välillä. Laskeuman suuruusluokka riippuu suurelta osin sääolosuhteista, joten keskiarvojen katsottiin olevan luotettavimmat arvot. Keskiarvo laskeumalle fosforin osalta oli 12,90 kg/km² ja typen osalta 563,52 kg/km².

2.2.2 Bilaletdin

Tampereen vesi- ja ympäristöpiirin kehittämä Bilaletdin -malli valittiin käytettäväksi työssä helposti saatavilla olevien kuormitustietojen vuoksi.

Bilaletdin -mallia käytettiin alunperin Längelmäveden reitin vesiensuojelututkimuksessa. Malli perustuu kahteen yksinkertaiseen kaavaan, fosforin ja typen vuosittaisen kokonaiskuormituksen arvioimiseksi. Kaavoissa huomioidaan maatalous, pistekuormitus, haja-asutus, metsätalous ja huuhtouma. Laskeuma on mallissa sisällytettyä huuhtoumaan. Mallin muodostamisen taustalla oli tavoite luoda menetelmä kuormituksen arviointiin, jossa käytettäisiin mahdollisimman pientä määrää helpolla saatavilla olevia kuormitustietoja, mutta siten että kuormitus on mahdollista jakaa lähteittäin. (Kaipainen, Bilaletdin, Perttula, Heino, Mäkelä, Viitaniemi 2002, 16.)

Kaavoissa pistekuormitus muodostuu teollisuudesta, taajamien jätevesienkäsittelystä, kalankasvatuslaitoksista, turvetuotannosta, kaatopaikoista jne. Merkittävimpien pistekuormittajien kuormitustiedot löytyvät valvonta ja kuormitustietojärjestelmästä (VAHTI). Haja-asutuksen arvo perustuu arvioon asuimistojen jätevesienkäsittelyn tehokkuuteen, sekä etäisyyteen vesistöä. Metsätalouden vaikutusten arviointi perustuu eri lähteistä saatuihin ominaiskuormituslukuihin. Kaavan huuhtouma pitää sisällään luonnonhuuhtouman, laskeuman, sekä ihmisvaikutuksen, kuten metsäteiden vaikutuksen. (Kaipainen et al. 2002, 16.)

$$L_P = (p_1 + 1)^{-0.2} [0.9(2p_f + u_m)^{0.75} + L_w + L_s + (L_f + L_b)A^{-0.08}]$$

$$L_N = (p_1 + 1)^{-0.1} [4.5(4p_f + u_m)^{0.90} + L_w + L_s + (L_f + L_b)A^{-0.08}]$$

(Bilaletdin, Frisk, Koskinen, Wirola 1992, 61.)

Bilaletdin -mallissa käytetyt lyhenteet, yksiköt ja kuormitusluvut on esitelty Taulukossa 4.

Taulukko 4. Bilaletdin -mallissa käytetyt lyhenteet, yksiköt ja kuormitusluvut.

lyhenne	kuvaus	yksikkö	P	N
L_P	kokonaisfosforikuormitus	(kg/km ² /a)	x	-
L_N	kokonaistypikuormitus	(kg/km ² /a)	-	x
p_1	järviprocentti	(%)	21	21
p_f	peltoprocentti	(%)	3	3
u_m	nautayksiköiden määrä	(pcs/km ²)	0	0
L_w	pistekuormitus	(kg/km ² /a)	0	0
L_s	haja- ja loma-asutuksen kuormitus	(kg/km ² /a)	4.49	26.96
L_f	metsätalouden kuormitus	(kg/km ² /a)	0.91	14.02
L_b	huuhtouma	(kg/km ² /a)	7.47	257.53
A	valuma-alueen pinta-ala	(km ²)	13	13

Kaavoissa on käytetty samoja ominaiskuormituslukuja ja tietoja maankäytön jakaantumisesta kuin VEPS laskelmissa. Kankaistenjärven valuma-alueella ei ole pistekuormittajia tai nautakarjaa. Haja- ja loma-asutuksen kuormitus laskettiin käyttämällä kappaleessa 3.1 (työssä 6.1) esiteltyjä VEPS järjestelmän tuloksia, jossa arvot haja-asutukselle ovat fosforin osalta 46,20 kg/a ja typen osalta 277,20 kg/a. Jotta yksiköt saataisiin oikeaan muotoon, arvot jaettiin valuma-alueen koolla, josta on

vähennetty järven pinta-ala, 10,28 km², koska järvi prosentti on jo huomioitu laskelmissa. Käytetyt kuormitusluvut olivat siten fosforin osalta 4,49 kg/km²/a ja typen osalta 26,96 kg/km²/a.

VEPS järjestelmässä laskeuman ja luonnonhuuhtouman arvot on esitetty erillään, mutta Bilaletdin -mallissa ne on otettu huomioon yhdessä huuhtouman arvossa. Huuhtouman arvot Bilaletdin -mallia varten laskettiin siitä johtuen järvi prosentin mukaisesti, $0,21 * \text{laskeuma} + 0,79 * \text{luonnonhuuhtouma}$. Käytettäviksi arvoiksi saatiin siten fosforin osalta 7,47 kg/km²/a ja typen osalta 257,53 kg/km²/a. Kuormitusluvut on esitetty Taulukossa 4.

3 TULOSTEN TULKINTA

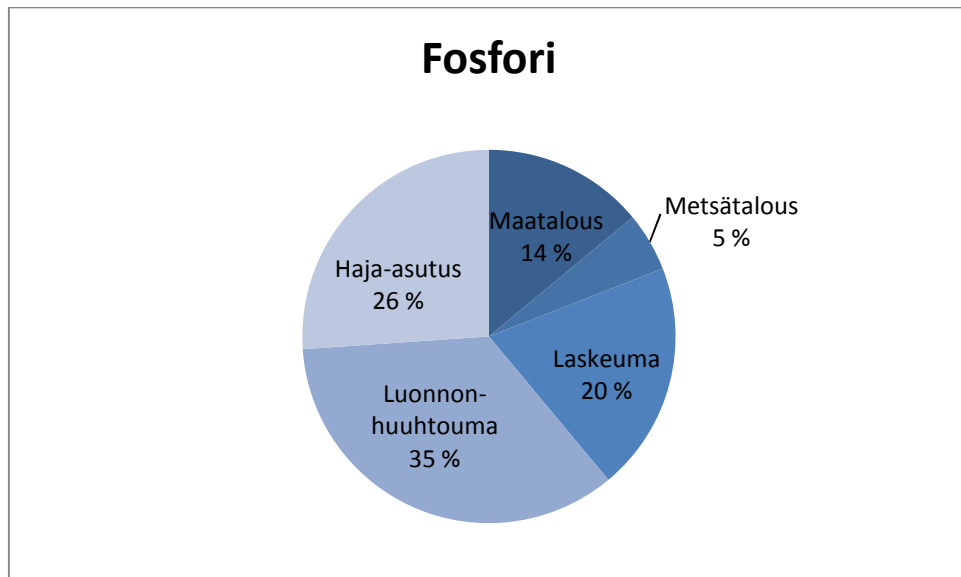
Tulokset osoittavat että ihmistoiminnasta erityisesti haja-asutus vaikuttaa merkittävästi fosforikuormitukseen, kun taas metsätalouden vaikutus on pienempi. Mallinnuksen tuloksia voidaan kuitenkin pitää korkeintaan suuntaa-antavina. Lisätietoa tarvitaan kuormituksen tarkempaa arviointia varten.

3.1 Kuormituksen taso

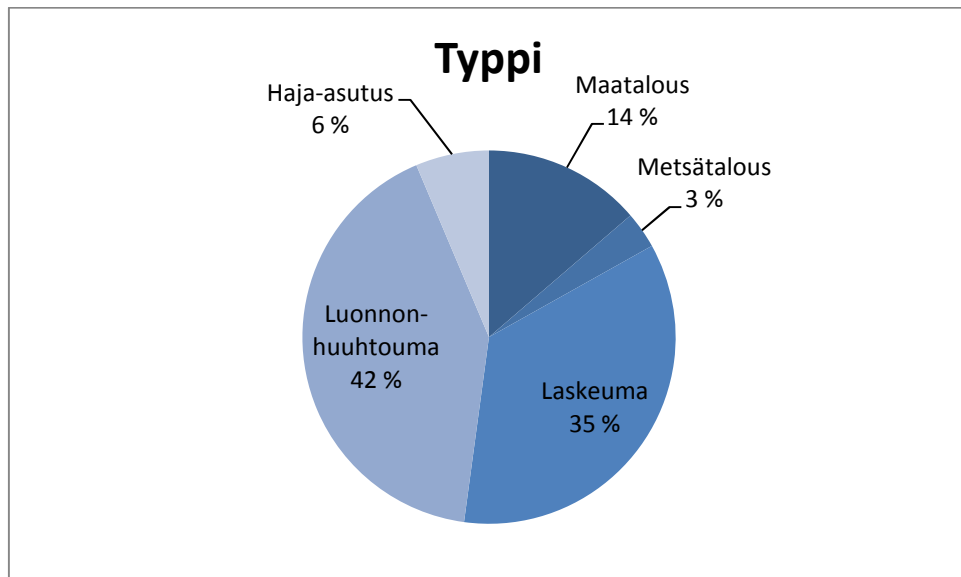
Koska näytetuloksia on vähän, kuormituksen tasoa on tässä työssä arvioitu pelkästään mallintamalla (Taulukko 4).

Taulukko 5. Arvioitu Kankaistenjärven ravinnekuormitus VEPS ja Bilaletdin järjestelmien mukaan.

Lähde	VEPS		Bilaletdin	
	kg F/a	kg T/a	kg F/a	kg T/a
Maatalous	24.80	597.92	24.17	401.95
Metsätalous	8.98	138.38	5.19	108.98
Haja-asutus	46.20	277.20	31.46	257.29
Luonnonhuuhtouma	61.93	1810.19		
Laskeuma	35.22	1538.41		
Huuhtouma			42.62	2001.77
Yhteensä	177.13	4362.10	103.44	2769.99



Kuvio 1. Kankaistenjärven fosforikuormituksen jakaantuminen lähteittäin VEPS-järjestelmän mukaan.

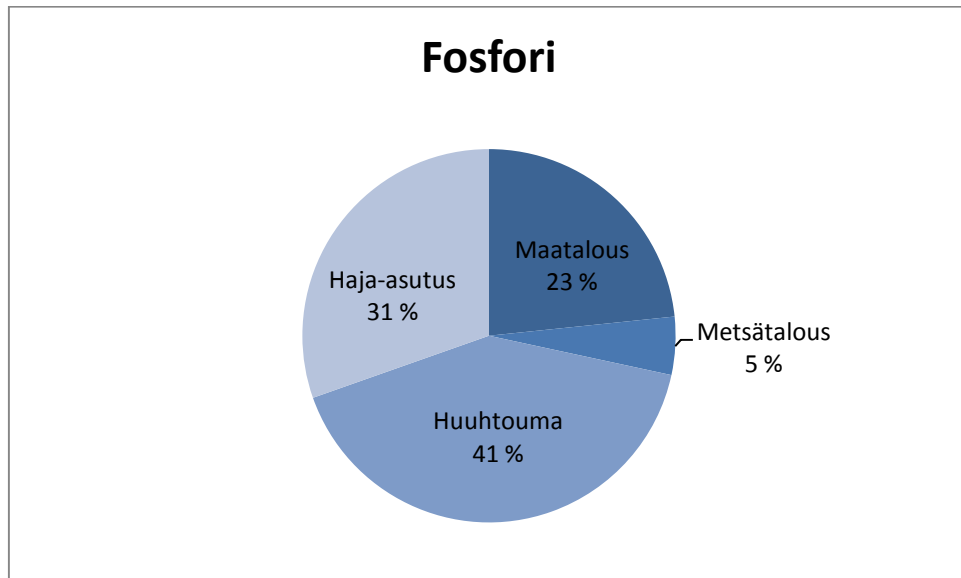


Kuvio 2. Kankaistenjärven typpikuormituksen jakaantuminen lähteittäin VEPS-järjestelmän mukaan.

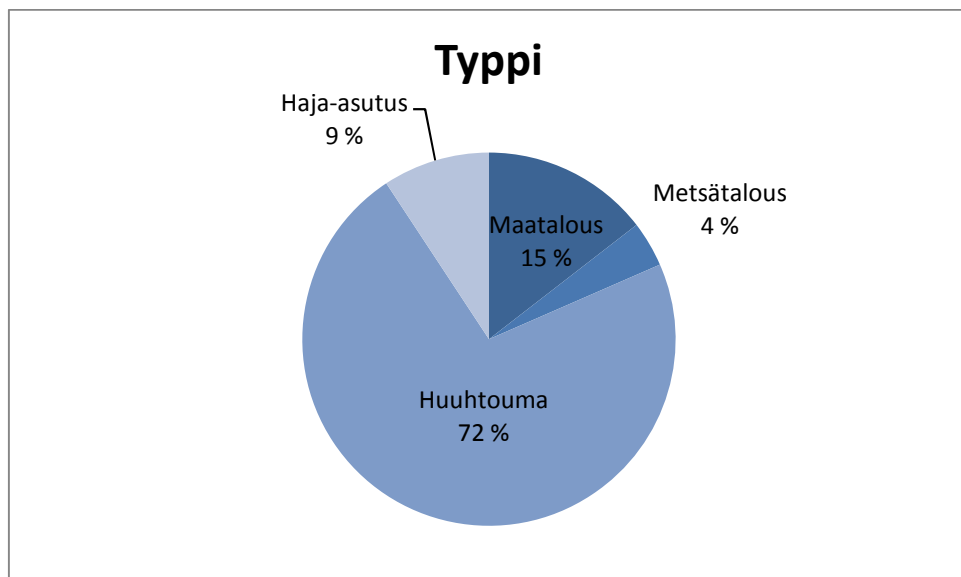
VEPS järjestelmän tulosten mukaan luonnonhuuhtouma ja laskeuma muodostavat suurimman osan fosforikuormituksesta. Ihmistoiminnasta suurin kuormittaja on haja-asutus ja metsätalouden sekä maatalouden vaikutus on pienempi (Kuvio 1). Typpikuormitus on VEPS-järjestelmän mukaan suurimmaksi osaksi luonnollisista lähteistä (Kuvio 2). Huomattavaa tuloksista on erityisesti että vaikka maatalousmaata valuma-alueesta on vain 3 %, on sen teoreettinen merkitys ravinnekuormituksessa 14 %. Todennäköistä on että valuma-alueen metsätaloustoimenpiteistä johtuen metsätalouden kuormitus on suurempaa kuin VEPS tietojen mukaan.

Näitä tuloksia voidaan kuitenkin pitää vain suuntaa-antavina, koska järjestelmän arvot perustuvat arvioihin, joita ei ole verrattu mitattuihin

paikallisiin tuloksiin, ominaiskuormitusluvut eivät ole ajantasaisia, sekä koska käytöllä tässä tapauksessa on myös muita epävarmuustekijöitä, kuten Katumajärven valuma-alueen ominaiskuormituslukujen käyttäminen pienemmän Kankaistenjärven valuma-alueen arviointiin. Metsätaloustoimenpiteet järven itäpuolella nostavat todennäköisesti metsätalouden vaikutukset suuremmiksi kuin mallissa. Myös maankäytön arviointi pienemmällä valuma-alueella saattaa aiheuttaa pientä epätarkkuutta tuloksiin.



Kuvio 3. Kankaistenjärven fosforikuormituksen jakaantuminen lähteittäin Bilaletdin mallin mukaan.



Kuvio 4. Kankaistenjärven typpikuormituksen jakaantuminen lähteittäin Bilaletdin mallin mukaan.

Bilaletdin mallin mukaan haja-asutus ja maatalous muodostavat yli puolet järven fosforikuormituksesta (Kuvio 3). Kun tarkastellaan Bilaletdin mallin luotettavuutta oheisissa kuormitusarvioissa, täytyy huomioida että

laskelmissa käytettiin saatavilla olevien kuormitustietojen vähyydestä johtuen samoja kuormitusarvoja kuin VEPS laskelmissa. VEPS järjestelmän arvoilla itsessäänkin on epävarmuustekijöitä, jotka on esitelty edellisessä kappaleessa, ja lisäksi VEPS järjestelmän ominaiskuormitusluvut eivät ole täysin soveltuvia Bilaletdin mallissa käytettäväksi. Tarkempien tulosten saamiseksi kaavojen kertoimet tulisi kalibroida. Siitä johtuen, yläpuolella esitettyihin tuloksiin pitää suhtautua suurella kriittisyydellä, erityisesti fosforin osalta. Typpikuormituksen jakaantuminen oli samankaltainen molemmilla malleilla ja sitä voidaan pitää jonkinverran luotettavampana (Kuvio 4). Näytteenottoa tarvitaan tarkempien tulosten määrittämiseksi. Pohjatietona VEPS järjestelmän arvoja voidaan pitää luotettavempina.

3.2 Kuormituksen vaikutukset

Ravinnekuormituksen mallintamisen tulosten perusteella Kankaistenjärven ravinnekuormitus on suurimmilta osin luonnollista, mutta haja-asutuksella on merkittävä vaikutus erityisesti fosforikuormitukseen. Maataloudella ja metsätaloudella on myös pienehkö vaikutus kuormitukseen. Kuitenkin, kun otetaan huomioon kappaleessa 3.1 (työssä 6.1) esitetyt tulokset, mallintamisen tuloksia tulee käyttää korkeintaan taustatietona. Enemmän tietoa tarvitaan metsätalouden, haja-asutuksen ja maatalouden paikallisista ominaisuuksista todellisen kuormituksen laskemiseen.

3.3 Arvio metsätalouden vesiensuojelumenetelmistä

Vesiensuojelun kannalta merkittävintä on hidastuuko virtausnopeus tarpeeksi kiintoaineen laskeutumiselle. Laskeutusallas ja pohjapadot eivät pysty pidättämään liukoisia ravinteita, kuten kosteikko, mutta jos virtausnopeus hidastuu tarpeeksi ne voivat kerätä suuria määriä kiintoainesta ja siihen sitoutuneita ravinteita. Jos virtausnopeus pohjapatojen yläpuolella hidastuu tarpeeksi, vesikasvillisuutta voi kasvaa ojaan. Vesikasvillisuus voi kerätä pieniä määriä liuenneita ravinteita. Kun huomioidaan mitattu kuormitus metsätalousalueelta, kiintoaineen määrän vähentäminen vedessä voisi riittää vähentämään kuormituksen siedettävälle tasolle.

Toinen merkittävä tekijä on eroosio ojasta ja laskeutusaltaasta. Pohjapatojen pitäisi hidastaa virtausnopeutta hakkuualueella ja sen yläpuolella, mutta alemman pohjapadon ja laskeutusaltaan välillä virtausnopeus tulee nousemaan pohjapadon korottavan vaikutuksen vuoksi. Korkeusero pohjapadon ja laskeutusaltaan välillä voidaan arvioida karttatarkastelun perusteella olevan noin 5 metriä ja etäisyys noin 150 metriä, jolloin kallituskulma on noin 3 % , joka on suositusten maksimiarvo. Siksi on mahdollista että virtausnopeus voi aiheuttaa eroosiota ojassa ja laskeutusaltaassa, joka on osin savea ja helposti erooituva. Suunnitelman mukaan virtausnopeutta ojassa pyritään vähentämään asettamalla kiviä ojaan myöhemmin keväällä. Virtausnopeutta ja eroosiota tulisi tarkkailla erityisesti padon ja altaan välisessä ojassa.

Laskeutusallasta suunnitelman kohdassa 1. voidaan pitää pääasiallisena keinona kuormituksen vähentämiseksi. Kun vertaillaan ohjeistusta laskeutusaltaan mitoituksesta (työssä kappale 5.3.2), voidaan arvioida että laskeutusallas on liian pieni riittävän puhdistustuloksen saavuttamiseksi. Laskeutusaltaan voidaan karkeasti arvioida olevan noin 30-50 m², kun taas yläpuolisen valuma-alueen voidaan arvioida olevan yli 50 hehtaaria. Voidaan arvioida että ainakaan hienojakoiset ainekset eivät ehdi laskeutua altaassa pohjaan. Allas voi kuitenkin kerätä jonkin verran karkeampaa kiintoainesta ja vähentää siten kuormitusta. Eroosion vähentämiseksi allas kaivettiin mutkan muotoon, altaan penkoista tehtiin mahdollisimman loivat ja kiviä sijoitettiin altaan reunoille. On tärkeää että eroosio altaasta on mahdollisimman vähäistä.

Toimivien pohjapatojen tulisi hidastaa virtausnopeutta ojassa, joka vähentäisi eroosiota, sekä mahdollistaisi kiintoaineen laskeutumisen ja vesikasvillisuuden kasvamisen. Ojan kanava on kuitenkin niin kapea, että kysymys on kuinka paljon virtausnopeus hidastuu. Voidaan nähdä riskinä että joko vesi virtaa nopeasti padon yli, erityisesti ylivirtaaman aikaan, tai mahdollisesti vesi nousee ojan uoman yli. Koska pato on rakennettu puunrungoista, on mahdollista että pienen virtaaman aikaan vesi virtaa padon läpi puiden välistä. Siksi on mahdollista että erityisesti pienen virtaaman aikaan padot eivät vaikuta merkittävästi virtausnopeuteen. Puunrungoista itsestään myös irtoaa jonkin verran ravinteita veteen veden kuluttavan vaikutuksen vuoksi.

Vesien suojeletoimien toimivuutta tulisi tarkkailla ojasta otettavien vesinäytteiden avulla. Jotta voitaisiin tehdä luotettavia arvioita menetelmien toimivuudesta, pitäisi vedenlaatua tarkkailla ottamalla useita näytteitä seuraavien muutaman vuoden aikana. Talvella suoritettujen kaivuutoimenpiteiden johdosta kuormitus tulee olemaan melko suurta keväällä ensimmäisten sulamisvesien aikaan ja enemmän näytteitä tarvitaan todellisen kuormituksen määrittämiseen. Ilman näytetuloksia vaikutusten arvioiminen on vain teoreettista. (Työn kappaleissa 5.3.2 ja 5.3.3) esitettyjen tietojen perusteella arvioiden voidaan pitää epävarmana että käytetyt menetelmät olisivat tarpeeksi tehokkaita.

4 TOIMENPIDESUOSITUKSET

Järven hyvän tilan ylläpitämiseksi muutoksia järven tilassa, sekä toimenpiteitä valuma-alueella pitäisi valvoa. VEPS-tulokset, sekä järven tyyppi pitkäviipymäisenä latvavesistönä, huomioiden voidaan arvioida että ihmistoiminnan osalta Kankaistenjärvi on erityisen herkkä haja-asutuksen jätevesille, sekä metsätalouden toimenpiteille. Sen vuoksi on tärkeää vähentää kuormitus näistä lähteistä minimiin.

4.1 Seuranta

Järven korkean tilan ylläpitämiseksi muutoksia järven tilassa, sekä valuma-alueen toimintoja tulisi seurata.

4.1.1 Järvi

Näkösyvyys on hyvä ja helposti mitattava vedenlaadun indikaattori. Näkösyvyyttä voidaan mitata pyöreällä valkoisella levyllä, halkaisijaltaan 20 cm, joka on sidottu naruun, sekä mittanauhalla. Kankaistenjärven suojeluyhdistys voisi yrittää löytää aktiivisia jäseniä mittaamaan näkösyvyyttä eri puolilta järveä esimerkiksi kahden viikon välein ja tiedottamaan tuloksista suojeluyhdistykselle, joka voisi pitää rekisteriä näkösyvyyksistä ja sen muutoksista. Pitkäaikaisen ja kattavan näkösyvyysrekisterin avulla muutoksia järven tilassa voidaan arvioida ja paikallistaa.

Samoin rantojen kiinteistönomistajat voisivat pitää kirjaa tai ottaa kuvia vesikasvillisuuden määrästä, sinilevän esiintymisestä, limoittumisesta rantakivissä ja kalaverkoissa. Aktiiviset kalastajat voisivat pitää kirjaa kalasaaliiden koosta ja särki- ja arvokalojen suhteellisista määristä. Rantojen kiinteistönomistajien sitouttaminen järven tilan seurantaan on tärkeää, jotta saataisiin taloudellisesti järkevällä tavalla mahdollisimman paljon tietoa järven tilasta.

Aistinvaraisia havaintoja mittaamattomista muutoksista voidaan kuitenkin pitää korkeintaan suunta-antavina. Jos järven käyttäjät ovat huomanneet heikkenemistä järven tilassa, ammattilaisten tulisi tehdä tarvittavat tutkimukset. Järven käyttäjien keräämiä tietoja voidaan käyttää tutkimuksissa lähtökohtina, joiden avulla tutkimukset voidaan kohdistaa tehokkaammin.

4.1.2 Valuma-alue

Kankaistenjärven suojeluyhdistyksen pitäisi olla aktiivisessa roolissa valuma-alueen toimenpiteiden seurannassa ja pyrkiä tekemään yhteistyötä valuma-alueen suurimpien maanomistajien kanssa.

Metsätaloudella on yleensä vain pieni vaikutus pintavesien ravinnekuormituksessa, mutta pitkäviipymäisissä latvavesissä, kuten Kankaistenjärvi, sen vaikutus voi olla merkittävä. Suurin osa järven valuma-alueesta on metsää ja metsätalouskäytössä sekä yksityisten maanomistajien, että metsätalouslyrityksen toimesta. Edellä mainittujen tekijöiden johdosta, sekä Kankaistenjärven oligotrofinen tila huomioden, voidaan järveä pitää alttiina metsätalouden toimenpiteille. On tärkeää että metsätaloustoimijat ottavat vesiensuojelun huomioon kaikissa metsätaloustoimenpiteissä ja mieluiten keskustelevat suojeluyhdistyksen sekä muiden ympäristötoimijoiden kanssa prosesseista.

Vaikka vain noin 3 % valuma-alueesta on viljelysmaata, VEPSin mukainen vaikutus kuormitukseen sekä fosforin että typen osalta on 14 %. Maatalous on yleensä suurimpia pintavesien kuormittajia ja vaikka sen osuus valuma-alueesta olisi pieni, voi sen vaikutus olla merkittävä. Peltojen ja vesistöjen väliin tulee jättää suojavyöhyke ja lannoitteiden käyttöä ja levitysmenetelmää tulee harkita tarkkaan, jotta vältettäisiin

lannoitteiden päätyminen ojiin. Parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa ja parhaita ympäristökäytäntöjä tulee käyttää.

4.2 Haja-asutus

VEPS tulosten mukaan haja-asutus aiheuttaa yli neljänneksen järven fosforikuormituksesta. Siksi jätevesien käsittelyn tasoon alueella pitäisi kiinnittää erityistä huomiota. Suurin osa kyselyyn vastanneista ilmoitti käymäläratkaisun olevan kuivakäymälä. Kuivakäymälän käytössä merkittävin tekijä on jätteiden loppusijoitus. Jätteet tulee käsitellä niin että ne eivät ole valumavesien ulottuvilla, tai pääse pilaamaan pohjavettä. Myös käymälässä on tärkeää ettei vesi pääse jätesäiliöön. Nesteiden ei saa antaa virrata vapaasti yli säiliöstä.

Toinen yleisesti käytetty jätevesijärjestelmä alueella oli umpisäiliö, joka on melko turvallinen vesiympäristölle. Riskit umpisäiliön käytössä ovat tankin vuotaminen tai ylivuotaminen, sekä ihmiskäytös, kuten tankin tyhjentäminen ympäristöön, esimerkiksi ylivuotoputkella, kustannusten vähentämiseksi. Siksi kaikki tankit tulee varustaa ylivuotohälyttimillä ja säiliöön päätyvästä ja sieltä poistettavasta jätteestä tulee pitää kirjanpitoa, kuten edellytetään Valtioneuvoston asetuksessa talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla (209/2011), joka on esitelty lyhyesti (työn kappaleessa 4.2.3).

Myös harmaat jätevedet tulee käsitellä ennen vapauttamista luontoon. Noin 7 % vastasi ettei heidän kiinteistöillään ole käsiteltyä harmaille jätevesille, samoin kuin noin 10 %:lla vastaajista joilla oli erillinen sauna ei ollut käsiteltyä pesuvesille. Harmaiden jätevesien käsittely pitäisi näissä tapauksissa saattaa ajantasalle. Autojen ja mattojen pesemistä järven välittömässä läheisyydessä tulisi välttää, tai ainakin käyttää ympäristöystävällisiä pesuaineita. Mattoja ei saa pestä vedessä tai vesirajassa.

4.3 Hyvät metsätalouskäytännöt vesiensuojelun suhteen

Kaikissa metsätaloustoimenpiteissä sekä paikalliset, että pitkän kantaman vaikutukset ympäristöön tulee ottaa huomioon. Vaikutusten arvioinnin tulee perustua valuma-alueisiin, yksittäisten vesistöjen sijaan. Kaikki vesistöt toimenpidealueella tulee ottaa huomioon, myös pienet ojat ja purot. Toimenpiteiden kaikki mahdolliset vaikutukset tulee arvioida ja jos tarpeen, on käytettävä sopivia vesiensuojelumenetelmiä. Vaikutukset ja soveltuvat vesiensuojelumenetelmät riippuvat voimakkaasti toimenpidealueen sijainnista ja maaperästä, jonka vuoksi suunnitelma pitää tehdä erikseen jokaiselle metsätalouden toimenpidealueelle. Toimenpiteissä tulee aina noudattaa parhaita ympäristökäytäntöjä.

Hakkuualueilla jokaiseen vesistöön, mukaanlukien ojat ja purot, on jätettävä vähintään viiden metrin suojavyöhyke. Jos maasto on jyrkkää, suojavyöhykkeen on oltava leveämpi. Joissain tapauksissa suuret puut voidaan kaataa suojavyöhykkeeltä, jos se voidaan tehdä niin että kaatuvat

puut tai metsäkoneet eivät riko maaperää suojavyöhykkeellä tai häiritse vesistöä mitenkään. Aluskasvillisuutta, pieniä puita, tai kantoja ei saa poistaa suojavyökkeeltä, eikä vyöhykkeen maastoa voida muokata.

Suuria avohakkuualueita pitäisi pyrkiä välttämään ja mieluummin tehdä hakkuut pienemmissä osissa, jolloin valumien lisääntyminen, ja sitä myöten huuhtouman lisääntyminen, vähenee. Hakkuujäte pitää kerätä pois vesistöjen varsilta, jottei eloperäistä jätettä pääse vesistöihin. Esimerkiksi havupuiden neulaset sisältävät suuria määriä typpeä, joka vapautuu veteen puun lahotessa vesistössä. Kantojen nostoa tulisi harkita tarkkaan erityisesti rinteissä, koska se lisää valumia ja siten myös huuhtoumaa alapuolisiin vesistöihin.

Uudistusojitusta tulisi välttää ja mieluummin kunnostaa vanhoja ojia. Jos uudistusojitus on välttämätöntä, kaivuutyöt tulisi suorittaa alivirtaaman aikaan, kaivuutyöt tulee aloittaa kauimmasta pisteestä vesistöön nähden, ja ojassa on käytettävä vesiensuojelumenetelmiä. Kiintoainetta voidaan kerätä esimerkiksi pintavalutuskentällä, laskeutusaltaalla tai kosteikolla.

Kun suunnitellaan metsän lannoittamista, lannoitettavan alueen sijainti suhteessa vesistöön, sekä alueen maalaji, tulee ottaa huomioon. Typen käyttö huokoisten kivennäismaiden lannoituksessa tulee minimoida suuren huuhtouman vuoksi. Fosforia ja kaliumia voidaan käyttää kivennäismaiden lannoitukseen, koska kalium ei ole haitallinen vesiympäristössä ja kivennäismaaperän rauta- ja alumiiniyhdisteet sitovat fosforin. Fosforin käyttö suomalla aiheuttaa suuria huuhtoutumia, erityisesti jos rauta- ja alumiinipitoisuudet maaperässä ovat vähäisiä ja fosfori on liukoista. Sen vuoksi suomalla käytettävien lannoitteiden tulisi sisältää rautaa, johon fosfori sitoutuu ja huuhtoumat pienenevät. Suomalla tulisi myös käyttää hidasliukoista fosforia. Levitystekniikka pitää valita aina alueille erikseen, jotta huuhtouma voidaan minimoida.

Metsätalousalueen maanmuokkausmenetelmä tulisi aina valita niin että huuhtoutuminen olisi mahdollisimman vähäistä. Erityisesti auraamista pitäisi pyrkiä välttämään, koska se häiritsee suuria maa-alueita ja aiheuttaa ravinteiden mobilisoitumista. Ojien ja purojen penkkoja ei saa käsitellä ja rinteissä tulisi jättää käsittelykatkoja urien syntymisen välttämiseksi.

Kiintoaineen veteen sekoittumisen estämiseksi ojien, purojen ja muiden vesistöjen ylittämistä metsäkoneilla tulee välttää. Jos ylittäminen on välttämätöntä, tulisi se tehdä kohdasta jossa maaperä on vahvinta ja virtaamat pieniä. Jos vesistö on tarvetta ylittää useammin, täytyy rakentaa ylityspaikka. Jos ylityspaikka rakennetaan tukeista, se on poistettava käytön jälkeen ettei lahoava puu päädy vesistöön. Raskaiden metsäkoneiden kohdalla on varottava että ajourat eivät johda valumia suoraan vesistöihin.

4.4 Muut suositukset kyselyn tulosten perusteella

Kyselyn tuloksista voidaan havaita että kaikki asukkaat eivät tiedä vaatimuksia Valtioneuvoston asetuksessa talousjätevesien käsittelystä

viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla (209/2011). Vastaajista 62 % vastasi kysymykseen numero 11. että heidän jätevesienkäsittelynsä täyttää asetuksen vaatimukset, joka asetuksen sisältö huomioiden vaikuttaa epärealistiselta. Vastaajista 36 % vastasi ettei tiedä ja vain yksi vastaajista vastasi ettei jätevesien käsittely täytä asetusta. Osa vastaajista myös toivoi saavansa tietoa asetuksen vaatimuksista. Suojeluyhdistys voisi tiedottaa valuma-alueen kiinteistönomistajia asetuksen perusvaatimuksista.

Monet vastaajat vastasivat että vedenkorkeus on laskenut vuosien mittaan ja siitä on haittaa heidän kiinteistölleen ja/tai vapaa-ajan viettoon. Suojeluyhdistys voisi toteuttaa laajemman tutkimuksen vedenkorkeuden muutoksista ja mahdollisesti ottaa arviointiin olisiko vedenkorkeuden nostaminen perusteltua.

4.5 Seuraavat tutkimukset

Tässä työssä esiteltiin tuloksiin täytyy suhtautua kriittisesti, koska ne perustuvat mallintamiseen ja arvioihin näytetulosten vähäisyydestä johtuen. Lisää näytteidenottoa tarvitaan kuormituslähteiden tarkempaan arviointiin.

Tarkempien tulosten saamiseksi vaaditaan kattavaa näytteenottoa erityisesti molemmista suurimmista järveen johtavista ojista, sekä laskuojasta. Pohjoispäässä näytepisteet tulisi valita niin että maatalousalueiden vaikutusta olisi mahdollista arvioida mahdollisimman tarkkaan erikseen. Itäisellä puolella näytteenottoa pitäisi käyttää vesiensuojelumenetelmien tehokkuuden arvioimiseksi. Laskuojan näytetulokset mahdollistavat ravinnetaseen muodostamisen. Sisäisen kuormituksen arvioimiseksi järven sedimentti pitäisi tutkia. Arvioita sisäisestä kuormituksesta voidaan tehdä myös ravinnetaseen ja pohjan happi-tilanteen perusteella.

LIITTEEN OTSIKKO