

KARHOISMAJAN VESIREITTIEN
KUNNOSTUSYHDISTYS RY

KARHOISMAJAN VESIREITIN JÄRVIEN VALUMA- ALUEEN, VEDEN LAADUN JA KASVIPLANKTONIN PERUSTILASELVITYS VUONNA 2004

SISÄLLYSLUETTELO:

1. JOHDANTO	2
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	2
3. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	3
3.1 JÄRVIEN MORFOLOGIA	3
3.2 VALUMA-ALUE	3
3.2.1 Valuma-alueen maankäyttö	4
3.2.2 Valuma-alueelta tuleva kuormitus	5
3.3 OJAVEDET JA OJIEN AINEVIRTAAMAT	6
3.3.1 Oja 1	6
3.3.2 Oja 2	7
3.3.3 Oja 3	8
3.3.4 Oja 4	9
3.3.5 Oja 5	11
3.3.6 Oja 6	11
3.3.7 Oja 7	12
3.3.8 Oja 8	12
3.4 JÄRVIEN VEDENLAATU	14
3.4.1 Suutarinjärvi	14
3.4.2 Valkiajärvi	16
3.4.3 Majajärvi	17
3.4.4 Pikku-Hapua	18
3.4.5 Iso-Hapua	19
3.4.6 Äpäinjärvi	19
3.5 KASVIPLANKTONIN MÄÄRÄ JA KOOSTUMUS	20
3.5.1 Valkiajärvi	20
3.5.2 Majajärvi ja Iso-Hapua	21
3.6 POHJASEDIMENTTI	23
4. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	23
5. KIRJALLISUUSVIITTEET	25



1. JOHDANTO

Kankaanpään kaupungissa sijaitsevaa Karhoismajan vesireittiä on tarkoitus kunnostaa alueelle perustetun kunnostusyhdistyksen toimesta. Vesireitin ongelmaksi on osoittautunut runsas vesikasvillisuus, umpeenkasvu, järvien rehevöityminen ja heikkokuntoinen kalasto. Vesireitti sijoittuu 3-6 km etäisyydelle Kankaanpään keskustajamasta etelä- lounaaseen. Vesireitti kuuluu Karviaanjoen vesistöalueeseen ja tarkemmin Hapuanjoen vesistöalueeseen (36.028). Reitti koostuu pienehköistä järviä ja niiden välisistä ojista. Osa ojista ja järvistä ovat voimakkaasti umpeenkasvaneita.

Kunnostussuunnitelmaa varten Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys tutki vesireitillä olevien 6 järviä ja niiden välisten ojien veden laatua sekä kasviplanktonin määrää ja koostumusta vuoden 2004 aikana. Lisäksi tässä raportissa tarkastellaan myös vesireitin järvien valuma-alueita ja järviä kuormittavia tekijöitä. Iso-Hapuanjoen otetun pohjasedimenttinäytteen perusteella arvioidaan mahdollisen ruoppauksen tuottamien ruoppausmassojen käyttöä maanviljelykseen. Tulosten perusteella pyritään antamaan ohjeita kunnostussuunnitelman laatimista ja kunnostustoimenpiteiden valintaa varten. Lisäksi vesireitillä suoritetuista koekalastuksista ja -ravustuksista sekä pohjaeläintutkimuksista on ilmestynyt omat raporttinsa (Kivinen 2004, Valkama 2004).

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Vesireitin 6 järvestä näytteet otettiin järvien syvimmästä kohdista. Järvien kokonaissyvyys vaihteli 1,2-6,1 metrin välillä järvestä ja näytteenotokerrasta riippuen. Näytteenotopisteet on esitetty liitekartassa 1. Näytteitä otettiin järvistä vuoden 2004 aikana 4 kertaa, kerran loppupalvella ja 3 kertaa kasvukauden aikana. Loppupalven näytteenotto venyi huhtikuun alkupuolelle, jolloin sulamisvedet olivat jo oletettavasti parantaneet järvien happitilannetta. Vesinäytteet otettiin alle 3 metrin kokonaissyvyyden järvistä ainoastaan 1 metrin syvyydestä, yli 3 metrin kokonaissyvyyden järvistä näytteet otettiin 1 metrin syvyydestä ja noin metri pohjan yläpuolelta. Veden klorofyllipitoisuus määritettiin 0-2 metrin kokoomänäytteestä.

Lisäksi vesinäytteitä otettiin järvien välisistä ojista, Verttuunjärvestä Suuterinjärveen laskevasta ojasta, Valkiajärveen laskevasta Kyrvönojan ja Äpäntjärven luusuasta (liitekartta 1). Ojavesinäytteitä otettiin vuonna 2004 5 kertaa. Näytteenoton yhteydessä pyrittiin arvioimaan ojissa virtaavan veden määrää, jonka avulla pystyttiin arvioimaan ojien ainevirtaamia.

Vesinäytteet analysoitiin KVVY:n laboratoriossa, joka on Mittatekniikan keskuksen akkreditoima tutkimuslaboratorio. Kentällä vesinäytteistä mitattiin veden lämpötila ja näkösyvyys. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen aikaisemman vedenlaatuaineiston lisäksi tarkastelussa käytettiin ympäristöhallinnon Hertta-tietokannasta löytyneitä vedenlaatu tietoja, jotka ovat lähinnä alueellisten ympäristökeskusten keräämiä.

Järvien pinta-ala ja valuma-alue määritettiin peruskartalta (liitekartta 2). Järvien pinta-alan ja kokonaissyvyyden perusteella arvioitiin järvien tilavuutta. Valuma-alueen pinta-alan ja kirjallisuudesta saatujen valuma-arvojen perusteella voitiin arvioida järvien luusuan virtaamaa ja veden viipymää järvissä. Järviä kuormittavan hajakuormituksen arviointiin käytettiin kirjallisuudesta saatuja ominaiskuormituslukuja, ojista saatuja kuormitusarvioita sekä Hakoniemen leirikeskusten jätevedenpuhdistamon tarkkailutietoja.

Suurimpien järviä, Iso-Hapuan, Valkiajärven ja Majajärven, kasviplanktonin koostumusta ja määrää tutkittiin kolmesti kesän 2004 aikana otetuilla näytteillä. Näytteet säilöttiin kentällä emäksisellä Lugolin liuoksella ilman formaliinilisäystä. Näytteitä otettiin osanäytteet laboratoriossa, osa-näytteet laskeutettiin laskentakyyvetille ja kasviplanktonit laskettiin valomikroskoopilla satunnaisista näkökentistä. Näkökenttiä laskettiin 40-100 kpl. Laskettujen näkökenttien pinta-ala suhteutettiin laskentakyyvetin pinta-alaan, jolloin saatiin osanäytteessä ollut

kasviplanktontaksonien määrä. Kasviplanktonlajien muodon ja koon avulla voitiin arvioida kunkin kasviplanktontaksonin tilavuus. Saatu tilavuus voitiin muuttaa biomassaksi olettamalla kasviplanktonin tiheydeksi puhtaan veden tiheys ($1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ kg}$). Kasviplanktonlaskennan ja biomassan arvioinnin suoritti MMM Terttu Finni. Laskentatulostaulukot ovat selvityksen liitteenä 4.

3. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

3.1 JÄRVIEN MORFOLOGIA

Valkiajärveä lukuunottamatta kaikki tutkimusjärvet ovat matalia läpivirtausjärviä. Reitin syvin järvi on Valkiajärvi, jossa kokonaissyvyys on noin 6 metriä. Valkiajärvi sijaitsee syrjässä varsinaiselta pääreitiltä ja on järvistä selvästi pyöreämuotoisin. Pääreitin järvet ovat pitkänomaisia ja matalia, sillä syvin järvistä on Majajärvi, jossa kokonaissyvyys on noin 4 metriä. Matalin järvistä on Pikku-Hapua, jossa kokonaissyvyudeksi mitattiin parhaimmillaan 2,7 m. Pääreitin järvien matalat osat ovat runsaan vesikasvillisuuden peittämät.

Pinta-alaltaan suurin järvistä on Majajärvi, jonka pinta-ala karttatarkastelun perusteella on noin 27,5 ha (taulukko1). Iso-Hapua on pinta-alaltaan Majajärven luokkaa. Pienikokoisin reitin järvistä on Suutarinjärvi (6,3 ha). Viimeisimmän kartta-aineiston perusteella järvien pinta-ala on supistunut selvästi kuluneen noin 20 vuoden ajanjakson aikana umpeenkasvamisen seurauksena. Esimerkiksi viimeisimmän kartta-aineiston perusteella Äpätinjärvi on jakautunut kahdeksi erilliseksi altaaksi, joka ei maastotiedustelun perusteella kuitenkaan osoittautunut todeksi. Järvien pinta-alojen laskennassa on otettu huomioon myös vesikasvillisuuden peittämät vesialueet.

Tutkimusjärvien arvioitu tilavuus vaihtelee 75600-408700 m³ välillä. Suurin tilavuus on Valkiajärvessä, joka on järvistä myös syvin. Selvästi pienin tilavuus on pienikokoisessa Suutarinjärvessä.

Taulukko 1. Tutkimusjärvien kokonaissyvyys, pinta-ala ja arvioitu tilavuus.

	kokonaissyvyys	pinta-ala	tilavuus
	m	ha	m ³
Suutarinjärvi	3,6	6,3	75600
Valkiajärvi	6,1	20,1	408700
Majajärvi	4,0	27,5	366667
Pikku-Hapua	2,7	17,4	156600
Iso-Hapua	3,6	26,6	319200
Äpätinjärvi	3,6	17,2	206400

3.2 VALUMA-ALUE

Tutkimusjärvien valuma-alueen koko järviältäiden luusuassa vaihtelee suuresti. Selvästi pienin valuma-alue (2,9 km²) on Valkiajärvellä, joka sijaitsee sivussa varsinaiselta pääreitiltä. Pienen valuma-alueen myötä Valkiajärven luusuan keskivirtaama jää melko pieneksi, mistä syystä järven teoreettinen viipymä on selvästi muita tutkimusjärviä suurempi (taulukko 2).

Varsinaisen pääreitin ylimmän järven, Suutarinjärven, valuma-alue on jo varsin suuri, sillä järven yläpuolella sijaitsee melko isokokoinen Verttuunjärvi (178 ha)(liitekartta 2). Suutarinjärven luusuassa valuma-alueen pinta-ala on 22,3 km² ja keskivirtaama noin 200 l/s. Majajärven luusuassa valuma-alue kasvaa vielä selvästi, sillä Valkiajärven valuma-alue on osa Majajärven valuma-aluetta. Alemmilla järvillä valuma-alue kasvaa ainoastaan vähän. Äpätinjärven luusu-

assa valuma-alueen koko on 34,3 km² ja keskivirtaama noin 310 l/s. Äpäntjärven valuma-alue muodostaa kokonaisuudessaan noin 82 % koko Hapuanojan (36.028) valuma-alueesta.

Suuresta valuma-alueesta ja järvien pienestä tilavuudesta johtuen pääreitin teoreettinen viipymä jää lyhyeksi tai erittäin lyhyeksi. Pisin teoreettinen viipymä keskivirtaamalle laskettuna on Majajärvessä (17,4 vrk) ja lyhin Suutarinjärvessä (4,4 vrk).

Taulukko 2. Tutkimusjärvien valuma-alueiden pinta-ala, keskivaluma*, keskivirtaama ja järvien teoreettinen viipymä keskivirtaamalla.

	valuma-alue km ²	keskivaluma l/s/km ²	keskivirtaama l/s	viipymä d
Suutarinjärvi	22,3	9,0	201	4,4
Valkiajärvi	2,9	9,0	26	181,2
Majajärvi	27,1	9,0	244	17,4
Pikku-Hapua	31,0	9,0	279	6,5
Iso-Hapua	32,3	9,0	291	12,7
Äpäntjärvi	34,3	9,0	309	7,7

*Valuma-arvo poimittu teoksesta Kokemäenjoen ja Karvianjoen vesistöjen vesien käytön kokonaissuunnitelma. Osa 4, Karvianjoen vesistö. Vesihallituksen tiedotuksia nro 142.Helsinki 1978.

3.2.1 VALUMA-ALUEEN MAANKÄYTTÖ

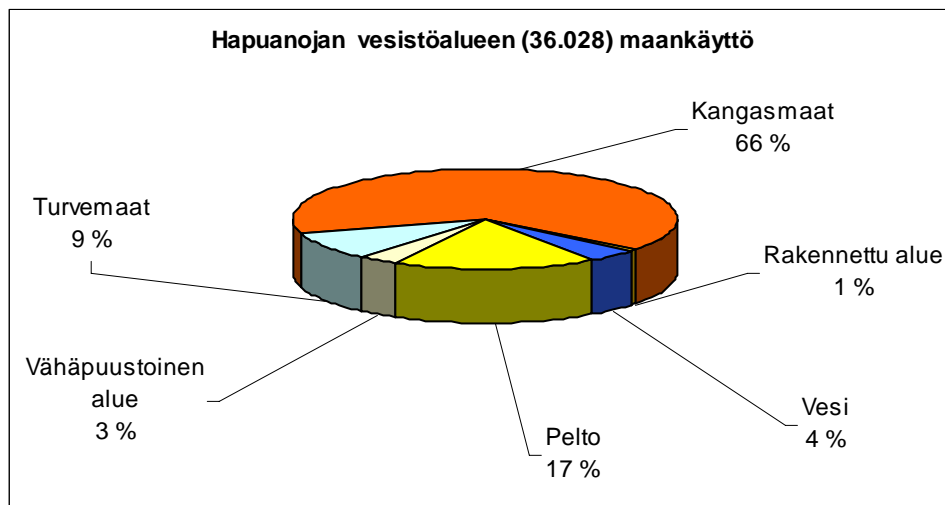
Karhoismajan reitin järvien valuma-alue koostuu pääosin metsätalousmaasta. Myös peltoa on runsaasti. Asutusta löytyy etenkin Majajärven ja Valkiajärven rannoilta.

Tarkempaa tietoa valuma-alueiden maankäytöstä löytyy ympäristöhallinnon Herttatietokannasta. Koska tutkimusjärvien valuma-alue käsittää yli 80 % koko Hapuanojan (36.028) valuma-alueesta, voidaan arvioida Hapuanojan valuma-alueelle esitettyjen maankäyttömuotojen prosenttiosuuksien kuvaavan riittävällä tarkkuudella myös tutkimusjärvien valuma-alueiden maankäyttöä. Hapuanojan vesistöalueen maankäytöstä selvästi suurimman osuuden (78 %) muodostaa metsätaloukskäytössä olevat maat (kangasmaat, turvemaat, vähäpuustoiset alueet). Avosuota valuma-alueella esiintyy erittäin vähän (0,1 %). Valuma-alueen peltoprosentti on korkea (17 %), sillä järvet sijaitsevat maatalousvaltaisella alueella. Jo suuresta peltoprosentista voidaan päätellä maanviljelyn olevat huomattava hajakuormituksen lähdteen reitin järville. Vesistöt muodostavat ainoastaan 4 % valuma-alueen pinta-alasta, joten alueen järvisyysprosentti on alhainen. Tämä kärjistää yli- ja alivirtaamia runsasjärvisiin valuma-alueisiin verrattuna. Rakennetun alueen osuus valuma-alueesta on melko pieni (1 %).

Mikäli tutkimusjärville määritellyt valuma-alueet jaetaan eri maankäyttömuotoihin koko Hapuanojan valuma-alueen maankäyttökäytön mukaisesti (kuva 1), valuma-alueet jakautuvat eri maankäyttömuotoihin taulukossa 3 esitetyllä tavalla.

Taulukko 3. Tutkimusjärvien valuma-alueiden maankäyttö arvioituna koko Hapuanojan vesistöalueen maankäyttökäytön mukaisesti.

	valuma-alue km ²	metsää ha	peltoa ha	vesiala ha	rakennettu ha
Suutarinjärvi	22,3	1739	384	89,2	22,3
Valkiajärvi	2,9	226	50	11,6	2,9
Majajärvi	27,1	2114	466	108,4	27,1
Pikku-Hapua	31,0	2418	533	124,0	31,0
Iso-Hapua	32,3	2519	556	129,2	32,3
Äpäntjärvi	34,3	2675	590	137,2	34,3



Kuva 1. Hapuanojan vesistöalueen (36.028) maankäyttö. Lähde: Ympäristöhallinnon Herttatietokanta.

3.2.2 VALUMA-ALUEELTA TULEVA KUORMITUS

Järven valuma-alueelta tulevaa hajakuormitusta voidaan arvioida kirjallisuudessa olevien ominaiskuormitusarvojen avulla, mikäli hajakuormitusta aiheuttavien yksiköiden määrä on tiedossa tai arvioitavissa. Järvien rehevyyden kannalta tärkein tarkasteltava ravinne on fosfori, sillä fosforin määrä on järvissä normaalisti tuotantoa rajoittava tekijä ja määrää näin ollen järven tuottavuuden ja rehevyysasteen. Tässä tarkastelussa keskitytäänkin valuma-alueelta järviin tulevan fosforikuormituksen tarkasteluun.

Järveen tulevan ulkoisen kuormituksen määrään vaikuttaa valuma-alueen pinta-ala, jonka perusteella voidaan arvioida valuma-alueelta tulevaa luonnollista fosforihuuhtoumaa. Fosforia laskeutuu vesistöihin myös sadannan mukana, jonka määrää voidaan arvioida valuma-alueen vesipinta-alojen mukaan. Myös peltoalueilta tulevaa kuormitusta voidaan arvioida peltopinta-alan mukaan.

Haja- ja loma-asutuksen kuormituksen määrään vaikuttaa kiinteistöjen sijoittuminen vesistöalueelle sekä kiinteistöjen ja kiinteistöissä asuvien ihmisten määrä. Loma-asutuksen kuormitukseen vaikuttaa lisäksi kiinteistön käyttöaste. Tässä tarkastelussa haja- ja loma-asutuksen kuormituksen arviointiin käytettiin soveltaen Bilatedin ym. 1992 esittämiä ominaiskuormituslukuja. Kiinteistöjen määrä laskettiin karkeasti peruskartalta ja kiinteistöt jaettiin alle 100 metrin etäisyydellä ja yli 100 metrin etäisyydellä vesistöä sijaitseviin kohteisiin. Jokaisen kiinteistön henkilömääräksi arvioitiin 3 henkeä. Loma-asutuksen käyttömääräksi arvioitiin 100 vrk/a ja kuormitukseksi 60 % vakituisen asutuksen kuormituksesta.

Hakoniemen leirikeskukseen aiheuttama fosforikuormitus laskettiin vuosien 1993-2003 keskimääräisen kuormituksen perusteella. Kuormitusluvut saatiin Hakoniemen leirikeskukseen jätevedenpuhdistamon tarkkailuraportista (Oksjoki & Hell, 2004).

Hajakuormituksen määrään vaikuttaa myös valuma-alueella oleva karjankasvatus ja metsänhoitotoimenpiteet. Valuma-alueella olevasta karjan määrästä tai tehdyistä metsähoitotoimenpiteistä ei KVVY:ssä ollut tietoa, joten nämä jätettiin tarkastelun ulkopuolelle.

Ominaiskuormituslukujen avulla arvioitiin Äpäntjärven luusuaan kohdistuvaa ulkoista kuormitusta, jonka valuma-alue on 34,6 km² (taulukko 4). Ominaiskuormituslukujen avulla suoritettujen kuormituslaskelmien mukaan pääosa (54 %) Karhoismajan vesireitin ulkoisesta fosforikuormituksesta tulee peltoviljelystä, kuten valuma-alueen suurehkon peltoprosentin perusteella oli oletettavaa. Peltolueiden fosforihuuhtouma on laskettu Rekolaisen (1989) minimiarvion (90

kg/km²/a) mukaan, joten todellisuudessa peltoalueilta tuleva fosforihuuhtouma saattaa olla arvioitua selvästi suurempi. Luonnonhuuhtouman osuus valuma-alueen fosforihuuhtoumasta on noin viidesosa. Myös haja- ja loma-asutuksen osuus fosforihuuhtoumista on yhteensä noin viidesosa, mutta haja-asutuksen osuus on loma-asutuksen suuresta määrästä huolimatta selvästi suurempi.

Ominaiskuormitusarvojen avulla saadun kuormituslaskelman tulosten perusteella Karhoismajan vesireittiin valuu vuosittain vähintään noin 1000 kg fosforia, sillä alueella harjoitetaan karjanhoitoa ja alueella on tehty metsänhoitotoimenpiteitä, joita ei ole huomioitu taulukon 4 laskelmissa. Laskelmissa ei myöskään ole huomioitu Verttuunjärvessä tapahtuvaa fosforin sedimentaatiota, joka vähentää tutkimusjärviin tulevan fosforikuormituksen määrää. Arviot ulkoisen kuormituksen määrästä ovat joka tapauksessa karkeita ja ainoastaan suuntaa-antavia.

Taulukko 4. Karhoismajan vesireitille vuosittain tuleva ulkoinen fosforikuormitus. Arviot laskettu ominaiskuormituslukujen avulla (Wirola ym. 1994, Rekolainen 1989 ja Bilaletdin ym. 1992).

	pinta-ala km ²	ominaiskuormitus kg P/km ² /a	taloja kpl		mökkejä kpl	karjaa kpl	kg P/a	%
			<100 m	>100 m				
luonnonhuuhtouma	34,6	5,68					196	20
sadanta	3,079	24					74	7
haja-asutus			40	50			156	16
loma-asutus		0,13			80		32	3
pelto-alueet	5,882	90					529	54
Hakoniemen leirikeskus							5,6	1
metsänhoitotoimenpiteet	-	10-30					?	?
karjanhoito						-	?	?
yhteensä							987	100

3.3 OJAVEDET JA OJIEN AINEVIRTAAMAT

3.3.1 OJA 1

Oja 1 laskee Verttuunjärvestä Suutarinjärveen. Verttuunjärven luusua on voimakkaan vesikasvillisuuden peitossa, mikä saattaa heikentää ojaveden happipitoisuuksia loppukesällä ja syksyllä vesikasvillisuuden hajotessa.

Ojan virtaama vaihteli havaintoajankohdasta riippuen 100-330 l/s välillä. Suurin virtaama havaittiin heinäkuussa poikkeuksellisen voimakkaiden kesäsateiden johdosta. Keskivirtaama oli havaintojen perusteella 202 l/s. Virtaama-arvio oli kuitenkin hyvin sopusoinnussa valuma-alueen koon perusteella lasketun keskivirtaaman perusteella.

Verttuunjärvestä Suutarinjärveen virtaava vesi oli virtavedelle tyypillisesti lievästi sameaa, lievästi hapanta ja kohtalaisen humuspitoista. Veden pH-taso oli ravun kannalta riittävän korkea. Ojaveden ravinnepitoisuudet vaihtelivat melko voimakkaasti, kun ottaa huomioon, että oja laskee melko suurikokoisesta järvestä. Veden fosforipitoisuus vaihteli 17-37 µg/l välillä ja kokonaistyyppipitoisuus 580-910 µg/l välillä. Veden kokonaisfosforipitoisuus oli keskimäärin 28 µg/l, joka osoittaa Verttuunjärvestä laskevien vesien olleen lievästi rehevien vesien tasoa. Selvästi vähäravinteisinta vesi oli alkukesällä, jolloin fosforipitoisuus oli luonnontilaisiin humusvesiin verrattuna ainoastaan lievästi koholla.

Veden hygieeninen laatu oli jokaisella havaintokerralla hyvä.

Verttuunjärvestä Suutarinjärveen tulevaa ravinnevirtaamaa arvioitiin virtaama-arvioiden ja analyysitulosten perusteella (taulukko 5). Ojan ravinnevirtaamat kasvoivat selvästi syksyä kohden sateisen kesän aiheuttaman virtaaman kasvun seurauksena. Keskimäärin Ojan 1 ravinnevirtaama Suutarinjärveen oli noin 0,5 kg P/d ja 12 kg N/d, jotka vuotuisiksi ravinmääriksi muutettuna merkitsevät 177 kg fosforikuormaa ja 4330 kg typpikuormaa.

Taulukko 5. Verttuunjärvestä Suutarinjärveen laskevan ojan (Oja 1) arvioidut ravinnevirtaamat vuoden 2004 havaintokerroilla.

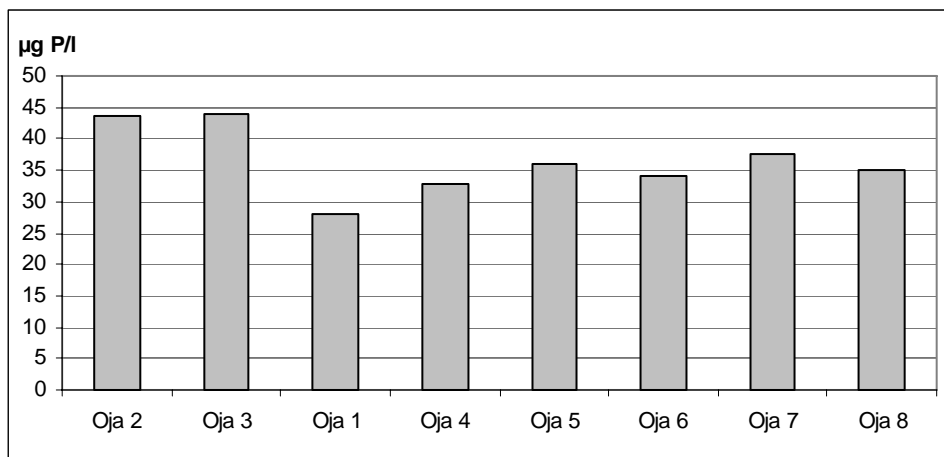
Oja 1	Q l/s	Kok.N µg/l	Kok.N kg/d	Kok.P µg/l	Kok.P kg/d
6.4.2004	100	910	7,9	36	0,31
3.5.2004	140	590	7,1	22	0,27
2.6.2004	210	580	10,5	17	0,31
26.7.2004	230	740	14,7	37	0,74
22.9.2004	330	670	19,1	28	0,80
k.a.	202	698	11,9	28	0,48

3.3.2 OJA 2

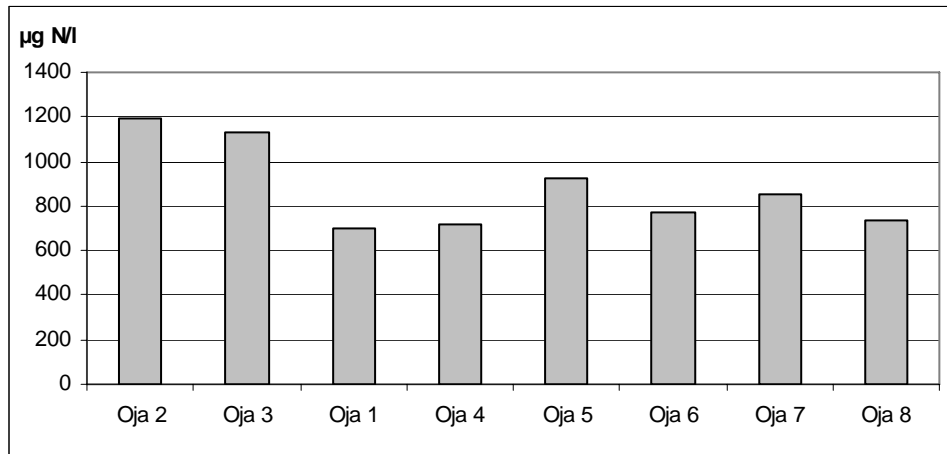
Oja 2 laskee umpeenkasvaneelta Kyrvönjärveltä Platikkanevan lävitse Valkiajärven pohjoisosaan. Ojan virtaama vaihteli havaintoajankohtina 15-60 l/s välillä. Voimakkaimpia virtaamat olivat loppukesällä ja syksyllä.

Ojan vesi oli voimakkaan humuspitoista Platikkanevalta laskevien suovesien johdosta. Suovesille tyypillisesti ojavesi oli hapanta. Keväällä veden pH laski tilapäisesti alle pH 6:n. Voimakkaasta humusleimasta johtuen myös veden kokonaistyyppipitoisuus oli kohonnut korkeaksi 720-1550 µg N/l. Keskipäivän runsaat sateet huuhtoivat ojaan myös fosforia ja ulostebakteereita, sillä veden fosforipitoisuus kohosi heinäkuussa noin kolminkertaiseksi humusvesien luonnolliseen pitoisuuteen nähden ja veden hygieeninen laatuluokitus heikkeni välttäväksi. Hygieenistä kuormitusta Kyrvönjoaan saattaa aiheutua haja-asutuksen jätevesistä, karjataloudesta ja luonnonvaraisten eläinten ulosteista.

Kyrvönjojan ravinnetaso oli selvästi korkeampi kuin pääreitillä olevien järvien välisten ojien ravinnetaso (kuvat 2 ja 3). Ojaveden keskimääräinen fosforipitoisuus oli 44 µg P/l ja kokonaistyyppipitoisuus 1190 µg N/l. Pitoisuudet ovat selvästi luonnontilaisia humusvesiä korkeampia ja ominaisia reheville vesille. Veden hygieeninen laatu oli keskimäärin hyvä.



Kuva 2. Ojien 1-8 keskimääräinen fosforipitoisuus vuoden 2004 havaintokerroilla.



Kuva 3. Ojien 1-8 keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus vuoden 2004 havaintokerroilla.

Ojan ravinnevirtaamat Valkiajärveen olivat melko suuria etenkin keskikesän sateisella kaudella, jolloin ravinnevirtaamat olivat jopa moninkertaisia muihin havaintokertoihin verrattuna (taulukko 6). Keskimäärin Kyrvönojan fosforivirtaama Valkiajärveen oli 0,14 kg/d ja typpivirtaama 3,6 kg/d. Vuosittaisiksi ravinnemääriksi muutettuna ravinnevirtaamat vastaavat 50 kg fosforikuormaa ja 1320 kg typpikuormaa.

Taulukko 6. Kyrvönojan (Oja 2) arvioidut ravinnevirtaamat Valkiajärveen vuoden 2004 havaintokerroilla.

Oja 2	Q l/s	Kok.N µg/l	Kok.N kg/d	Kok.P µg/l	Kok.P kg/d
6.4.2004	15	1310	1,7	43	0,06
3.5.2004	18	1040	1,6	29	0,05
2.6.2004	15	720	0,9	33	0,04
26.7.2004	60	1550	8,0	66	0,34
22.9.2004	50	1330	5,7	47	0,20
k.a.	32	1190	3,6	44	0,14

3.3.3 OJA 3

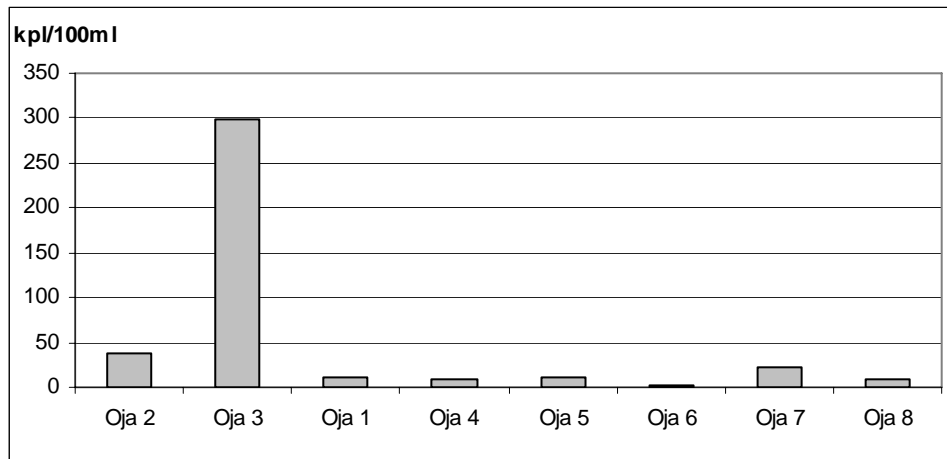
Oja 3 laskee Majajärveen Valkiajärven eteläpäästä. Näytepisteen yläpuolelle lasketaan Hakoniemen leirikeskukseen jätevedet, joten jätevesien vaikutus on mukana ojan ravinnepitoisuuksissa ja -virtaamissa.

Veden virtaama Majajärveen laskevassa ojassa oli vain hieman suurempi kuin Kyrvönojassa, sillä valuma-alue kasvaa Valkiajärven kohdalla vain vähän. Ojan 3 keskimääräinen virtaama oli 40 l/s.

Jätevesikuormitus näkyi Majajärveen laskevan ojan veden laadussa etenkin vähäisen virtaaman aikoina talvella ja alkukesällä. Jätevedet kohottivat selvästi veden kokonaisravinnepitoisuuksia ja heikensivät veden hygieenistä laatua. Keväällä vedessä oli lievä yhdyskuntajäteveden haju. Keskimääräisiä pitoisuuksia tarkasteltaessa Majajärveen laskevan ojan kokonaisfosforipitoisuus ei kuitenkaan poikennut Kyrvönojan pitoisuudesta, sillä kummankin ojan keskimääräinen fosforipitoisuus oli 44 µg/l. Kokonaistyyppipitoisuus oli jopa keskimäärin hieman alhaisempi kuin Kyrvönojassa.

Majajärveen laskevan ojan veden hygieeninen laatu oli keskimäärin välttävä, mutta Sosiaali- ja terveysministeriön päätöksen 41/99 mukaan uimiseen soveltuvaa (kuva 4). Uimiseen soveltuvan veden raja-arvo lämpökestoille kolibakteereille on 500 kpl/100 ml. Kesäkuun alussa lämpökestoisten kolibakteerien määrä ojassa ylitti selvästi uimiseen soveltuvan veden raja-arvon. Veden hygieeninen laatu Majajärveen laskevassa ojassa oli selvästi muita tutkimuksissa

olleita oja heikompi (kuva 4). Majajärven ojan suun edessä ulostebakteerien määrä on Hakoniemen leirikeskukseen velvoitetarkkailuraportin mukaan jäänyt kuitenkin vähäiseksi (Oksjoki & Hell 2004).



Kuva 4. Ojien 1-8 keskimääräinen ulostebakteerimäärä vuoden 2004 havaintoajankohtina.

Majajärven laskevan ojan ravinnevirtaamat olivat loppupalvella ja keväällä selvästi suurempia kuin yläpuolisen Kyrvönojan ravinnevirtaamat, mikä oli ilmeisesti jätevesikuormituksen vaikutusta (taulukot 6 ja 7). Sen sijaan keskikesällä Majajärven laskevan ojan ravinnevirtaamat olivat jopa selvästi pienempiä kuin Kyrvönojassa. Keskimäärin ravinnevirtaamat Majajärven laskevassa ojassa olivat vain hieman Kyrvönojaa suurempia. Vuositasolla tarkasteltuna Majajärven laskevan ojan fosforivirtaama oli noin 5 kg P/a suurempi kuin Kyrvönojan fosforivirtaama Valkiajärven. Fosforivirtaaman lisääntymisen voidaan katsoa johtuvan lähes yksinomaan Hakoniemen leirikeskukseen fosforikuormituksesta, sillä vuosien 1993-2003 tarkkailujen keskiarvona Hakoniemen leirikeskukseen vuosikuormitus on ollut noin 5,6 kg P/a.

Taulukko 7. Majajärven laskevan ojan (Oja 3) arvioidut ravinnevirtaamat vuoden 2004 havaintokeroilla.

Oja 3	Q l/s	Kok.N µg/l	Kok.N kg/d	Kok.P µg/l	Kok.P kg/d
6.4.2004	40	1980	6,8	67	0,23
3.5.2004	32	1080	3,0	62	0,17
2.6.2004	20	680	1,2	25	0,04
26.7.2004	40	870	3,0	38	0,13
22.9.2004	70	1040	6,3	28	0,17
k.a.	40	1130	4,1	44	0,15

3.3.4 OJA 4

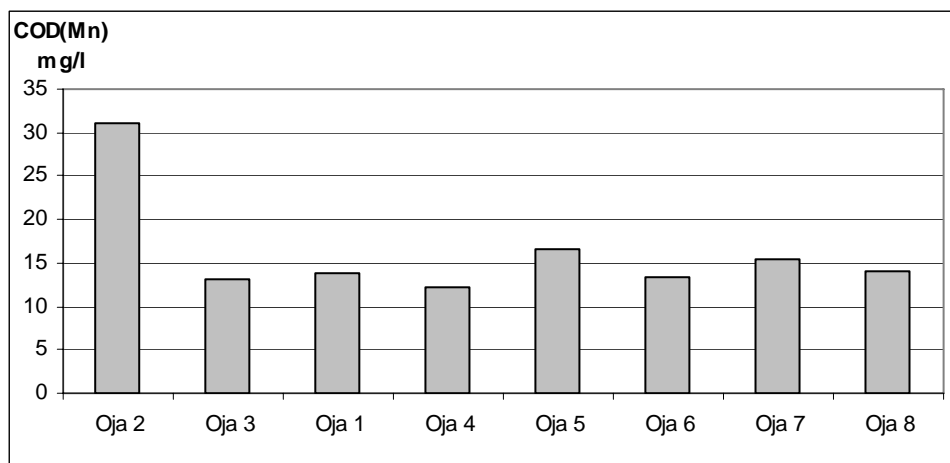
Ojahavaintopiste 4 sijaitsee Majajärven luusuassa (liitekartta 1). Luusuan arvioitu virtaama vaihteli 160-320 l välillä. Keskimääräinen arvioitu virtaama oli 222 l/s, mikä on melko hyvin sopuinnassa teoreettisen keskivirtaaman (244 l/s) kanssa.

Luusuan vesi oli lievästi sameaa, mutta kiintoainepitoisuudet eivät olleet epätavallisen korkeita. Vesi oli talvella ja keväällä lievästi hapanta, mutta kesällä happamuusaste kohosi neutraaliksi Majajärven tapahtuvan planktonituotannon ansiosta. Humusleima oli hieman vähäisempi

kuin Verttuunjärvestä ja Valkiajärven suunnalta tulevissa vesissä. Veden kemiallisen hapankulutuksen määrä oli kuitenkin humusvesille tyypillinen (kuva 5).

Veden ravinnepitoisuudet vaihtelivat voimakkaasti ottaen huomioon, että vesi tuli suoraan veden laatua tasaavasta järvestä. Veden fosforipitoisuus vaihteli 20-45 µg/l välillä ja oli havaintojen keskiarvona 33 µg/l, mikä on reheville vesille tyypillinen pitoisuus. Suutarinjärveen tulevaan veteen verrattuna veden kokonaisfosforipitoisuus oli kohonnut keskimäärin 5 µg/l, minkä voidaan katsoa olevan Valkiajärven suunnalta tulevien vesien ja Hakoniemen leirikeskukseen fosforikuormituksen vaikutusta. Korkeimmat ravinnepitoisuudet mitattiin keskikesällä voimakkaiden sateiden jälkeen.

Veden hygieeninen laatu oli jokaisella havaintokerralla hyvä, joten Hakoniemen leirikeskukseen aiheuttama paikallinen hygieeninen likaantuminen ei ulottunut Majajärven luusuaan saakka.



Kuva 5. Ojavesien keskimääräisen kemiallisen hapankulutuksen määrä (COD_(Mn)) vuoden 2004 havaintokerroilla.

Majajärven luusuan keskimääräinen fosforivirtaama oli lähes yhtä suuri kuin Verttuunjärvestä Suutarinjärveen laskevan oja 1 ja Majajärveen laskevan ojan 3 yhteenlaskettu fosforivirtaama (taulukot 5, 7 ja 8). Tästä voidaan päätellä, ettei järven lähivaluma-alueelta tule järveen merkittävää fosforikuormitusta. Toisaalta voidaan myös olettaa, ettei merkittävää fosforin sedimentaatiota Majajärvestä tapahdu. Majajärven luusuan typpivirtaama oli keskimäärin pienempi kuin ojista 1 ja 3 järveen tullut typpivirtaama. Lämpimässä vedessä typen denitrifikaatio ilmaan onkin voimakasta, mikä selittää typpivirtaamien vähenemisen Majajärvestä. Vuositasolla Majajärven luusuan ravinnevirtaama on 234 kg P ja 4970 kg N.

Taulukko 8. Majajärven luusuan (Oja 4) arvioidut ravinnevirtaamat vuoden 2004 havaintokerroilla.

Oja 4	Q l/s	Kok.N µg/l	Kok.N kg/d	Kok.P µg/l	Kok.P kg/d
6.4.2004	160	930	12,9	35	0,48
3.5.2004	172	630	9,4	27	0,40
2.6.2004	230	590	11,7	20	0,40
26.7.2004	230	730	14,5	45	0,89
22.9.2004	320	710	19,6	37	1,02
k.a.	222	718	13,6	33	0,64

3.3.5 OJA 5

Ojahavaintopiste sijaitsee Majajärven ja Pikku-Hapuan välisessä ojassa lähellä ojan ”suistoa” (liitekartta 1). Järvien väliseen ojaan liittyy oja eteläsuunnalta ja luoteissuunnasta ojitetulta Riitahuhdansuolta.

Ojan virtaama vaihteli arvioiden perusteella 240-500 l/s välillä ja oli keskimäärin 348 l/s. Havaittu keskivirtaama kasvoi voimakkaasti Majajärven luusuaan verrattuna ja oli selvästi teoreettista keskivirtaamaa (~260 l/s) suurempi.

Myös ojan veden laatu muuttui selvästi Majajärven luusuaan verrattuna Veden happamuus lisääntyi selvästi etenkin loppukesällä ja syksyllä sekä veden kiintoaine- ja ravinnepitoisuudet kasvoivat. Veden kokonaisfosforipitoisuus kasvoi Majajärven luusuaan verrattuna keskimäärin 3 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuus keskimäärin 200 µg/l (kuvat 2 ja 3). Myös veden humusleima lisääntyi selvästi (kuva 5). Humusleiman lisääntyminen ja veden kokonaistyyppipitoisuuden selvä kasvu viittaa selvästi suovesien vaikutukseen, joten ojan veden laadun muutokset aiheutti todennäköisesti Riitahuhdansuolta tulevat vedet. Myös oja ympäröivien peltoalueiden peltojen ravinnekuormitus saattoi kohottaa ojan ravinnepitoisuuksia. Veden hygieeninen laatu oli jokaisella havaintokerralla hyvä.

Ojan fosforivirtaama lähes kaksinkertaistui ja typpivirtaama yli kaksinkertaistui havaintopaikkojen 4 ja 5 välillä (taulukot 8 ja 9). Erityisen suuria Pikku-Hapuaan laskevat ravinnevirtaamat olivat huhtikuun alussa, jolloin ojaan virtasi todennäköisesti runsaasti sulamisvesiä. Myös keskikesällä voimakkaiden sateiden jälkeen ravinnevirtaamat kasvoivat voimakkaasti. Pääreitillä olevista ojahavaintopisteistä suurimmat vedenlaatu- ja ravinnevirtaamamuutokset tapahtuivat ojahavaintopisteiden 4 ja 5 välillä.

Taulukko 9. Pikku-Hapuaan laskevan ojan (Oja 5) arvioidut ravinnevirtaamat vuoden 2004 havaintokerroilla.

Oja 5	Q l/s	Kok.N µg/l	Kok.N kg/d	Kok.P µg/l	Kok.P kg/d
6.4.2004	500	1250	54,0	38	1,64
3.5.2004	300	660	17,1	27	0,70
2.6.2004	240	610	12,6	24	0,50
26.7.2004	350	970	29,3	47	1,42
22.9.2004	350	1110	33,6	44	1,33
k.a.	348	920	29,3	36	1,12

3.3.6 OJA 6

Ojahavaintopiste 6 sijaitsee Iso-Hapuan luusuassa (liitekartta 1). Luusuan virtaama vaihteli virtaama-arvioiden perusteella 200-700 l/s välillä ja oli keskimäärin 430 l/s. Näin ollen virtaama kasvoi selvästi Pikku-Hapuaan laskevaan ojaan verrattuna ja myös selvästi teoreettista keskivirtaamaa (291 l/s) suurempi.

Iso-Hapuan luusuan vesi oli lievästi ja hygieeniseltä laadultaan lähes moitteetonta. Pikku-Hapuaan laskevan ojan veteen verrattuna Iso-Hapuaan laskeva vesi oli keskimäärin selvästi niukkahumuksisempaa ja vähäravinteisempaa (kuvat 2, 3 ja 5). Tosin keskikesän sateisena jaksolla Iso-Hapuan luusuan veden fosforipitoisuus kohosi selvästi Pikku-Hapuaan laskevia vesiä korkeammaksi. Ravinnepitoisuustasoltaan Iso-Hapuan luusuan vesi oli rehevän veden luokkaa.

Iso-Hapuan luusuan ravinnevirtaamat olivat hieman suurempia kuin Pikku-Hapuaan laskevan ojan ravinnevirtaamat (taulukot 9 ja 10). Vuositasolla vesireitin fosforivirtaama Iso-Hapuan luusuassa oli noin 462 kg P/a ja 11252 kg N/a. Ravinnevirtaama kasvoi Iso- ja Pikku-Hapuan kohdalla noin 55 kg/a ja typpivirtaama 546 kg/a. Fosforivirtaaman kasvu järvien kohdalla

osoittaa, että järvien lähivaluma-alueelta tullut fosforikuormitus on ollut voimakkaampaa kuin järvessä tapahtuva fosforin sedimentoituminen.

Taulukko 10. Iso-Hapuan luusuan (Oja 6) arvioidut ravinnevirtaamat vuoden 2004 havaintokerroilla.

Oja 6	Q l/s	Kok.N µg/l	Kok.N kg/d	Kok.P µg/l	Kok.P kg/d
6.4.2004	700	1120	67,7	31	1,87
3.5.2004	500	670	28,9	28	1,21
2.6.2004	200	600	10,4	22	0,38
26.7.2004	350	780	23,6	57	1,72
22.9.2004	400	680	23,5	33	1,14
k.a.	430	770	30,8	34	1,27

3.3.7 OJA 7

Ojapiste 7 sijaitsee Iso-Hapuan ja Äpäntjärven välisen ojaosuuden puolivälissä (liitekartta 1). Oja on näytepisteen ala- ja yläpuolella vesikasvillisuuden täyttämä.

Virtaama näytepisteellä vaihteli virtaama-arvioiden perusteella 230-730 l/s välillä. Havaintojen keskimääräinen virtaama oli 444 l/s, joka oli hieman enemmän kuin Iso-Hapuan luusuassa.

Keväällä ja alkukesällä veden laadun muutokset Iso-Hapuan luusuaan verrattuna olivat melko vähäisiä. Sen sijaan keskikesällä ja syksyllä veden ravinnepitoisuus ja humuspitoisuus kohosi yläpuoliseen havaintopaikkaan verrattuna selvästi. Pitoisuuksien kohoaminen johtui ilmeisesti ojan länsipuolelta tulevasta suo- ja peltovesistä. Havaintojen keskiarvona fosforipitoisuus kohosi ojapisteiden 6 ja 7 välillä 4 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuus 86 µg/l (kuvat 2 ja 3). Myös humuspitoisuus kohosi keskimäärin selvästi (kuva 5).

Veden hygieeninen laatu oli keskimäärin hyvä (kuva 4), mutta keskikesällä se heikkeni tyydyttäväksi. Hygieenisen laadun hetkellinen heikentymisen aiheutti keskikesän runsaat sateet, jotka huuhtoivat ulostebakteereita vesistöön.

Vesireitin ravinnevirtaamat ojahavaintopaikan 7 kohdalla olivat hieman suurempia kuin Iso-Hapuan luusuassa (taulukot 10 ja 11). Ravinnevirtaamien lievä kasvu johtui sekä virtaaman lievästä lisääntymisestä että ravinnepitoisuuksien kasvusta. Vuositasolla vesireitin fosforivirtaama havaintopisteellä 7 oli 494 kg P ja 12680 kg N.

Taulukko 11. Iso-Hapuan ja Äpäntjärven välisen ojan (Oja 7) arvioidut ravinnevirtaamat vuoden 2004 havaintokerroilla.

Oja 7	Q l/s	Kok.N µg/l	Kok.N kg/d	Kok.P µg/l	Kok.P kg/d
6.4.2004	730	1230	77,6	35	2,21
3.5.2004	500	660	28,5	27	1,17
2.6.2004	330	600	17,1	23	0,66
26.7.2004	240	930	19,3	64	1,33
22.9.2004	420	860	31,2	39	1,42
k.a.	444	856	34,7	38	1,35

3.3.8 OJA 8

Ojapiste 8 sijaitsee Äpäntjärven luusuassa (liitekartta 1). Karhoismajan järvireitti päättyy Äpäntjärven luusuaan. Vesistö jatkuu Hapuanojana Karvianjokeen.

Luusuan virtaama vaihteli havaintojen perusteella 200-750 l/s välillä ja oli keskimäärin 480 l/s. Havaittu keskivirtaama kasvoi näin ollen selvästi ojahavaintopaikkaan 7 verrattuna ja oli noin 1,5-kertainen teoreettiseen keskivirtaamaan verrattuna.

Äpätiinjärvestä tuleva vesi oli lievästi sameaa ja lievästi hapanta. Ravinnepitoisuudet olivat Äpätiinjärvestä hieman laskeneet ojahavaintopisteeseen 7 verrattuna, mikä johtui ilmeisesti veden suodattumisesta tiheän vesikasvillisuuden lävitse, jolloin vesikasvien pinnalla olevat periytonlevät ottavat vedestä ravinteita. Ravinteiden sedimentoitumista ei Äpätiinjärvestä juuriakaan tapahdu lyhyen viipymän johdosta. Myös Äpätiinjärvestä valuvien vesien humuspitoisuus kasvoi keskikesällä ja syksyllä sateiden aiheuttaman humuksen huuhtoutumisen lisääntyessä.

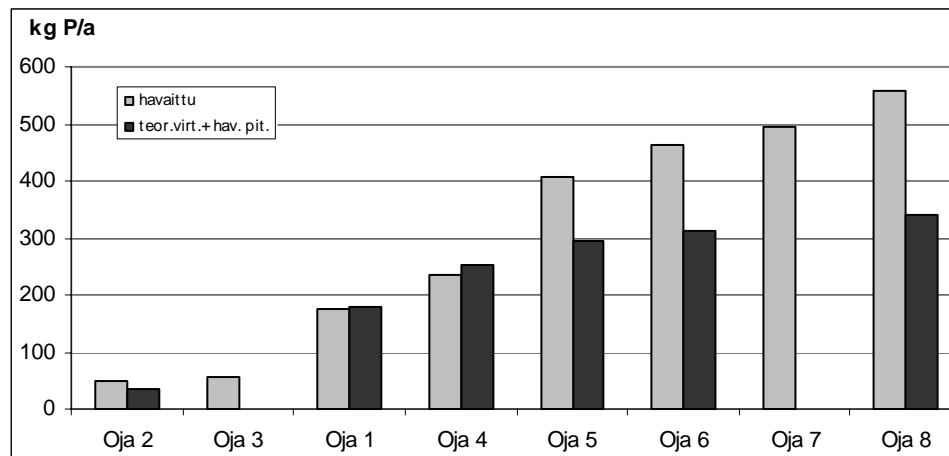
Äpätiinjärven luusuan veden hygieeninen laatu oli hyvä.

Fosforipitoisuuksien lievästä laskusta huolimatta Äpätiinjärven luusuan fosforivirtaama oli keskimäärin hieman suurempi kuin ojapisteellä 7, mikä johtui suuremmasta virtaamasta. Sen sijaan vesireitin typpivirtaama keskimäärin hieman väheni havaintopaikkojen 7 ja 8 välillä.

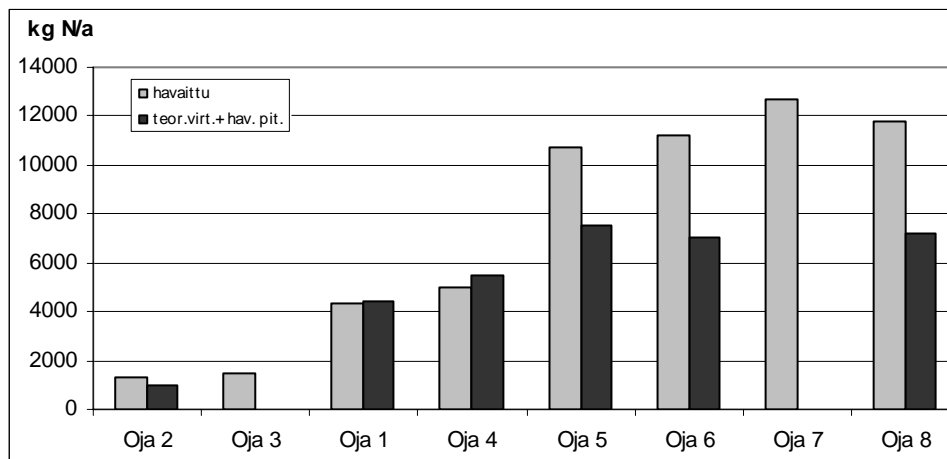
Karhoismajan vesireitiltä Hapuanjoaan vuosittain siirtyvä ravinnemäärä on tulosten perusteella noin 560 kg P/a ja 11800 kg N/a. Hapuanjoaan siirtyvä fosforimäärä on selvästi pienempi kuin ominaiskuormituslukujen avulla arvioitu valuma-alueen ulkoinen fosforikuormitus, mikä johtuu fosforin sedimentoitumisesta sekä pidättymisestä järvien vesikasvillisuuteen. Laskelmien perusteella Karhoismajan järvireitillä Verttuunjärvestä tuleva ravinnevirtaama kuitenkin noin kolminkertaistuu, mikä osoittaa hajakuormituksen olevan järvien ympäristössä voimakasta (kuvat 6 ja 7). Karhoismajan vesireitin alajuoksulla havaittu keskivirtaama oli selvästi teoreettista keskivirtaamaa suurempi ilmeisesti sateisesta kesästä ja mahdollisista arviointivirheistä johtuen. Näin ollen havaituilla keskivirtaamilla ja teoreettisilla keskivirtaamilla reitin alaosan ravinnevirtaamat jäävät selvästi havaituilla virtaamilla lasketuista ravinnevirtaamista (kuvat 6 ja 7).

Taulukko 12. Äpätiinjärven luusuan (Oja 8) arvioitujen ravinnevirtaamien vuodelle 2004 havaintokerroilla.

Oja 8	Q l/s	Kok.N µg/l	Kok.N kg/d	Kok.P µg/l	Kok.P kg/d
6.4.2004	750	930	60,3	32	2,07
3.5.2004	500	610	26,4	24	1,04
2.6.2004	200	580	10,0	20	0,35
26.7.2004	510	800	35,3	61	2,69
22.9.2004	450	760	29,5	38	1,48
k.a.	482	736	32,3	35	1,52



Kuva 6. Ojahavaintopaikkojen keskimääräinen vuosittainen fosforivirtaama vuoden 2004 tulosten perusteella sekä teoreettisen keskivirtaaman ja havaittujen fosforipitoisuuksien perusteella laskettuna.



Kuva 7. Ojahavaintopaikkojen keskimääräinen vuosittainen typpivirtaama vuoden 2004 tulosten perusteella sekä teoreettisen keskivirtaaman ja havaittujen fosforipitoisuuksien perusteella laskettuna.

3.4 JÄRVIEN VEDENLAATU

3.4.1 SUUTARINJÄRVI

Suutarinjärvi on pienikoinen ja matala sekä voimakkaasti umpeenkasvava järviallas. Verttuunjärvestä tulevat vedet (Oja 1) laskevat järven itäpuolelle. Järven pienestä vesitilavuudesta ja valuma-alueen laajuudesta johtuen veden viipymä jää lyhyeksi, minkä perusteella voidaan olettaa, että veden laatu vaihtelee voimakkaasti järveen tulevien vesien (Oja 1) laadun mukaisesti.

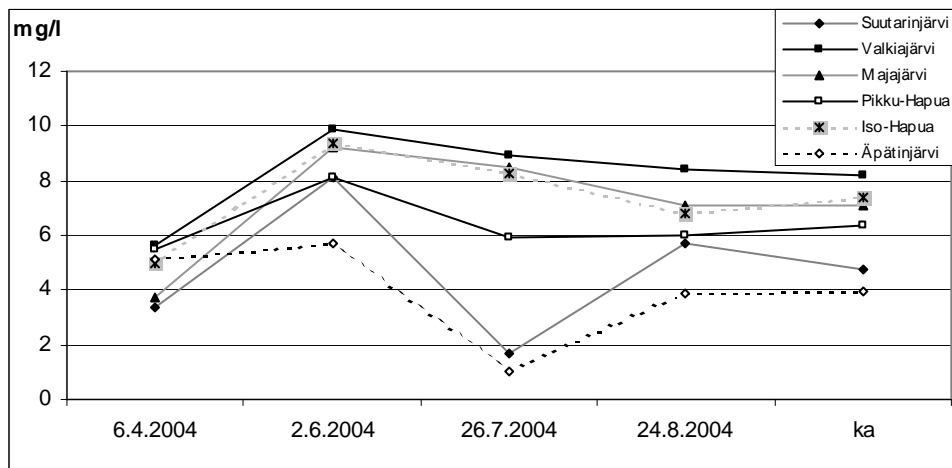
Oletusten mukaisesti Suutarinjärven veden laatu seurasi hyvin pitkälle ojan 1 veden laatua. Vesi oli lievästi hapanta, melko humuspitoista ja lievästi sameaa. Happamuus- ja kalkkipitoisuus taso oli ravun esiintymisen kannalta riittävä, tosin ravun kalkintarve on tyydyttynyt vasta kalkkipitoisuudessa 16 mg/l (Tulonen ym. 1998). Järven puskurikyky pH muutoksia vastaan on hyvä, joten happamoitumisen riskiä ei ole.

Päällysveden happipitoisuus heikkeni jyrkästi keskikesällä ja oli vielä elokuun lopullakin melko alhainen (kuva 8). Heinäkuun lopulla vesi oli syvänteen (3,6 m) pohjalla todennäköisesti täysin hapetonta. Virtaamat olivat keski- ja loppukesällä poikkeuksellisen suuria, joten Suutarinjärven kaltaisessa läpivirtausjärvestä päällysveden happitilanteen olisi oletettavasti pysyvän kesällä hyvänä. Ilmeisesti kuitenkin Verttuunjärven luusuan (Jokilahden) vesikasvillisuus on niin runsasta, että veden lämmitessä hajotustoiminta vesikasvillisuuden seassa kasvaa voimakkaasti ja kuluttaa happea järvestä virtaavasta vedestä. Veden alhainen happipitoisuus näkyy näin ollen Suutarinjärvestä saakka.

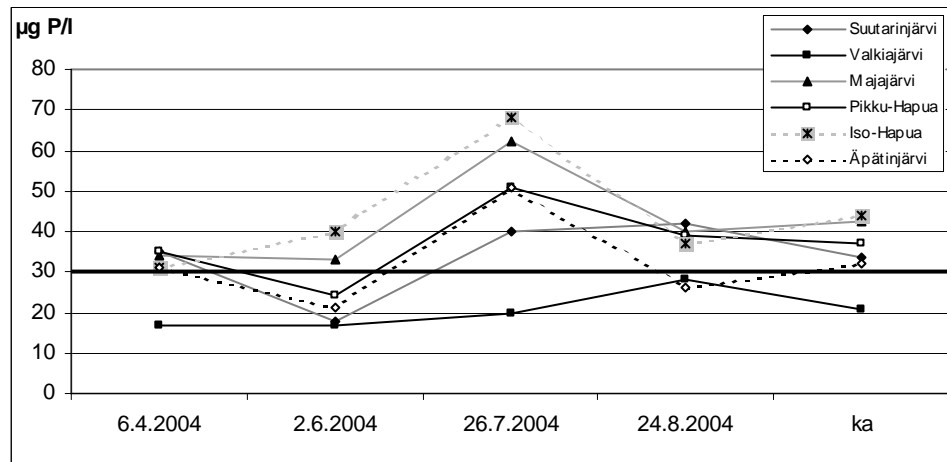
Suutarinjärven rehevyysaste oli päällysveden kokonaisfosforipitoisuuden ja kasvukauden aikaisen klorofyllipitoisuuskeskiarvon perusteella rehevä (kuvat 9 ja 10). Päällysveden klorofyllipitoisuus kohosi voimakkaasti kesän aikana, mikä indikoi leväbiomassan voimakasta kasvua. Selvää levähaittaa järvellä ei kuitenkaan havaittu.

Suutarinjärven veden hygieeninen laatu heikkeni huomattavasti keskikesällä sateiden huuhtouksessa ulostebakteereita vesistöihin. Heinäkuun lopulla veden hygieeninen laatuluokitus oli välttämätön, mutta edelleen uimiseen soveltuva (kuva 11). Elokuun loppuun mennessä hygieeninen laatu oli parantunut tyydyttäväksi. Keskikesällä järvien hygieeninen veden laatu heikkeni monin paikoin Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen toimialueella, joten Karhoismajan reitillä havaitut ulostebakteeripitoisuudet eivät olleet poikkeuksellisia.

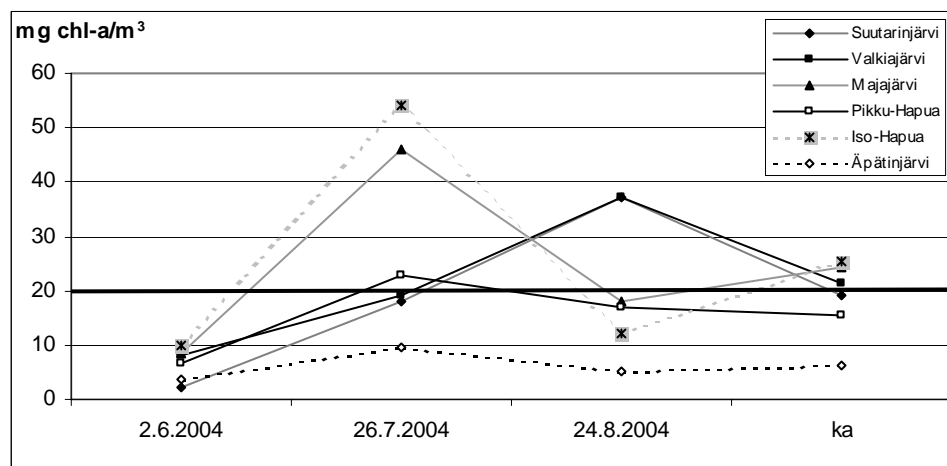
Suutarinjärven veden yleislaatuluokka on tyydyttävä.



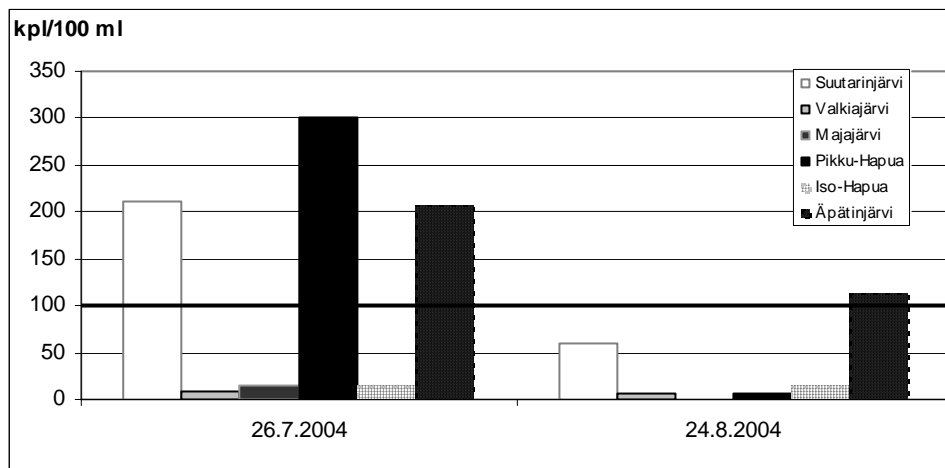
Kuva 8. Karhoismajan vesireitin järvien päällysveden (1 m) happipitoisuus vuoden 2004 havaintokerroilla sekä pitoisuuden keskiarvo.



Kuva 9. Karhoismajan vesireitin järvien päällysveden (1 m) kokonaisfosforipitoisuus vuoden 2004 havaintokerroilla sekä fosforipitoisuuden keskiarvo. Taustaviivituksessa tummennettuna lievästi rehevien ja rehevien vesien raja-arvo 30 µg P/l.



Kuva 10. Karhoismajan vesireitin järvien päällysveden (1 m) klorofyllipitoisuus vuoden 2004 havaintokerroilla sekä pitoisuuden keskiarvo. Taustaviivituksessa tummennettuna rehevien ja erittäin rehevien järvien raja-arvo 20 mg/m³.



Kuva 11. Karhoismajan vesireitin järvien päänlysveden ulostebakteerimäärä (lämpökestoiset koliformit + alustavat suolistenterokokit) vuoden 2004 havaintokerroilla. Taustaviivituksessa vahvistettuna tyydyttävän ja välttävän hygieenisen laadun raja-arvo 100 kpl/100 ml.

3.4.2 VALKIAJÄRVI

Valkiajärvi sijaitsee sivussa varsinaiselta pääreitiltä, mistä syystä veden vaihtuvuus jää vähäiseksi ja viipymä pitkäksi. Valkiajärvi on tutkituista järvistä syvin ja sen tilavuus suurin. Pitkähköstä viipymästä johtuen järveen tulevan kuormituksen sedimentoiminen on tehokasta ja veden laatu tasaisempi kuin muissa tutkimusjärvissä.

Valkiajärven vesi oli melko kirkasta ja kohtalaisen humuspitoista. Päänlysveden happamuusaste oli loppupalvella lievästi hapan, mutta kesällä se kohosi jopa selvästi emäksisen puolella olevien yhteyttämistoiminnasta johtuen. Järven puskurikyky on hyvä ja kalkkipitoisuus ravulle riittävä.

Päänlysveden kokonaisfosforipitoisuus oli lievästi rehevälle järvelle ominainen (kuva 9). Sen sijaan päänlysveden kesäaikainen klorofyllipitoisuuskeskiarvo oli jopa erittäin reheville vesille tyypillinen (kuva 10). Korkea klorofylli/kokonaisfosforisuhde viittasi selvästi limalevän (*Gonyostomum semen*) vaikutukseen. Loppukesällä sekä päänlysveden kokonaisfosforipitoisuus että klorofyllipitoisuus kohosivat selvästi leväbiomassan voimakkaan kasvun johdosta. Myös heinäkuun lopulla järven pohjoispäässä havaittiin lievä leväkukinta, jonka aiheuttajaksi määritettiin sinilevä *Anabaena* sp ja levähaitan määräksi 1 (havaittava).

Valkiajärven päänlysveden happitilanne oli läpi vuoden hyvä (kuva 8), mutta kerrostuneisuuskausien lopulla pohjan läheinen vesi oli hapetonta tai lähes hapetonta. Elokuun loppuun mennessä kesäkerrostuneisuus oli jo pääosin purkautunut ja alusveden happitilanne parantunut. Hapettomina aikoina pohjan läheisen veden ravinnepitoisuudet kohosivat vain lievästi, joten sisäinen kuormitus oli vähäistä. Sen sijaan raudan pitoisuudet pohjan läheisessä vedessä olivat korkeita kerrostuneisuuskausien lopulla, mikä viittaa raudan vapautumiseen sedimentistä. Rautapitoisuuden kohoaminen pohjan läheisessä vedessä on ensimmäinen merkki sisäisen kuormituksen alkamisesta.

Valkiajärven päänlysveden hygieeninen laatu pysyi hyvänä sateisesta kesästä huolimatta (kuva 11). Valkiajärven veden yleislaatu luokka on tyydyttävä. Valkiajärven veden laatu ei ole oleellisesti muuttunut aikaisempiin vedenlaatutuloksiin verrattuna. Loppukesällä 2002 päänlysveden klorofyllipitoisuus oli erittäin korkea, mikä kohotti myös päänlysveden kokonaisfosforipitoisuutta kesän 2004 tavoin.

Kyrvönojan fosforikuormituksen (Oja 2) vaikutusta Valkiajärven rehevyytasoon voidaan arvioida Friskin (1979) kehittämällä mallilla:

$$I = 0,158 \times Q/T \times (CT - 280 + \sqrt{78400 - 448CT + C^2T^2}),$$

,missä I = järveen tuleva fosforikuorma (tonnia/vuosi)
C = keskimääräinen fosforipitoisuus mg/m³
Q = keskivirtaama m³/s
T = teoreettinen viipymä kk

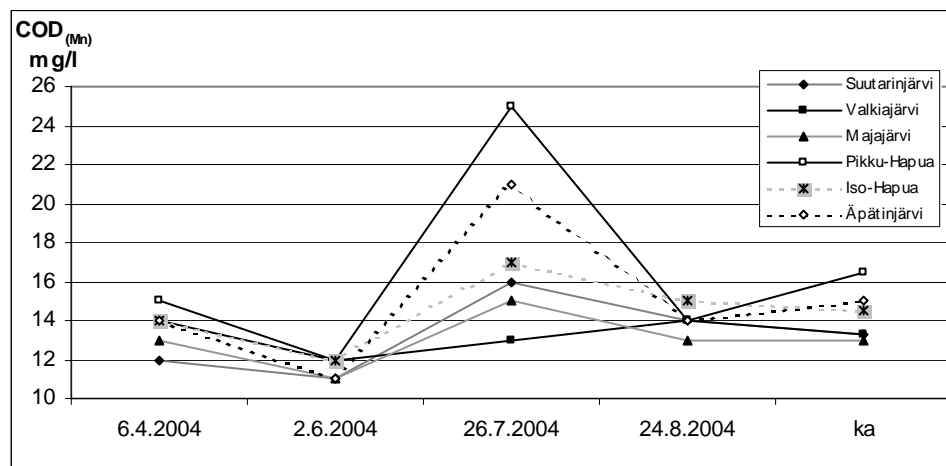
Mallin avulla arvioituna Kyrvönojan havaittu keskimääräinen fosforikuorma (50 kg P/a) kohoitaisi yksinään Valkiajärven keskimääräisen fosforipitoisuuden arvoon 30 µg P/l. Koska järven keskimääräinen fosforipitoisuus on havaintojen perusteella jopa selvästi alle 30 µg/l ja kuormitusta tulee myös muualta järven valuma-alueelta, Kyrvönojan keskimääräinen fosforikuormituksen voidaan olettaa olevan arvioitua vähäisempää.

Valkiajärven tulevan kuormituksen sedimentoituminen on tehokasta. Lappalaisen (1975) mallilla laskettuna käyttäen Kyrvönojasta saatua fosforin alkupitoisuuden arvoa (44 µg/l) noin 50 % Valkiajärven tulevasta fosforikuormituksesta sedimentoituu.

3.4.3 MAJAJÄRVI

Majajärveen laskee vesiä sekä Suutarinjärvestä että Valkiajärvestä. Lisäksi järveen laskevan ojan suulle lasketaan Hakoniemen leirikeskukseen puhdistetut jätevedet.

Majajärven päällysvesi oli yläpuolisen Suutarinjärven tavoin lievästi sameaa ja kohtalaisen humuspitoista. Humuspitoisuus kasvoi selvästi keskikesän sateisena kautena, mutta keskimäärin Majajärvi oli tutkimusjärvistä niukkahumuksisin (kuva 12). Järven päällysveden happamuustaso oli lopputalvella lievästi hapan, mutta kesällä se nousi jopa emäksiseksi levätuotannon johdosta. Kalsiumpitoisuustaso oli ravulle riittävä.



Kuva 12. Karhoismajan vesireitin järvien päällysveden (1 m) kemiallisen hapenkulutuksen määrä vuoden 2004 havaintokerroilla sekä sen keskiarvo.

Päällysveden ravinnetaso oli reheville järville ominainen (kuva 9). Heinäkuun lopulla päällysveden kokonaisfosforipitoisuus kohosi jopa erittäin reheville vesille tyypilliseksi. Fosforipitoisuuden nousu johtui hajakuormituksen lisääntymisestä runsaiden sateiden johdosta. Päällysveden kesäaikainen klorofyllipitoisuus oli jopa erittäin reheville järville tyypillinen. Korkea klorofylli/kokonaisfosforipitoisuussuhde johtuu limalevän esiintymisestä. Klorofyllipitoisuuksien

perusteella leväbiomassahuippu ajoittui jo heinäkuun lopulle, sillä elokuun loppuun mennessä pitoisuus oli jo selvästi laskenut (kuva 10). Majajärven päällysveden fosforipitoisuusustasossa ei ole tapahtunut oleellisia muutoksia (Oksjoki & Hell 2004).

Majajärven päällysveden hygieeninen laatu oli keski- ja loppukesällä hyvä ja selvästi parempi kuin yläpuolisessa Suutarinjärvessä. Hakoniemen leirikeskuksen hygieenisen kuormituksen vaikutus, mikä näkyi selvästi Majajärveen laskevassa ojassa 3, ei näin ollen enää ulottunut Majajärven syvänteelle saakka.

Majajärven päällysveden happipitoisuus oli loppupalvella selvästi alentunut sulamisvesien ilmeisestä vaikutuksesta huolimatta. Kesällä päällysveden happipitoisuudet olivat korkeita. Kerrostuneisuuskausien lopulla pohjan läheinen vesi oli hapetonta. Useimpina vuosina järvi ei kesäaikaan ole kerrostunut lainkaan, jolloin koko vesipatsaan happitilanne on pysynyt hyvänä (Oksjoki & Hell, 2004). Elokuun loppuun mennessä järven lämpötilakerrostuneisuus oli jo purkautunut ja vesi hapekasta myös pohjan yläpuolella. Sisäistä kuormitusta ei havaittu, sillä pohjan yläpuolisen vesikerroksen ravinnepitoisuudet pysyivät alhaisina.

Majajärven veden yleislaatu luokka on tyydyttävä-välttävä suuren rehevyyden vuoksi.

Ravinteiden sedimentaatio Majajärveen on vähäistä järven lyhyehkön viipymän johdosta. Lapपालaisen (1975) mallilla laskettuna fosforin sedimentaatioprosentti jää alle 10 %:n. Friskin (1979) mallilla arvioituna ojien 1 ja 3 keskimääräinen fosforivirtaama kohottaa Majajärven fosforipitoisuuden noin 31 µg/l olettaen ettei järveen tule muuta kuormitusta.

3.4.4 PIKKU-HAPUA

Pikku-Hapua sijaitsee vesireitillä Majajärven alapuolella. Järvi on pienikokoinen ja voimakkaasti umpeenkasvava. Järveen laskevan ojan suu on vesikasvillisuuden peitossa. Ojatulosten perusteella reitin ravinnevirtaamat kasvoivat huomattavasti juuri Majajärven ja Pikku-Hapuan välillä. Ojatulosten perusteella myös vesistön humusleima kasvoi ja ravinnepitoisuudet kohosivat. Pikku-Hapuan viipymä on lyhyt, joten järven veden laatu noudattelee hyvin pitkälle järveen tulevan veden laatua.

Pikku-Hapuan päällysvesi oli lievästi hapanta ja ruskeaa humusvettä. Järven humusleima oli tutkimusjärvistä selvästi voimakkain (kuva 12). Keskikesän sateisella kaudella järven humuspitoisuus kohosi voimakkaasti tulo-ojan humuspitoisuuden mukana. Järven kalsiumpitoisuus taso oli ravulle riittävä ja veden puskurikyky hyvä.

Pikku-Hapua on rehevyytasoltaan rehevä. Päällysveden kokonaisfosforipitoisuus vaihteli voimakkaasti tulo-ojan pitoisuuden mukaisesti. Runsasravinteisinta vesi oli keskikesän sateisella kaudella, jolloin myös tulo-ojan fosforipitoisuus oli korkea. Keskikesällä järvessä oli myös runsaasti levää. Kasvukauden klorofyllipitoisuuden keskiarvo oli reheville vesille ominainen, mutta selvästi pienempi kuin yläpuolisessa Majajärvessä. Majajärveä pienempi levämäärä saattoi johtua voimakkaasta läpivirtauksesta, jolloin leväsoluja huuhtoutui runsaasti alapuoliseen vesistöön.

Päällysveden happipitoisuus oli jokaisella havaintokerralla riittävä tavanomaisille kalalajeille. Talvikerrostuneisuuskauden lopulla, jolloin myös järveen tulevien vesien happitilanne oli heikentynyt, päällysveden happikyllästysaste (40 %) oli selvästi alentunut. Mataluuden ja voimakkaan läpivirtauksen ansiosta järvi ei kesäaikana todennäköisesti kerrostu.

Keskikesän sateisella kaudella päällysveden hygieeninen laatu heikkeni selvästi ja oli jopa heikompi kuin järveen laskevassa ojassa. Veden hygieeninen laatu luokitettiin laski tuolloin välttäväksi, mutta oli uimavesiluokituksen mukaan edelleen uimiseen soveltuvaa. Loppukesää kohden veden hygieeninen laatu parani ja elokuun lopulla se oli hyvä.

Pikku-Hapuan veden yleislaatu luokka on tyydyttävä-välttävä. Heinäkuun sateisella kaudella veden yleislaatu luokka heikkeni välttäväksi, mutta muilla havaintokerroilla se oli tyydyttävä.

Pikku-Hapuassa ravinteiden sedimentaatio on vähäistä lyhyestä viipymästä johtuen. Lappalaisen (1975) mallilla laskettuna noin 3 % järveen tulevasta fosforikuormituksesta sedimentoituu. Ojapisteen 5 keskimääräisen fosforivirtaaman perusteella ulkoinen fosforikuormitus aiheuttaa Pikku-Hapualle 45 µg/l keskimääräisen kokonaisfosforipitoisuuden. Havaittu keskimääräinen pitoisuus (37 µg/l) oli tätä alhaisempi joten järven sisäinen kuormitus oli oletettavasti vähäistä tai olematonta.

3.4.5 ISO-HAPUA

Pikku-Hapua on yhteydessä Isoon-Hapuaan umpeenkasvaneen ”kynnyksen” välityksellä (liitekartta 1). Kynnys on niin umpeenkasvanut, ettei veneellä pysty liikkumaan järvestä toiseen.

Pidemmästä viipymästä johtuen Ison-Hapuan veden laatu poikkesi havaintoajankohtina selvästi enemmän ojan 5 veden laadusta kuin Pikku-Hapuan. Vesi oli lievästi sameaa ja keväällä lievästi hapanta. Kesäkuukausina päällysvesi oli lähes neutraali. Puskurikyky oli ylempien järviäntäiden tavoin hyvä ja kalsiumpitoisuustaso ravun esiintymisen kannalta riittävä. Humusleima oli hieman vähäisempi kuin Pikku-Hapuassa.

Päällysveden ravinnetaso oli rehevän järven luokkaa, keskikesällä jopa erittäin rehevälle järvelle tyypillinen. Heinäkuun lopulla Iso-Hapuan päällysvedestä mitattiin tutkimuksen korkein kokonaisfosforipitoisuus 68 µg P/l. Päällysveden klorofyllipitoisuus oli heinäkuun lopulla erittäin suuri ja kasvukauden keskiarvonakin erittäin rehevän järven luokkaa. Päällysveden kokonaisfosforipitoisuuksien ja klorofyllipitoisuuksien perusteella arvioituna Iso-Hapua oli tutkimusjärvistä rehevin (kuvat 9 ja 10). Päällysveden hygieeninen laatu oli sitä vastoin hyvä ja selvästi parempi kuin Pikku-Hapuassa (kuva 11).

Iso-Hapuan päällysvedessä oli jokaisella havaintokerralla riittävästi happea tavanomaisille kaloille, mutta kerrostuneisuuskausien lopulla alusvesi oli niukkahappinen tai hapeton. Järvi kerrostui kesällä vain lyhyeksi ajanjaksoksi reitin muiden järvien tavoin, sillä kesäkuun alussa selvää lämpötilakerrostuneisuutta ei ollut vielä syntynyt ja elokuun loppuun mennessä kesäkerrostuneisuus oli jo purkautunut. Lyhyestä kerrostuneisuuskaudesta huolimatta alusvesi oli heinäkuun lopulla hapetonta, mikä osoitti alusvedessä tapahtuvan hajaotustoiminnan olevan voimakasta ja hapentarpeen suurta. Hapettomuudesta huolimatta sisäistä kuormitusta ei havaittu, sillä pohjan läheisen veden fosforipitoisuudet olivat selvästi päällysveden pitoisuuksia alhaisempia.

Vanhoihin tuloksiin vuosilta 1971-1979 (liite 3) verrattuna veden laatu ei ole oleellisesti muuttunut, vaan aikaisemminkin veden laatu on vaihdellut melko voimakkaasti hajakuormituksen mukaan. Talven 1979 talvituloksissa on havaittavissa lievää sisäisen kuormituksen vaikutusta, sillä pohjan läheisen veden rauta- ja fosforipitoisuudet ovat selvästi kohonneet hapettomuuden seurauksena.

Myös Isossa-Hapuassa tapahtuva ravinteiden sedimentaatio on vähäistä. Lappalaisen (1975) mallilla arvioituna noin 7 % järveen tulevasta fosforikuormituksesta sedimentoituu.

3.4.6 ÄPÄTINJÄRVI

Äpätinjärvi on Karhoismajan vesireitin järvestä alin. Reitin vedet laskevat Iso-Hapuan pohjoispäästä vesikasvien täyttämän uoman lävitse Äpätinjärven eteläosaan. Äpätinjärvi on voimakkaasti umpeenkasvanut ja järven rannat täyttää runsas vesikasvillisuus.

Äpätinjärven päällysvesi oli lievästi sameaa, humuksen värjäämää ja lievästi hapanta. Päällysveden puskurikyky oli hyvä ja kalsiumpitoisuustaso ravun esiintymisen kannalta riittävän korkea. Rautapitoisuus oli melko korkea, mikä johtui pääosin humukseen kiinnittyneestä raudasta.

Päällysveden hygieeninen laatu oli välttävä, sillä keskikesällä sateiden aiheuttama ulostebakteerihuhtoumien lisääntyminen näkyi selvästi kohonneena ulostebakteeripitoisuutena Äpäntinjärvessä. Hygieenisen laatunsa puolesta vesi soveltui kuitenkin uimiseen.

Päällysveden ravinnetaso oli keskimäärin reheville vesille ominainen (kuva 9), mutta päällysveden kasvukauden keskimääräinen klorofyllipitoisuus ainoastaan lievästi reheville vesille ominainen. Päällysveden klorofyllimäärät olivat keski- ja loppukesällä selvästi alhaisempia kuin muissa tutkimusjärvisä (kuva 10). Selvästi muita tutkimusjärviä pienempi levämäärä ei johtunut alhaisemmasta ravinnetasosta, vaan ilmeisesti järven läpi kulkevasta voimakkaasta läpivirtauksesta. Voimakkaan läpivirtauksen ansiosta veden viipymä järvisä oli lyhyt, joten järvisä oleva kasviplankton ei juurikaan ehtinyt lisääntyä järvisä ennen huhtoumistaan alavirtaan.

Päällysveden happitilanne oli keskimäärin ainoastaan välttävä ja selvästi heikompi kuin muissa tutkimusjärvisä (kuva 8). Erityisesti keskikesällä päällysveden happitilanne oli huono, sillä metrin syvyydessä happea oli enää 1,0 mg/l ja happikyllästysaste 11 %. Pohjan yläpuolella vesi oli keskikesällä hapetonta. Äpäntinjärven heikko happitilanne johtuu ilmeisesti jo tulevien vesien huonosta happitilanteesta, sillä virtaama-arvioiden perusteella veden viipymä Äpäntinjärvisä jäi selvästi teoreettista keskiviipymää lyhyemmäksi. Mikäli happitilanne järvisä tulevassa vedessä olisi ollut korkea, happi ei olisi ehtinyt kulua järvisä muutamassa päivässä lähes loppuun ennen joutumistaan järven luusuaan. Tulevien vesien heikon happitilanteen keski- ja loppukesällä saattoi aiheuttaa Iso-Hapuan ja Äpäntinjärven välisen ojan ja ojan suu-alueen voimakas vesikasvillisuus, jonka seassa hajotustoiminta on lämpimän veden aikaan voimakasta. Äpäntinjärven heikko happitilanne saattaa olla syynä järven vähäiseen kalakantaan (Kivinen 2004).

Äpäntinjärven veden yleislaatuluokka on tyydyttävä-välttävä. Veden laatua heikentää etenkin heikko happitilanne.

Äpäntinjärvisä tapahtuva ravinteiden sedimentaatio on erittäin vähäistä. Lappalaisen (1975) mallilla arvioituna järvisä tulevasta fosforikuormituksesta noin 4 % sedimentoituu keskivirtaamalla.

3.5 KASVIPLANKTONIN MÄÄRÄ JA KOOSTUMUS

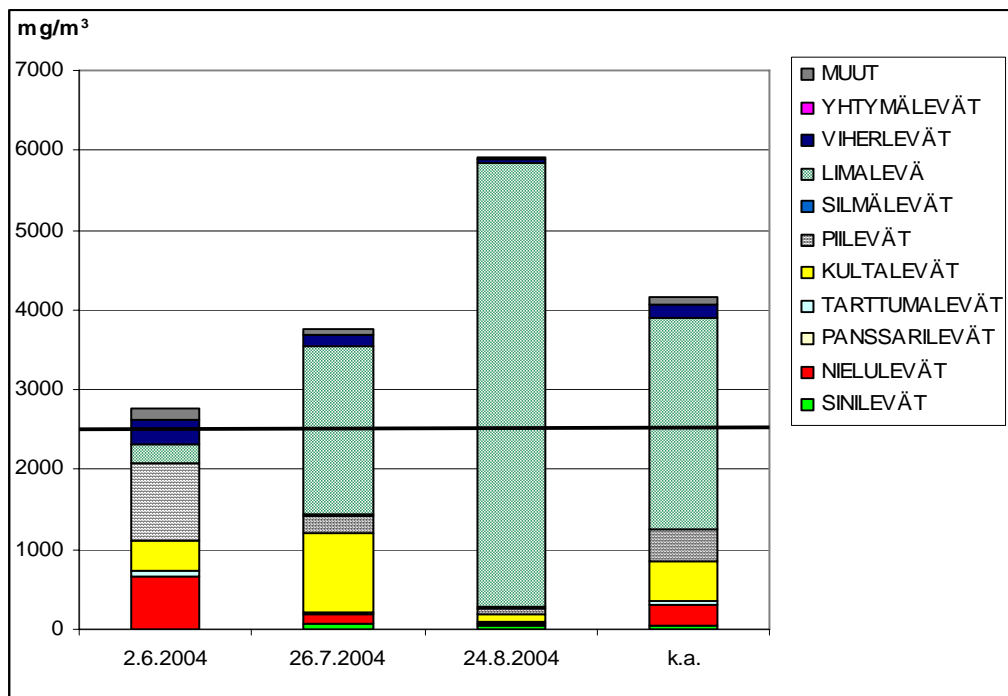
3.5.1 VALKIAJÄRVI

Valkiajärven mikroskooppisesti arvioitu kasviplanktonin biomassan kehitys oli lähes yhtenevä klorofyllimäärien perusteella tehtyyn arvioon verrattuna (kuvat 10 ja 13). Jo alkukesällä kasviplanktonin biomassa oli reheville vesille ominainen. Kasviplanktonin valtaryhminä esiintyivät piilevät ja nielulevät. Piilevien kevätukukinta oli kesäkuun alussa ilmeisesti vasta hiipumassa. Nielulevät ovat puolestaan tyypillisiä kasviplanktonin edustajia humusvesissä. Limalevän (*Gonyostomum semen*) biomassa ei ollut vielä alkukesällä kohonnut merkittäväksi, sillä limalevän kasvukausi oli vasta alussa ja vesipatsas ei ollut vielä selvästi kerrostunut, joten limalevä ei saanut kilpailuetua vertikaalivaelluskyvystään.

Keskikesällä kasviplanktonin biomassa kasvoi selvästi limalevän biomassan kasvun myötä. Limalevän biomassa vastasi heinäkuun lopulla 56 % kasviplanktonin koko biomassasta, joten se oli selvä valtalaji. Myös kultalevien biomassa kasvoi kevätkaikaisen piilevien kukinnan hiivuttua. Myös nielulevien määrä väheni selvästi alkukesään verrattuna. Sinilevien osuus kasviplanktonin biomassasta oli syvänteen päällysvedessä erittäin vähäinen (2 %), vaikka järven pohjoispäässä havaittiinkin lievää sinilevän kertymistä rannalle.

Loppukesällä kasviplanktonin biomassa oli suuri ja sitä dominoi täydellisesti limalevä. Limalevän biomassa muodosti 94 % kasviplanktonin koko biomassasta. Muiden kasviplanktonien biomassa oli vähäinen.

Valkiajärven kasviplanktonkoostumuksen silmiinpistävin piirre on limalevän voimakas dominointi. Limalevä on tyypillinen kasviplanktonin valtalaji kerrostuvissa humusjärvissä, joissa se hyötyy selvimmin vertikaalivaelluskyvystään. Viime vuosina limalevän on selvästi yleistynyt Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen toimialueella. Suurina biomassoina esiintyessään limalevä haittaa järvien virkistyskäyttöä uimiseen, sillä iho jää uimisen jälkeen ruskean limamaisen kerroksen peittoon. Herkimvät ihmiset saattavat saada limalevästä myös allergiaoireita, vaikei levä olekaan myrkyllinen sinilevien tapaan. Limalevien kasvua on pyritty järvissä ehkäisemään mm. kalkitsemalla (Manninen 1992), mutta tulokset eivät ole olleet rohkaisevia. Ruotsissa limalevän kasvua on onnistuttu rajoittamaan sedimenttiin johdetulla soodaliuoksella, minkä on arveltu vaikeuttavan levän leposolujen talvehtimistä.



Kuva 13. Valkiajärven kasviplanktonin biomassa ja koostumus kesän 2004 havaintokerroilla. Taustaviivituksessa vahvistettuna lievästi rehevän (mesotrofisen) ja rehevän (eutrofisen) järven raja-arvo 2,5 mg/l (Tikkanen ref. Heinonen 1986).

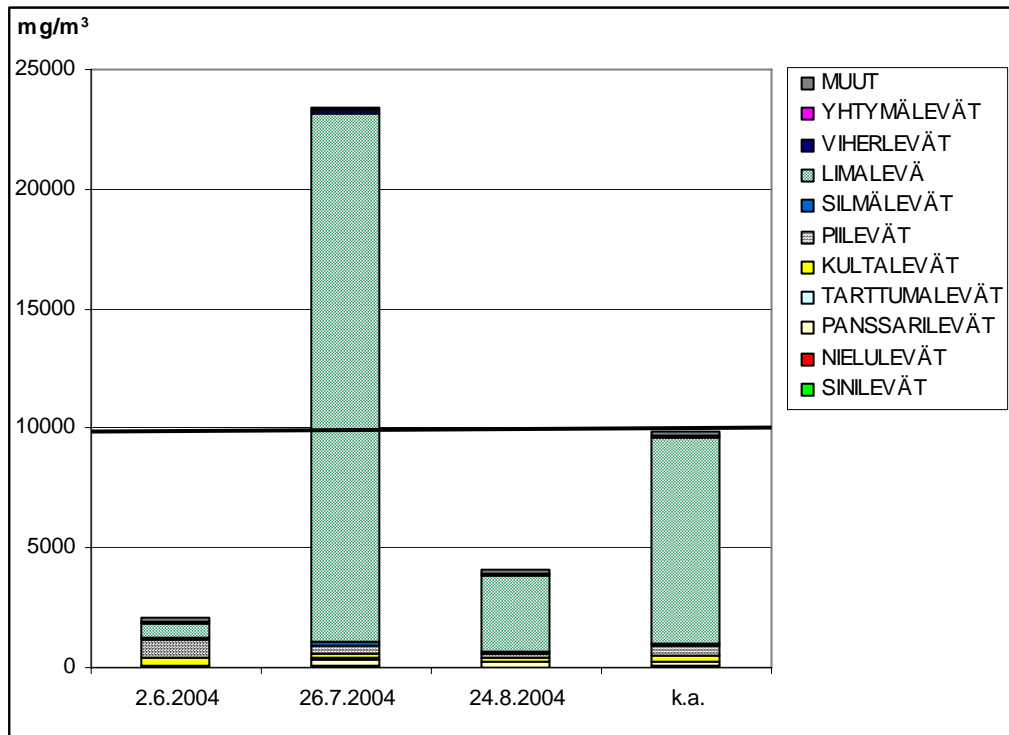
3.5.2 MAJAJÄRVI JA ISO-HAPUA

Majajärven ja Ison-Hapuan kasviplanktonin koostumus, biomassa ja sen kehitys olivat lähes yhteneväisiä (kuvat 14 ja 15). Alkukesällä järvien päällysveden kasviplanktonin biomassa oli lievästi rehevälle järvelle ominainen. Kasviplanktonin koostumusta dominoi Isossa-Hapuassa jo kesäkuun alussa limalevä. Majajärvessä piilevien biomassa oli vielä alkukesällä hieman limalevän biomassaa suurempi. Pääosan Majajärven piileväbiomassasta muodosti *Rhizosolenia longiseta*. Ison-Hapuan päällysvedessä limalevän jälkeen yleisin leväryhmä oli kultalevät, jonka biomassasta pääosan muodostivat *Mallomonas*-suvun kultalevät.

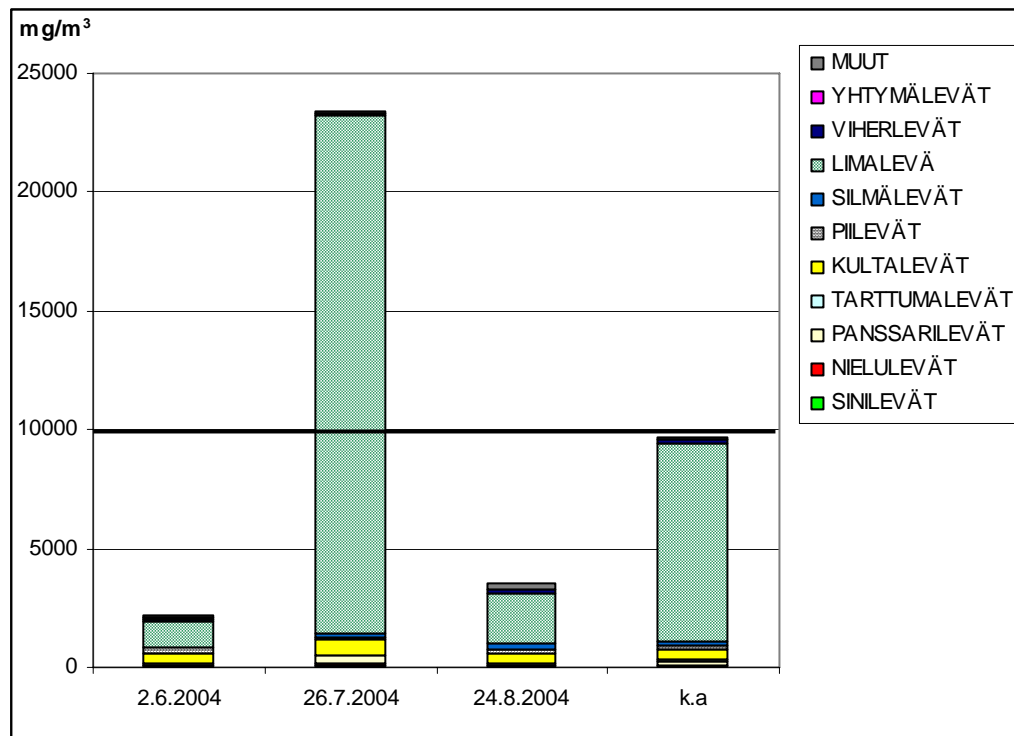
Keskikesällä molempien järvien kasviplanktonin biomassa oli erittäin suuri ja sitä dominoi täydellisesti limalevä. Kasviplanktonin biomassa oli yli kaksinkertainen ylirehevien järvien raja-arvoon 10 mg/l verrattuna. Majajärven koko leväbiomassasta limalevä muodosti 95 % ja Ison-Hapuan koko leväbiomassasta 93 %. Näin suurina biomassoina esiintyessään limalevä aiheuttaa selvän haitan järvien uimavesikäytölle. Muiden kasviplanktonitaksonien osuus kokonaisbiomassasta jäi vähäiseksi. Ison-Hapuan päällysveden kultaleväbiomassa kuitenkin kasvoi alkukesästä selvästi, mutta järven kasviplanktonin kokonaisbiomassan sillä ei ollut juuri merki-

tystä. Limalevän suuri biomassa näkyi myös kummankin järven päällysveden kokonaisfosforipitoisuudessa, sillä se oli selvästi suurempi kuin hapettomassa alusvedessä.

Loppukesällä lämpötilakerrostuneisuus oli jo purkautunut ja alusveden happitilanne parantunut sekä Majajärvessä että Isossa-Hapuassa. Limalevä hyötyi näin ollen selvästi vähemmän vertikaaliuvaelluskyvystään ja sen biomassa olikin pudonnut lähes kymmenesosaan keskikesän biomassasta. Limalevän biomassan vähenemisen myötä myös järvien koko kasviplanktonbiomassa väheni huomattavasti, lähes alkukesän määriin. Limalevä oli kuitenkin loppukesälläkin kasviplanktonin selvä valtalaji Majajärvessä 77 %:n osuudellaan ja Isossa-Hapuassa 60 %:n osuudellaan kokonaisbiomassasta. Sinilevien määrä oli loppukesälläkin vähäinen kummassakin järvestä. Mikroskooppisesti määritetty kasviplanktonin biomassa oli hyvin sopusoinnussa klorofyllimääritysten kanssa (kuva 10).



Kuva 14. Majajärven päällysveden kasviplanktonin biomassa ja koostumus kesän 2004 havaintokertoilla. Taustaviivituksessa vahvistettuna rehevän (eutrofisen) ja ylirehevän (hypereutrofisen) järven raja-arvo 10 mg/l (Tikkanen ref. Heinonen 1986).



Kuva 15. Ison-Hapuan päällysveden kasviplanktonin biomassa ja koostumus kesän 2004 havaintokerroilla. Taustaviivituksessa vahvistettuna rehevän (eutrofisen) ja ylirehevän (hypereutrofisen) järven raja-arvo 10 mg/l (Tikkanen ref. Heinonen 1986).

3.6 POHJASEDIMENTTI

Ison-Hapuan pohjasedimentistä otettiin kokoomanäyte 5-20 cm syvyydestä 28.7.2004 ruoppausmassojen hyväksikäyttöä mahdollisesti haittaavien aineiden pitoisuuksien määrittämistä varten. Haitallisten aineiden pitoisuudet pohjasedimentissä alittivat selvästi maanviljelykseen käytettävän puhdistamolietteen raja-arvot (Ympäristöministeriö ym. 1991). Näin ollen ruoppauksen tuottamat massat voidaan käyttää lähipeltojen maanparannusaineena. Luonnontasoon verrattuna sedimentin raskasmetallipitoisuudet olivat kuitenkin hieman kohonneet (Häkkiä 1984).

4. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kankaanpään kaupungin alueella sijaitsevaa Karhoismajan järvireittiä on tarkoitus kunnostaa alueelle perustetun kunnostusyhdistyksen voimin. Järvien ongelmaksi on osoittautunut runsas vesikasvillisuus ja umpeenkasvu sekä järvien suuri rehevyys. Myös järvien kala- ja rapukannat ovat heikentyneet ja vääristyneet. Kunnostussuunnitelmaa varten Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys tutki järvireitin järvien ja niiden välisten ojien veden laatua. Lisäksi tarkasteltiin valuma-alueen ja ainevirtaamien perusteella järvireitille kohdistuvaa kuormitusta ja sen vaikutusta veden laatuun. Suurimmilta järviältä, Valkiajärvestä, Majajärvestä ja Isosta-Hapuasta, selvitettiin myös kasviplanktonin määrää ja koostumusta sekä sen kasvukauden aikaista kehitystä. Ruoppauksen tuottamien maamassojen jälkikäyttöä ajatellen tutkittiin myös sedimentin haitallisten aineiden pitoisuudet Isosta-Hapuasta.

Järviketjun yläpuolella sijaitsee rehevöitynyt Verttuunjärvi, josta vedet virtaavat Suutarinjärveen. Valkiajärveä lukuunottamatta kaikkien tutkimusjärvien valuma-alue on järvien kokoon nähden suuri, joten järvet ovat matalia läpivirtausjärviä, joiden viipyä on lyhyt. Lyhyestä vii-



pymästä johtuen ravinteiden sedimentaatio järvioltaisiin jää vähäiseksi. Valkiajärvi sijaitsee sivussa varsinaiselta pääreitiltä, sen valuma-alue on suhteellisen pieni ja sedimentaatio on näin ollen melko tehokasta. Pääreitillä olevat järvet ovat peruskartta-aineiston perusteella selvästi umpeenkasvaneet kuluneen 20 vuoden aikana.

Karhoismajan reitin järvien valuma-alue koostuu pääosin metsätalousmaasta, mutta myös peltoja on runsaasti (17 %). Järvien rannoilla on myös melko runsaasti haja- ja loma-asutusta sekä joitakin karjanhoitoa harjoittavia maatiloja. Majajärven rannalla sijaitsee lisäksi Kankaanpään seurakunnan omistama Hakoniemen leirikeskus, jonka puhdistetut jätevedet lasketaan Majajärveen. Ominaiskuormitusarvojen avulla lasketun kuormituslaskelman tulosten perusteella Karhoismajan vesireittiin valuu vuosittain noin 1000 kg fosforia. Pääosa (54 %) vesireitin ulkoisesta fosforikuormituksesta tulee peltoviljelystä.

Järvien välisten virtavesiosuuksien tulosten perusteella sekä veden ravinnepitoisuudet että ravinnevirtaamat kasvavat selvästi järvireitillä, mikä osoittaa runsasta ulkoista tai sisäistä kuormitusta. Järvissä ei havaittu merkittävää sisäistä kuormitusta, joten ravinnevirtaamien selvän kasvun voidaan katsoa johtuvan runsaasta ulkoisesta kuormituksesta. Selvästi eniten reitin ravinnevirtaama kasvoi ojahavaintopisteiden 4 ja 5 välillä, jotka sijaitsevat Majajärven ja Pikku-Hapuan välisessä ojassa. Laskelmien perusteella Karhoismajan järvireitillä Verttuunjärvestä tuleva ravinnevirtaama noin kolminkertaistuu ja Hapuanojaan siirtyy järvireitiltä ravinteita vuosittain noin 560 kg fosforia ja 11800 kg typpeä. Kesällä 2004 havaitut virtaamat olivat kuitenkin selvästi teoreettisia keskivirtaamia suurempia etenkin reitin alaosalla, mikä johtui poikkeuksellisen sateisesta kesästä. Suuret virtaamat kohottivat osaltaan selvästi ojien ravinnevirtaamia.

Lyhyestä viipymästä johtuen pääreitillä olevien järvien veden laatu vaihteli selvästi järveen tulevan veden laadun perusteella. Järvien päällysvesi oli lievästi sameaa ja lievästi hapanta. Puskurikyky oli kaikissa järvissä tyydyttävä tai hyvä ja kalsiumpitoisuustaso ravun esiintymisen kannalta riittävä. Päällysveden ravinnepitoisuustaso oli keskimäärin reheville järville ominainen, mutta päällysveden klorofyllipitoisuudet ajoittain erittäin korkeita. Keskikesän runsaat saateet huuhtoivat vesistöihin runsaasti ulostebakteereita ja veden hygieeninen laatu heikkenikin välttäväksi Suutarinjärvestä, Pikku-Hapuassa ja Äpäntjärvestä. Keskikesällä Suutarinjärven ja Äpäntjärven päällysveden happitilanne heikkeni välttäväksi. Alusveden happiongelmiä todettiin Majajärvestä, Isossa-Hapuassa ja Äpäntjärvestä.

Karhoismajan vesireitillä olevista järvistä selvästi parhain vedenlaatu oli Valkiajärvestä, joka sijaitsee sivussa varsinaiselta pääreitiltä. Päällysveden ravinnepitoisuudet olivat lievästi rehevälle järvelle ominaisia, mutta klorofyllipitoisuus kohosi loppukesällä korkeaksi limaleväbiomassan kasvun johdosta. Alusvesi oli kerrostuneisuusaikoina hapetonta tai lähes hapetonta.

Kasviplanktonin määrää ja koostumusta tutkittiin Valkiajärven, Majajärven ja Ison-Hapuan päällysvesistä 3 kertaa kesän 2004 aikana. Kaikkien järvien kasviplankton oli selvästi limalevän dominoima. Alkukesällä limalevän biomassa oli vielä alhainen ja kasviplanktonin kokonaisbiomassa pysyi kaikissa tutkimusjärvissä alle 3 mg/l. Keskikesällä limalevä runsastui voimakkaasti Majajärvestä ja Isossa-Hapuassa ja kasviplanktonin kokonaisbiomassat kohosivat yli 20 mg/l. Limalevä muodosti yli 90 % kokonaisbiomassasta. Valkiajärvestä limalevä runsastui hitaammin ja kokonaisbiomassa pysyi alle 4 mg/l. Limalevä muodosti kuitenkin Valkeajärvestäkin yli 50 % kasviplanktonin kokonaisbiomassasta. Loppukesällä Majajärven ja Ison-Hapuan limaleväbiomassa romahti kerrostuneisuuden purkautumisen myötä ja kasviplanktonin kokonaisbiomassa väheni lähes alkukesän määriin. Valkiajärvestä sen sijaan limaleväpopulaatio oli edelleen lisääntynyt ja biomassa oli selvästi kasvanut. Limalevä muodosti loppukesällä yli 90 % kasviplanktonin kokonaisbiomassasta Valkiajärvestä. Limalevän suuri biomassa saattaa haitata järvien virkistyskäyttöä, sillä uiminen runsaasti limalevää sisältävässä vedessä voi olla epämiellyttävää.

Isosta-Hapuasta otetun sedimentinäytteen perusteella mahdollisen ruoppauksen tuottamia massoja voidaan käyttää peltojen maanparannusaineena.

Saatujen tulosten perusteella kunnostustoimenpiteiden tulisi kohdistua ulkoisen kuormituksen vähentämiseen. Ravinnepitoisuudet ja -virtaamat kasvavat selvästi reitillä alavirtaan siirryttäessä, joten ulkoinen kuormitus on voimakasta. Lyhyen viipymän johdosta pääreitillä olevien järvien veden laatu riippuu voimakkaasti järviin tulevasta vedestä. Ominaiskuormitustarkastelun perusteella eniten ravinteita tulee peltoviljelystä, joten ulkoisen kuormituksen karsiminen on helpointa aloittaa peltoviljelyyn kohdistuvista vesiensuojelutoimenpiteistä.

Järvien korkeat klorofyllipitoisuudet keski- ja loppukesällä johtuvat lähes yksinomaan limalevän suuresta biomassasta. Limaleväkasvun rajoittamiseksi ei kuitenkaan nykytietämyksellä ole tehokkaita keinoja.

5. KIRJALLISUUSVIITTEET

Bilaledtin, Ä., Frisk, T., Koskinen, K. ja Wirola, H. 1992: Längelmäveden reitin vesiensuojelututkimus. Vesi- ja Ympäristöhallituksen monistesarja nro 348. 70 s.

Frisk, T. 1979: Järven fosforinsiedon arvioimisesta tilastollisten fosfori- ja happimallien avulla. Vesitalous 3:22-25.

Häkkiä, K. 1984: Pohjasedimentin ja jokisimpukan raskasmetallipitoisuudet Kokemäenjoessa. Vesihallituksen monistesarja 303:1984. Helsinki.

Kivinen, S. 2004: Karhoismajan vesireitin järvien koekalastukset ja –ravustukset 2004. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys, kirje nro 544/2004. Tampere.

Lappalainen, K. 1975: Phosphorus loading capacity of lakes and a mathematical model for water quality prognoses. Tionde Nordiska Symposiet om Vatenforskning, ordfork. s. 425-441.

Manninen, P. 1992: Koe *Gonyostomum semen* (Ehrenb.) Dies. Raphidophyceae –levän esiintymistiheyden rajoittamiseksi kalkitsemalla. Vesi- ja Ympäristöhallituksen monistesarja nro 388. Helsinki.

Oksjoki, J. ja Hell, E. 2004: Vuosiyhteenveto Hakoniemen leirikeskukseen jätevesistä ja kuormituksen vesistövaikutuksista vuodelta 2003. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys, kirje nro 563/2004. Tampere.

Rekolainen, S. 1989: Phosphorus and nitrogen transport from forest and agricultural areas in Finland. Aqua Fennica 19 (2):95-107.

Tikkanen, T. 1986: Kasviplanktonopas. Suomen luonnonsuojelun tuki Oy. Helsinki 1986.

Tulonen, J., Erkamo, E., Järvenpää, T., Westman, K., Savolainen, R. ja Mannonen, A. 1998: Rapuvedet tuottaviksi. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Helsinki. 152 s.

Vesihallitus 1978: Kokemäenjoen ja Karvianjoen vesistöjen vesien käytön kokonaissuunnitelma. Vesihallituksen asettaman työryhmän ehdotuksen 4.osa. Vesihallituksen tiedotus nro 142. Helsinki 1978.

Valkama, J. 2004. Karhoismajan vesireitin järvien pohjaeläimistö 2004. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys, kirje nro 547/2004. Tampere.

Wirola, H., Koskinen, K. ja Tanhuala, T. 1994: Haja-asutuksen ravinnekuormitus. Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri. Tampere.

Ympäristöministeriö, Vesi- ja Ympäristöhallitus ja Lääkintöhallitus 1995: Puhdistamolietteen käyttö maanviljelyssä. Ympäristöministeriön ohje 1991. Helsinki.



Tampereella 15.10.2004

KOKEMÄENJOEN VESISTÖN VESIENSUOJELUYHDISTYS

Toiminnanjohtaja

Limnologi

Reijo Oravainen

MMyo

Esa Hell

Liitteet: ojen tarkkailutulokset
järvien tarkkailutulokset
Hertta-tietokannasta löytyneet vedenlaatutiedot tutkimusjärvistä
kasviplanktonitulokset
sedimenttianalyysitulokset
havaintopistekartta
valuma-aluekartta
lasku