

Hämeenlinnan Katumajärven tila ja kuormitus



Heli Jutila & Pia Salminen
Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen julkaisuja 2
2006

Hämeenlinnan seudullinen ympäristötoimi
JÄRKI-hanke



HÄMEEN
YMPÄRISTÖKESKUS



Kannen kuva: Katumajärvi ja Saunasaari. Heli Jutila 2003.

Lähdeviite.

Jutila, H. & Salminen, P. 2006: Hämeenlinnan Katumajärven tila ja kuormitus. – Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen julkaisuja 2. Hämeenlinnan seudullinen ympäristötoimi, JÄRKI-hanke 83 s. ja 16 liitettä.

ISBN 952-9509-24-3

ISSN 1795-8997

Sisällysluettelo

1	Tiivistelmä	4
2	Abstract	5
3	Esipuhe	7
4	Johdanto	7
5	Tutkimuksen taustaa	8
5.1	Kanta-Hämeen järvet kestävään kehitykseen -hanke	8
5.2	Perustietoa Katumajärvestä	8
5.3	Historia	9
6	Katumajärven veden laatu	9
6.1	Yleistä pintavesien laadusta	9
6.2	Katumajärven vedenlaatu muuttujittain	10
6.2.1	Happipitoisuus	12
6.2.2	Minimiravinne ja ravinnepitoisuus	14
6.2.3	Kokonaisfosforipitoisuus	15
6.2.4	Fosfaattifosforipitoisuus	15
6.2.5	Kokonaistyyppipitoisuus	16
6.2.6	Nitraatti- ja ammoniumtyypipitoisuus	17
6.2.7	Klorofylli	18
6.2.8	Alkaliniteetti ja pH	18
6.2.9	Sameus, kiintoaine ja väri	20
6.2.10	Kemiallinen hapenkulutus eli COD ja sähköjohtavuus	23
6.2.11	Metallit	24
6.2.12	Näkösyyvyys	26
6.2.13	Muut muuttujat	26
6.3	Katumajärven sedimentin tila	26
7	Vesistökuormitus ja sen vähentäminen	28
7.1	Ravinnekuormitus vesistöihin	28
8	Katumajärveen laskevien uomien kuormitus selvitys	30
8.1	Yleistä	30
8.2	Katumajärveen laskevat uomat	30
8.3	Perustietoa Myllyjoesta	31
8.3.1	Myllyjoen vesiensuojelutoimenpiteet	33
8.4	Virtavesien ravinnepitoisuuksien keskiarvot ja keskipoikkeamat	33
8.4.1	Kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo	33
8.4.2	Kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo	34
8.4.3	Kiintoainepitoisuuden keskiarvo	34
8.5	Uomavirtaamat	36
8.5.1	Uomavirtaamat kenttämittausten mukaan	36
8.5.2	Uomien virtaamat valuma-alueiden mukaan	37
8.6	Uomien ainevirtaamat mittausvirtaamien mukaan	37
8.6.1	Hydrologian ja ulkoisen kuormituksen vuodenaikaiserot	37
8.6.2	Kokonaisfosforin ainevirtaama	38
8.6.3	Kokonaistyyppien ainevirtaama	39
8.6.4	Kiintoaineen ainevirtaama	40
8.7	Uomien ainevirtaamat valuma-alueen koon mukaan	40

8.8	Kuormittavimmat uomat ja niille sopivat vesiensuojelumenetelmät	43
8.8.1	Jokelanoja	44
8.8.2	Paavolanoja	45
8.8.3	Petäjänharjunoja	46
8.8.4	Kihtersuonoja	47
8.8.5	Niemelänoja	48
8.8.6	Idänpään valtaviemäri	48
8.8.7	Solvikinoja	49
8.8.8	Kappolan rinneoja	49
8.8.9	Rauhalanoja	50
8.8.10	Rantatienoja	50
8.8.11	Tervapirtinoja	50
8.9	Yhteenveto Katumajärven lähivaluma-alueen vesiensuojelusta	51
8.10	Katumajärven kaukovaluma-alueen vesiensuojelu	52
9	<i>Katumajärven kuormituslaskelmat ja ainetase</i>	53
9.1	Ulkoinen kuormitus	53
9.1.1	Kuormituslaskelma Hassisen mukaan	53
9.1.2	Kuormituslaskelma Tampereen mallin mukaan	58
9.1.3	Kuormituslaskelma Rekolaisen mallin mukaan	59
9.1.4	Laskelmien vertailua	60
9.2	Sisäinen kuormitus	60
9.2.1	Sedimentaatio ja pintakuorma	61
9.2.2	Sisäinen kuormitus Friskin mukaan	62
9.3	Katumajärven ulkoisen ja sisäisen kuormituksen tarkastelu –ainetase	63
10	<i>Myllyjoen valuma-alueen valumavesien käsittely</i>	65
10.1	Myllyjoella tarvittavat vesiensuojelutoimenpiteet	65
10.2	Myllyjoen varren maastokartoitus	65
10.3	Myllyjoki Kankaistenjärveltä Velssiin	65
10.3.1	Korventausta	65
10.3.2	Myllypelto	65
10.3.3	Syrjys	66
10.3.4	Viinoja	66
10.3.5	Huhtamo	66
10.3.6	Isosuonoja	66
10.3.7	Sammalsuonoja	66
10.3.8	Lepopellonoja	66
10.3.9	Velssinlamminoja	66
10.3.10	Pesosen kosteikko	67
10.3.11	Pesosen lampi	67
10.3.12	Joentausta	67
10.3.13	Siirinoja	67
10.3.14	Siiri	67
10.3.15	Myllyjoki ennen Matkolampea	67
10.4	Matkolammi	67
10.5	Myllyjoki Matkolammilta Katumajärveen	68
10.5.1	Ruununmylly	68
10.5.2	Kruununmyllyn vesivoimala	68
10.5.3	Kahilisto	68
10.5.4	Tawast Golf & Country Clubin väylä	68
10.5.5	Myllyjoen suu	69
11	<i>Velssinlammin kosteikkosuunnitelma</i>	69
11.1	Johdanto	69

11.2	Suunnittelualueen kuvaus	69
11.2.1	Valuma-alue	69
11.2.2	Velssinlammin kosteikkoalue	70
11.3	Kenttätutkimukset	70
11.3.1	Maaperätutkimukset	70
11.3.2	Maaperätutkimusten yhteenveto	72
11.4	Velssinlammin kosteikon suunnittelu	73
11.4.1	Teoriaa	73
11.4.2	Patojen suunnittelu	73
11.4.3	Vedenjohtoputki ja kosteikon syvä osa	75
11.4.4	Kosteikon matala osa	75
11.4.5	Kosteikkoon pidätyvät kiintoaineet ja ravinteet	76
11.4.6	Kasvillisuus	76
11.5	Kosteikon hoito- ja kunnossapito	77
11.6	Kustannusarvio	78
11.7	Kosteikon mittatiedot	78
11.8	Velssinlammin kosteikon ongelmat	78
12	<i>Yhteenveto valuma-alueen kunnostuksesta</i>	79
13	LÄHTEET	81
13.1	Sähköiset lähteet	83

LIITTEET

Liite 1	Katumajärven valuma-alue
Liite 2	Katumajärven lähivaluma-alueen ojat ja valumavesien käsittelymenetelmät
Liite 3	Katumajärven ojien vesitutkimustulokset
Liite 4	Fosforikuorma kg/a
Liite 5	Typpikuorma kg/a
Liite 6	Kiintoainekuorma kg/a
Liite 7	Ainevirtaama, laskuesimerkki
Liite 8	Kutalanjoen ainekuorma
Liite 9	Myllyjoen ja sivuhaarojen näytteenottopisteet
Liite 10	Myllyjoen kosteikkopaikat I
Liite 11	Myllyjoen kosteikkopaikat II
Liite 12	Velssin lasketusaltaan sijaintikartta 1:10 000
Liite 13	Velssin lasketusaltaan suunnitelmakartta 1:1000
Liite 14/1	Velssin lasketusaltaan pato 1
Liite 14/2	Velssin lasketusaltaan pato 2
Liite 14/3	Velssin lasketusaltaan putki ja syvä osa, pituusleikkaus
Liite 14/4	Velssin lasketusaltaan syvä osa, poikkileikkaus
Liite 14/5	Velssin lasketusaltaan kosteikko, pituusleikkaus
Liite 14/6	Velssin lasketusaltaan kosteikko, poikkileikkaus
Liite 15	Velssin lasketusaltaan kosteikon mitoituslaskelmat
Liite 16	Taimenen pyyntikohdat Myllyjoessa

1 Tiivistelmä

Katumajärvi on perinteisesti luokiteltu veden laadultaan hyväksi. Luontaisesti karu järvi on muuttanut keskiravinteiseksi ja varsinkin alusveden kokonaisfosforipitoisuus on kohonnut viime vuosikymmenien aikana. Tyydyttäväksi luokitettu alusveden happitilanne on heikentynyt, ja järven ravinneieli vuotaa varsinkin loppupalven hapettomina aikoina tarjoten ravinnepulsseja, jotka ilmenevät ajoittain levien massaesiintymisinä. Virkistyskäyttö on kärsinyt myös järvisyyhyistä ja verkkojen limottumisesta. Katumajärven rehevöitymistä ilmentää myös kesäaikaisen näkösyvyyden merkitsevä lasku. Katumajärven tilaa on seurattu säännöllisesti vuodesta 1965.

Katumajärven alusveden happitilanne on ollut tyydyttävä yleisluokituksen rajojen mukaan. Syvänteen happitilanne on heikompi kesällä kuin talvella. Kesäajan alusveden happipitoisuus syvännepisteellä on vaihdellut voimakkaasti, mutta kokonaistrendi on suuntaa antavasti laskeva ja keskiarvo on 25 %. Kesäaikana syvänteen alusveden happi on kulunut lähes loppuun kuudesti. Talvella syvänteen alusveden happitilanne vaihtelee 30 - 80 % välillä keskiarvon ollessa lähellä 42 %. Alle 20 % happipitoisuus on laskenut vain kolme kertaa, joista vuoden 2005 talvella mitattu lukema on selvästi alhaisin, 6 %. Myös talvisin syvänteen alusveden happipitoisuuden yleissuunta on merkitsevästi, loivasti laskeva.

Katumajärven minimiravinne on fosfori. Keskiarvo järven kokonaisfosforipitoisuudelle on noin 23 µgP/l. Sen perustella Katumajärvi on vedenladultaan mesotrofinen eli keskiravinteinen. Kerrosteisuuden loppuvaiheilla fosforipitoisuudet ovat kuitenkin syvänteillä nousseet vastaamaan rehevää tai jopa erittäin rehevää järveä, mikä kertoo lievistä sisäkuormituksesta. Katumajärven kokonaisfosforipitoisuus on 1960-luvulta lähtien kohonnut lievästi, mutta suuntaa antavasti (kaksi suurinta arvoa poistettu mahdollisina virheinä). Talviajan syvänteen alusveden fosforipitoisuudet ovat hienoisessa ja suuntaa antavassa nousussa. Tämä sopii yhteen sedimenttitutkimuksen päätelmän ”nykyisin ravinneieli vuotaa varsinkin loppupalven hapettomina aikoina ja tarjoaa ravinnepulsseja” kanssa.

Katumajärven kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo on noin 570 µgN/l (pintavesi 540 ja alusvesi 680 µgN/l). Pitoisuuksien vaihtelu on suurta: Syvänteiden loppupalven ja loppukesän näytteissä on havaittavissa hieman korkeampia tyyppipitoisuuksia kuin päällysvedessä. Satunnaisia kertoja tyyppipitoisuus on ollut kerrosteisuuden loppuvaiheilla n. 1000 µgN/l myös päällysvedessä, mikä kuvastaa rehevyyttä järvestä. Kokonaistyyppipitoisuuksien keskiarvon perusteella Katumajärvi on vedenlaadultaan oligotrofinen eli niukkaravinteinen. Katumajärven kaikkien näytteiden kokonaistyyppipitoisuuden kehityksessä ei ole merkitsevää muutosta ajan suhteen.

Katumajärven pH vaihtelee 3,7 (tämä arvo D-pisteeltä 1 m lienee virhemääritys) – 8,3 välillä kaikkien näytteiden keskiarvon ollessa 6,94. PH:n kasvu on ollut erittäin merkitsevää. Katumajärven kemiallisen hapenkulutuksen keskiarvo (sisältää CODMn -arvot ja KMnO₄ -muunnetut arvot) on 6,98 mg/l (n=647; 3,6 - 14,0) eli kirkkaille järvivesille tyypillinen. Pitoisuuksissa ei ole havaittavissa selkeää ajallista trendiä. Katumajärven keskimääräinen sähkönjohtokyky on 11,44 mS/m (n=717; 0,95 – 18,5) eli ilmentää valuma-alueelta tulevan suojoja kohtalaisesti. Sähkönjohtokyky on erittäin merkitsevässä kasvussa ajan funktiona eli järviveteen tulee enemmän kationeita ja anioneita.

Katumajärveen laskee 21 ojaa tai uomaa lähivaluma-alueelta ja Myllyjoki kaukovaluma-alueelta. Osa näistä on sadevesiviemäreitä. Myllyjoki on virtaamaltaan (keskivirtaama 0,37 m³/s) suurin Katumajärveen laskeva uoma ja myös suurin kuormittaja. Virtaaman mukaan järjestettynä seuraavaksi merkittävimmät uomat ovat Jokelanoja, Petäjänharjunoja, Kihtersuonoja, Rauhalanoja, Niemelänoja, Paavolanoja, Idänpään valtaoja, Kappolanoja, Rantatienoja, Solvikinoja ja Katumanoja. Ojat, joiden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus oli ylitse kymmenille vesille ominainen eli >100 g/l, olivat Paavolanoja (457 g/l), Jokelanoja (346 g/l), Tervapirtinoja (142 g/l), Idänpäänvaltaoja (123 g/l), Kihtersuonoja ja Solvikinoja (112 g/l) ja Petäjänharjunoja (110 g/l). Korkeimmat kiintoainepitoisuuksien keskiarvot olivat Paavolanojassa (456 mg/l) ja Kihtersuonojassa (223 mg/l).

Katumajärveen laskevien uomien aiheuttamaa kuormitusta arvioitiin kahdella tavalla: a) laskemalla uomien virtaamat mitattujen syvyys-, leveys- ja virtausnopeustietojen avulla ja b) mittaamalla uomien valuma-alueiden koot peruskartalta, olettamalla valumaksi 9 l/s/km² sekä laskemalla näiden tulo. Myllyjoen jälkeen seuraavaksi suurimmat fosfori-, typpi- ja kiintoainekuormittajat ovat

Jokelanoja, Kihtersuonoja, Paavolanoja, Petäjänharjunoja, Idänpään valtaoja, Harvialanoja ja Niemelänoja.

Katumajärven laskeutusallas- ja kosteikkokartoituksessa kartoitettiin uomittain peruskartan ja maastokäyntien avulla sopivia paikkoja vesiensuojelutoimenpiteille, kuten lasketusaltaille, kosteikoille, suojavyöhykkeille, lietetaskuille ja kampaojastoille.

Katumajärven koko valuma-alueelta kohdistuva ulkoinen kuormitus laskettiin Hassisen, Tampereen ja Rekolaisen malleja käyttäen. Katumajärven kokonaisfosforikuormitus on 1 424 kg/a. Kun ulkoinen kuormitus (Hassinen) oli 865 kg/a, sisäisen kuormituksen osuudeksi jää 560 kg/a. Ulkoinen kuormitus on puolitoistakertainen sisäiseen kuormitukseen verrattuna. Katumajärvi ei siis ole vielä voimakkaasti sisäkuormitteinen, jolloin ulkoisen kuormituksen vähentämisellä saatetaan päästä hyvin tuloksiin järveden laadun parantamiseksi. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet onkin aloitettu JÄRKI-hankkeessa ja niitä on jatkettava, jotta järven sisäinen kuormitus ei lisääntyisi.

2 Abstract

Lake Katumajärvi has traditionally been classified as good based on water quality. This naturally oligotrophic lake has changed to mesotrophic and particularly the total phosphorous content of the hypolimnion has increased during the last decades. The oxygen content of the hypolimnion has deteriorated to a satisfactory level and the so called lakes nutrient sink leaks particularly during the hypoxia and anoxia of the end of the winter providing nutrient pulses, which appear occasionally as massive algae bloomings. Recreational use has also suffered from “lake itch” and fouling of nets. The eutrophication of the Lake Katumajärvi appears also in the summertime decrease of water transparency. The state of the Lake Katumajärvi has been followed regularly since 1965.

The oxygen concentration of the hypolimnion of Lake Katumajärvi has been satisfactory according to so called general classification. The oxygen status of the deep site is worse during summer than during winter. The summertime oxygen saturation degree of the hypolimnion has varied strongly, but the general trend is almost significantly decreasing and the mean is 25 %. Summer-times anoxia has occurred six times. During winters the oxygen saturation degree of hypolimnion varies between 30 - 80 % mean being 42 %. Below 20 % the oxygen saturation degree has decreased only three times, of which 6% measured in 2005 is clearly the lowest. During winters the oxygen saturation degree of the hypolimnion of the deep site has decreased significantly, but gently.

The minimum nutrient of the Lake Katumajärvi is phosphorous. The mean for the total phosphorus concentration is about 23 µgP/l. Based on it Lake Katumajärvi is mesotrophic. In the end of the stratification the phosphorous concentrations have increased to eutrophic or ultra-eutrophic levels, which tell about a slight internal load. The total phosphorous concentration of Lake Katumajärvi has increased since 1960's slightly and the trend is almost significantly increasing (even when two outliers, the highest values, were disregarded in the analysis). The wintertime phosphorous concentrations of the deep site are in slight, but almost significant increase. This is in concordance with the conclusion of the sediment study that the nutrient sink leaks particularly in the end of wintertime and provided nutrient pulses.

The mean of the total nitrogen concentration of the Lake Katumajärvi's water is approximately 570 µgN/l (surface water 540 and deep water 680 µgN/l). The variation of the concentrations is large: in the end of summer and winter time the samples of deep sites have slightly higher concentrations than the surface water samples. Occasionally the nitrogen concentration has been about 1000 µgN/l in the end of the stratification season also in surface water, which indicates eutrophy in the lake. Based on the mean of the total nitrogen concentrations Lake Katumajärvi is oligotrophic. There is no significant change as a function of time in the total nitrogen concentrations of Lake Katumajärvi.

The pH of Lake Katumajärvi varies from 3,7 (this is probably a mistake analysis form a sample taken from site D at 1 m depth) to 8,3 and the mean is 6,94. PH has been increasing very significantly. The mean of the chemical oxygen depletion (included COD_{Mn} and KMnO₄ values) is 6,98 mg/l (n=647; 3,6 - 14,0), which is typical for clear lake waters. There is no significant time

trend. The mean conductivity of the Lake Katumajärvi is 11,44 mS/m (n=717; 0,95 – 18,5), which indicates moderate load of salt from the watershed. The conductivity is in a very significant increase as a function of time, which means that more and more cations and anions are coming to the lake.

There are 21 ditches or rivulets running to Lake Katumajärvi from the proximate watershed and the River Myllyjoki from the distant watershed. Part of these are storm drain channels. The flow rate of the River Myllyjoki is the biggest (mean flow 0,37 m³/s) and this is also the greatest loader of the lake. Ordered, based on the flow the next most important ditches are Jokelanoja, Petäjänharjunoja, Kihtersuonoja, Rauhalanoja, Niemelänoja, Paavolanoja, Idänpään valtaoja, Kapolanoja, Rantatienoja, Solvikinoja and Katumanoja. The ditches and rivers, whose mean total phosphorous concentration was typical for ultraeutrophic waters (>100µg/l), were Paavolanoja (457 µg/l), Jokelanoja (346 µg/l), Tervapirtinoja (142 µg/l), Idänpäänvaltaoja (123 µg/l), Kihtersuonoja ja Solvikinoja (112 µg/l) and Petäjänharjunoja (110 µg/l). The highest means of solid matter concentrations were in Paavolanoja (456 mg/l) and Kihtersuonoja (223 mg/l).

The load to Lake Katumajärvi was estimated by two ways: a) by counting the flows of the rivulets based on the measured depth, breadth and flow rates of ditches and b) measuring the sizes of the watersheds of each ditch from the maps, assuming the flow to be 9 l/s/km² and multiplying them. After the River Myllyjoki the next biggest phosphorous, nitrogen and solid matter loaders are Jokelanoja, Kihtersuonoja, Paavolanoja, Petäjänharjunoja, Idänpään valtaoja, Harvialanoja and Niemelänoja.

In the sedimentation pond and wetland inventory of Lake Katumajärvi the suitable sites for water protection measures, such as sedimentation ponds, artificial wetlands, buffer zones, comb ditches, were mapped using maps and field visits.

The total external load to Lake Katumajärvi was counted using methods of Hassinen, Tampere and Rekolainen. The total phosphorous load is 1 424 kg/year. The external load (according to Hassinen) was 865 kg/year, and the internal load 560 kg/year. The external load is about one and half the internal load. Lake Katumajärvi is, thus, not yet strongly internally loaded, meaning that reducing external load may allow getting good results in improving lake water quality. Measures to reduce the external load have been started in the JÄRKI lake rehabilitation project and they have to be continued if the internal load is not allowed to increase.

3 Esipuhe

Tässä julkaisussa selvitetään Katumajärven kuormitusta, tilaa ja vesiensuojelutoimia. Julkaisuun on koottu Katumajärveen laskevien pienten kuormitus-, laskeutusallas- ja kosteikkoselvitys ja järven ainetaselaskelmat. Tämän julkaisun perustana on Pia Salmisen opinnäytetyö ”Katumajärven ojien kuormitus selvitys ja Myllyjoen laskeutusallas- ja kosteikkosuunnitelma” (Salminen 2003). Myllyjoen vesiensuojelussa oli tarkoituksena selvittää mahdollisia laskeutusallas- ja kosteikko- tai muita vesiensuojelumenetelmille sopivia paikkoja Myllyjoen varrelta ja mitoittaa yksi laskeutusallas- ja kosteikkoyhdistelmä valitulle alueelle. Kesällä 2003 opinnäytetyön aineistoa täydennettiin ja laskeuttiin järveen tuleva kuormitus. Vuonna 2005 on kirjoitettu julkaisun järviveden laatua ja pohjasedimenttiä käsittelevät osuudet sekä tehty kokonaisuuden viimeistely. Täten järviveden laadusta on työssä käytetty myös vuoden 2005 tietoja, sen sijaan ojavesi- ja kuormitustietoja ei ole päivitetty. Julkaisun ovat kirjoittaneet Heli Jutila ja Pia Salminen. Lisäksi viimeistelyssä on ollut mukana muitakin JÄRKI-hankkeen työntekijöitä. Kiitokset heille sekä kaikille käsikirjoitusta kommentoineille, erityisesti Heikki Leimulle, tai muutoin apua antaneille!

Tämän julkaisun tavoitteena on koota laajasti yhteen Katumajärveä koskevaa tilatietoa, tehdä yhteenvetoa ja päätelmiä ja helpottaa mm. järven suojele- ja hoitotoimissa jatkossa. Julkaisussa keskitytään Katumajärven veden laadun kehityksen tarkasteluun, järveen tulevien ojavesien laatuun ja kuormituksen vähentämistöimiin. Valumavesien käsittelymenetelmien osalta esitetään allasyleisuunnitelma sekä yhden kohteen yksityiskohtainen suunnittelu. Todettakoon, että Katumajärven hulevesiselvityksessä (Kesäniemi 2004) on järveen tulevaa kuormaa ja käsittelymenetelmiä.

4 Johdanto

Katumajärvellä ollaan toteuttamassa vesiensuojelusuunnitelmia järven tilan parantamiseksi, sillä järvellä on viime vuosina havaittu sinileväsiintymiä, jotka osaltaan kertovat sen tosiasian, että järvi rehevöityy ja sen tila kehittyy huonompaan suuntaan. Tällä hetkellä Katumajärvi luokitellaan vedenlaadultaan lievästi reheväksi.

Katumajärven suojeluyhdistys ry. aloitti toimintansa vuonna 1991 ja oli huolissaan jo silloin järven tilasta ja sen kehityksestä. Suojeluyhdistys on saanut paljon aikaan. Se on tehnyt n. 15 aloitetta Hämeenlinnan kaupungille järveen tulevan kuormituksen vähentämiseksi sekä tiedottanut ympäristössä asuville ihmisille järven tilasta ja kehottanut heitä aloittamaan erinäisiä toimenpiteitä järven vesiensuojelun hyväksi. Haja-asutusalueiden asukkaiden toivotaan liittyvän alueellisen vesihuoltoyhtiön, HSVeden viemäriin tai rakentavan kiinteistökohtaisia jätevedenkäsittelyyn tarkoitettuja pienpuhdistamoita. Kaupungille tehdyistä aloitteista on toteutunut matonpesupaikan rakentaminen Valkamatien uimarannalle, järven läpi kulkevan viemärin kunnostus, kaupungin virkistysalueen Kipinäniemen viemärointi ja kaislikoiden niittojen aloitus. Katumajärven suojeluyhdistys sai tunnustuksena Seudullisen ympäristölautakunnan ympäristöpalkinnon vuonna 2005.

Katumajärven suojeluyhdistys on toiminut Katumajärven vesiensuojelun hyväksi yhteistyössä Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosaston (nykyisellään Hämeenlinnan seudullinen ympäristötoimi) ja Hämeenlinnan kaupungin kanssa. Suojeluyhdistys ja ympäristötoimi ovat tehneet yhteistyössä kolme suojeluopasta: Katumajärven kesäasukkaiden kesäopas (Järveläinen toim. 1995), Tietopaketti Katumajärven ystäville (Jutila ym. 2001) ja Katumajärveä kunnostamaan 2003 (Jutila ym. 2003).

Katumajärven vesiensuojeluun liittyviä selvityksiä on tehty lukuisia vuosien kuluessa, kuten Tarja-Riitta Metsälän Katumajärven virkistyskäyttöselvitys 1989 (Metsälä 1989) ja Riitta Hassisen Katumajärven kuormitus- ja tilaselvitys (Hassinen 1997). Katumajärven ranta-asutuksen asumisperäisestä jätehuollon tilanteesta tehtiin Ympäristötoimiston selvitys Olavi Keskitalon toimesta kesällä 1992 (Keskitalo 1992). Vuodesta 1998 on seurattu Katumajärveen laskevien ojien kuormitusta suojeluyhdistyksen ja kuntayhtymän ympäristöosaston yhteistyöprojektissa. Ruununmyllyjoen kuormitus selvitys tehtiin kesällä 2001 (Jutila & Peltonen 2001).

Vuoden 2002 lopulla käynnistettiin Katumajärven suojeluyhdistyksen aloitteesta Kanta-Hämeen järvet kestävä kehitykseen -hanke eli JÄRKI-hanke, joka on EU -rahoitteinen. Hankkeeseen ovat sitoutuneet Katumajärven osalta Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän

ympäristöosasto, Hämeenlinnan kaupunki ja Katumajärven suojeluyhdistys ry. Hanke on suunniteltu Kanta-Hämeen alueen 8 vesiensuojeluyhdistyksen kanssa. Hankkeen tavoitteena on vähentää kohdejärviin tulevaa kuormitusta, parantaa veden laatua toteuttamalla vesiensuojelutoimia sekä lisätä ympäristön asukkaiden tietoisuutta järven tilasta ja sen parantamiseen tähtäävistä vaikutusmahdollisuuksista.

5 Tutkimuksen taustaa

5.1 Kanta-Hämeen järvet kestäväan kehitykseen -hanke

Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto, sijaintikunnat ja Hämeen ammattikorkeakoulu aloittivat yhteistyössä kahdeksan Kanta-Hämeen alueella toimivan järvien suojeluyhdistysten kanssa vuonna 2002 EU-rahoitteisen vesistönsuojeluhankkeen, jonka virallinen nimi on ”Kanta-Hämeen järvet kestäväan kehitykseen”. Noin 15 kantahämäläistä järveä tavoitettavan hankkeen oli tarkoitus kestää vuoden 2005 loppuun saakka, mutta se jatkuu vielä vuoden 2006 puolelle. Hankkeen yleistavoitteena on järvien vaikutuspiirin väestön hyvinvoinnin edistäminen, järvien veden laadun parantaminen ja säilyttäminen virkistyskäyttöisenä. Käytännönläheiset tavoitteet painottuvat järvien ulkoisen ja sisäisen kuormituksen vähentämiseen, yhteistyön ja tiedon lisäämiseen sekä seurannan kehittämiseen (Jutila 2002).

Hämeenlinnassa hankkeeseen ovat sitoutuneet Katumajärven suojeluyhdistys ry., Hämeenlinnan kaupunki ja Hämeenlinnan seudullinen ympäristötoimi (ent. Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto). Tavoitteena on suojella Katumajärveä lisääntyvältä rehevöitymiseltä vähentämällä järven ravinnekuormitusta käytännön toimilla, kuten keskittymällä hoitokalastukseen, niittoon sekä kosteikkojen ja laskeutusaltaiden rakentamiseen. Hankkeessa tehdään myös tutkimuksia ja levitetään vesiensuojelutietoa.

Katumajärven valuma-alueelle on laadittu allasyleissuunnitelma, jonka pohjalta on valittu allaskohteet, joihin on tehty yksityiskohtainen suunnitelma. Velssin lasketusallas-kosteikko ei edennyt rakentamiseen, mutta valmiita ovat Iso-Harvoilan lasketusallas (kevättalvella 2004 rakennettu), Niemelänojan allas-kosteikon tyhjennys (kevättalvella 2004) sekä Kihtersuonojan lasketusallas-kosteikko (tammikuussa 2005 rakennettu). Lisäksi LinnaGolfin toimesta on rakennettu useita valumavesien käsittelykohteita ja Tawast Golfilla tyhjennetty altaita, joihin liittyen on tehty yhteistyötä. Syksyllä 2005 rakennettiin vielä Petäjänharjunojan lasketusallas-kosteikko (Jutila 2004).

Katumajärvellä on hoitokalastettu vuosina 2003-2005, ja hankkeessa on hankittu hoitonuotta hämeenlinnalaisien vesiensuojelijoiden käyttöön. Hoitokalastus on nähty tärkeäksi valistuksellisista syistä, vaikka saaliit ovat jääneet varsin pieniksi. Hankkeessa on niitetty ilmaversois- ja kelluslehtiskasvillisuutta vuosittain heinäkuun lopulla tai elokuun alussa (vuosina 2003-2005).

Katumajärven veden laatua ja siihen laskevien ojavesien laatua on tutkittu. Hulevesistä laadittiin erillinen selvitys keväällä 2004 (Kesäniemi 2004). Katumajärven syvänteellä tehtiin myös sedimenttitutkimuksia kevättalvella 2003 ympäristöhistorian selvittämiseksi (JÄRKI 2004).

JÄRKI-hankkeen alkuvaiheessa laadittiin suojeluopas ”Katumajärveä kunnostamaan” (Jutila ym. 2003). Siinä on myös laadittu tiedotetaulut, joista toisessa kerrotaan Katumajärvestä ja toisessa Kihtersuonojan altaasta. Järveä koskeva hoito- ja käyttösuunnitelma on tekeillä. Katumajärvestä on kerrottu myös Hämeenlinnan luonto-oppaassa (Jutila 2005).

5.2 Perustietoa Katumajärvestä

Katumajärvi sijaitsee Hämeenlinnassa ja sen pinta-ala on 3,73 km² ja tilavuus 21,7 milj. m³ Järven suurin syvyys on 18 metriä ja keskisyvyys 6,75 m. Järven vesi laskee Kutalanjoen välityksellä Vanajaveteen, joten se kuuluu Kokemäenjoen vesistön Vanajanselän osa-alueeseen nro 35.23. Pääosa valumavedestä Katumajärveen tulee järven koillispuolelta laskevasta Myllyjoesta. Noin 10 km:n pituinen Myllyjoki saa alkunsa luonnontilaisesta Kankaistenjärvestä, josta se laskee Myllyjoen (toiselta nimeltään Kankaistenjoelta) nimellä läpi peltoaukioiden humusvetiseen Matkolammiin ja sitä

kautta Myllyjoen (tai Ruununmyllyjoen) nimellä Katumajärveen. Katumajärven valuma-alueen (nro 35.236) pinta-ala on noin 51,07 km², johon kuuluvat järveen laskevien ojien, Kankaistenjärven ja Matkolammin valuma-alueet. Lähivaluma-alue on noin 10,76 km² ja koko valuma-alueen järvisyysprosentti on 13,16 (liite 1). Viipymä Katumajärvessä on 630 vrk.

Virtaamaltaan suurimman Myllyjoen lisäksi Katumajärveen laskee 21 muuta kuormittavaa ojaa tai vesirumpua, joista merkittävimmät ovat **Jokelanoja, Kihtersuonoja, Niemelänoja, Idän-pään valtaoja, Paavolanoja, Kappolanoja ja Petäjänharjunoja** (Salminen 2003) (liite 2). Suurimmat osuudet Katumajärveä kuormittavasta fosforista tulevat lähivaluma-alueen maataloudesta, haja-asutusten jätevesistä ja kaukoalumana Myllyjoen kautta.

Yleisesti vesiensuojelulla tarkoitetaan pistekuormittajien ja haja-asutuksen jätevesien, maatalouden ja metsätalouden valumavesien pääsyn estämistä vesistöön tai vesistössä kulkeutumista suunnittelemalla ja toteuttamalla vesien puhdistamiseen liittyviä ratkaisuja. Tällaisia ovat esimerkiksi jätevedenkäsittelymenetelmät, maatalouden suojavyöhykkeet ja kosteikot ja metsätalouden kiviainesvesien kiintoaineen laskeuttamisessa käytetyt laskeutusaltaat ja pienet patoaltaat.

Katumajärvi on vesinäytetulojen mukaan rehevöitymässä edelleen, mihin viittaavat yleistyvät sinileväsiintymät, jotka haittaavat järven virkistyskäyttöä. Perustietoa Katumajärvestä löytyy ”Katumajärveä kunnostamaan” julkaisusta (Jutila ym. 2003).

5.3 Historia

Meidän Katumamme pohja-allas on 1,8 miljardia vuotta vanhassa peruskalliossamme. Sen syvin kohta on maailman vanhimpien poimuvuorten ns. Svekofennidien hautavajoama. Satojen miljoonien vuosien aikana on ollut monia geologisia tapahtumia, jotka ovat muokanneet maastoa. Mantereenlinnan jyrkät kallioseinämät kertovat muinaisesta lohkoliiikkunnasta. Katuman seudun liuskeiset kivilajit kertovat muinaisista maanjäristyksistä ja tulivuoren purkauksista alueellamme.

Geologisen ”lähihistorian” neljästä jäätiköitymiskaudesta viimeinen poistui Hämeenlinnan seudulta niin, että sulavan jään eteneminen tapahtui Katumajärven pituussuunnassa, mikä taas selittää sen, ettei se liikaa viilannut Kappolan- eikä Mantereenvuorta, eikä liioin kallioista Tuomarinsaarta. Jäätiköitymiskausien jälkeen noin 8000 vuotta e.Kr. Ancyliusjärvi ulottui Hämeenlinnan seudulle asti, jolloin Vanajavesi oli Itämeren lahti ja Katumajärvi salmen yhdistämänä osa Vanajavettä.

Katumajärven nimi on kiehtonut monia menneiden vuosikymmenien ihmisiä keksimään mitä erilaisimpia taruja ja myyttejä erikoisesta nimestä. Uskottavimmalta selitykseltä tuntuu kertomus kristinuskoon miekalla käännetyistä jukuripäisistä hämäläisistä, jotka olivat pimeän tultua lähteneet järven rantaan pesemään uuden kasteen pois. Nämä katujat olisivat siten antaneet nimen ikivanhalle järvellemme (Jutila ym. 2003).

6 Katumajärven veden laatu

6.1 Yleistä pintavesien laadusta

Suomen ympäristökeskus on tehnyt vesistöille yleisen käyttökelpoisuusluokituksen, jossa vesistöt jaetaan viiteen luokkaan ominaisuuksiensa mukaan. Luokat ja niiden pitoisuusrajat on esitetty taulukossa 1.

Erinomaiseksi luokitellaan luonnontilaiset vesialueet, hyviä ovat melkein luonnontilaiset, lievästi humuspitoiset järvet. Tyydyttävät vesistöt ovat erittäin humuspitoisia ja luonnostaan reheviä tai vesistöjä, joissa ihmistoiminnan aiheuttama kuormitus on selvästi havaittavissa. Välttävissä ja huonossa luokassa ihmistoiminnan vaikutus on selkeä ja järvien käyttöä joudutaan rajoittamaan terveydellisistä syistä.

Katumajärvi kuuluu luokituksessa hyvän ja tyydyttävän rajamaille. Vuonna 2005 ilmestyneessä SYKEN luokituksessa se on edelleen laitettu II-luokkaan. Alusveden happitietojen osalta järvi kuuluu juuri tyydyttävän puolelle, mutta muiden tietojensa perusteella hyvään luokkaan.

TAULUKKO 1. Pintavesien yleisen käyttökelpoisuuden arvioinnissa käytettyjen vedenlaatumuuttajien luokkarajat sekä sinisellä Katumajärven tietojen sijoittuminen (JÄRKI-hanke, Alueelliset ympäristökeskukset & Suomen ympäristökeskus 2005).

	I	II	III	IV	V
	Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä	Huono
Klorofylli-a µg/l (sisävesi)	< 4	< 10	< 20	20–50	> 50
Kokonaisfosfori µg/l (sisävesi)	< 12	< 30	< 50	50–100	> 100
Näkösyvyyys m	> 2,5	1-2,5	> 1		
Sameus FTU	< 1,5	> 1,5			
Väriluku	< 50	50–100 (<200)	< 150	> 150	
Happipitoisuus, % päällysvedessä	80–110	80–110	70–120	40–150	vakavia O ₂ ongelmia
Alusveden hapettomuus	ei	ei	satunnaista	esiintyy	yleistä
Hygienian indikaattori-bakteerit kpl /100ml	< 10	< 50	< 100	< 1000	> 1000
Petokalojen Hg-pitoisuus, mg/kg					< 1
As, Cr, Pb, µg/l				< 50	> 50
Hg µg/l				< 2	> 2
Cd µg/l				< 5	> 5
Kokonaissyaniidi µg/l				< 50	> 50
Levähaitat	ei	satunnaisesti	toistuvasti	yleisiä	runsaita
Kalojen makuvirheet				yleisiä	yleisiä

6.2 Katumajärven vedenlaatu muuttujittain

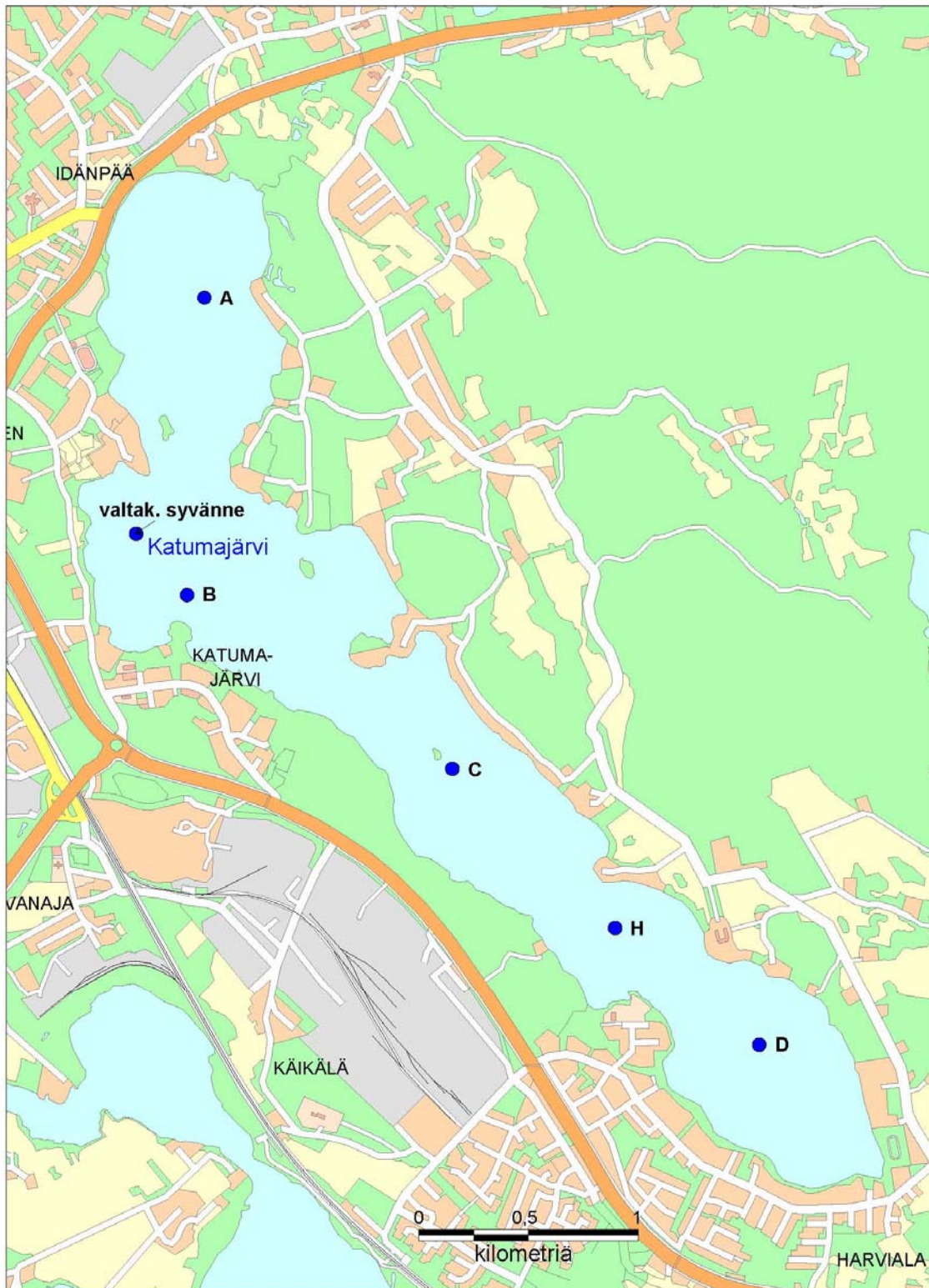
Hämeenlinnan keskustan tuntumassa sijaitseva Katumajärvi on **merkittävä virkistyskäyttövesistö**, joka on perinteisesti luokitettu veden laadultaan hyväksi. Fosforipitoisuus (18 µgP/l) ja sähköjohdavuus osoittavat kuitenkin järven rehevöityneen. Syvänteet ovat olleet lähes hapettomia kesäkerrostuneisuuden lopulla ja niukkahappisia talvikerrosteisuusajana. Ajoittain järven virkistyskäyttökelpoisuus on kärsinyt sinileväesiintymistä, järvisyyhystä ja verkkojen limittumisesta.

Katumajärven tilaa on seurattu säännöllisesti noin vuodesta 1965. Valtakunnallista syvännepitesteurantaa on tehty vuosina 1965-1994 Lammassaaren ja Pokrinniemen välisellä ulapalla. Hämeenlinnan kaupunki, Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto sekä nykyisin Hämeenlinnan seudullinen ympäristötoimi ovat seuranneet Katumajärven tilaa pääosin neljällä vedenlaadun tarkkailupisteellä (A, B, C, D) vuodesta 1989 lähtien (kuvio 1). Näytteitä ovat ottaneet mm. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Uudenmaan ympäristökeskus, Hämeen ympäristökeskus, Pirkanmaan ympäristökeskus, Hämeen ammattikorkeakoulu sekä järven rannalla asuvat Katumajärven suojeluyhdistyksen hallituksen jäsenet.

Hämeenlinnan kaupungin ympäristötoimistossa laadittiin vuonna 1989 Katumajärven **virkistyskäyttöselvitys** (Metsälä 1989), johon koottiin monipuolisesti tietoja järven kokonaiskuormituksesta, vesikemiasta, -kasvillisuudesta, kasviplanktonista ja kalastosta. Tässä tutkimuksessa Katumajärvi todettiin lähes kirkasvetiseksi, neutraaliksi ja happamoitumista vastaan hyvin puskuroituneeksi järveksi. Lievä rehevyys näkyi veden kokonaisfosforipitoisuudessa (15-18 µg P/l) ja alusveden säännöllisessä kesäkerrostuneisuuden aikaisessa happivajeessa, mikä oli johtanut mangaanin pelkistymiseen ja liukenemiseen. Muutoin Katumajärven happitilanne oli hyvä ja syvänteetkin olivat talvisin hapellisia. Pohjaeliöstö ilmensi veden rehevöitymistä. Järven pohjat olivat selvityksen mukaan muutosvaiheessa kohti voimakkaampaa rehevöitymistä. Katumajärven todettiin kuuluvan hyvän ja tyydyttävän rajamaille virkistyskäyttöluokituksessa.

Seuraavassa esitettävät Katumajärven veden laatumiedot ovat peräisin JÄRKI-hankkeen tiedoista, joihin niitä on koostettu lukuisista lähteistä. Suuri osa tiedoista on peräisin Hämeenlinnan seudulliselta ympäristötoimelta ja sen edeltäjiltä sekä valtionhallinnon Hertta-tietojärjestelmästä.

Katumajärven näytepisteet



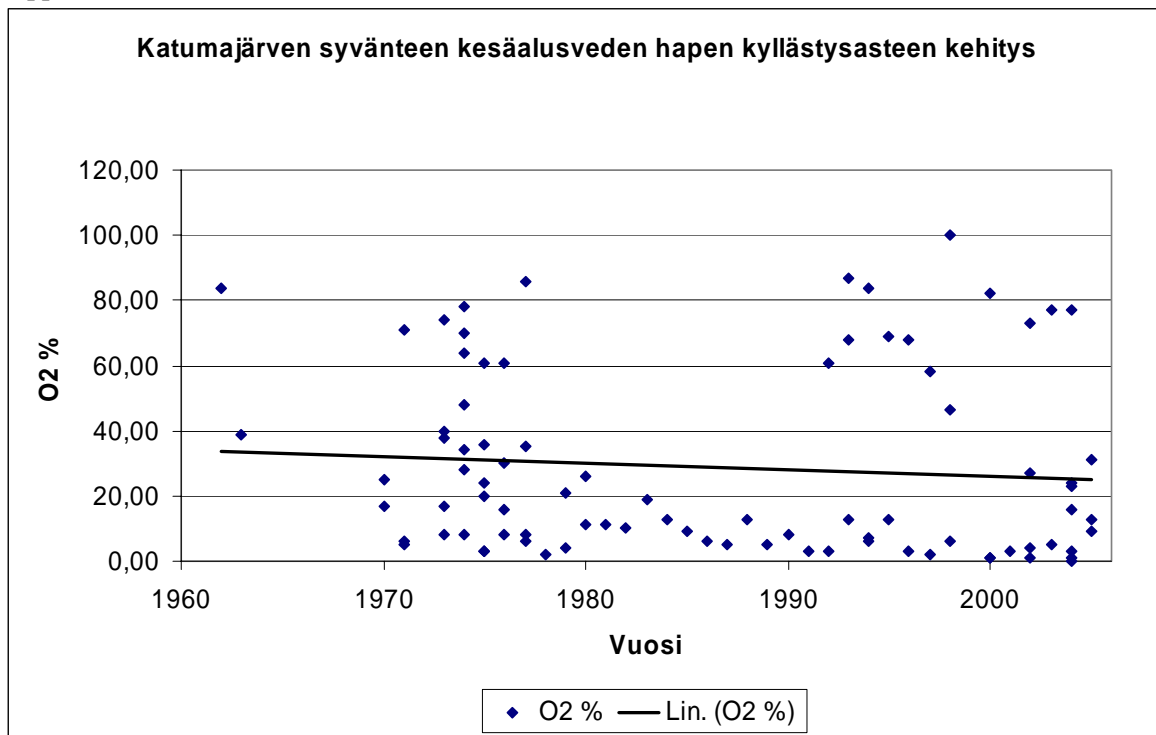
KUVIO 1 Katumajärven näytteenottopisteet.

6.2.1 Happipitoisuus

Hapen liukenevuus veteen riippuu lämpötilasta: mitä kylmempi vesi, sitä enemmän happea siihen liukenee. Happikyllästysaste kertoo, kuinka paljon happea vedessä on siitä määrästä, mikä lämpötilan perusteella siihen olisi voinut liueta. Jos happi loppuu veden pohjakerroksista, vapautuu ravinteita takaisin järveen. Hapen vähetessä vesipatsaasta alkavat kalat kärsiä hapen puutteesta, ja kun happitilanne heikentyy tarpeeksi pahaksi, kalat kuolevat.

Hyvä happipitoisuus on osoitus vesistön hyvästä kunnosta. Normaalisissa puhtaana ja hyvänä säilyneessä järvestä alusveden happitilanne pysyy hyvänä ympäri vuoden. Pienialaiset syvänteet voivat olla vähähappisia luontaisista syistä eikä syy aina ole ulkoisessa kuormituksessa. Heikoimmillaan happitilanne on kerrostuneisuuskausien loppupuolella eli maaliskuussa talven jälkeen ja elokuussa ennen syyskiertoa.

Katumajärven alusveden happitilanne on ollut tyydyttävä yleisluokituksen rajojen mukaan. Syvänteen happitilanne on heikompi kesällä kuin talvella. Kesäajan alusveden happipitoisuus syvännepisteellä on vaihdellut voimakkaasti, mutta kokonaistrendi on ehkä suuntaa antavasti laskeva (kuvio 2) ja keskiarvo on 25 %. Kesäaikana syvänteen alusveden happi on kulunut lähes loppuun kuudesti tutkittujen näytteiden mukaan (kyllästysaste 5% tai pienempi), ja kolmella lisäkerralla happea on ollut alusvedessä 6-10 %.

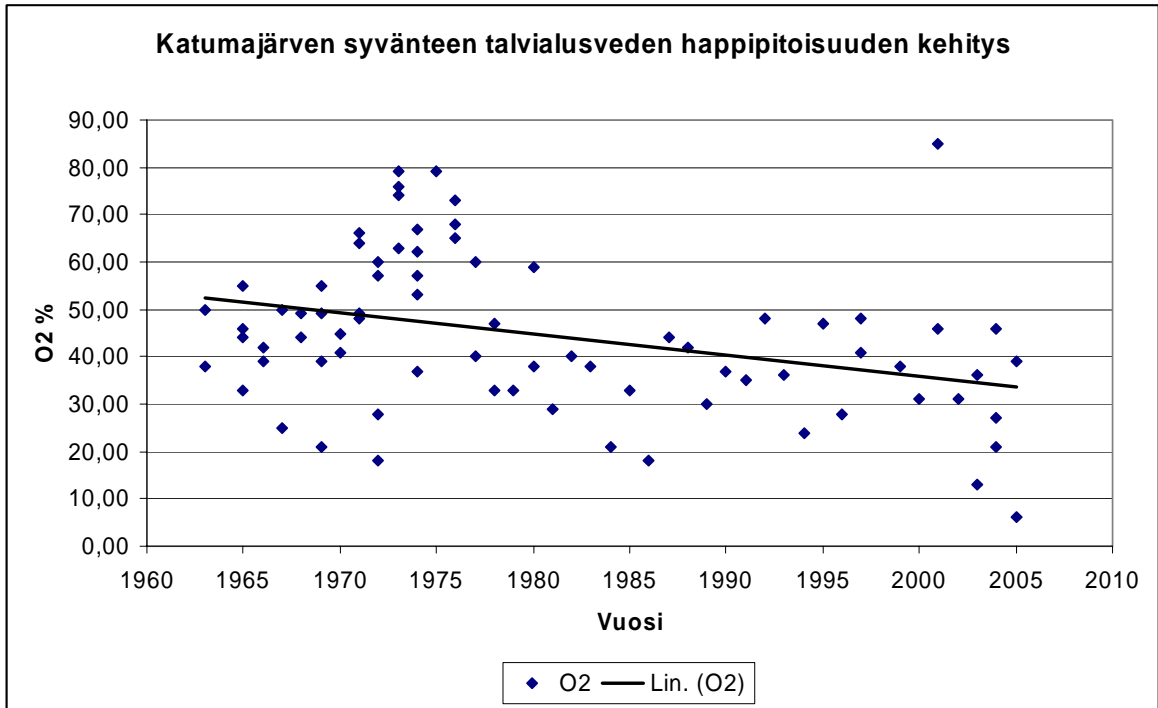


KUVIO 2 Katumajärven syvänteen kesäalusveden hapen kyllästysasteen kehitys. Alusvesi on 13 m tai alempi. Arvojen logaritminmuunnoksen (Ln) muunnoksen jälkeen tehty lineaarinen regressio tuotti suuntaa antavan ($P=0,0537$) riippuvuuden: $-0,02169x+45,8149$, $n=85$, $R^2=3,26$ %, joten selitysaste on hyvin heikko. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.

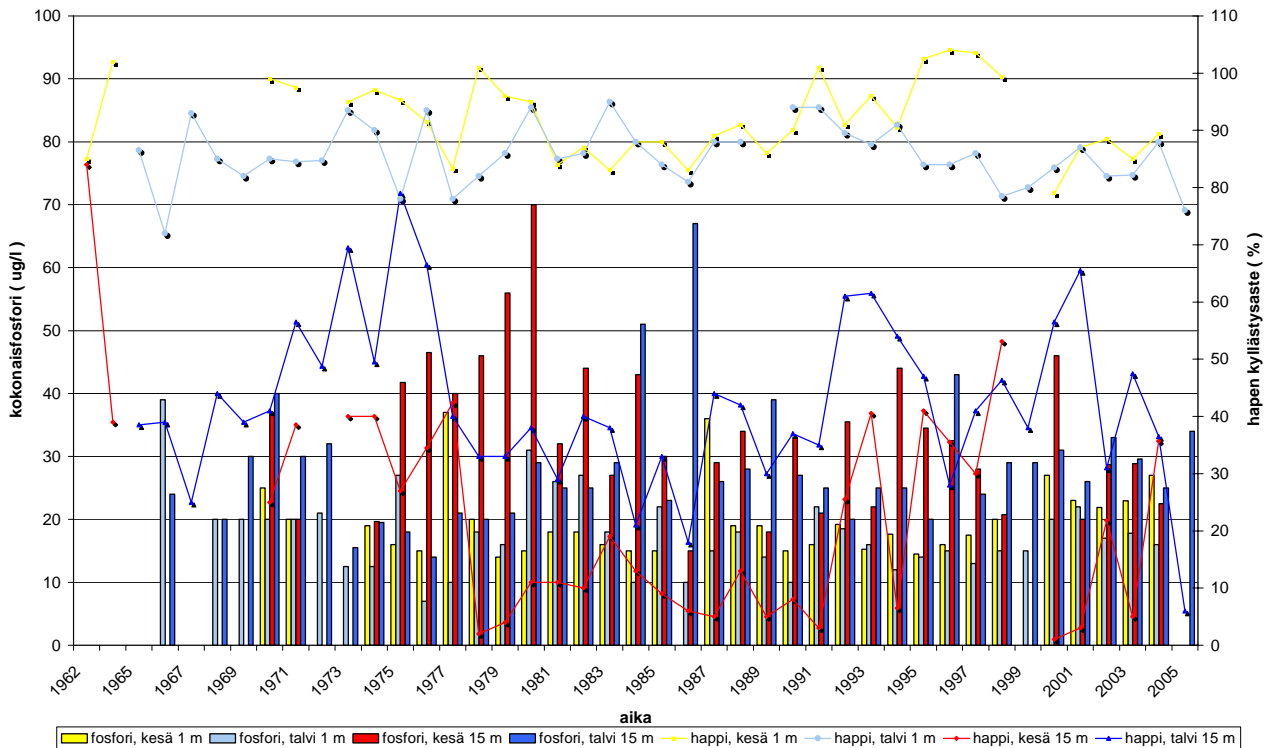
Talvella syvänteen alusveden happitilanne vaihtelee 30 - 80 % välillä keskiarvon ollessa lähellä 42 % (kuvio 2). Alle 20 % happipitoisuus on laskenut vain kolme kertaa, joista vuoden 2005 talvella mitattu lukema on selvästi alhaisin, 6 %. Myös talvisin syvänteen alusveden happipitoisuuden yleissuunta on merkitsevästi loivasti laskeva.

Päällysvesi on Katumajärvestä sekä kesällä että talvella hyvin happipitoista, happipitoisuus pysyy pintavedessä tavallisesti 80 -100 %:in välillä (kuvio 4). Pintavedenkin happipitoisuusarvojen kehitys on niukasti laskeva. Kesällä pintavedessä on ajoittain ylitetty 100 % kyllästysaste, mikä kertoo voimakkaasta levätuotannosta.

Kaikkien Katumajärven happinäytteiden ($n=885$) pitoisuuskeskiarvo on 7,53 mg/l (vst. kyllästysprosentti on 64,08, $n=824$). Hapen pitoisuus on ollut 0- 19 mg/l (0-115%). Pintaveden (1m) näytteiden happipitoisuuden keskiarvo on 90,01% ($n=184$).



KUVIO 3 Katumajärven syvänteen talvialusveden hapen kyllästysasteen kehitys. Alusvesi on 13 m tai alempi. Lineaarinen regressio tuotti merkitsevän ($P=0,0022$) riippuvuuden: $-0,44228x+920,440$; $n=76$, $R^2=10,76\%$. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.



KUVIO 4 Katumajärven syvänteen fosfori- ja happipitoisuuksien kehitys. JÄRKI-hanke. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.

6.2.2 Minimiravinne ja ravinnepitoisuus

Biomassan kasvunopeuteen vaikuttaa Liebigin minimitekijälain mukaan se tekijä, jota on suhteellisesti vähiten saatavilla. Levien biomassassa koostuu hiilestä (C), typestä (N) ja fosforista (P) painosuhteessa 40C : 17N : 1P. Vaikka fosforia tarvitaan solussa suhteellisesti tyypeä paljon vähemmän, fosforin määrä rajoittaa yleensä biomassan kasvua sisävesistöissä. Ravinnesuhdetarkasteluilla voidaan selvittää alustavasti vesistön minimiravinne. Tarkasteluvaihtoehtoja on kolme, joista tarkin on ravinteiden tasapainosuhte. Kasvua rajoittava epäsuotuisa tekijä voi olla myös liian suuri määrä jotain kasvutekijää (Salonen ym. 1992).

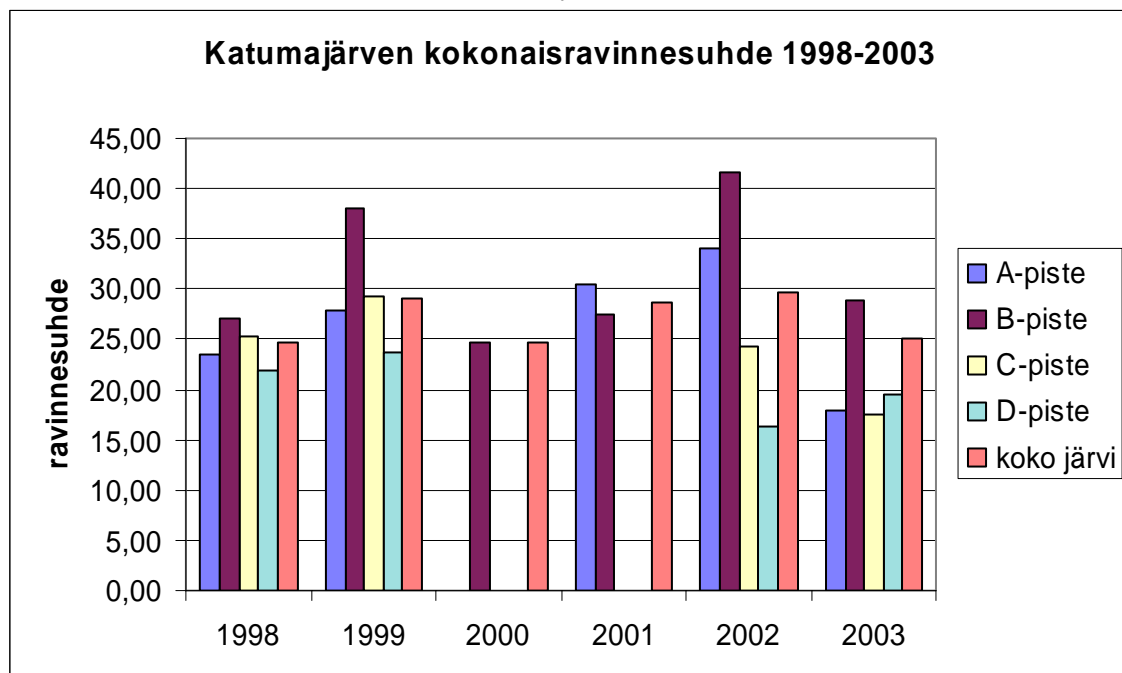
Kokonaisfosfori ilmoittaa vedessä olevien fosforin eri muotojen kokonaismäärän. Normaali-happisessa järvessä fosforia sedimentoituu järven pohjaan rautaan sitoutuneena. Kun happi kuluu loppuun järven pohjasta, vapautuu sitoutunut fosfori pohjasta. Tämä on yksi sisäisen kuormituksen muoto. Vapautuvan fosforin määrä riippuu happikadon mittasuhteista (Salonen ym. 1992).

Typpi on järven tuottajien toiseksi tärkein ravinne ja siksi rehevöitymisen kannalta tärkeä. Kokonaistyyppipitoisuus sisältää kaikki typen orgaaniset ja epäorgaaniset esiintymismuodot (taulukko 2). Humuspitoisen veden tyyppipitoisuus on korkeampi kuin kirkkaan, ja pohjaveden hapettomuus nostaa tyyppipitoisuuksia, kun ammoniumia vapautuu pohjalietteestä. Typen pitoisuudet vaihtelevat vuodenaikojen mukaan: kesällä pitoisuudet ovat pienemmät, kun tyypeä käytetään yhteyttämiseen. Vertikaalisuunnassa tyypeä on enemmän pohjan läheisessä vedessä kuin pintavedessä, koska mineralisaatiossa alusveten vapautuu typpiyhdisteitä (Salonen ym. 1992).

TAULUKKO 2. Järven rehevyystaso fosforin ja typen määrän perusteella.

Rehevyysluokka	Kok. P µg/l	Kok. N µg/l
Ultraoligotrofinen	< 5	< 400
Oligotrofinen	5 – 10	400 – 800
Mesotrofinen	10 – 30	700 – 1300
Eutrofinen	30 – 100	1300 – 2700
Hypereutrofinen	> 100	> 2700

Katumajärven minimiravinne on fosfori, koska kokonaisravinnesuhde on suurempi kuin 17 sekä päällysveden että kaikkien vesinäytteiden keskiarvojen suhteen. Koko vesipatsaan kokonaisravinnesuhteessa on vaihtelua, mutta ei selkeää kehityssuuntaa (kuvio 5).



KUVIO 5 Katumajärven kokonaisravinnesuhteiden kehitys koko vesipatsaassa. Arvot on laskettu koko vesimassan pitoisuuksista keskiarvona. Osa tiedoista Herta-järjestelmästä.

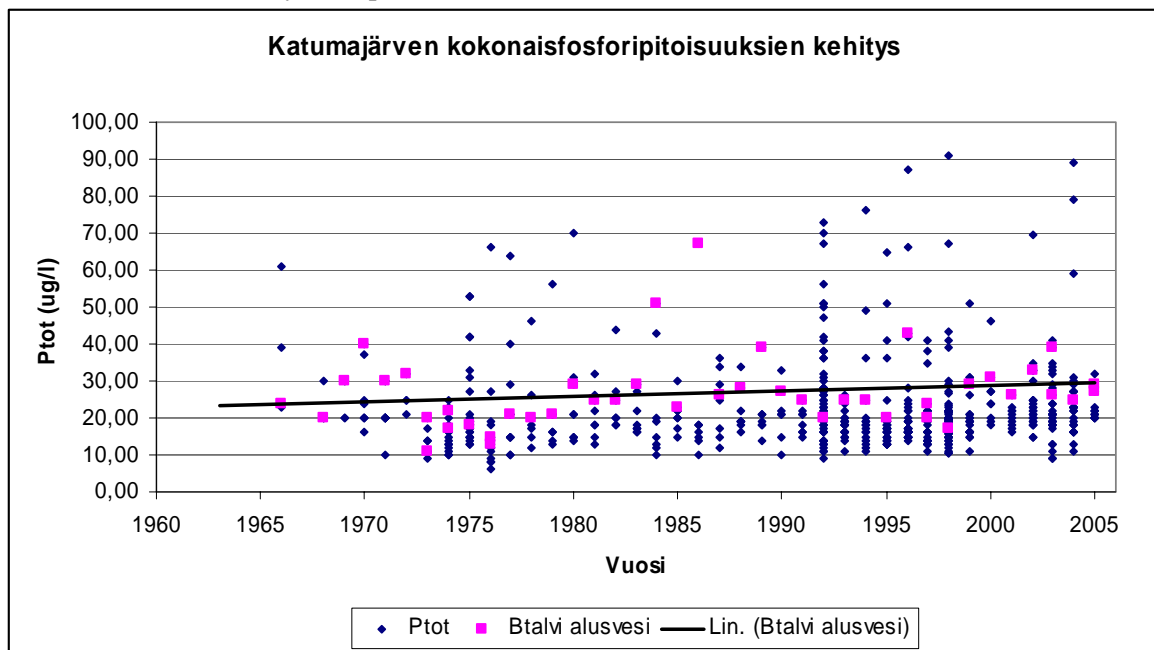
6.2.3 Kokonaisfosforipitoisuus

Kokonaisfosforipitoisuus ilmoittaa nimensä mukaisesti vedessä olevan fosforin kokonaismäärän. Fosforipitoisuus on erittäin tärkeä veden rehevyyden arvioinnissa. Katumajärven se on myös perustuotannon minimitekijä. Lievästi rehevien vesien fosforipitoisuus on välillä 12–30 µgP/l. Kun fosforipitoisuus on 30–50 µgP/l, järvi on rehevä ja levätuotanto on selvästi lisääntynyt. Fosforipitoisuuden ollessa 50–100 µgP/l, on järvi jo erittäin rehevä. Tuotannon lisääntyminen näkyy myös alusveden happivajeen kasvuna ja veden lievästi samentumisena (sameus >1,0 FTU).

Fosforipitoisuus jakautuu vertikaalisesti siten, että pintavedessä on pääsääntöisesti alempi pitoisuustaso kuin pohjalla, sillä sedimentoitava aine vie fosforia alusveteen. Terveessä järven, jossa ei ole alusveden happiongelmiä, fosfori pidättyy pohjalietteen eikä alusveden pitoisuustaso nouse kovin voimakkaasti. Pienialaisten syvänteiden aivan alimman vesikerroksen kohonnut fosforiarvot eivät ole välttämättä vielä kovin hälyttäviä, jos päällysveden fosforitaso on normaali.

Näytteiden perusteella Katumajärvi on lievästi rehevä. Keskiarvo järven kokonaisfosforipitoisuudelle on noin 23 µgP/l (kuvio 6). Veden fosforipitoisuuden perusteella Katumajärvi on vedensadultaan mesotrofinen eli keskirasvainen. Kerrosteisuuden loppuvaiheilla fosforipitoisuudet ovat kuitenkin syvänteillä nousseet vastaamaan rehevää tai jopa erittäin rehevää järveä, mikä kertoo lievästä sisäkuormituksesta. Päällysvedessä (1-5 m) ei ole havaittu korkeita fosforipitoisuuksia kuin muutamia satunnaisia kertoja ja nekin juuri kerrosteisuuden loppuvaiheilla.

Katumajärven kokonaisfosforipitoisuus on 1960-luvulta lähtien kohonnut lievästi: kaikille kokonaisfosforipitoisuuden määrittämiselle kahta suurinta arvoa lukuun ottamatta (jotka on poistettu mahdollisina virheinä) saadaan suuntaa antavasti nouseva kehitys ajan myötä. Talviajan syvänteiden alusveden fosforipitoisuudet ovat hienoisissa ja suuntaa antavassa nousussa. Pintaveden osalta merkitseviä tuloksia ei syväntepisteellä saatu.

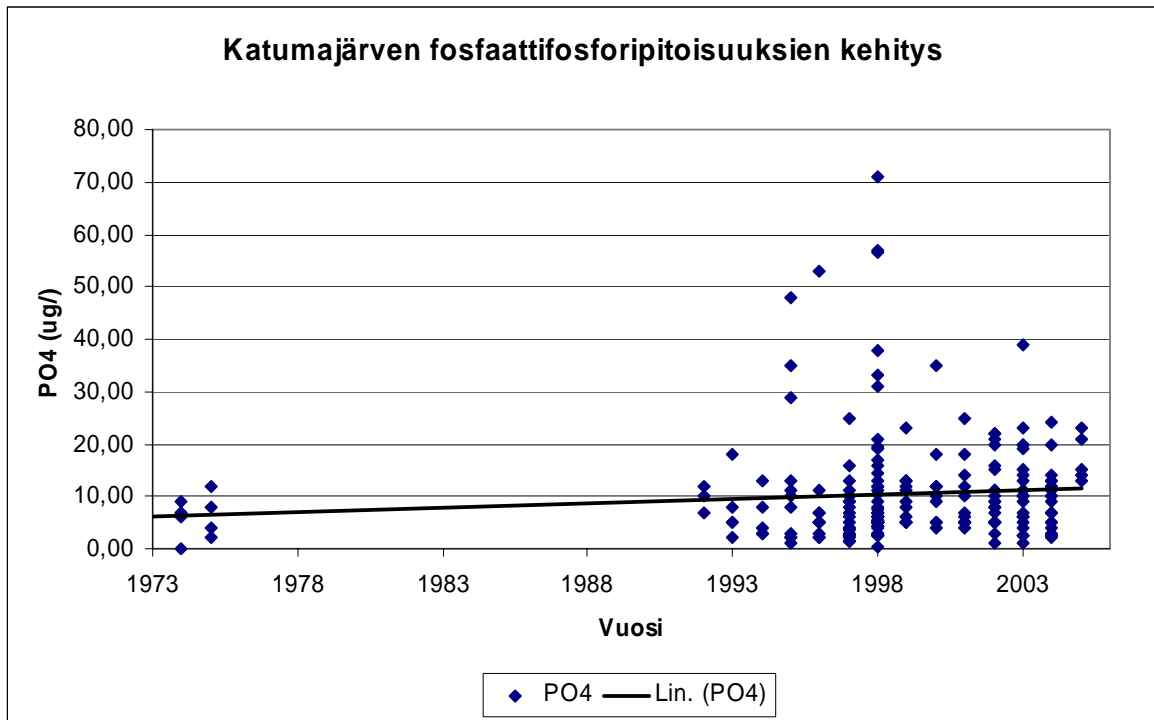


KUVIO 6 Katumajärven kokonaisfosforipitoisuuksien kehitys. Lähes kaikkien näytteiden tiedot: poistettu kaksi suurinta arvoa 677,50 ja 182 µg/l. Aineiston logaritmuunnoksen (Ln) jälkeen tehty lineaarinen regressio tuotti suuntaa antavan ($P=0,0712$) riippuvuuden: $0,00297x-2,88386$; $n=582$, $R^2=0,39\%$, jonka selitysaste on kyllä erityisen heikko. Suuret arvot ovat lisääntyneet. Syväntepisteiden talvisen alusveden näytteiden fosforipitoisuudet osoittivat suuntaa antavaa ja hieman voimakkaampaa riippuvuutta ajasta (Ln muunnettu aineisto normaali): Kuvaajaan piirretyn suoran yhtälö on $0,00709x-10,8565$; $n=45$, $R^2=4,14\%$, Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.

6.2.4 Fosfaattifosforipitoisuus

Katumajärven fosfaattifosforipitoisuuden keskiarvo on 14,88 µg/l ($n=229$; 0 - 890,0). Pääosa mittauksista on tehty 1990-luvun aikana tai sen jälkeen. Pitkällä aikavälillä on ehkä vähäistä nousua,

mutta kuviossa 3 esitetty suora ei ole merkitsevä. Näyttäisi, että fosfaattifosforipitoisuudet ovat laskeneet 1990-luvun lopun arvoista (kuvio 7).



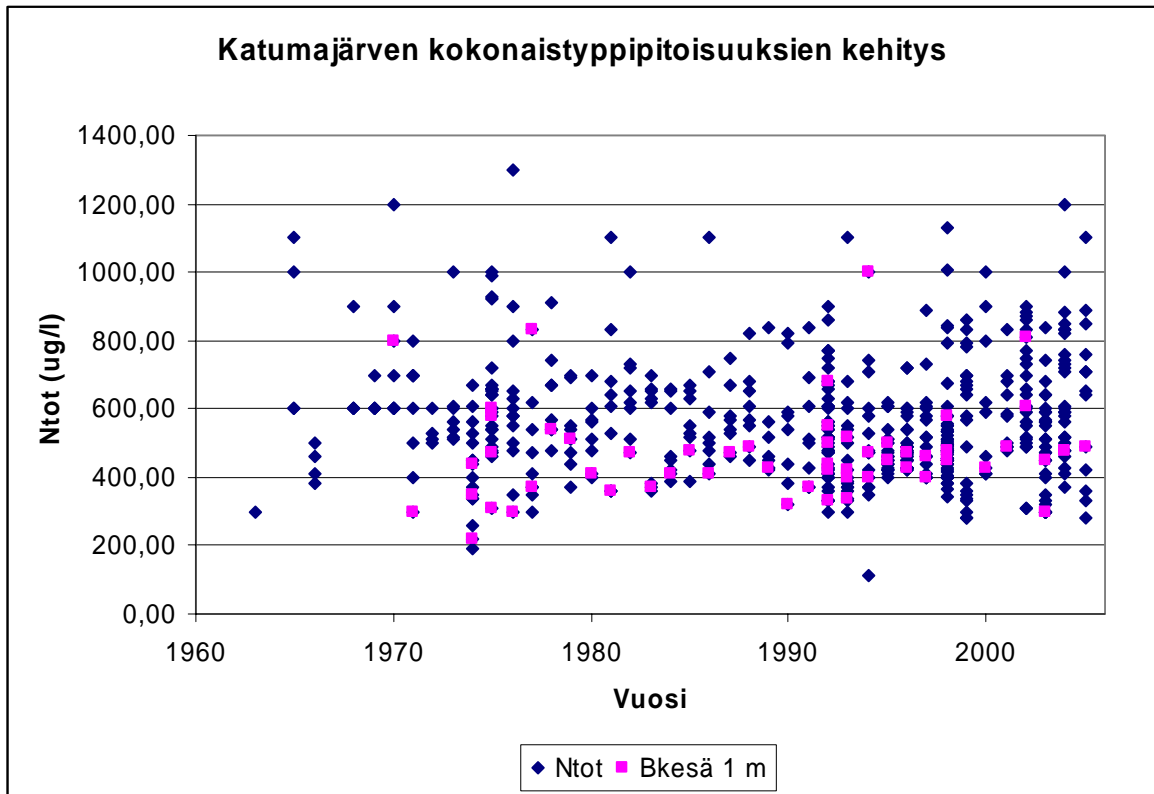
KUVIO 7 Katumajärven fosfaattifosforipitoisuuksien kehitys. Lähes kaikkien näytteiden tiedot: poistettu kaksi suurinta arvoa 890 ja 134 µg/l. Aineiston logaritimuunnoksen (Ln) jälkeen tehty lineaarinen regressio tuotti suuntaa antavan ($P=0,0723$) riippuvuuden: $0,01871x-35,3914$; $n=226$, $R^2=0,9\%$, jonka selitysaste on kyllä erityisen heikko. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.

6.2.5 Kokonaistyyppipitoisuus

Kokonaistyyppipitoisuus sisältää kaikki tyypin eri esiintymismuodot, kuten orgaanisen tyypin ja epäorgaaniset muodot (nitraatti, nitriitti ja ammonium). Tyyppipitoisuus kertoo järveen tulevasta kuormituksesta. Luonnontilaisten kirkkaiden vesien tyyppipitoisuus on 200–500 µgN/l. Humusvesissä taso on hiukan korkeampi 400–800 µgN/l. Hyvin ruskeissa vesissä tyyppiä on luonnostaakin yli 1000 µg/l. Kesällä tuotanto kuluttaa tyyppivaroja ja talvella tyypin käyttö on vähäisempää, joten pitoisuudet pysyvät korkeammalla. Tyyppipitoisuudet tavallisesti kasvavat syvemmälle mentäessä, koska alusveteen vapautuu mineralisaation yhteydessä tyyppiyhdisteitä.

Katumajärven kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo on noin 570 µgN/l (pintavesi 540 ja alusvesi 680 µgN/l). Pitoisuuksien vaihtelu on suurta: Syvänteiden loppupalven ja loppukesän näytteissä on havaittavissa hieman korkeampia tyyppipitoisuuksia kuin päällysvedessä. Satunnaisia kertoja tyyppipitoisuus on ollut kerrosteisuuden loppuvaiheilla n. 1000 µgN/l myös päällysvedessä, mikä kuvastaa rehevyyttä järvestä. Kokonaistyyppipitoisuuksien keskiarvon perusteella Katumajärvi on vedenlaadultaan oligotrofinen eli niukkaravinteinen.

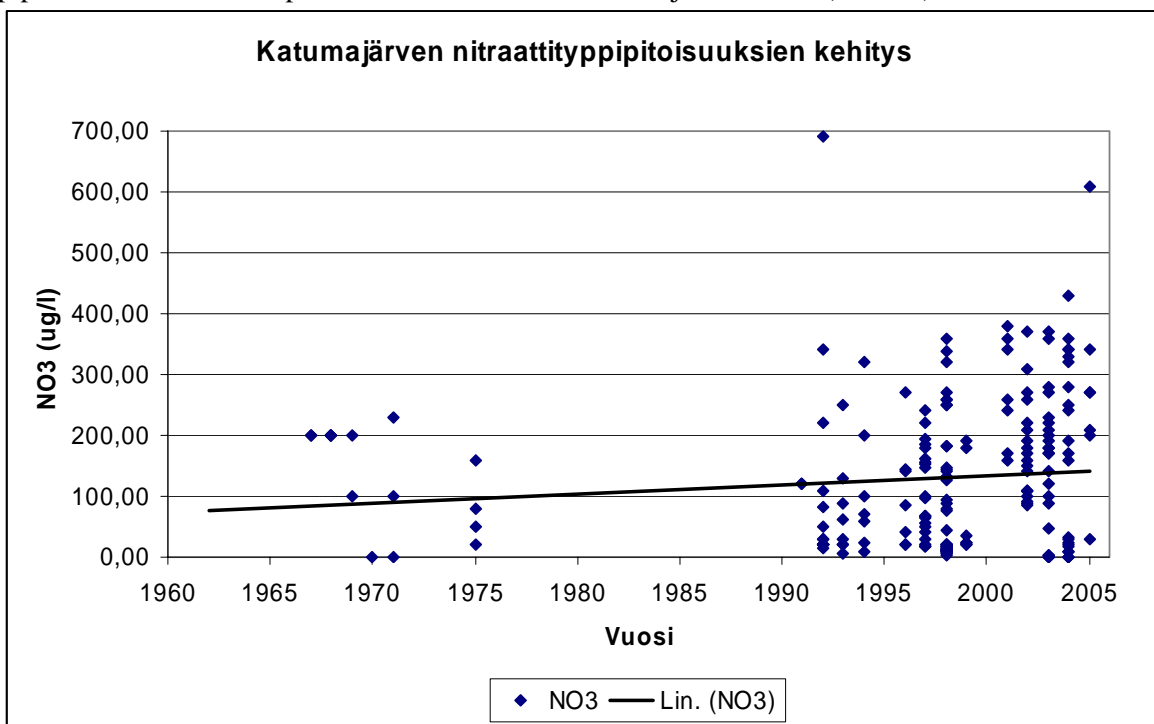
Katumajärven kaikkien näytteiden kokonaistyyppipitoisuuden kehityksessä ei ole merkitsevää muutosta ajan suhteen. Sama pitää paikkansa mm. syvänteiden kesäaikaisen pinta- ja alusveden sekä talviaikaisen pinta- ja alusveden osalta (kuvio 8).



KUVIO 8 Katumajärven kokonaistyyppipitoisuuksien kehitys. Kaikkien näytteiden tiedot. Tyyppipitoisuus ei ole muuttunut ajan funktiona. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.

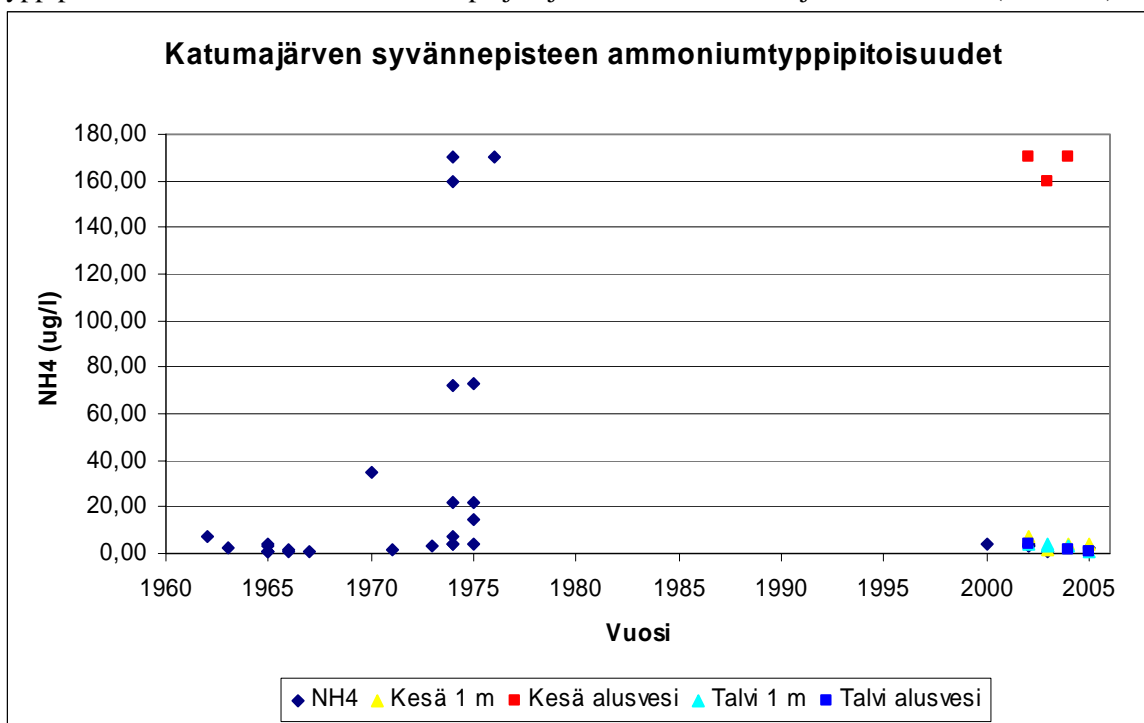
6.2.6 Nitraatti- ja ammoniumtyypipitoisuus

Katumajärven nitraattityypipitoisuuden keskiarvo on 130,35 µg/l (n=211; 0 - 690,0). Nitraattityypipitoisuuksissa ei ole tapahtunut merkitsevää muutosta ajan kuluessa (kuvio 9).



KUVIO 9 Katumajärven nitraattityypipitoisuuksien kehitys. Kaikkien näytteiden tiedot. Esitetty suora ei ole merkitsevä. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.

Katumajärven ammoniumtyyppipitoisuuden keskiarvo on 33,08 µg/l (n=31; 1 - 170,0). Ammoniumtyyppipitoisuudet ovat vaihdelleet varsin paljon ja mittauksia on vain joiltain vuosilta (kuvio 10).



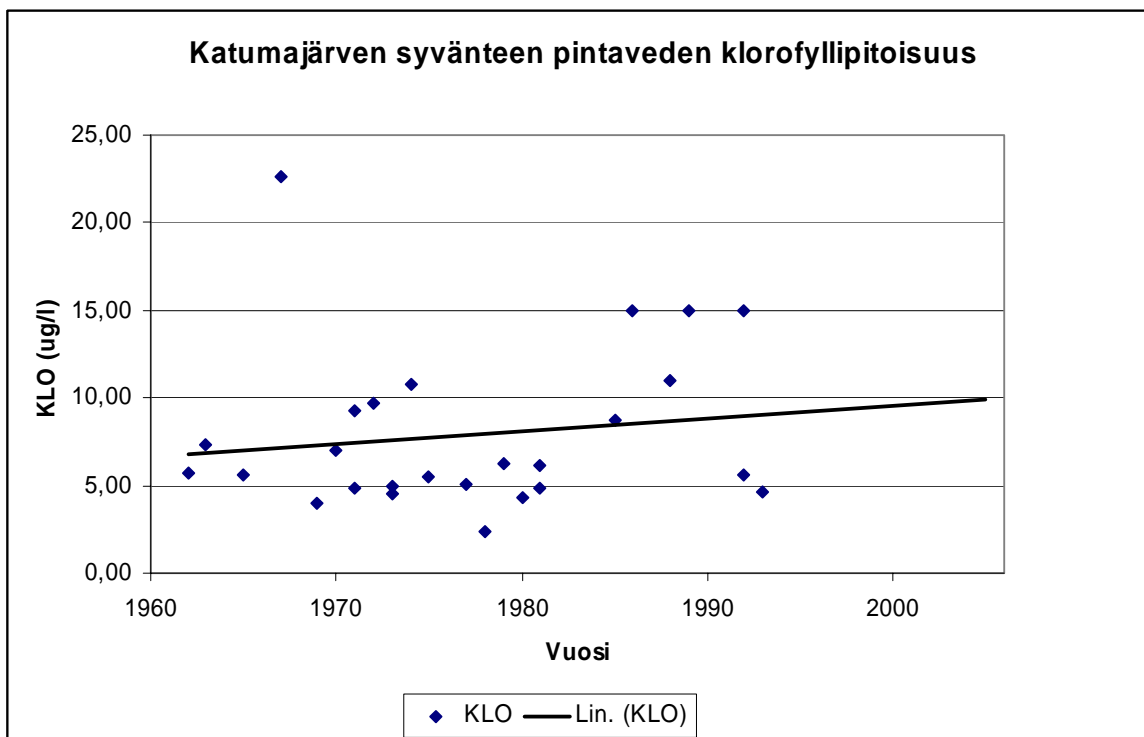
KUVIO 10 Katumajärven ammoniumtyyppipitoisuuksien kehitys. Kaikki Katumajärven näytteet on otettu syvänpisteeltä. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.

6.2.7 Klorofylli

Klorofyllipitoisuus kertoo tuotantokyvystä. Katumajärven klorofyllipitoisuutta on mitattu syvänpisteellä 26 kertaa ja näytteiden keskiarvo on 7,92 µg/l (2,4 – 22,5 µg/l). Kaikki mittaukset ovat luonnollisesti kesäisestä pintavedestä. Klorofyllipitoisuuden keskiarvo kertoo hyvästä veden laadusta, ja kuvion 11 osoittama pitoisuuksien nousu ei ole merkitsevä.

6.2.8 Alkaliniteetti ja pH

Alkaliniteetti mittaa veden kykyä vastustaa pH:n muutosta eli puskurikykyä. Suomen vesistöjen puskurikyky on huono. Happamoituminen näkyikin ensin puskurikyvyn laskuna ja sitten pH:n muutoksena. Puskurikyky riippuu suuresti järven valuma-alueesta: peltovaltaisuus vähentää happamoitumisriskiä ja karut, kallioiset, ohuen moreenikerroksen valuma-alueen järvet ovat alttiimpia happamoitumiselle. Järven puskurikyky ja happamoitumisaste alkaliniteetin perusteella on esitetty taulukossa 3.



KUVIO 11 Katumajärven klorofyllipitoisuuksien kehitys. Kaikki Katumajärven näytteet on otettu syvänpisteeltä 1 m:stä kesällä. Suora ei ole merkitsevä. Osa tiedoista Hertha-järjestelmästä.

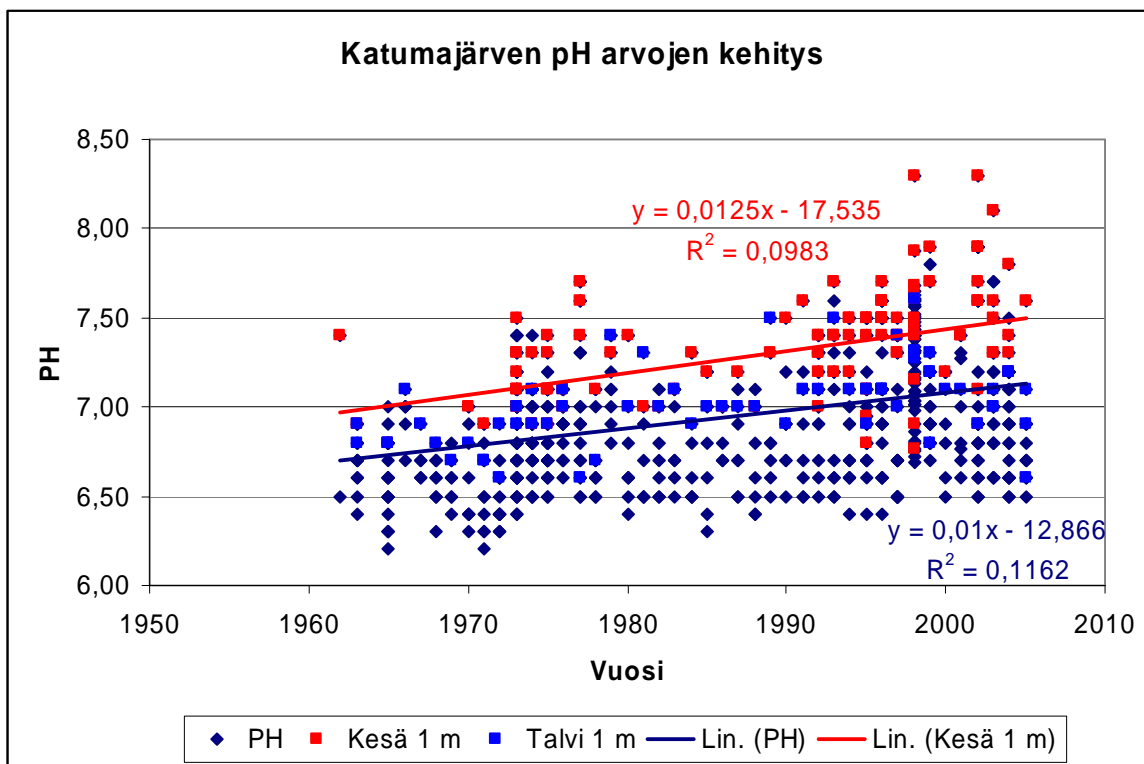
TAULUKKO 3. Järven puskurikyky alkaliniteetin perusteella.

Alkaliniteetti mmol/l	Puskurikyky	Happamoitumisaste
< 0,01	huono	voimakkaasti happamoitunut
0,011-0,05	välttävä	happamoitunut
0,051-0,1	tydyttävä	happamoitumassa
0,11-0,2	hyvä	hyvin puskuroitu
> 0,2	erinomainen	erittäin hyvin puskuroitu

Suomen vesistöjen pH on keskimäärin 6,5 - 6,8 eli lievästi hapan, mikä johtuu luontaisesta humuskuormituksesta. Syvänteiden pintavesien kesäajan pH-arvojen keskiarvo on noin 6,9. Kesäsin pH on hieman korkeampi kuin talvella levätuotannon takia. Pintaveden pH on alusvettä korkeampi, koska alusveteen vapautuu hajotustoiminnan seurauksena hiilidioksidia, joka veden kanssa reagoiessaan laskee pH -arvoa. Vesistöjemme eliöt ovat sopeutuneet elämään pH-alueella 6 - 8.

Katumajärven veden alkaliniteettimittausten (n=33) tulosten keskiarvo on 0,44 eli järveden puskurikyky on erinomainen. Itse asiassa kaikki alkaliniteettitulokset olivat erinomaisia (0,380 mmol/l - 0,567 mmol/l). Näin ollen mitään pelkoa happamoitumisesta ei ole.

Katumajärven pH vaihtelee 3,7 (tämä arvo D-pisteeltä 1 m lienee virhemääritys) - 8,3 välillä kaikkien näytteiden keskiarvon ollessa 6,94. PH:n kasvu on ollut erittäin merkitsevää. Syvänpisteellä kesäajan pintavesien keskiarvo on 7,3 eli vähän emäksisempi kuin yleinen maamme syvänteiden pintavesien keskiarvo 6,9. Kesäarvot ovat talvisia keskimäärin korkeampia ja pinta-arvot alusveden arvoja korkeampia. Syvänteen pH-arvot vaihtelevat välillä 6,2 - 8,3 (kuvio 12).



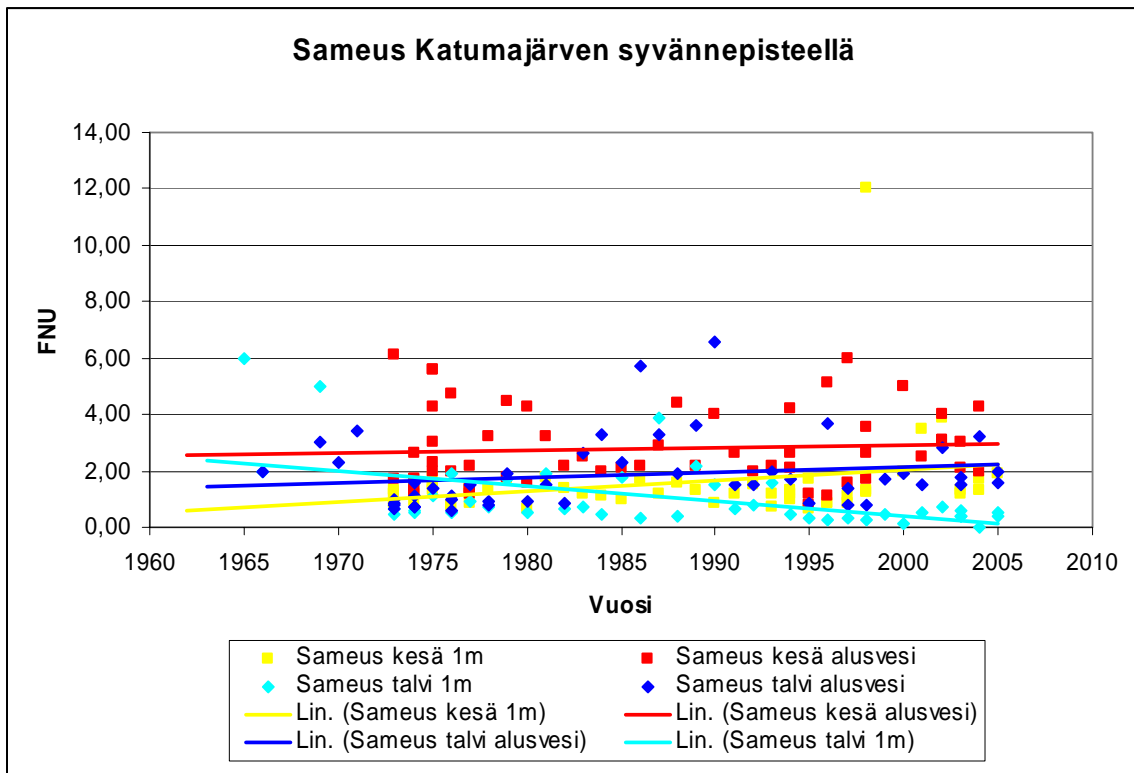
KUVIO 12 Katumajärven pH-arvojen kehitys. Kaikkien näytteiden tiedot. Koko aineiston lineaarinen regressio tuotti erittäin merkitsevän ($P < 0,0001$) riippuvuuden: $0,00997x - 12,866$; $n = 714$, $R^2 = 11,5$ %. Kesäaikaisen pintaveden pH:n riippuvuus vuodesta oli sekä erittäin merkitsevä ($P < 0,0001$): $0,000035x - 6,15056$; $n = 184$, $R^2 = 12,21$ %. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.

6.2.9 Sameus, kiintoaine ja väri

Sameus mittaa nimensä mukaan vedessä olevaa samennusta ja sen yksikköinä käytetään FTU-, NTU- ja FNU- arvoja, jotka tarkoittavat samaa asiaa. Kirkkaan veden sameus on < 1 FTU ja lievästi samean veden 1 - 5 FTU. Syvänteiden pohjalla samennus kasvaa kirkaissakin vesissä ja sameus voi olla 5 - 10 FTU. Kesällä samennus on suurempi kuin talvella leväsamennuksen vuoksi.

Katumajärvellä kaikkien näytteiden sameuden keskiarvo on 1,78 FNU eli vesi on lievästi sameaa. Järviluokituksen erinomainen olisi vaatinut $< 1,5$ FNU:n arvon. Arvot vaihtelevat 0,0 - 12,05 ja pysyvät yleensä alle 5 FNU:n arvon. Sameus kasvaa pohjalle päin mentäessä, mutta toisinaan kesän pintaveden sameus voi olla suurempi kuin väliveden leväkasvustoista aiheutuvan samennuksen takia. Sameusarvojen kehitys on yleensä lievästi kasvava, mutta talviset pintaveden sameusarvot laskevat (kuvio 13).

Veden väriin vaikuttavat järven valuma-alueen olot. Suovedet ja maaperästä huuhtoutuneet humusaineet ovat suurimpia veden värin aiheuttajia Suomen oloissa. Väriluvun ja humuspitoisuuden yhteys on esitetty taulukossa 6. Rauta, levät ja muut liuenneet ja kiinteät aineet aiheuttavat myös vedelle väriä. Suomen vesistöjen keskimääräinen värin arvo on 51 mg Pt/l. Jos vedessä on 6,6 mg Pt/l väriä, vastaa se suunnilleen 1 mg/l humusta. Väriarvot vaihtelevat vuosittain valuma-olojen, kuten säiden mukaan. Värin arvot voivat jopa kaksinkertaistua, jos kyseessä on runsassateinen eikä kuiva kesä. Kesällä väriarvot laskevat hiukan, kun UV-valo hajottaa vedessä olevaa humusta (taulukko 4).

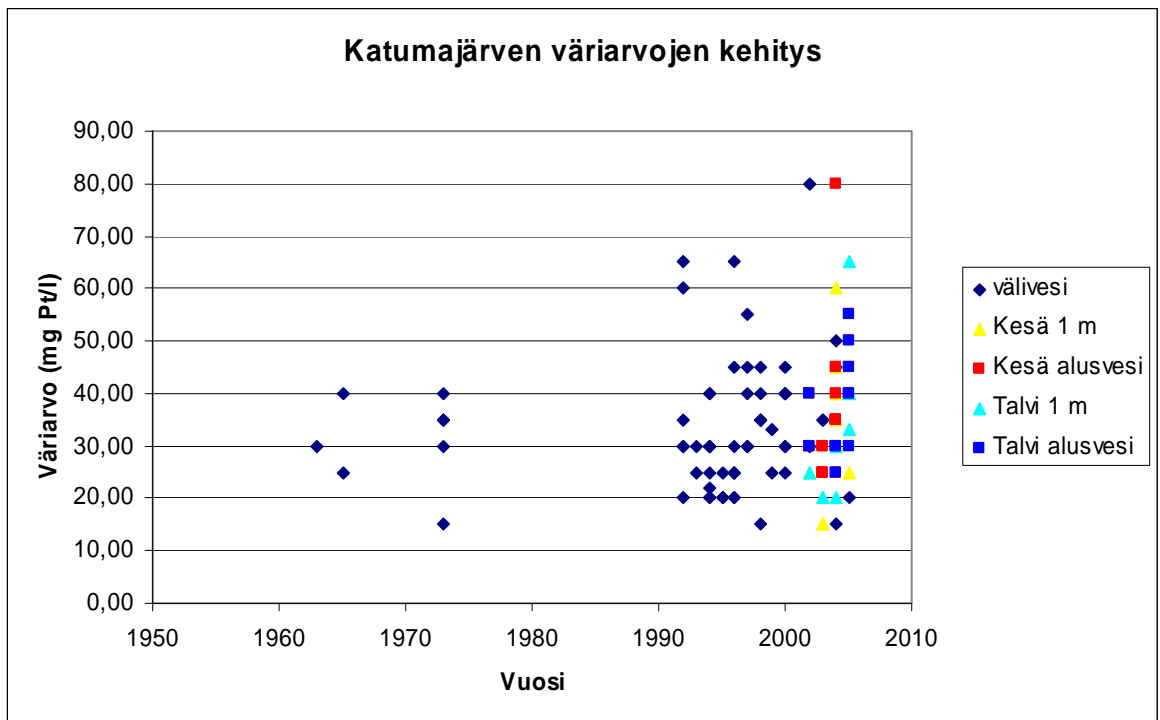


KUVIO 13 Katumajärven syvänteen sameuden kehitys. Esitetyt suorat eivät ole merkitseviä. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.

TAULUKKO 4. Väriluvun ja veden humuspitoisuuden yhteys /8/

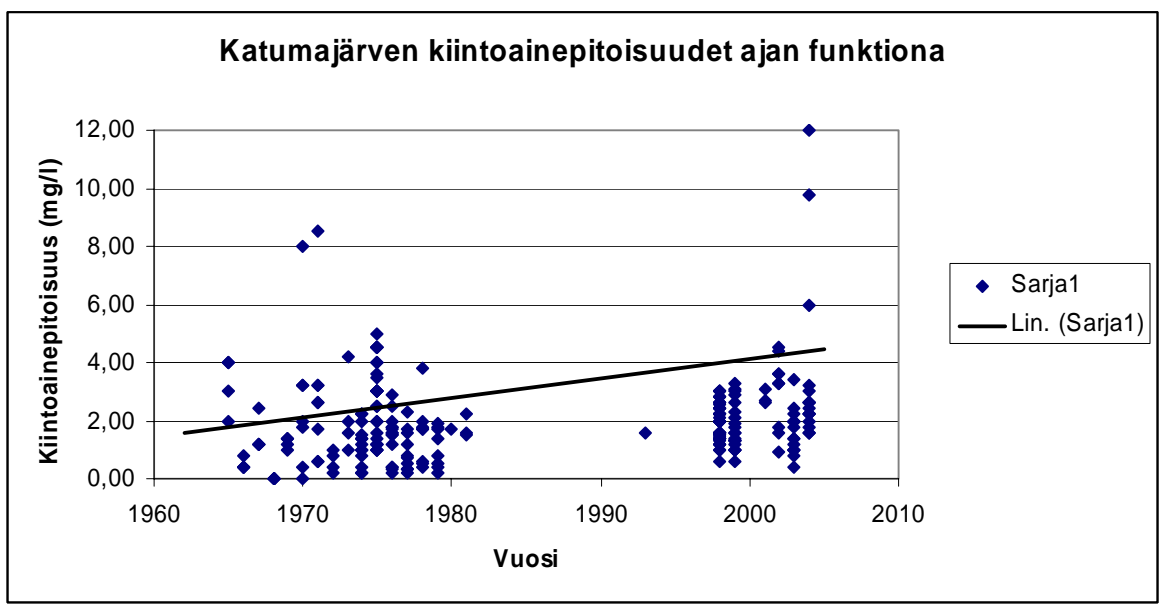
Väri-luku (mg Pt/l)	Veden humuspitoisuus
5-15	kirkas/väritön
20-40	lievästi humuspitoinen
40-100	humuspitoinen
yli 100	erittäin humuspitoinen

Katumajärveltä on suhteellisen niukasti värimittauksia (n=65) ja kaikkien näytteiden keskimääräinen väri-luku on 33,62 mg Pt/l arvojen vaihdellessa välillä 15 – 80 mg Pt/l (kuvio 14). Kesällä syvänteen pinta- ja pohja-arvot ovat olleet keskimäärin 31-32 mg Pt/l. Talvella pinnassa arvot (keskim. 26 mg Pt/l) ovat olleet pohjaa (keskim. 39 mg Pt/l) alhaisempia. Väri-luvun perusteella vesi on lievästi humuksista ja se luokitellaan erinomaiseksi. Kaikkia näytteitä tarkasteltaessa värin määrä näyttäisi kasvaneen, mutta trendi ei ole merkitsevä. Näytteitä ei ole otettu säännöllisesti vaan ajoittain enemmän. Aikaisemmin näytteet värimääritystä varten on otettu välivedestä.



KUVIO 14 Katumajärven väriarvojen kehitys. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.

Kiintoainepitoisuus kertoo vedessä olevien hiukkasmaisten aineiden pitoisuuden. Kirkkaan veden kiintoainepitoisuus on alle 1 mg/l ja jätevesikuormitus, levät ja muu biomassa sekä eroosion kuljettama aines nostavat kiintoainepitoisuutta. Kiintoainepitoisuus on suurempi kesällä levien takia sekä alusvedessä.

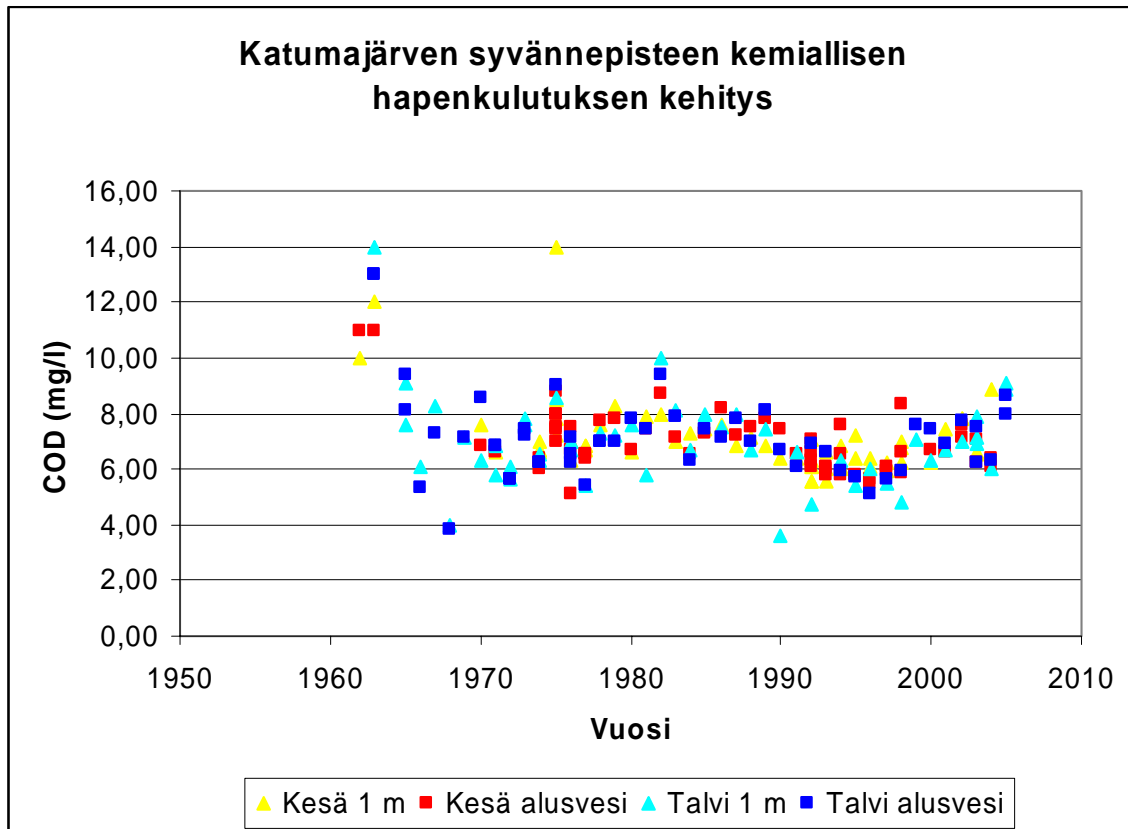


KUVIO 15 Katumajärven kiintoainemäärien kehitys. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.

Kaikkien kiintoainemääritysten keskiarvo on 3,31 mg/l (n=244) vaihdellen 0-160 mg/l, mutta jos otetaan kaikki 20 mg/l suuremmat arvot (n=5) pois virheellisinä (luultavasti näytteenottoväline on osunut maahan ja maa on pölynnyt), keskiarvoksi saadaan 1,75 mg/l, mikä on melko lähellä kirkkaan veden rajaa 1,0 mg/l. Kiintoainepitoisuuksien kehitys on esitetty kuviossa 15. Pisteet hajoavat varsin paljon eikä nouseva trendi ole merkitsevä.

6.2.10 Kemiallinen hapenkulutus eli COD ja sähkönjohtavuus

Kemiallinen hapenkulutus (COD eli Chemical Oxygen Demand) mittaa veden sisältämien hapettuvien orgaanisten aineiden määrää. Hapettimena käytetään mangaania (luonnonvesille) ja kromia (jätevesille). Aiemmin samaa asiaa mittasi kaliumpermanganaattiluku, josta saadaan COD-arvo kertomalla KMnO_4 luvulla 0,253 tai KMnO_4 on 3,953 kertaa COD. Orgaaniset ainekset voivat olla vedessä olevaa orgaanista ainetta, kuten humusta, jätevetä, karjatalouden päästöjä tai luonnonhuuhtoumaa. Kaikki orgaaninen aine ei kuitenkaan hapetu, joten tulokset ovat suhteellisia. Humusvesissä eli ruskeissa vesissä COD-arvo on 10–20 mg O_2/l ja värittömissä vesissä 4–10 mg O_2/l .

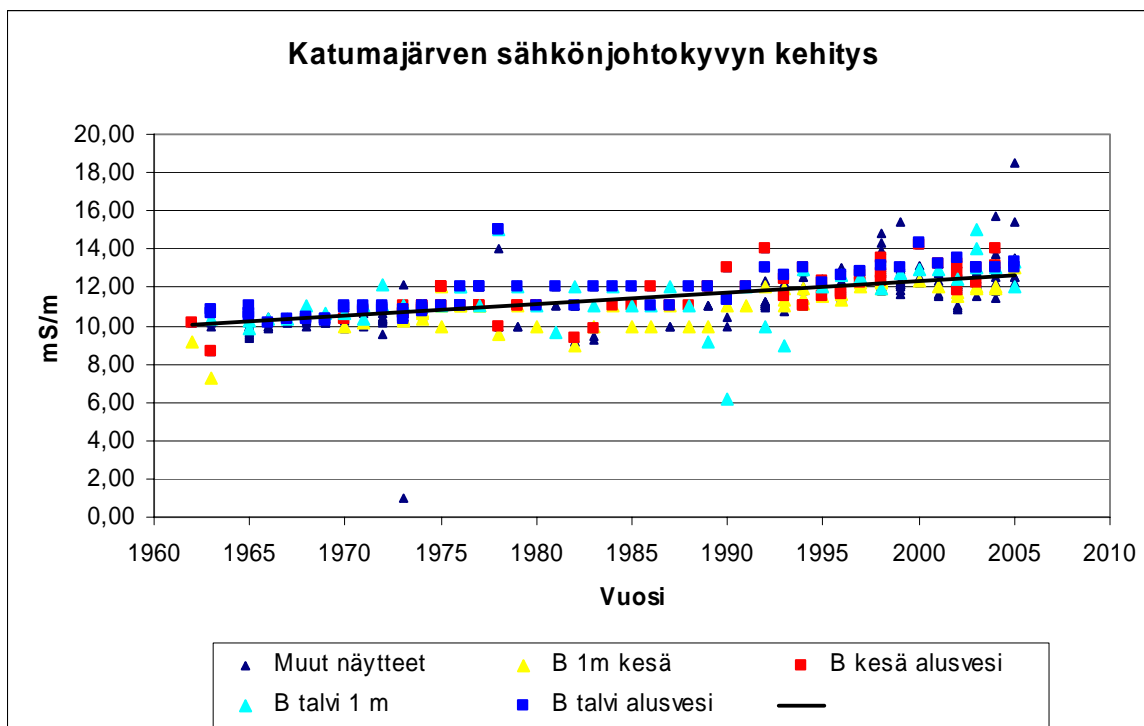


KUVIO 16 Katumajärven syvänteen kemiallisen hapenkulutuksen kehitys. Alusvesi on 13 m tai syvämpi. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.

Katumajärven kemiallisen hapenkulutuksen keskiarvo (sisältää COD_{Mn} -arvot ja KMnO_4 -muunnetut arvot) on 6,98 mg/l (n=647; 3,6 - 14,0) eli kirkkaille järvesille tyypillinen. Pitoisuuksissa ei ole havaittavissa selkeää ajallista trendiä (kuvio 16). Mahdollisesti kemiallista hapenkulutusta selittää esimerkiksi sateisuus, jolloin valumavesien mukana järveen on tullut enemmän ravinteita ja hajotettavaa ainetta.

Sähkönjohtavuus mittaa vedessä olevien suolojen määrää: mitä suurempi arvo, sitä enemmän suoloja. Järvivedet sisältävät lähinnä natrium-, kalium-, kalsium-, magnesium-, kloridi- ja sulfaatti-ioneja. Järviveden sähkönjohtavuus on yleensä 5 - 10 mS/m, voimakkaasti viljeltyjen vesistöjen jopa 15 - 20 mS/m. Sähkönjohtavuus kasvaa talvisin ja pohjaan päin siirryttäessä.

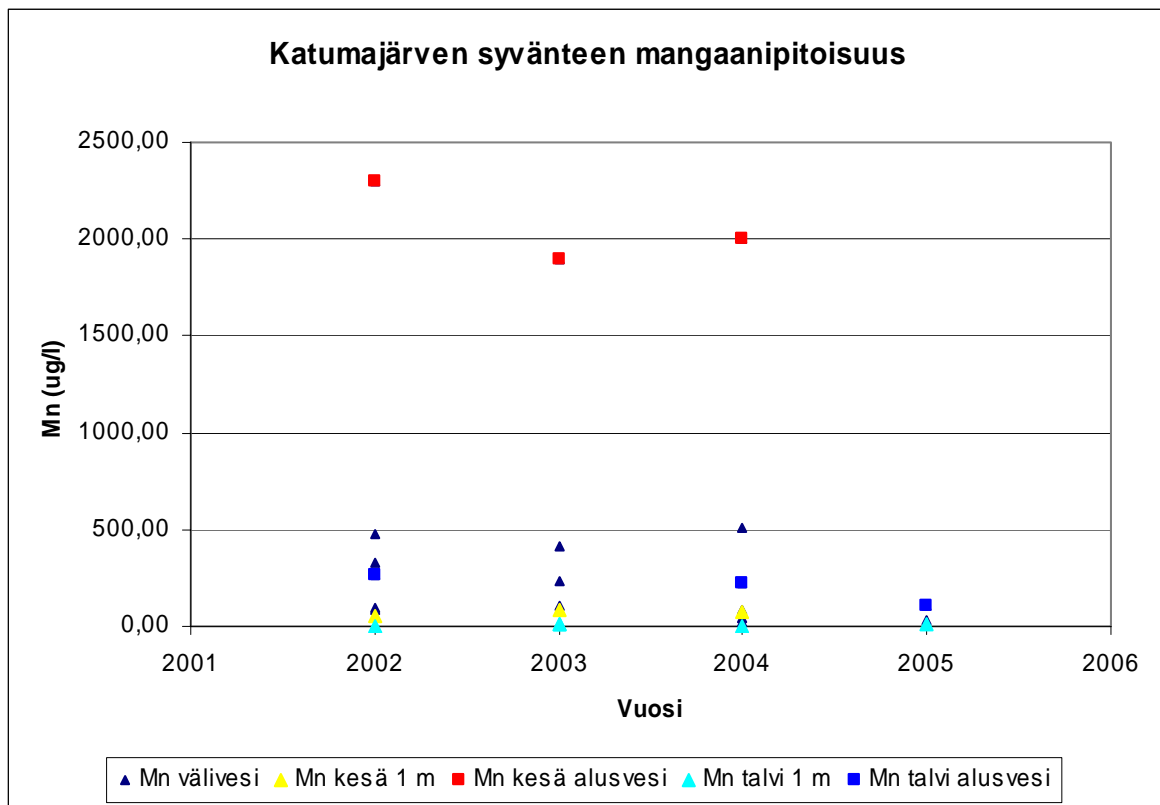
Katumajärven keskimääräinen sähkönjohtokyky on 11,44 mS/m (n=717; 0,95 - 18,5) eli ilmentää valuma-alueelta tulevan suoloja kohtalaisesti. Sähkönjohtokyky on erittäin merkitsevässä kasvussa ajan funktiona (kuvio 17) eli järviveteen tulee enemmän kationeita ja anioneita. Tämä voi johtua mm. sademäärän lisääntymisestä, jätevesien määrän lisääntymisestä, lannoituksesta tai orgaanisen aineksen hajotuksesta.



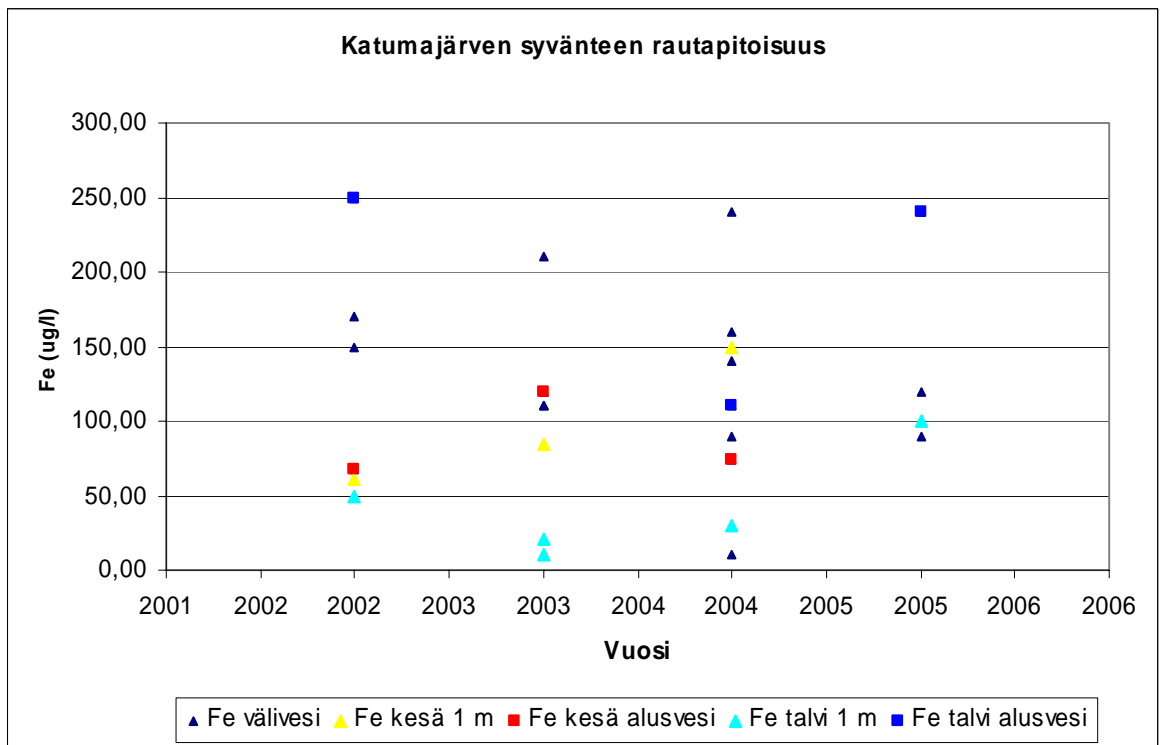
KUVIO 17 Katumajärven sähkönjohtokyvyn kehitys. Kuviossa ovat kaikkien näytteiden tulokset. Alusvesi on määritelty yli 13 m syvyydestä otettuihin näytteisiin. Pienet tumman siniset kolmiot ovat syvänteeseen väliveden ja muiden näytepisteiden arvoja. Regressiosuoran yhtälö on $y = 0,05815x - 104,040$; $R^2 = 44,91\%$, $n = 715$. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.

6.2.11 Metallit

Katumajärvestä on tehty jonkin verran metallimittauksia. Alumiinia on tutkittu 8 näytteestä ja arvot ovat vaihdelleet 9 – 150 µg/l (keskiarvo 44,25 µg/l). Kaliumin mittauksia on neljästä, kalsiumin ja natriumin viidestä ja magnesiumin kuudesta näytteestä. Mangaania on tutkittu 30 kertaa ja tulokset osoittavat suurta vaihtelua (keskiarvo 354,19 µg/l; vaihteluväli 10,0 – 2300,0). Kesäisin hapettomassa tilanteessa alusveden mangaanipitoisuuden kohoavat fosforin vapautuessa mangaaniyhdisteistä (kuvio 18). Rautapitoisuutta on määritetty 28 kertaa, joista kaikki ovat samalla kerralla kuin mangaanimääritykset. Rautapitoisuuden kohdalla alusveden pitoisuuksien ero muihin näytteisiin ei ole niin selvä kuin mangaanissa, mutta hapettomassa alusvedessä sitäkin vapautuu (kuvio 19).



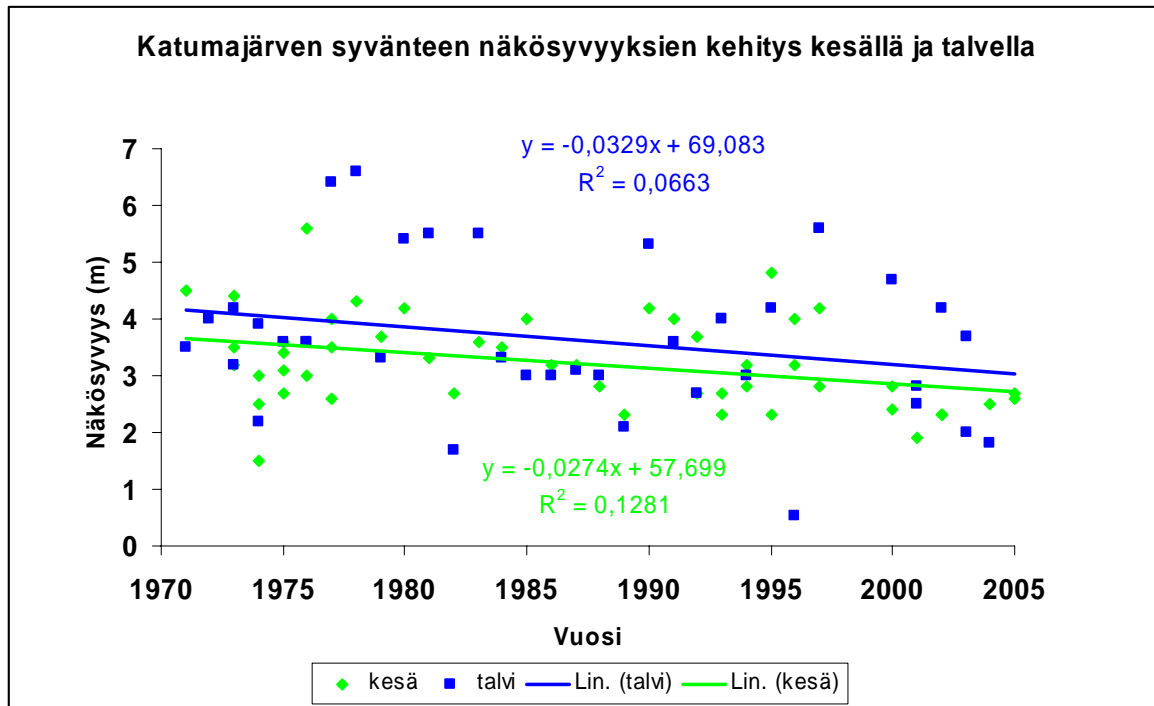
KUVIO 18 Katumajärven mangaanipitoisuuden kehitys. Kuviossa ovat kaikkien näytteiden tulokset: määrittämissä on siis vain pisteeltä B. Alusvesi on määritetty yli 13 m syvyydestä otettuihin näytteisiin. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.



KUVIO 19 Katumajärven rautapitoisuuden kehitys. Kuviossa ovat kaikkien näytteiden tulokset: määrittämissä on siis vain pisteeltä B. Alusvesi on määritetty yli 13 m syvyydestä otettuihin näytteisiin. Osa tiedoista Hertta-järjestelmästä.

6.2.12 Näkösyvyys

Katumajärvellä rehevöityminen ilmenee mm. näkösyvyyden laskuna, joka on merkitsevää kesäaikaan (kuvio 20). Valtakunnallisestikin havaittu talvisten näkösyvyyksien lasku ei Katumajärven tapauksessa ole tilastollisesti merkitsevä. Näkösyvyys tarjoaa hyvän seurantasuureen, jota voi myös omassa rannassa tarkkailla. Näkösyvyys vaihtelee säätilan, tuulisuuden, pilvisyyden, sateisuuden jne. mukaan ja sitä vähentävät mm. valuma-alueelta tuleva kiintoainekuormitus sekä leväkukinnat. Katumajärven syvännepisteen keskimääräinen näkösyvyys on 3,39 m.



KUVIO 20 Katumajärven syvänteen näkösyvyyden kehitys. Kesäisen näkösyvyyden lasku on merkitsevä ($P=0,0099$), mutta talvisen näkösyvyyden trendi ei sitä ole ($P=0,1240$). Osa tiedoista Herttajärjestelmästä.

6.2.13 Muut muuttujat

Katumajärveltä on mitattu edellä mainittujen muuttujien lisäksi kloridia ($n=30$), natriumia ($n=5$), orgaanista kokonaishiiltä ($n=3$), piidioksidia ($n=5$), sulfaattia ($n=25$) ja absorptiokerrointa ($n=2$). Mikrobiologisista muuttujista varsinaisilla vesistönäytekkeillä on tietoa *E. coli* ja ($n=18$) fekaalisten streptokokkien määristä ($n=19$). Myös muita mikroskooppisia tutkimuksia on tehty ($n=24$).

6.3 Katumajärven sedimentin tila

Järven rehevöitymiskehitystä voidaan hidastaa ja veden laatua parantaa vähentämällä sisäistä ja ulkoista kuormitusta erilaisin vesienkunnostustoimin. Tärkeä merkitys järvien veden laadun parantamisessa on sedimentillä, jonka kunto voidaan selvittää sedimenttitutkimuksilla. Koska sedimentti toimii ravinteiden varastona, sillä on myös tärkeä rooli järven rehevöitymiskehityksen indikaattorina. Sedimenttitutkimuksilla voidaan selvittää, mikä oli järven luontainen tila ennen kuin ihmisen toimet vaikuttivat siihen. Parhaassa tapauksessa selville saadaan vuosikymmenen tarkkuudella, milloin järven veden ravinnepitoisuudet ovat alkaneet nousta ja välillisesti, mitkä ihmisen toimenpiteet ovat aiheuttaneet nousun. Sedimenttitutkimuksilla saadaan selville järven pohjan ravinnekerrostumat ja kuormitusten ajankohdat järven syntymästä saakka (Salonen 2003).

JÄRKI-hankkeessa selvitettiin sedimenttitutkimusten avulla neljän järven ympäristöhistoriaa ja kahden järven sedimenttien ruopattavuutta. Hämeenlinnan Katumajärven ja Tammelan Liesjärven osalta tutkimukset tekivät Helsingin yliopiston geologian laitoksen tutkijat (Jutta Forsell, Veli-

Pekka Salonen ja Samu Valpola 2005) ja GTK (Tommi Kauppila 2005). Janakkalan Joutjärven ja Riihimäen Paalijärven tutkimuksista vastasi Jyväskylän yliopiston Ympäristötutkimuskeskus (Juhani Hynynen ja Arja Palomäki).

Noin 150 vuoden ajanjakson käsittävä **Katumajärven** syvänteen sedimenttiprofiili osoittaa sedimentin rakenteen muuttuneen voimakkaasti 1960-luvulla, jolloin hapekas järvilieju vaihettuu enemmän sulfideja sisältäväksi, osin hapettomaksi löyhäksi liejuksi, ja 1970-luvulta lähtien hapetomat kaudet ovat olleet säännöllisiä. Nykyään järven syväntesedimentti on läpi vuoden hapeton, ja todennäköisesti voimakkaasti sisäkuormitusta aiheuttava. Sedimentin fosforivarasto on hyvin suuri (fosforipitoisuus on 2-3-kertainen tavanomaiseen nähden), ja se on alkanut kasvaa 1970-luvun alussa, ilmeisesti maatalouden aiheuttaman hajakuormituksen seurauksena. Fosforista suuri osa on hapettomissa oloissa helposti liukenevassa muodossa sitoutuneena rauta- ja alumiiniyhdistisiin (Forsell ym. 2005).

On ilmeistä, että Katumajärven syvänteen on toiminut tehokkaasti järvestä fosforia poistavana nieluna, joka on pitänyt järviveden fosforitasoa suhteellisen alhaisena, vaikka järveen kohdistuva ravinnekuormitus on ollut suuri. Tämän ansiosta veden mitatuassa laadussa ei ole havaittu merkittävää heikkenemistä. On kuitenkin mahdollista, että nykyisin ravinnenielu vuotaa varsinkin loppu-talven hapettomina aikoina ja tarjoaa ravinnepulsseja, jotka ilmenevät toistuvina levien massaesiintymisinä (Forsell ym. 2005). Talviaikaisen alusveden fosforipitoisuuden nousu onkin todistettu tilastollisesti kappaleessa 3.2.4.

Myös piileväanalyysi osoittaa, että fosforia on ajoittain huomattavan paljon levien käytössä. 1960-luvulta nykypäivään koostuva sedimenttisarja osoitti Katumajärven piilevälajiston olevan yksipuolinen ja kuvastavan melko reheviä oloja sekä lajiston niukentumisen ja rehevien lajien osuuden kasvaneen koko tutkimusjakson ajan. Sedimentti- ja piilevätutkimusten tulokset vastaavat käsitystä järven heikentyneestä tilasta (mm. lisääntyneet sinileväkukinnat), jota sen sijaan vesianalyysitulosten pohjalta ei ole voitu todentaa. Tulos on hyvin mielenkiintoinen ja tukee vesiputedirektiivin tavoitetta määrittellä vesistöjen tilaa myös biologisten muuttujien perusteella (Kauppila 2005).

Lisää tietoa Katumajärven sedimentistä löytää julkaisusta

JÄRKI-hanke 2005: Janakkalan Joutjärven, Riihimäen Paalijärven, Tammelan Liesjärven ja Hämeenlinnan Katumajärven sedimenttitutkimukset vuonna 2003. – Ympäristöosaston julkaisuja 27. Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto. 63 s.



KUVA 1 Katumajärvi pohjoispäästä nähtynä. Karri Jutila 4.8.2004.

7 Vesistökuormitus ja sen vähentäminen

7.1 Ravinnekuormitus vesistöihin

Yhdyskuntien ja teollisuuden jätevedenpuhdistuksen tehostumisen myötä maatalous on noussut suhteellisesti merkittävimmäksi vesistöjemme kuormittajaksi. Suomen ympäristökeskus on arvioinut, että vuonna 2003 noin 60 % ihmistoiminnan aiheuttamasta vesistöjen kokonaisfosforikuormituksesta ja n. 50 % typpikuormituksesta oli peräisin maatalouden toimista (taulukko 4; Suomen ympäristökeskus 2005).

Maatalouden lisäksi muita merkittäviä hajakuormittajia ovat haja-asutusalueiden jätevedet, jotka pääsevät puhdistamattomina vesistöihin ja metsätalouden kiintoainepitoiset valumavedet.

Maatalouden tehostuminen on johtanut lannoitteiden käyttöön ja maanpinnan voimakkaaseen muokkaukseen, jotka lisäävät pintaeroosiota ja vesistöihin kulkeutuvaa kuormitusta. Pelloille lisätään lannoitteita ja ne syyskynnetään, jolloin suojaava kasvipeite poistetaan maanpinnasta. Muun muassa edellä mainitut asiat lisäävät peltojen muokkauskerroksen maa-aineksen ja samalla ravinteiden huuhtoutumista pinta- ja salaajavalumavesien mukana vesistöihin.

Haja-asutusalueiden jätevedet pääsevät usein saostuskaivojen kautta käsittelemättöminä vesistöihin, jolloin niiden mukana kulkeutuu paljon fosfori- ja typpiravinteita sekä kiintoainetta. Jätevedet sisältävät myös suolistoperäisiä mikrobeja, jotka suurina määrinä saastuttavat vesistöjä ja ovat terveydelle haitallisia.

TAULUKKO 5. Fosfori- ja typpikuormitus eri lähteistä sekä arvio laskeumasta ja luonnon huuhtoumasta Suomessa vuonna 2004 (Suomen ympäristökeskus 2005).

Päästölähteet	Fosfori t/a	Typpi t/a	Fosfori %	Typpi %
Pistemäinen kuormitus				
Massa- ja paperiteollisuus	182	2561	4,4	3,3
Muu teollisuus	25	914	0,6	1,2
Yhdyskunnat	219	12 021	5,3	15,5
Kalankasvatus	89	726	2,2	0,9
Turkistarhaus	45	430	1,1	0,6
Turvetuotanto	17	500	0,4	0,6
Pistemäinen kuormitus yhteensä	577	17 152	14,0	22,1
Hajakuormitus				
Maatalous	2 600	39 500	63,1	50,9
Haja-asutus	355	2 500	8,6	3,2
Metsätalous	320	4 100	7,8	5,3
Hajakuormitus yhteensä	3 275	46 100	79,5	59,4
Laskeuma	270	14 300	6,6	18,4
Kuormitus yhteensä	4 122	77 552	100,0	100,0
Luonnon huuhtouma	2 700	70 000		
Teollisuuden, kalankasvatuksen ja yhdyskuntien päästöt v. 2004. Muut päästölähteet ja luonnon huuhtouma: SYKEN laskema arvio.				

Metsätalouden vesistöjä kuormittavia toimenpiteitä ovat päätehakkuut, jotka lisäävät mineraalityypen ja orgaanisen aineksen huuhtoutumista; ojitus, josta tulee kiintoainekuormitusta sekä turvemaiden lannoitus, mikä lisää fosforin huuhtoutumista vesistöihin (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus 2000).

Lisääntyneet ravinnepitoisuudet vesistössä aiheuttavat järven luontaisen sietokyvyn ylittymisen, mikä saattaa johtaa vesistön rehevöitymiseen. Järveen tulleen ulkoisen kuormituksen takia pohjasedimenttiin on laskeutunut kiintoaineksen mukana runsaasti fosforia, joka liukenee sieltä sopivissa olosuhteissa sedimentin huokosveteen. Sedimentin huokosvedessä oleva kasveille suoraan käyttökelpoinen liuennut fosfaattifosfori päätyy takaisin järviveteen resuspension eli tuulen sekoittamana, bioturbaation eli kalojen tai pohjaeliöiden pöyhinnän avulla ja kaasukäymisen eli mikroflotaation sekoittaessa sedimenttiä. Näillä tavoin fosfori palautuu pohjasta veteen suoraan kasvien ja levätuotannon käyttöön ja vesistö kuormittaa itseään osittain samalla fosforilla uudelleen ja uudestaan. Ilmiötä kutsutaan sisäiseksi kuormitukseksi, ja se on ominaista rehevälle järvelle (Ilmavirta 1990).

Seuraavassa perehdytään valuma-alueelta tulevan ulkoisen kuormituksen määrään. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen on ollut yksi JÄRKI-hankkeen keskeisistä toimista. Erillisessä valumavesien käsittelymenetelmiä ja hankkeessa tehtyjä allasyleissuunnitelmia sekä toteutettuja altaita käsitellään vuoden 2005 lopulla julkaistavassa teoksessa. Hulevesien osalta tietoa löytyy omasta erillisjulkaisustaan (Kesäniemi 2005).



KUVA 2 Lammassaaren kalliokettoa Katumajärven rannassa. 13.5.2005. Heli Jutila, JÄRKI-hanke.

8 Katumajärveen laskevien uomien kuormitusselvitys

8.1 Yleistä

Katumajärveen laskee monelta suunnalta erikokoisia ojia, joiden mukana järveen kulkeutuu valuma-alueelta haja-asutuksen jätevesiä, maatalouden valumavesiä, metsien sekä soiden kuivatusvesiä, kaupunkialueen hulevesiä (kts. tarkemmin Kesäniemi 2005), golfkenttien valumavesiä ja piste-kuormittajien, kuten Katumajärven rannalla sijaitsevan tanssilavan harmaita vesiä. Ojien mukana Katumajärveen tulee kiintoainetta, kuten humusta ja orgaanista ainesta, epäorgaanista maa-ainesta ja ravinteita. Ravinteet rehevöittävät järveä suoraan liukoisessa muodossa tai epäsuorasti laskeutamalla kiintoaineksen mukana sedimenttiin ja sieltä ajoittaen vapautuen. Samalla vedessä oleva liuennut happi vähenee, sillä mikrobit tarvitsevat sitä hajottaessaan orgaanista ainesta. Alhainen veden happipitoisuus taas haittaa järven eliöitä ja ekosysteemiä. Epäorgaaninen maa-aines sedimentoituu pohjalle ja aiheuttaa liettymistä ja pohjan nousua. Lähivaluma-alueen ja ojien tuoma kiintoaine- ja ravinnekuormitusta vähentämällä päästään ainakin lähemmäs tavoitetta, jossa järven rehevöityminen saadaan hallintaan ja veden laatua parannetaan.

Ojavesien ravinnepitoisuudet ovat yleensä paljon korkeampia kuin järvissä, mikä johtuu siitä, että yleensä jokivarsille on sijoittunut runsaasti peltoja ja asutusta, joiden valuma- ja jätevedet kuormittavat jokivettä. Ojan vesitilavuus on yleensä pieni ja kuormitus näkyy suurina pitoisuuksina veden vähyiden vuoksi. Esimerkiksi kesäisin pienien ojien vesi saattaa olla suurimmaksi osaksi jätevettä, jos ojan varrella on paljon haja-asutusta ja sateisia päiviä on vähän.

Kuormitusselvityksen tarkoituksena oli selvittää jokaisen ojan vuoden aikana tuoma kokonaiskuormitus eli ainevirtaama Katumajärveen kokonaisfosforin, kokonaistypen ja kiintoaineen osalta. Tavoitteena oli saada ojat tärkeysjärjestykseen, jossa osoitetaan kuormittavimmat ojat. Teoreettiset ainevirtaamat laskettiin ojien valuma-alueen koon, alueellisen keskivaluman ja ravinnepitoisuuksien keskiarvojen avulla. Ainevirtaamat laskettiin myös todellisten kevät- ja syysvirtaamien ja -ravinnepitoisuuksien mukaan, jolloin teoreettisia ja todellisia ainevirtaamia pystyttiin vertailemaan keskenään.

Teoreettisia ja todellisia ainevirtaama tuloksia tulee pitää suuntaa antavina. Teoreettisia siksi, että alueellinen valuma-arvo ja ojavesien pitoisuudet vaihtelevat vuodenaikojen mukaan. Todellisten arvojen tulosten ongelmana on, että tietyllä hetkellä jostain pisteestä otettu vesinäyte ja virtaamamittaus eivät yleensä kuvaa ojaveden keskimääräistä laatua, koska virtaamat ja ravinnepitoisuudet saattavat vaihdella eri hetkinä ja vuodenaikoina suurestikin. Luotettaviin ainevirtaamiin päästään esimerkiksi jatkuvatoimisella näytteenotolla ja virtaamamittauksilla, jotka sisältävät monen vuoden ylivirtaama- ja alivirtaamajaksot. Hyviin tuloksiin voidaan päästä myös ojista otettujen sedimenttianalyyseiden avulla, joista nähdään mm. ojassa olevien ravinnepitoisuuksien kehitys.

8.2 Katumajärveen laskevat uomat

Katumajärveen laskee 21 ojaa lähivaluma-alueelta ja Myllyjoki kaukovaluma-alueelta. Osa näistä on sadevesiviemäreitä. Kaikista näistä uomista käytetään jatkossa yhteisnimitystä oja. Virtaaman mukaan järjestettynä merkittävien kokoisten uomia ovat Myllyjoki (eli Ruununmyllyjoki), Joke-lanoja, Petäjänharjunoja, Kihtersuonoja, Rauhalanoja, Niemelänoja, Paavolanoja, Idänpään valtaoja, Kappolanoja, Rantatienoja, Solvikinoja ja Katumanoja. Loput ojat ovat virtaamaltaan niin pieniä, että ne saattavat kuivua kesällä kokonaan. Katumajärven vesi laskee järven länsipuolelta Kutalanjokea (9) pitkin Vanajaveteen.

Katumajärven kuormituksen selvittämiseksi on ojista otettu vesinäytteitä vuosina 1998, 1999, 2002 ja 2003. Myllyjoesta vesinäytteitä on otettu vuosien 1989 – 2003 välillä. Kaikkien ojien vesinäytteistä on tutkittu väriluku (2002 - 2003), pH, sameus, KMnO_4 -luku, sähkönjohtavuus, kiintoaine, kokonaisfosfori P, fosfaattifosfori PO_4^{2-} , kokonaistyyppi N, nitraatti NO_3^{2-} , lämpökestoiset koliformiset bakteerit ja fekaaliset streptokokit (Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto 2003).

Ojien valuma-alue tietojen ja ravinnepitoisuuksien avulla laskettiin niiden ainevirtaamat Katumajärveen vuoden aikana ja niitä vertailtiin ojista otettujen syvyys-, leveys-, virtausnopeus- ja laatutietojen avulla laskettuihin ainevirtaamiin. Tietojen avulla saatiin selville, mitkä ojat kuormittavat eniten järveä ja mille ojille kannattaa tehdä ensimmäiseksi toimenpiteitä ojavesien ravinnepitoisuuksien vähentämiseksi.

Katumajärven valuma-alueen ojat (Ojien numerot ovat sulkeissa; kts. myös liite 2) ovat:

- Ruununmyllyjoki (useita näytepisteitä)
- Paavolan rantaoja (3)
- Niemelänoja (4)
- Kappolanoja (5)
- Petäjänharjunoja (6)
- Harvialanoja (7)
- Katumanoja (8)
- Kutalanjoki (laskee Katumajärvestä Vanajaan) (9)
- Idänpään valtaoja (10)
- Kihtersuonoja (11)
- Solvikinoja (15)
- Myllyjoki (16)
- Jokelanoja eli Mäskälänoja (17)
- Kuuselanoja (18)
- Rantatienoja (19)
- Valkamatienoja (20)
- Käikälänoja (21)
- Mantereenvuorenoja (22)
- Honkapirtinoja (23)
- Rauhalanoja (24)
- Idänpäänoja (25)
- Kahilistonoja (26)
- Tervapirtinoja (27).

8.3 Perustietoa Myllyjoesta

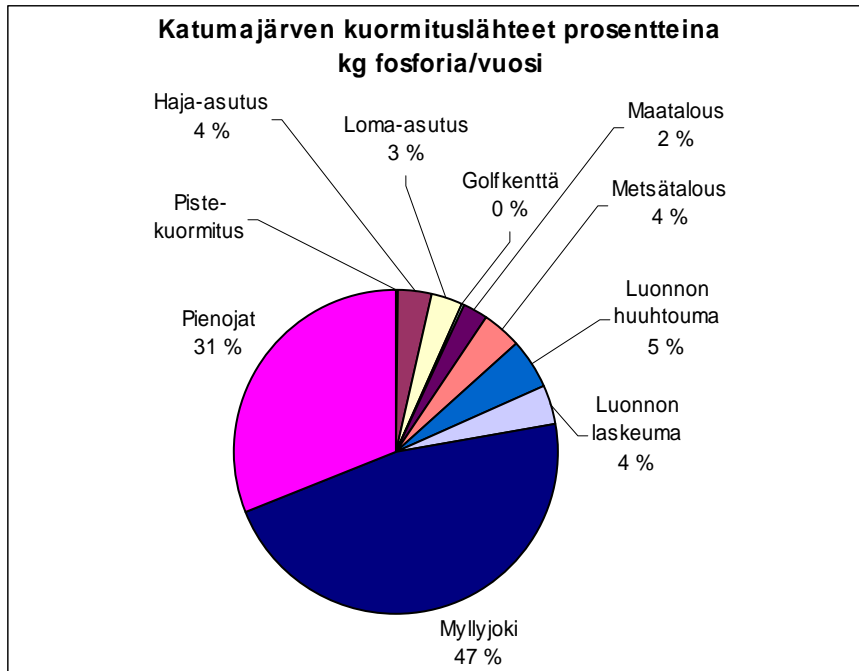
Myllyjoki on virtaamaltaan suurin Katumajärveen laskeva oja ja sen teoreettinen keskivirtaama on 0,37 m³/s. Myllyjoki saa alkunsa karuksi luokitellusta Kankaistenjärvestä, jonka veden laatu on erinomainen. Veden ravinnepitoisuudet kohoavat pian Kankaistenjärvestä ojaan tultuaan, mikä voi johtua alueella sijaitsevien peltoaukeiden runsaista valumavesistä (Jutila & Peltonen 2001). Peltojen ja metsien jälkeen oja virtaa Velssissä sijaitsevaan Pesosen lampeen. Lampi on erotettu alajuoksesta padolla. Oja kulkee lammen jälkeen peltojen ja omakotitaloasutuksen läpi Siirissä ja päättyy Matkolammiin. Matkolammin eteläpäästä oja virtaa Myllyjoen nimellä Ruununmyllyn padolle, jonka omistaa Katisten kartano. Ruununmyllyn pato on vesivoimala, jossa vedestä tuotetaan sähköä turbiineilla kartanon toimintaan. Padolta vesi jatkaa lopulta matkaansa metsän läpi Katumajärveen matalien tulvapenkereiden reunustamana.

Hajakuormituksen ravinteista hieman yli puolet fosforista (51,1 %) ja kaksi kolmasosaa typestä (67,8 %) tulee Myllyjoen kautta (kuvio 21). Myllyjokea kuormittavatkin haja- ja loma-asutuksen jätevedet ja joen varrella olevien peltojen valumavedet. Myllyjokeen laskee myös monta sivu-uomaa, joiden vesi sisältää soiden ja metsien kuivatusvesiä, peltojen valumavesiä ja haja-asutuksen jätevesiä (Jutila & Peltonen 2001). Myllyjokeen laskevia suurimpia sivuojia ovat Sammalsuonoja, Viinoja, Lepopellonoja, Kaakkolamminoja ja Joentaustan oja.

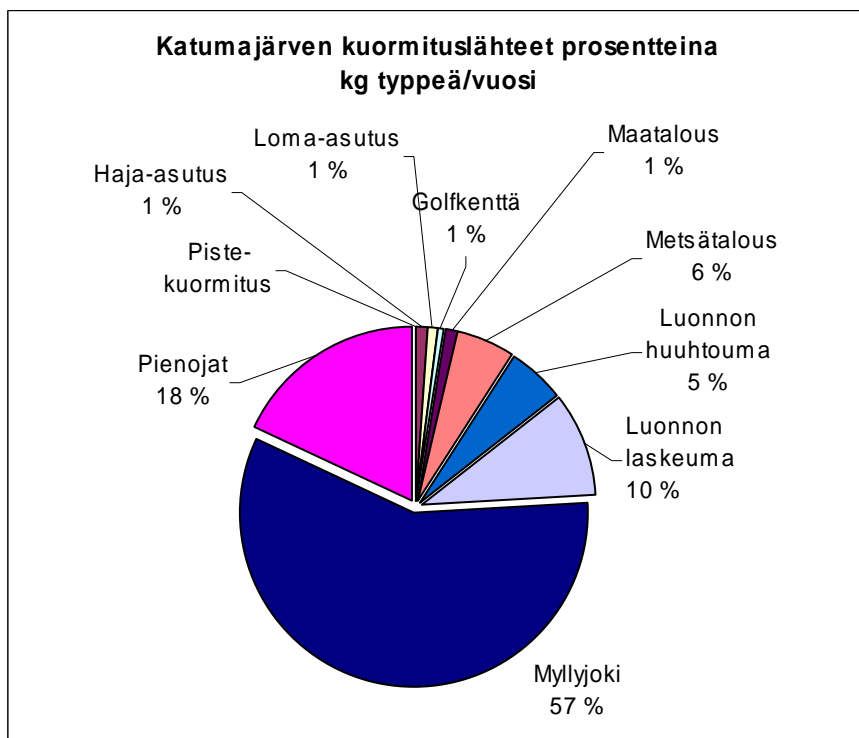
Myllyjoen varrelta on tehty virtaamamittauksia eri kohdista vuosina 1998, 1999 ja 2002 ja tulokset on julkaistu Ruununmyllyjoen valuma-alueen veden laatu ja kuormitus selvityksessä (Jutila & Peltonen 2001). Myllyjoen veden laatua on tutkittu useina vuosina seitsemästä eri oja pisteestä, kahdesta järvipisteestä ja kolmesta sivuojasta. Niitä ovat Kankaisten järvi, Kankainen uusi, Häkkärinmäki, Velssi, Siiri ennen Matkolampea, Matkolampi, Siiri Matkolammin jälkeen, Ruununmylly ja Myllyjoen suu, sekä sivuojat Viinoja, Sammalsuonoja ja Lepopellonoja. Vesinäytteitä on otettu edellä mainituista paikoista ylivalumakausina keväällä ja syksyllä vuosina -89, -92, -93, -94, -96, -

98, -99, -00 ja -01 ja niistä on tutkittu pH, sameus, KMnO_4 -luku, sähkönjohtavuus, kiintoaine, kokonaisfosfori (P), fosfaattifosfori (PO_4^{2-}), kokonaistyyppi (N), nitraatti (NO_3^{2-}), lämpökestoiset koliformiset bakteerit ja fekaaliset streptokokit (Jutila & Peltonen 2001).

A.



B.



KUVIO 21 Katujärven kuormituslähteet prosentteina laskettuna kg/vuosi pohjalta. A. Fosforikuormitus, B. Typpikuormitus. Kuviossa lähivaluma-alueen kuormitus on eriteltyinä lähteittäin ja kaukovaluma-alue eli Myllyjoki on yhtenä sektorina. Myllyjoen kuormitus jakautuu edelleen. Suurin osa kaukovaluma-alueen kuormituksesta on maatalouden aiheuttamaa.

Vesinäytetulosten perusteella Myllyjoen vedenlaatu on tyydyttävä, mutta siinä on eroja ylä- ja alajuoksun välillä. Myllyjoen vedenlaatu näyttää hieman parantuneen varsinkin 1990-luvun lopulla, erityisesti fosforin, typen ja nitraatin osalta. Tämä johtuu mahdollisesti maatalouden ympä-

ristötuen puitteissa tapahtuvasta peltojen lannoituksen vähentämisestä ja joen alajuoksun haja-asutuksen osittaisesta liittymisestä kunnalliseen viemäriin. Kuormituksen vähentämiseen on vaikuttanut osaltaan myös Ruununmyllyn koulun liittyminen kunnalliseen viemäriverkkoon 1990-luvun alussa (Jutila & Peltonen 2001).

Myllyjoen varrella on ravinteiden luonnollisia laskeutusaltaita. Vesinäytteiden mukaan sellaisena toimii ainakin Matkolampi, johon osa ojan kuljettamista ravinteista jää. Joen varrelle on myös rakennettuja lammikoita, kuten Pesosen lampi ja sen yläpuolella oleva kosteikko, Siirin kohdalla olevat leventymät joessa ja Ruununmyllyn patoaltaat, joihin laskeutuu vedessä olevaa kiintoainetta ja ravinteita.

8.3.1 Myllyjoen vesiensuojelutoimenpiteet

Myllyjoen varrelle on suunniteltu vesiensuojelutoimenpiteitä, joiden avulla voidaan vähentää ojaveteen joutuvia ravinteita ja ojavedessä jo olevien ravinteiden joutumista Katumajärveen. Tavoitteena on siten vähentää Katumajärven kuormitusta ja siitä aiheutuvia haittoja, kuten sinileväkukintoja ja virkistyskäytön vaikeutumista.

Myllyjoen laskeutusallas- ja kosteikkokartoituksessa kartoitettiin peruskartan ja maastokäyntien avulla Myllyjoen ja -ojan varrelta kosteikkojen rakentamiseen soveltuvia luonnollisia paikkoja, joissa kosteikko saadaan rakennettua ilman, että se aiheuttaisi tulvan vaaraa läheisillä maa-alueilla. Samalla kartoitettiin jo olemassa olevat luonnolliset laskeutusaltat. Suunnitelmassa osoitettiin sopivia paikkoja myös muille vesiensuojelutoimenpiteille, kuten suojavyöhykkeille, lietetaskuille ja kampaajastoille (Salminen 2003).

8.4 Virtavesien ravinnepitoisuuksien keskiarvot ja keskipoikkeamat

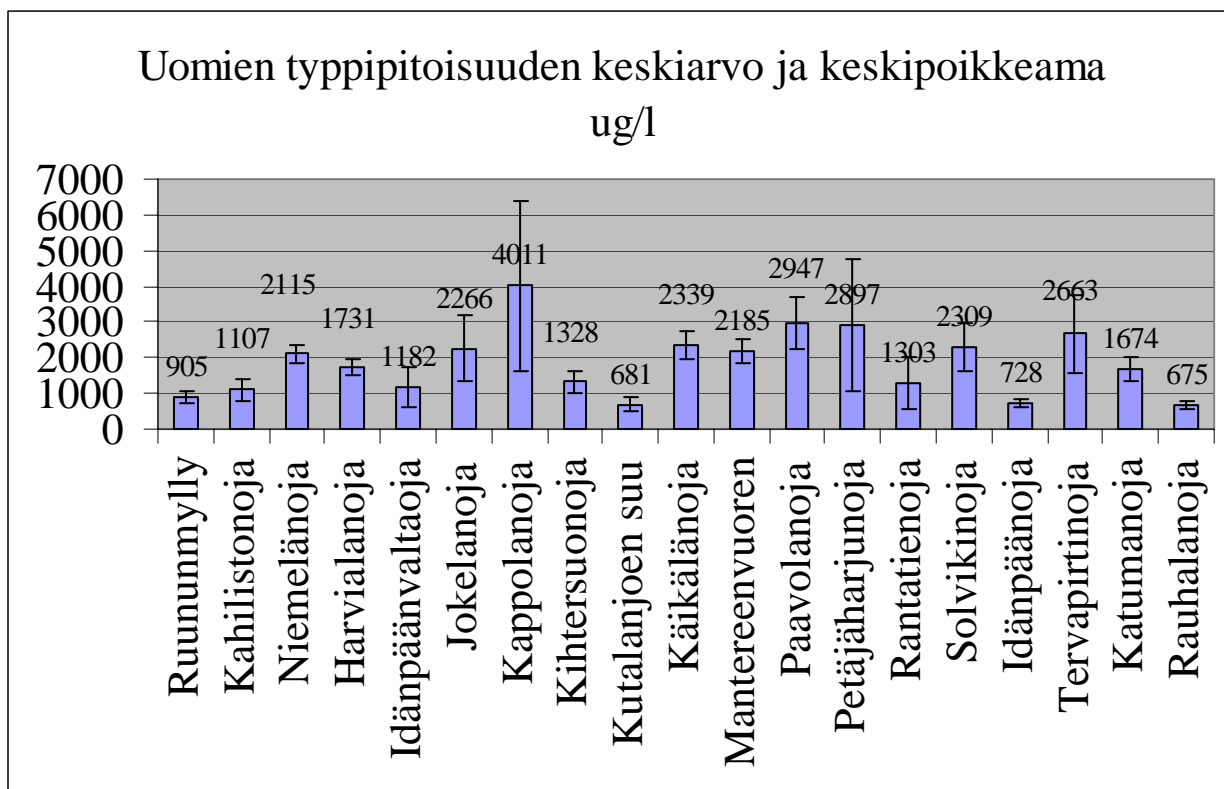
Katumajärveen laskevista uomista otettujen vesinäytteiden tietoja on käytetty ravinnepitoisuuksien ja ainevirtaamien laskemisessa. Laskemisessa käytettiin uomista otettuja vuosien 1998, 1999, 2002 ja 2003 tietoja (liite 3) (Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto 2002).

Tässä yhteydessä laskettiin virtavesien kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuuksien keskiarvot $\mu\text{g/l}$ ja kiintoaineen keskiarvo mg/l . Tuloksissa esitettiin myös ravinnepitoisuuksien ja kiintoaineen keskipoikkeama eli keskiarvojen keskivirhe. Silloin kun keskipoikkeama on suuri, virtaveden pitoisuushuippujen, maksimin ja minimin, välinen vaihtelu on suurta. Suuri keskipoikkeama kertoo siis siitä, että veden ravinnepitoisuus vaihtelee jyrkästi. Tämä voi johtua vuodenaikojen vaihtelusta ja näytteenoton ajoittamisesta, uoman vesitilavuuden koosta, jätevesipäästöistä tai lyhyestä tarkasteluajanjaksosta. Mitä pidemmältä ajanjaksolta eli useamman vuoden ajalta näytteitä otetaan, sitä luotettavammaksi tulosten keskiarvo muuttuu.

8.4.1 Kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo

Yleensä viljellyillä alueilla joki- ja ojavesien kokonaistyyppipitoisuudet ovat 2000 – 4000 $\mu\text{g/l}$, mikä kertoo, että pelloilta tulee valumavesiä, joissa on korkeita ravinnepitoisuuksia. Uomien vesinäytetulosten tulkinnassa verrattiin virtavesinäytteitä edellä mainittuihin suuriin pitoisuuksiin. Kokonaistyyppipitoisuuteen sisältyvät kaikki typen esiintymismuodot, orgaaninen tyyppi ja epäorgaaniset muodot, kuten nitraatti, nitriitti ja ammoniumtyppi (Oravainen 1999).

Ojia, joiden keskimääräiset kokonaistyyppipitoisuudet nousivat yli 2000 $\mu\text{g/l}$, olivat Kappolanoja 4011 $\mu\text{g/l}$, Paavolanoja 2947 $\mu\text{g/l}$, Petäjänharjunoja 2897 $\mu\text{g/l}$, Tervapirtinoja 2663 $\mu\text{g/l}$, Käikälänoja 2339 $\mu\text{g/l}$, Solvikinoja 2309 $\mu\text{g/l}$, Jokelanoja 2266 $\mu\text{g/l}$, Mantereenvuorenoja 2185 $\mu\text{g/l}$ ja Niemelänoja 2115 $\mu\text{g/l}$ (kuvio 22). Näille ojille on tehtävä typen vähentämiseen suunnattuja vesiensuojelusuunnitelmia.



KUVIO 22 Katumajärven valuma-alueen uomat ja virtavesien kokonaistyyppipitoisuudet vuosien 1998-2003 keskiarvona.

8.4.2 Kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo

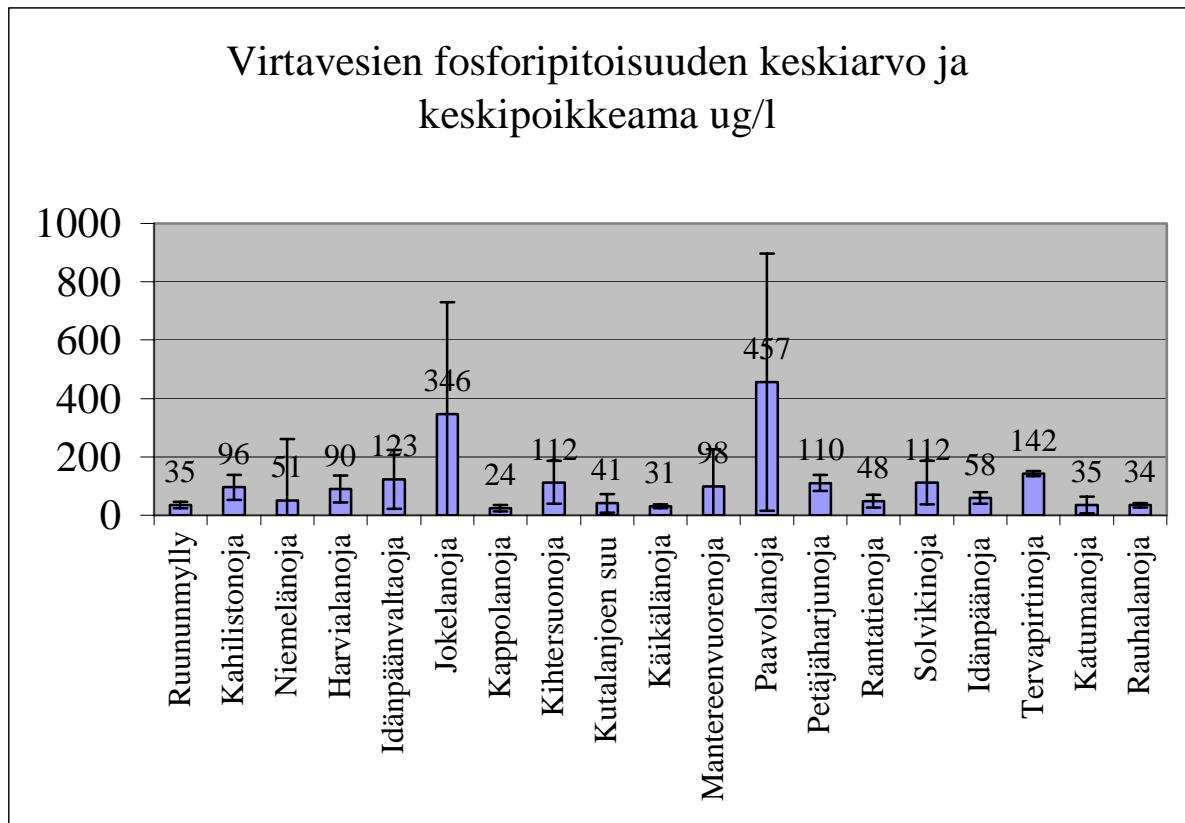
Uomien vesinäytetulojen kokonaisfosforipitoisuutta voidaan verrata valtakunnallisiin ojavesinäytetulojen keskiarvoihin. Life for Lakes -kuormituskartoitusoppaassa Rekolaisen mukaan esitetään pelto-ojavesien kokonaisfosforin keskiarvoksi 0,47 mg/l ja liuenneen fosforin keskiarvoksi 0,12 mg/l (Life for Lakes 2002). Metsäojien kokonaisfosforin keskiarvo oli ainoastaan 0,03 mg/l. Katumajärveen laskevista ojista ainoastaan Paavolanojan ja Jokelanojan pitoisuudet olivat lähellä peltoojien valtakunnallisen kokonaisfosforin keskiarvoa (kuvio 23). Muiden ojien pitoisuudet jäivät alle 150 µg/l. Ojavesien kokonaisfosforipitoisuuksia voidaan verrata myös järvivesille tarkoitettuun rehevyysluokitukseen, josta saadaan suuntaa antava kuva Katumajärven ojavesien rehevyydestä.

Ojat, joiden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus oli ylireheville vesille ominainen >100 µg P/l, olivat Paavolanoja 457 µg/l, Jokelanoja 346 µg/l, Tervapirtinoja 142 µg/l, Idänpäänvaltaoja 123 µg/l, Kihtersuonoja ja Solvikinoja 112 µg/l ja Petäjäharjoja 110 µg/l (kuvio 2).

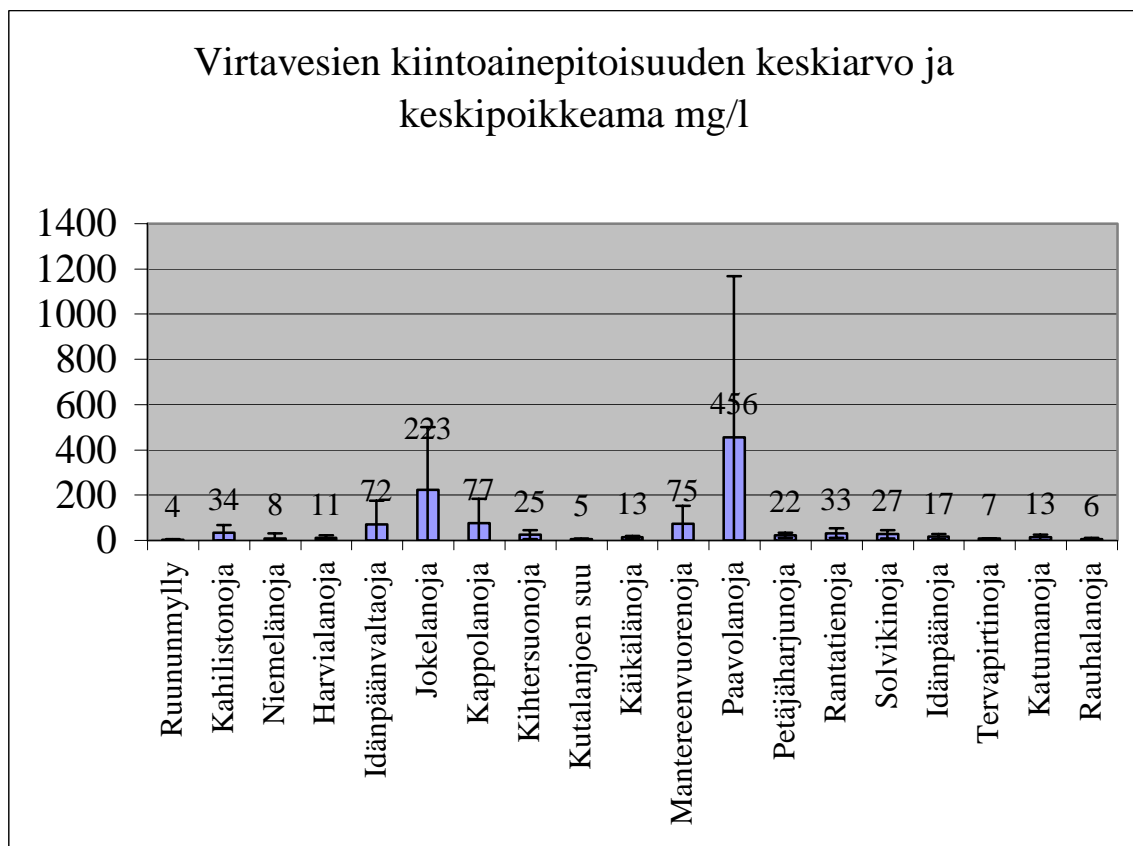
Metsäojille ominainen tai sen alle jäävä fosforipitoisuus oli Käikälänoja, Kappolanoja, Rauhalanoja, Katumanoja ja Myllyjoessa (Ruununmyllyn näytenäyte) (kuvio 23).

8.4.3 Kiintoainepitoisuuden keskiarvo

Korkeimmat kiintoainepitoisuudet olivat Paavolanojassa 456 mg/l, Kihtersuonojassa 223 mg/l, Kappolanojassa 77 mg/l, Mantereenvuorenojassa 75 mg/l ja Idänpäänvaltaojassa 72 mg/l. Muiden ojien kiintoainepitoisuudet jäivät alle 35 mg/l (kuvio 24). Paavolanojassa oli erittäin korkea kiintoainepitoisuus (2590 mg/l) vuonna 1998 ja Jokelanojassa vuosina 1998 (436 mg/l) ja 2002 (840 mg/l) (liite 3).



KUVIO 23 Katumajärven valuma-alueen uomat ja virtavesien kokonaisfosforipitoisuudet vuosien 1998-2003 keskiarvona.



KUVIO 24 Katumajärven valuma-alueen uomat ja virtavesien kiintoainepitoisuudet vuosien 1998-2003 keskiarvona.

8.5 Uomavirtaamat

8.5.1 Uomavirtaamat kenttämittausten mukaan

Katumajärveen laskevista uomista ja Katumajärvestä lähtevästä Kutalanjoesta on mitattu syvyys-, leveys- ja virtausnopeustietoja Katumajärven suojeluyhdistys ry:n ja Kuntayhtymän ympäristöosaston toimesta vuosina 1998, 1999 ja 2000 keväällä ja syksyllä vesinäytteiden oton yhteydessä. Uomien syvyys ja leveys mitattiin mittanauhalla tai -tikulla. Virtausnopeus laskettiin ottamalla aika, joka kului virtaan lähetetyltä oksanpalalta tai lastulta yleensä 10 metrin matkalla. Sadevesiviemäristä virtaama saatettiin mitata sankoon valuvan vesimäärän ja ajan perusteella.

Katumajärveen laskevien uomien todelliset virtaamat m^3/s laskettiin syvyys-, leveys- ja virtausnopeustietojen avulla (kaava 1). Tiedoista laskettiin erikseen kevätvirtaaman keskiarvo ja syysvirtaaman keskiarvo. Kesä- ja talvivirtaamista ei ole kerätty tietoja, joten niiden virtaamia ei voitu laskea (liite 5).

Virtaamalaskuesimerkki:

Myllyjoki, Häkkärinmäki
Pvm 4.5.1998
Syvyys 0,55 m
Leveys 2,0 m
Virtausnopeus 0,55 m/s

Lasketaan uoman poikkileikkauksen ala A seuraavien kaavojen avulla:

y_0 =syvyys ja x_0 = piste x koordinaatistossa, jossa on ojan syvin kohta eli puolet ojan leveydestä. Uoma oletetaan ylöspäin aukeavan paraabelin malliseksi ja x-akselin alapuolella olevaksi, jolloin y-koordinaatti on negatiivinen.

$$y - (y_0) = -a * (x - x_0)^2$$
$$y - (-0,55) = -a * (x - 1,0)^2 \quad (1)$$
$$y = -ax^2 + 2ax - a - 0,55$$

Sijoitetaan lausekkeeseen x:n kohdalle ojan leveys 2.0 m ja ratkaistaan a.

$$0 = -a * 2^2 + 2a * 2 - a - 0,55$$
$$a = -0,55$$

Sijoitetaan a toisen asteen yhtälöön

$$y = -(-0,55)x^2 + 2 * (-0,55)x - (-0,55) - 0,55$$
$$y = 0,55x^2 - 1,1x$$

Integroidaan toisen asteen yhtälö, jotta saadaan uoman ala A.

$$\int_0^2 (0,55x^2 - 1,1x) dx = -0,7333m^2$$

Uoman virtaama saadaan laskemalla ala * virtausnopeus = $0,73 m^2 * 0,55 m/s = 0,41 m^3/s$.

Saatuja virtaamia käytettiin ainevirtaamien eli kuormitusten laskemiseen. (liite 5, 6 ja 7).

8.5.2 Uomien virtaamat valuma-alueiden mukaan

Uomien valuma-alueiden koot selvitettiin peruskartalta 1:20 000. Valuman suuruudeksi otettiin Vanajaveden alueen valuma 9 l/s/km² (Hassinen 1997). Uomien virtaamat laskettiin valuma-alueen koon ja valuman tulona.

TAULUKKO 6. Katumajärveen laskevien ojien ja Myllyjoen valuma-alueen alat ja virtaamat l/s.

Katumajärven oja	Ala km ²	MQ l/s
Jokelanoja	1,244	11,2
Paavolanoja	0,304	2,7
Petäjänharjunoja	1,153	10,4
Kihtersuonoja	0,912	8,2
Niemelänoja	0,336	3,0
Idänpään valtaoja	0,236	2,1
Solvikinoja	0,173	1,6
Rauhalanoja	0,490	4,4
Rantatienoja	0,189	1,7
Tervapirtinoja	0,059	0,5
Katumanoja	0,161	1,5
Kahilistonoja	0,051	0,5
Kappolanoja	0,189	1,7
Harvialanoja	0,028	0,2
Mantereenvuorenoja	0,026	0,2
Käikälänoja	0,032	0,3
Idänpäänoja	0,034	0,3
Kuusistonoja	0,110	1,0
Honkapirtinoja	0,016	0,1
Valkamatienoja	0,024	0,2
Myllyjoki	41,000	369,0

8.6 Uomien ainevirtaamat mittausvirtaamien mukaan

Vuotuinen ainevirtaama laskettiin, jotta voitaisiin selvittää, kuinka paljon kustakin uomasta tulee ravinteita eli fosforia ja typpeä sekä kiintoainetta Katumajärveen. Tulosten avulla Myllyjoki ja ojat voitiin asettaa tärkeysjärjestykseen kuormituksen suhteen ja päättää, kuinka monelle ojalle kannattaa tehdä vesiensuojelusuunnitelma, jonka avulla veden kiintoaine-, fosfori- ja typpipitoisuutta pyritään alentamaan (taulukko 5). Vuosittaisten ainevirtaamien laskemiseksi kunkin ojan kevään ja syksyn hydrologiajakson virtaama-arvot kerrottiin saman jakson kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksilla. Vedenlaatutietoina käytettiin ojista otettuja typpi- ja fosforipitoisuuksien ja kiintoainepitoisuuksien kevään ja syksyn keskiarvoja. (liite 5, 6 ja 7).

8.6.1 Hydrologian ja ulkoisen kuormituksen vuodenaikaiserot

Virtaavan veden määrää koko valuma-aluetta tai sen pinta-alayksikköä kohti sanotaan valunnaksi (mm/a). Valunta syntyy sadannasta, sulannasta tai maaperässä olevista varastoista. Vuodenajan mukaan voidaan erottaa kevät-, kesä-, syksy- ja talvivalunnat. Keväällä ja syksyllä valunta on suurinta ja silloin valuma-alueelta järveen tulee 81,1 % vuoden valumasta. Alivalumakaudella kesällä ja talvella valuma on 9,43 % vuoden valunnan määrästä.

Kevätvalunta on 100 - 180 mm. Keväällä jopa vain muutaman päivän kestävä tulvakauden aikana huuhtoutuu huomattavia kiintoainemääriä ja myös liuenneita aineita lähivaluma-alueelta vesistöön. Tulvavesissä on myös talven aikana lumeen sitoutuneita aineita. Vuotuisesta ravinteiden hajakuormituksesta tyypillisemmin keväällä tapahtuu 30 - 50 % yhden kuukauden aikana. Kevätva-

lumassa fosforipitoisuus ja virtaama ovat korrelaatiossa keskenään eli suurilla virtaamilla on suuret fosforipitoisuudetkin. Fosforipitoisuuksien on todettu kuitenkin kasvavan kevätvaluman alkuvaiheessa nopeammin kuin valuma ja ne myös pienenevät aiemmin kuin valuma. Näin kevättulvan loppuosa on vähäravinteisempaa kuin alkuosa (vrt. myös Kesäniemi 2004).

Kesällä taas valumavesi- ja hajakuormituspiikkejä syntyy rankkasateiden seurauksena tai pitkäaikaisten sadejaksojen aikana. Vaihtelut ovat hyvin suuria, mutta hajakuormituksen kuukausiarvot jäävät pieniksi. Keski- ja loppukesän minivirtaamien aikoina jätevesien osuus kuormituksesta nousee voimakkaasti. Kesävalunnan suuruus on 10 - 40 mm.

Syysvalunnassa sateisuus kohottaa hajakuormituksen kuukausiarvoja jonkin verran kevätvalumia vähemmän. Syysvalunta on tavallisesti alle 50 - 100 mm. Talvea luonnehtivat järvien jääkan- si, pienenevät virtaamat ja sateen kuormituksen puuttuminen. Talvella valunta on pääosin alle 50 mm ja koostuu mm. jätevesipäästöistä ja pohjavesipurkauksista, mutta viime vuosina valunta on ollut varsin voimakasta talvisinkin. Vastaavasti kesäsateet ovat olleet voimakkaita, joten kuormitusta tulee aiemmasta poiketen kaikkina vuodenaikoina.

Ojaveden tuoma ainemäärä eri vuodenaikoina on suoraan verrannollinen hydrologiajaksojen valunnan suuruuteen. Ojien ainevirtaama laskemiseen ei saatu kesän ja talven todellisia virtaama- ja ravinnepitoisuustietoja, minkä vuoksi käytettiin valuntatietoja hyväksi. Tässä oletettiin, että talvella tulee valumaa 9,5 % valuma-alueelta ojia pitkin, vaikka maan ja vesistöjen pinnat ovat jäässä. Kesävaluma arvioitiin rankkasateet ja jätevesipäästöt huomioiden 9,5 %:ksi. Kevään valumaksi oletettiin 53 % ja syksyn valumaksi 28 % (taulukko 6). Nämä prosenttiluvut edustivat samalla sen kuormituksen suhteellista osuutta, jonka ojat tuovat eri vuodenaikoina Katumajärveen.

TAULUKKO 7. Vuodenajan vaikutus valunnan suuruuteen. Valuntojen keskiarvot mm ja prosenttiosuudet kokonaisvalunnasta vuoden aikana.

Vuodenaika	Valunta mm	Keskiarvo mm	%-osuus valunnasta
Kevätvalunta	100 – 180	140	52,83
Kesävalunta	10 – 40	25	9,43
Syysvalunta	50 – 100	75	28,31
Talvivalunta	0 – 50	25	9,43
	Yhteensä	265	100,0

Jotta kesän ja talven kuormitus saadaan lisättyä ainevirtaamaan, jaettiin kevät- ja syysaine- kuorman summa arvolla 0,81 (kaava 2). Tulokseksi saatiin tarkasteluvuosien keskimääräinen kiin- toaine-, kokonaistyppi- ja kokonaisfosforivirtaama kg/a.

Ainevirtaama laskettiin kullekin hydrologiselle jaksolle seuraavasti (Nukki & Savola 2000):

$$L = (\sum (C(T_i) \times Q(T_i))) / 0,81 \quad (2)$$

L = ainevirtaama / oja

C(T_i) = pitoisuuskeskiarvo ajanjaksolla T_i

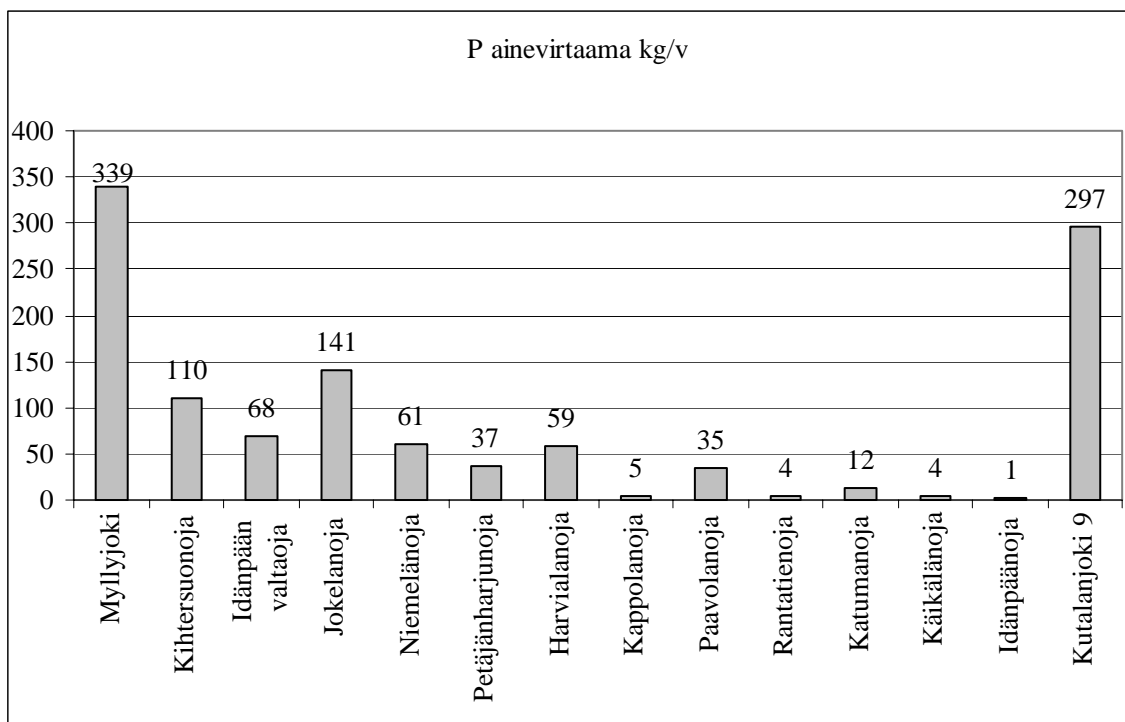
Q(T_i) = keskivirtaama ajanjaksolla T_i

0,81 = kerroin, joka lisää tulokseen kesä- ja talvikuorman 19 %

Ainevirtaamalaskuesimerkki on liitteessä 8.

8.6.2 Kokonaisfosforin ainevirtaama

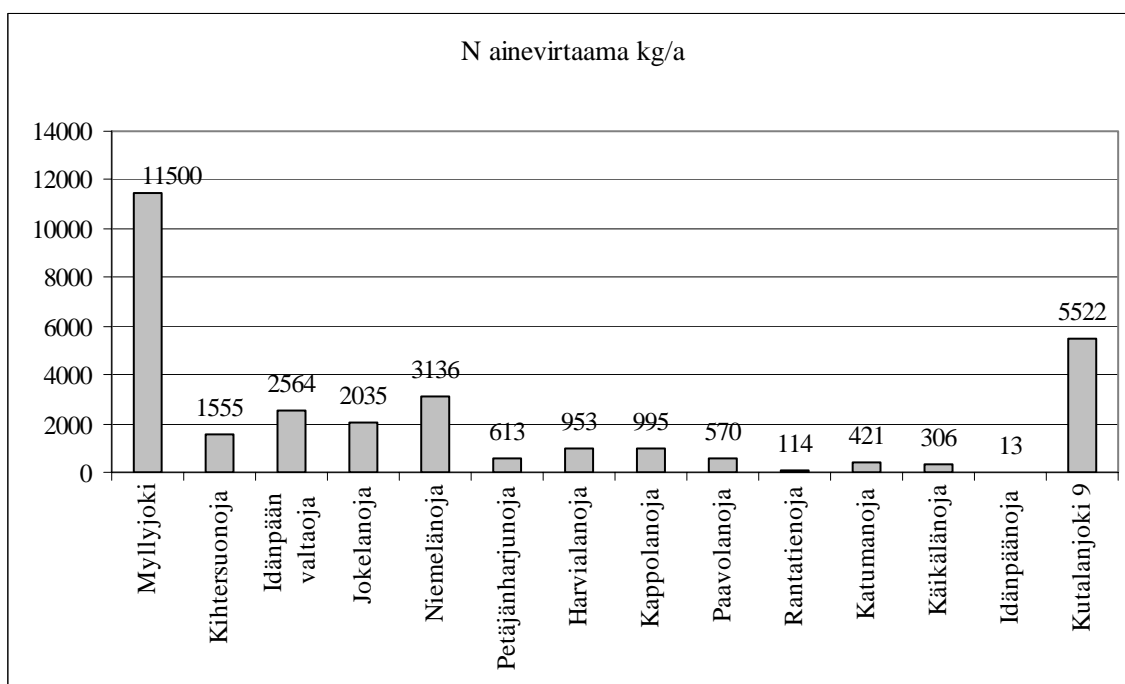
Myllyjoen fosforikuormitus on 340 kg/a. Merkittävimmät fosforikuormittajat Myllyjoen ohella ovat Jokelanoja (140 kg/a), Kihtersuonoja (110 kg/a), Idänpään valtaoja (70 kg/a), Harvialanoja (60 kg/a), Niemelänoja (60 kg/a), Petäjänharjuoja (40 kg/a) ja Paavolanoja (35 kg/a). Muiden ojien fosforikuormat jäävät alle 20 kg/a. Katumajärvestä poistuu Kutalanjoen kautta 300 kg fosforia vuo- dessa (kuvio 25).



KUVIO 25 Ojien kokonaisfosforikuorma Katumajärveen. Kutalanjoen kautta poistuu 300 kg/a.

8.6.3 Kokonaistypen ainevirtaama

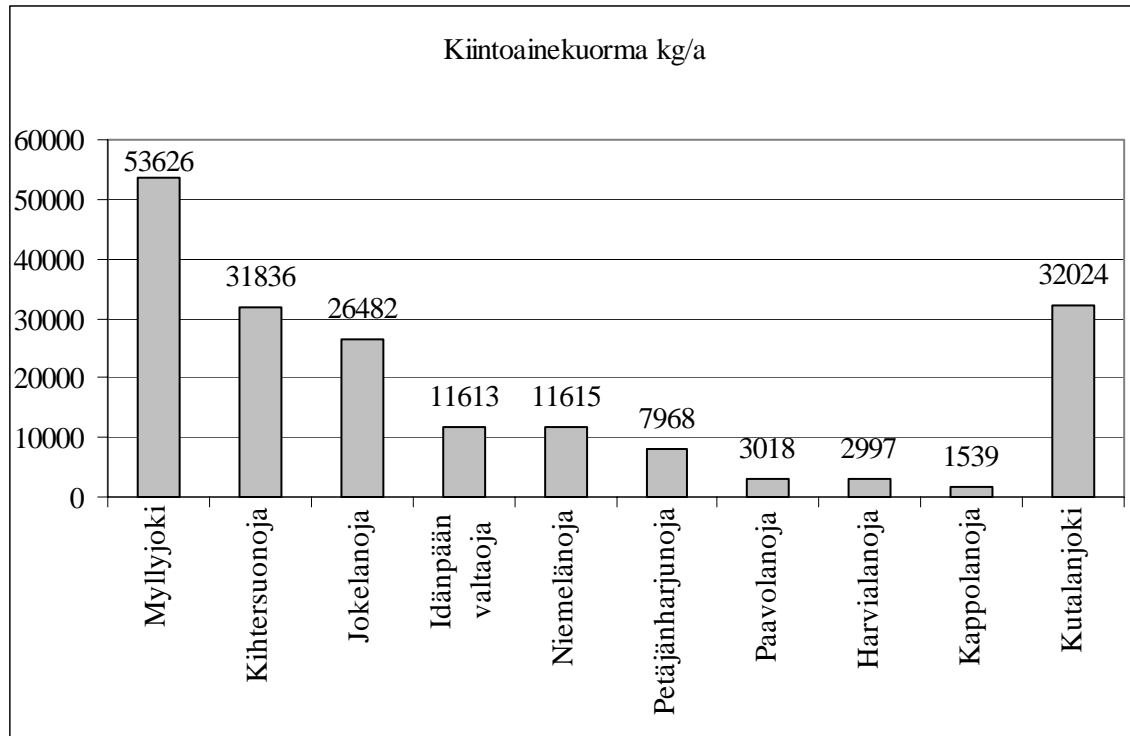
Merkittävimmät typpikuormittajat ovat järjestyksessä Myllyjoen (11 550 kg/a) lisäksi Niemelänoja (3140 kg/a), Idänpään valtaoja (2560 kg/a), Jokelanoja (2040 kg/a), Kihtersuonoja (1560 kg/a), Kappolanoja (1000 kg/a), Harvialanoja (950 kg/a), Petäjänharjunoja (610 kg/a) ja Paavolanoja (570 kg/a). Muiden ojien kuormitus jää alle 500 kg/a. Katumajärvestä poistuu Kutalanjoen kautta 5520 kg typpeä vuodessa (kuvio 26).



KUVIO 26 Ojien kokonaistypikuorma Katumajärveen. Kutalanjoen kautta poistuu 5520 kg/a.

8.6.4 Kiintoaineen ainevirtaama

Merkittävimmät kiintoainekuormittajat ovat Myllyjoen (53 600 kg/a) lisäksi Kihtersuonoja (31 800 kg/a), Jokelanoja (26 500 kg/a), Niemelänoja (11 600 kg/a), Idänpään valtaoja (11 600 kg/a), Petäjänharjunoja (8 000 kg/a), Paavolanoja (3000 kg/a), Harvialanoja (3000 kg/a) ja Kappolanoja (1500 kg/a) (kuvio 27). Muiden ojien kiintoainepitoisuustuloksia on otettu vain keväältä ja syksyltä, jonka vuoksi ainevirtaamia ei laskettu. Kaikki kiintoainetulokset ovat erittäin suuret, joka kertoo virhelähteiden olemassaolosta.



KUVIO 27 Kiintoainekuormitus ojien kautta Katumajärveen. Kutalanjoen kautta poistuu 32 000 kg/a.

Virhetarkasteluna voidaan todeta, että laskettu uomien tuoma fosfori- ja typpikuorma ja varsinkin kiintoainekuorma ei välttämättä kerro totuutta ojan kuormittavuudesta, sillä pitoisuudet vedessä vaihtelevat maaperän eroosioherkkyyden, sateiden voimakkuuksien ja vuodenajan mukaan. Myös näyteenottohetkellä ojassa tehtävät maanmuokkaus tai jätevesipäästöt ja muut toimenpiteet lisäävät ravinnepitoisuuksia ja tuloksen virhettä. Näyttääkin siltä, että kuormitusarvot ovat liian suuret, jonka vuoksi ainevirtaamat lasketaan seuraavassa valuma-alueen koon mukaan, josta saadaan vertailevaa aineistoa.

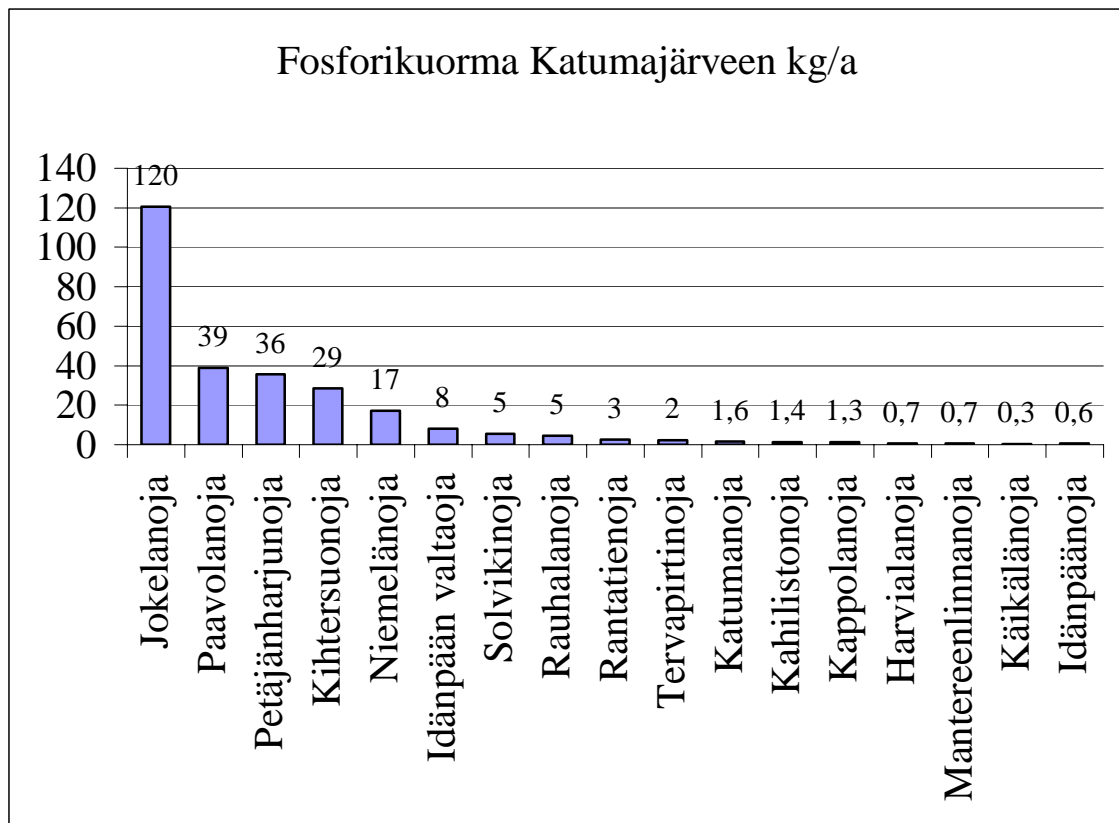
8.7 Uomien ainevirtaamat valuma-alueen koon mukaan

Ojien ainevirtaamat laskettiin vertailun vuoksi myös ojien valuma-alueiden kokoja ja valuman 9 l/s/km² mukaan. Ravinnepitoisuudet on laskettu vuosien 1998-2003 näytetulosten keskiarvona.

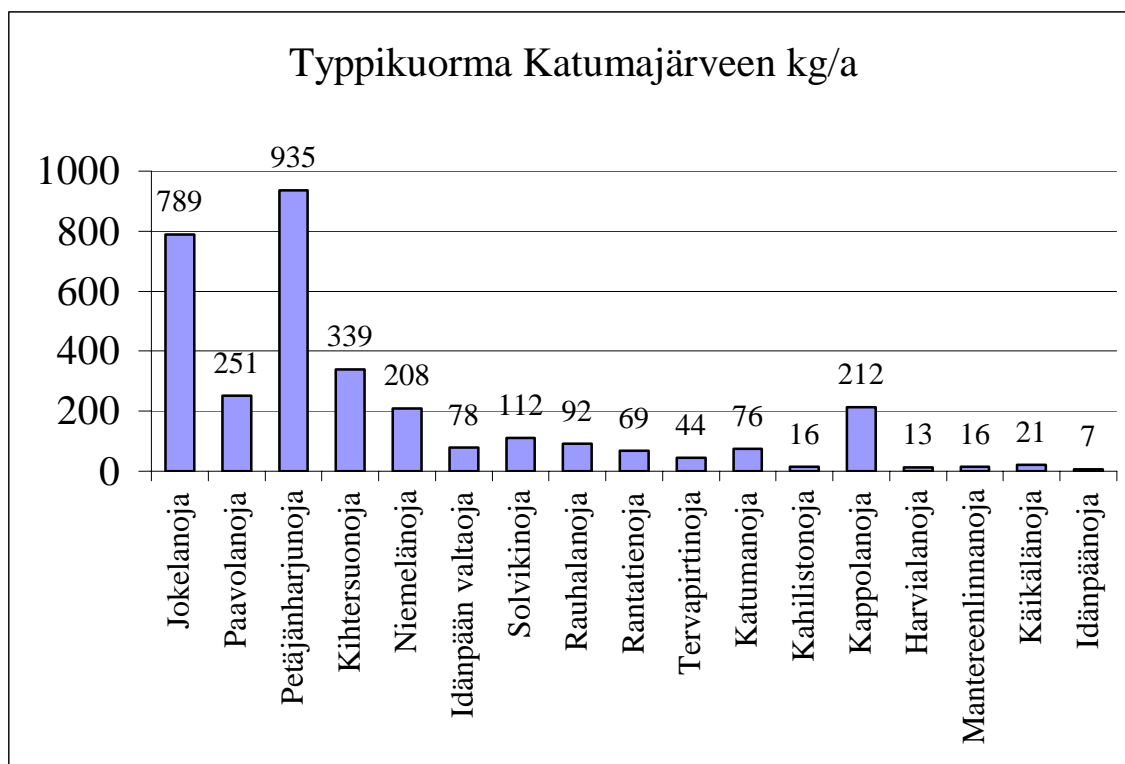
Myllyjoki kuormittaa järveä eniten arvolla 402 kg/a. Pienojista (kuvio 28 ja taulukko 8) Jokelanojan fosforikuorma on selvästi suurempi kuin muiden pienojien. Paavolanoja, Petäjänharjunoja, Kihtersuonoja ja Niemelänoja kuljettavat nekin paljon fosforia järveen. Edellä mainitut ovat oja, joille tulee tehdä ensimmäisenä toimenpiteitä ravinteiden vähentämiseksi ojavedestä. Pienojien kautta tuleva fosforikuormitus järveen on yhteensä 270 kg/a. Ainevirtaamat ovat huomattavasti pienempiä valuma-alueen mukaan laskettuna kuin virtaamamittausten mukaan.

TAULUKKO 8. Virtaama laskettiin alan ja valunnan 9 l/s/km² tulona. Ainemäärät (kg/a) laskettiin virtaaman ja pitoisuuden tulona.

Katumajärven oja	Ala km ²	MQ l/s	MQ l/a	P ug/l ka	N ug/l ka	P kg/a	N kg/a
Jokelanoja	1,244	11,2	348240384	346	2266	120	789
Paavolanoja	0,304	2,7	85128537,6	457	2947	39	251
Petäjänharjunoja	1,153	10,4	322766208	110	2897	36	935
Kihtersuonoja	0,912	8,2	255301632	112	1328	29	339
Niemelänoja	0,336	3,0	94058496	183	2212	17	208
Idänpään valtaoja	0,236	2,1	66092889,6	123	1182	8	78
Solvikinoja	0,173	1,6	48372940,8	112	2309	5	112
Rauhalanoja	0,490	4,4	137028672	34	675	5	92
Rantatienoja	0,189	1,7	52907904	48	1303	3	69
Tervapirtinoja	0,059	0,5	16488230,4	142	2663	2	44
Katumanoja	0,161	1,5	45181670,4	35	1674	1,6	76
Kahilistonoja	0,051	0,5	14276736	96	1107	1,4	16
Kappolanoja	0,189	1,7	52907904	24	4011	1,3	212
Harvialanoja	0,028	0,2	7698240	90	1731	0,7	13
Mantereenvuorenoja	0,026	0,2	7138368	98	2185	0,7	16
Käikälänoja	0,032	0,3	8857175,04	31	2339	0,3	21
Idänpäänoja	0,034	0,3	9517824	58	728	0,6	7
Kuusistonoja	0,110	1,0	30792960				
Honkapirtinoja	0,016	0,1	4478976				
Valkamatienoja	0,024	0,2	6768852,48				
Myllyjoki	41,000	369,0	11477376000	35	906	402	10393
Kutalanjoki	51,000	459,0	14276736000	39	618	557	8826



KUVIO 28 Pienojien kokonaisfosforikuormitus Katumajärveen laskennallisen teoreettisen valuman ja valuma-alueen koon mukaan.



KUVIO 29 Pienojien kokonaistypikuormitus Katumajärveen teoreettisen valuman ja valuma-alueen koon mukaan.

Myllyjoki kuormittaa järveä huimalla typpiärvolla 10 393 kg/a. Pienojista taas Petäjänharjunojan kautta tulee eniten kokonaistypikuormitusta, joka saattaa johtua ojan varren peltojen ravinnehuuhtoutumista (kuvio 29). Myös Jokelanojan varrella on peltoa, joka nostaa typpikuormituksen korkeaksi. Lisäksi Kihtersuonoja, Paavolanoja, Kappolanoja ja Niemelänoja kuormittavat paljon järveä. Ojien kautta tuleva typpikuormitus järveen on yhteensä 3278 kg/a.



KUVA 3 Jäidenlähtö Katumajärven eteläpäässä. Heli Jutila 4.2003

8.8 Kuormittavimmat uomat ja niille sopivat vesiensuojelumenetelmät

Uomien ainevirtaamaan eli ravinnekuormaan vaikuttivat virtaama ja ravinnepitoisuus, joiden avulla saatiin selville eniten Katumajärveä kuormittavat ojat. Ainevirtaamalaskuissa todettiin, että valuma-alueen mukaan laskettu ainekuorma on pienempi ja todenmukaisempi, kuin virtaamamittausten mukaan laskettu. Tulevaisuudessa vesiensuojelusuunnitelma laaditaan ensisijaisesti ojille, joiden Katumajärveen tuoma fosfori- ja typpikuormitus on korkein. Tärkeysjärjestykseen luokittelu tehtiin fosforikuorman suuruuden mukaan, sillä järvissä fosforipitoisuus on minimitekijä rehevöitymisen kannalta. Ojista valittiin yksitoista, joille kannattaa ensin tehdä vesiensuojelusuunnitelmat. Niitä ovat tärkeysjärjestyksessä Myllyjoki, Jokelanoja, Paavolanoja, Petäjänharjunoja, Kihtersuonoja, Niemelänoja, Idänpään valtaoja, Solvikinoja, Rauhalanoja, Rantatienoja ja Tervapirtinoja (taulukko 9).

TAULUKKO 9. Katumajärven ojien ainekuormat sekä fosforin ja typen pitoisuuksien keskiarvot. Taulukossa on lisäksi ojiin sopivat käsittelymenetelmät vesiensuojelun kannalta.

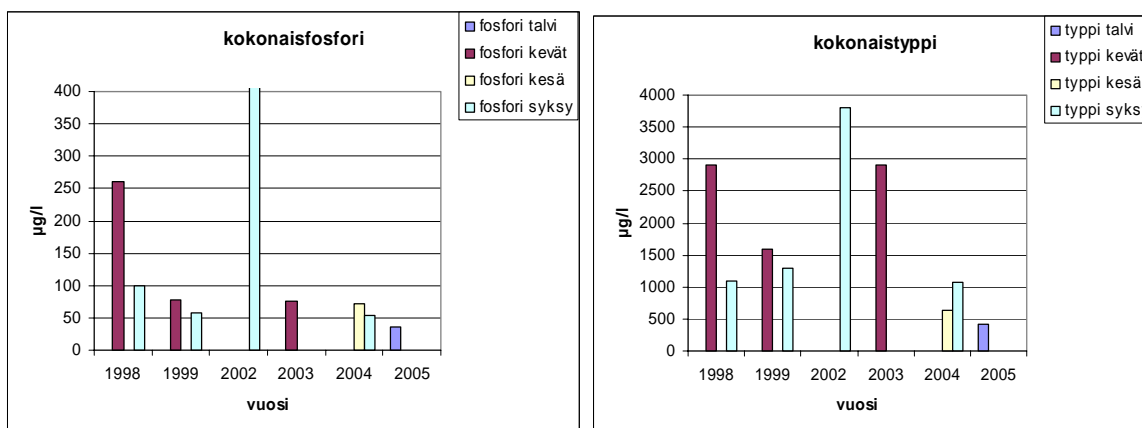
Katumajärvi	Pitoisuudet		Kuormitus		Käsittelymenetelmät		
	Pka ug/l	Nka ug/l	P kg/a	N kg/a	Pienallas	Kosteikko	Muuta
Myllyjoki	35	906	402	10393	x	x	Luonnollisten altaiden hoito, suojavyöhykkeet, lietetaskut sivuoihin
Jokelanoja	346	2266	120	789	x	x	Kalkkisuodinoja, suojavyöhyke, jätevesien käsittely
Paavolanoja	457	2947	39	251	x		Kemiallinen saostus
Petäjänharjunoja	110	2897	36	935	x	x	Suojavyöhykkeet, karjan pääsy ojaan estettävä
Kihtersuonoja	112	1328	29	339	x	x	Luonnollisen kosteikon hoito, patoallas
Niemelänoja	183	2212	17	208	x	x	Vesiesteen kunnostus
Idänpään valtaoja	123	1182	8	78	x		Luonnollisen kosteikon yhteyteen
Solvikinoja	112	2309	5	112	x	x	Luonnollisen kosteikon hoito
Rauhalanoja	34	675	5	92		x	Kosteikon suunnittelu ja hoito
Rantatienoja	48	1303	3	69	x		Lietetasku
Tervapirtinoja	142	2663	2	44			Hulevesien käsittely esim. imeytyskaivolla
Katumanoja	35	1674	1,6	76	x		Lietetasku
Kahilistonoja	96	1107	1,4	16	x		Lietetasku
Kappolanoja	24	4011	1,3	212		x	Linna Golf Oy:n vesiesteen kosteikko
Harvialanoja	90	1731	0,7	13			Asutusjätevesien puhdistus
Mantereenvuorenoja	98	2185	0,7	16			
Käikälänoja	31	2339	0,3	21			
Idänpäänoja	58	728	0,6	7			
Kuusistonoja							
Honkapirtinoja							Imeytyskaivo
Valkamatienoja							
Kutalanjoki	39	618	557	8826			

8.8.1 Jokelanoja

Harvoilanmäen asutusalueilta ja pelloilta tuleva Jokelanoja virtaa golfkentän pohjoispään läpi poikkisuunnassa ja päättyy vesiesteeseen, joka on yhteydessä Katumajärveen. Jokelanojasta on otettu vesinäytteitä kahdesta eri golfkentän kohdasta Tawastia Golf & Country Clubin toimesta vuosina 2001 ja 2002, sekä ympäristöosaston toimesta Jokelanojan suulta golfkentän jälkeen vuosina 1998 ja -99. JÄRKI-hankkeessa näytteitä on otettu vuosina 2002, -03, -04 ja -05.

Jokelanojan ainevirtaama on 120 kg fosforia ja 789 kg typpeä vuodessa (vuosien 1998-1999 pohjalta). Veden kokonaisfosforipitoisuus on erittäin suuri 346 µg/l ja fosfaattifosfori on 232 µg/l (kuvio 30). Kokonaistyppeä on ojavesille tyypilliset 2266 µg/l ja nitraattia on 852 µg/l. Kiintoainepitoisuus on 223 mg/l ja orgaaninen hapenkulutus on 114 mg/l. Ojavedessä on erittäin runsaasti lämpökestoisia kolibakteereita (keskiarvo 6760 kpl) ja fekaalisia streptokokkeja (180 kpl). Vuoden 2003 Jokelanojan kolibakteeritulos oli 31 000 kpl, joka kieltä ojaan tulevasta jätevesipäästöstä.

Jokelanojan kuormitus johtuu enimmäkseen peltojen valumavesistä ja haja-asutuksen jätevesistä sekä osittain golfkentän valumavesistä. Ojan varrella olevilla pelloilla ei ole salaojitusta, vaan niitä halkovat kuivatusojat. Tämä saattaa olla yksi syy ojassa olevaan suureen kiintoaineeseen, fosforiin ja typen määrään. Pellot myös viettävät jyrkästi loppupäästään ojaa kohti ja paikoitellen eroosio on silmiinpistävää. Ojan pohjaan on monin paikoin kerrostunut hienoa ja karkeaa hietaa. Harvoilanmäen omakotitaloasutuksen jätevedenpurkukohdat ovat paikoitellen lähellä Jokelanojaa, jonka vuoksi ojaveden bakteeripitoisuudet ovat korkeita. Jokelanoja virtaa golfkentän läpi ja väylien nurmi rajoittuu suoraan ojaan. Nurmelta saattaa huuhtoutua sadeveden mukana liukoisessa muodossa olevia ravinteita Jokelanojaan ja ojan päässä olevaan vesiesteeseen.



KUVIO 30 Jokelanojan kokonaisfosfori- ja kokonaistypipitoisuuksien vaihtelu vuosittain ja vuodenajoin. Katkaistu pylväs on 1500 µg/l.

8.8.1.1 Kunnostustoimenpiteet ennen golfkenttää

Jokelanojassa on kaksi mahdollista lietetaskun paikkaa ja yksi isompi laskeutusallaspaikka. Lietetaskuille sopivat paikat ovat ennen Harvoilan tietä ja peltoaukeiden puolivälissä. Lietetaskujen pohjapato rakennetaan vesivanerista, joka tuetaan kivillä. Pato nostaa yläpuolisen uoman vedenpintaa muodostaen suvannon, johon kiintoainesta laskeutuu ja josta se voidaan poistaa ajoittain.

Laskeutusallaspaikka on ennen golfkenttää tierummun yläpäässä. Tierumpuun voidaan rakentaa patolaatikko, joka padottaa veden yläpuolelleen altaaksi. Patolaatikon virtaamaa voidaan säädellä patoluukulla. Padottamisen vaikutus ojiin on selvitettävä.

Ojat ja kartoitetut kosteikko-, lietetasku- tai laskeutusallaspaikat ovat liitteessä 2 (Salminen 2003).

Jyrkille pellon osuuksille ja ojan väliin täytyy rakentaa ainakin kolmen metrin suojakaista estämään kiintoaineen eroosiota ojan reunaosissa. Suojakaistoilla kasvimaassa niitetään ja poistetaan säännöllisesti. Toinen vaihtoehto on kalkkisuodinojan rakentaminen jyrkille pelto-osuuksille, jolloin osa liukoisesta fosforista kiinnittyy suodinojaan eikä kuormita ojavettä. Kolmas vaihtoehto on rakentaa säätösalojitus nykyisten kuivatusojien tilalle. Salaojituksessa ja varsinkin säätösalojituk-

nessa kiintoainetta lähtee vähemmän veden mukana liikkeelle, jolloin saataisiin vähennettyä Jokelanojan kuormitusta.

JÄRKI- hankkeessa rakennettiin Jokelanojan keskivaiheille Hämeenlinnan kaupungin maalle Iso-Harvoilaan laskeutusallas talvella 2004. Lisätietoja altaasta löytyy JÄRKI-hankkeessa myöhemmin julkaistavasta teoksesta (Simola & Jutila kirj.).

8.8.1.2 Tawast Golf & Country Clubille ehdotetut kunnostustoimenpiteet

Jokelanojan vesiastian suulle ennen Katumajärveä on rakennettu pohjapato, joka estää kiintoaineksen liikkumisen vesiastian puolelta pohjaa pitkin järveen. Pohjapato ei ulotu vedenpintaan asti ja vesi pääsee liikkumaan esteettä. Pohjapadon kunto ja korkeus pohjasta tulisi tutkia ja tarvittaessa kunnostaa korottamalla ja vahvistamalla sitä esimerkiksi suurilla kivillä. Ensin kuitenkin tarkistetaan, kuinka paljon padon yläpuolelle on laskeutunut lietettä ja sitä on tarvittaessa poistettava, jotta padon laskeutusteho säilyisi. Jatkossa lietettä on poistettava padon yläpuolelta parin kolmen vuoden välein. Vesiastian kasvillisuutta tulee niittää vuosittain ja niittojäte on poistettava ja kompostoitava kaukana vesistöjen rannoilta. Jokelanojan vesiastetta ruopattiin syksyllä 2004. Lisäksi vesiastetta on niitetty parina vuonna.

Vesiastian pohjoispuolen rannalle tulisi rakentaa kalkkisuodinoja tai jättää vähintään kolmen metrin lannoittamattomat suojakaistat, koska väylän 16 lyöntipaikoilta saattaa valua ravinteita saiteiden mukana vesiasteeseen.

8.8.2 Paavolanoja

Loukaistenharjun asutusalueilta salaojana tuleva Paavolanoja purkautuu Tawastia Golfin väylän 1 vesiasteeseen. Siitä Paavolanoja jatkaa vesiasteiden ketjuna ja päättyy golfkentän laidalle, josta vesi johdetaan ojarummulla Paavolantien ali Katumajärven rantaan. Paavolanojasta on otettu vesinäytteitä Tawastia Golf & Country Clubin toimesta väylän nro 18 vesiasteesta vuosina 2001 ja 2002, ympäristöosaston toimesta Paavolantien ojarummun suulta vuosina 1998 ja -99 sekä JÄRKI-hankkeessa 2002, -03, -04 ja -05.

Paavolanojan ainevirtaama on noin 39 kg fosforia ja 251 kg typpeä vuodessa. Veden kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo on 457 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo on 2950 µg/l. Fosfaattifosforin keskiarvo on 470 µg/l ja nitraattityypin keskiarvo on 1380 µg/l. Kiintoainepitoisuus on 456 mg/l ja orgaaninen hapenkulutus on 69 mg/l. Ojavedessä on jonkin verran lämpökesitoisia kolibakteereita (keskiarvo 35 kpl) ja fekaalisia streptokokkeja (ka 15 kpl).

Paavolanojan kuormitus johtuu lähinnä golfkentän väylien valumavesistä ja mahdollisista Loukaistenharjun asuma-alueen jätevesistä. Loukaistenharjun haja-asutuksen jätevesien määrät ja puhdistuksen tila olisi tutkittava ja kiirehdittävä viemärin rakentamisen mahdollisuutta alueelle tai mietittävä kiinteistökohtaisia jätevesien puhdistusmenetelmiä.

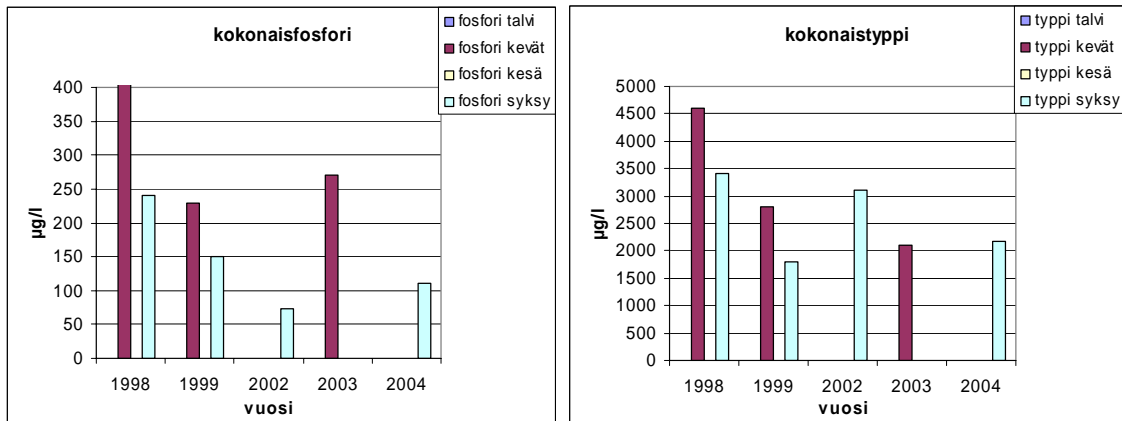
8.8.2.1 Tawast Golf & Country Clubille ehdotetut kunnostustoimenpiteet

Paavolanojan vedessä on paljon fosforia, minkä vuoksi ojassa tarvitaan fosforin poistoon soveltuvia menetelmiä (kuvio 31). Golfkentän vesiasteet toimivat jo itsestään kiintoaineen laskeutusaltaina ja pieninä kosteikkoina. Vesiasteista on poistettu kasvillisuutta ajoittain ruoppaamalla ja niittämällä. Vesinäytteiden mukaan veteen jää kuitenkin hoitotoimenpiteistä huolimatta liukoista fosforia ja nitraattia. Liukoisten ravinteiden käsittelyä voisi tehostaa vesiasteiden jyrkimmille reunoille perustettavilla kalkkisuodinoilla tai vesiasteiden väliin asennettavalla fosforinsaostussysteemillä.

Kalkkisuodinojan avulla estetään ravinteiden valuminen veden mukana vesiasteisiin golfkentän väyliltä. Kalkkisuodinoja voidaan kaivaa lannoitettavan viheriön ja vesiastian väliin rannan suuntaisesti, jolloin kaivantoon laitetaan poltetun kalkin ja hiekan seosta. Tällöin valumavesi valuu viheriöiltä täytettyyn kaivantoon ja imeytyy hiekkaseokseen. Kaivannon pohjalla oleva salaojaputki kokoaa puhdistuneen veden ja purkaa sen vesiasteeseen.

Fosforinpuhdistussysteemissä liukoinen ja kiintoainekseen sitoutunut fosfori saostetaan ferri-sulfaattilla, alumiinisulfaattilla tai alumiinioksidipolymeerillä. Puhdistussysteemissä vesiesteiden väliin asennetaan rauta- tai alumiiniyhdisteiden sekoitinlaatikko, jonka kautta vesi virtaa. Samalla veteen annostellaan ferrisulfaattia, alumiinisulfaattia tai alumiinioksidipolymeeriä, joka saostaa vedessä olevaa fosforia. Sekoittimen jälkeinen vesieste toimii saostuneen fosforin ja kiintoaineen laskeutusaltaana. Tätä systeemiä voi käyttää esimerkiksi väylän 18 kahden viimeisen vesisteen välillä. Puhdistussysteemin toimintaa olisi hyvä tarkkailla vesinäytteillä.

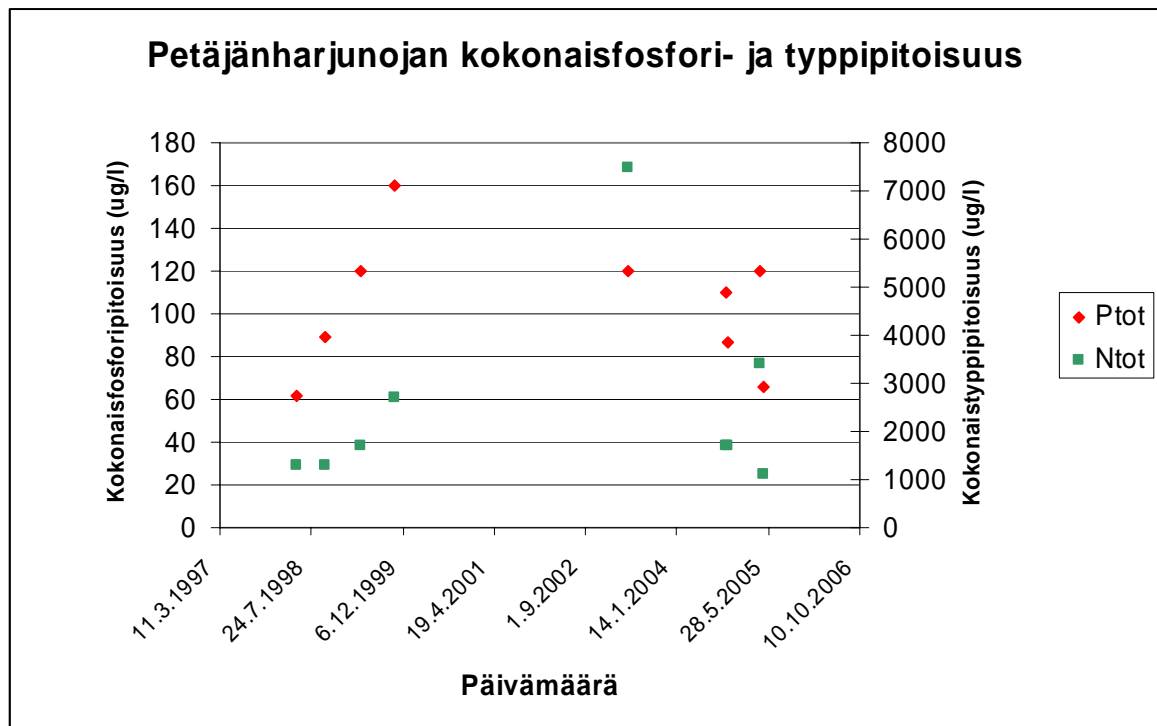
Vesiesteiden kasvillisuutta on niitettävä myös jatkossa vuosittain. Jos fosforinsaostussysteemi perustetaan, olisi hyvä että systeemin yläpuolinen vesieste säilyisi laskeutusaltaana ilman runsasta vesikasvillisuutta.



KUVIO 31 Paavolanjoen kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuuksien vaihtelu vuosittain ja vuodenajoittain. Katkaistu pylväs on 1800 µg/l.

8.8.3 Petäjänharjunoja

Petäjänharjunoja virtaa laajojen peltoalueiden läpi päätyen Katumajärven eteläpään itärannalle. Ojan suulta on otettu vesinäytteitä ympäristöosaston ja vesiensuojeluyhdistyksen toimesta vuosina 1998 ja -99 sekä JÄRKI-hankkeessa 2003, -04 ja -05.



KUVIO 32 Petäjänharjunojan kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuuksien kehitys.

Petäjänharjun ainevirtaama on noin 36 kg fosforia ja 935 kg typpeä vuodessa. Veden kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo on 110 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo on 2900 µg/l (kuvio 32). Fosfaattifosforin keskiarvo on 50 µg/l ja nitraattitypen keskiarvo on 2130 µg/l. Kiintoainepitoisuus on 22 mg/l ja orgaaninen hapenkulutus on 74 mg/l. Ojavedessä on jonkin verran lämpökestoisia kolibakteereita (keskiarvo 28 kpl) ja fekaalisia streptokokkeja (ka 101 kpl).

Petäjänharjunojan kuormitus johtuu runsaista peltojen valumavesistä, karjankasvatuksesta, hevostaloudesta, haja-asutuksen jätevesipäästöistä sekä uuden golfkentän valumista. Ojassa on yhdessä paikassa karjan juottoalue, jonka vuoksi ranta on liettynyt ja ojaan pääsee runsaasti kiintoainetta.

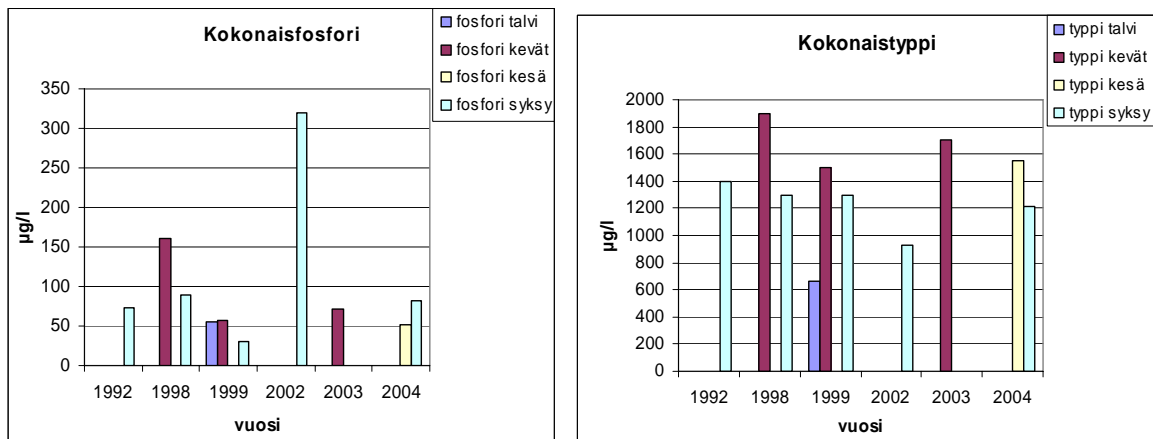
Petäjänharjunojalle sopivia vesiensuojelumenetelmiä ovat pienten patoaltaiden ja lietetaskujen rakentaminen ojaan, suojavyyhykkeet peltojen ja ojan väliin, karjan pääsyn estäminen ojaan ja haja-asutuksen jätevesien käsittely.

Petäjänharjunojassa on neljä sopivaa paikkaa lietetaskuille. Ojaan ollaankin suunnittelemassa Vanajanlinnantien ylä- ja alapuolelle laskeutusaltaita. Suunnittelu aloitettiin heinäkuussa 2003 ja se jatkui eri vaiheiden kautta kevääseen 2005, jolloin saatiin lopullinen päätös allas-kosteikon sijoittumisesta Vanajanlinnan tien yläpuoliselle pellolle. Suunnittelun alkuperäisenä ajatuksena oli allas-ketjun rakentaminen. Viidestä altaasta neljä olisi sijoittunut tien yläpuolelle. Tien alapuolisen altaan suunnittelu eteni yksityiskohtaisiin piirustuksiin, mutta lopulta siitä luovuttiin ja allas päätettiin rakentaa kokonaan kaupungin maalle. Lisää tietoa syksyllä 2005 rakennetusta lasketusallas-kosteikosta löytyy JÄRKI-hankkeen allasjulkaisusta (Simola & Jutila kirj.).

8.8.4 Kihtersuonoja

Kihtersuonoja laskee Katumajärven pohjoispäähän kahtena haarana. Ojan varrella on jonkin verran peltoja ja haja-asutusta. Ojan suulta on otettu vesinäytteitä ympäristöosaston ja vesiensuojeluyhdistyksen toimesta vuosina 1992, -98 ja -99 sekä JÄRKI-hankkeessa 2002, -03, -04 ja -05.

Kihtersuonojan ainevirtaama on noin 30 kg fosforia ja 340 kg typpeä vuodessa. Veden kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo on 112 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo on 1329 µg/l. Fosfaattifosforin keskiarvo on 74 µg/l ja nitraattitypen keskiarvo on 800 µg/l (kuvio 33). Kiintoainepitoisuus on 25 mg/l ja orgaaninen hapenkulutus on 28 mg/l. Ojavedessä on jonkin verran lämpökestoisia kolibakteereita (keskiarvo 63 kpl) ja fekaalisia streptokokkeja (ka 154 kpl).



KUVIO 33 Kihtersuonojan kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuuksien kehitys.

Kihtersuonojan kuormitus johtuu kaupunkialueen sadevesiviemäreiden valumavesistä ja peltojen valumavesistä (Kesäniemi 2004). Ojan matkalla on myös kaupungin jätevesiviemärin pumppaamo, joka vuotaa ajoittain yli ja lisää Kihtersuonojan kuormitusta.

Kihtersuonojalle sopivia vesiensuojelutoimia ovat pumppaamon toiminnan tehostus ja laskeutusallas-kosteikon rakentaminen. Syksyllä 2004 Kihtersuonojaan Lahdentien ja Ruununmyllyntien välille suunniteltiin JÄRKI-hankkeessa lasketusallas-kosteikko, joka rakennettiin talvella 2005. Altaan valuma-alueeksi on arvioitu n. 60 ha, josta peltoa on n. 3 %. Altaan pituus (keskilinjaa pit-

kin) on 96 m ja leveys 22 m. Altaan tilavuus on 1500 m³, vesipinta-ala 2000 m² ja osuus valuma-alueesta 0,33 %. Viipymän (5,2 h) perusteella altaaseen voi olettaa jäävän karkeaa silttiä ja sitä karkeampia maa-hiukkasia, joiden suuruus on yli 0,006 mm. Mitoitusvirtaamaa pienemmillä virtaamilla myös hienompaa ainesta voi jäädä altaaseen. Valuma-alueesta noin 50 % koostuu sellaisista maalajeista, joiden hiukkasten voi olettaa jäävän altaaseen. Kihtersuonojan allas on lähtenyt toimimaan hyvin heti rakentamisen jälkeen. Lisää tietoa altaasta löytyy JÄRKI-hankkeen allasjulkaisusta (Simola & Jutila kirj.).

8.8.5 Niemelänoja

Niemelänoja jakautuu kahteen haaraan, joista toinen tulee asutusalueilta ja pelloilta ja toinen sivuaa Tawast Golf & Country Clubin väyliä. Niemelänoja on otettu vesinäytteitä yhdestä kohdasta ennen vesiestettä Tawastia Golf & Country Clubin toimesta vuosina 2001 ja 2002, sekä ympäristöosaston toimesta haja-asutusalueilta tulevasta haarasta vuosina 1998 ja -99 sekä JÄRKI-hankkeessa 2003, -04 ja -05.

Niemelänojan ainevirtaama on 17 kg fosforia ja 208 kg typpeä vuodessa. Veden kokonaisfosforipitoisuus on korkea 183 µg/l ja fosfaattifosfori on 96 µg/l. Kokonaistyppeä on ojavesille tyypilliset 2212 µg/l ja nitraattia on 1240 µg/l. Kiintoainepitoisuus on 23 mg/l ja orgaaninen hapenkulutus on 50 mg/l. Ojavedessä on vähän lämpökestoisia kolibakteereita (keskiarvo 20 kpl) ja fekaalisia streptokokkeja (60 kpl).

Niemelänojan kuormitus johtuu golfkentän ja peltojen valumavesistä ja haja-asutuksen jätevesipäästöistä. Ojalle sopivia vesiensuojelutoimia on laskeutusaltaan rakentaminen vesiesteeseen ja kosteikkojen hoitaminen niittämällä. Peltojen ja ojan väliin on rakennettava vähintään 3 metrin suojakaistat. Haja-asutuksen jätevesien käsittelyä on tehostettava.

Tawast Golf & Country Clubille ehdotetut kunnostustoimenpiteet

Golfkentältä tulevan ojahaaran valuma-alueelle kuuluvat väylät 3, 4 ja Driving range. Ojaa reunustaa golfkentän puolella karheikko, jota ei lannoiteta. Oja päättyy vesiesteeseen, josta otetaan golfkentän puolesta vesinäyte nro 4. Näytteenottopiste kannattaa siirtää ennen toisen haaran yhtymäkohtaa, jolloin näytteeseen tulee vain golfkentän valumavesiä.

Ojassa oleva ensimmäinen vesieste on umpeen kasvanut enimmäkseen osmankäämikasvillisuudesta. Osmankäämin rehevyys kertoo pohjasedimentin korkeista ravinnepitoisuuksista. Toinen vesieste on syvempi, jossa kasvaa vain reunoilla osmankäämiä.

Ensimmäisen vesiesteen ylempään päähän voidaan toteuttaa laskeutusallas, jolloin pohjasta poistetaan vesikasvillisuus ja sitä syvennetään 1,5 – 2,0 metrin syvyiseksi. Tällöin Niemelänojan mukana kulkeutuvasta kiintoaineesta saadaan osa pysäytettyä laskeutusaltaaseen ja kiintoaine- ja ravinnekuormitus Katumajärveen vähentyvät. Laskeutusaltaan pohjasta on poistettava lietettä säännöllisesti eli noin 3 vuoden välein, jotta laskeutussyvyys säilyy ja kasvillisuus ei pääse valtaamaan alaa. Ensimmäisen vesiesteen loppuosa saa olla matalan veden aluetta, josta kosteikkokasvillisuutta tulee niittää 2-3 vuoden välein.

Toisen vesiesteen osmankäämikasvustoa ei tule kokonaan poistaa, koska se käyttää hyväkseen kentältä tulevia ravinteita. Kasvustoa voi niittää 2-3 vuoden välein.

Tawast Golf ja JÄRKI-hanke tyhjensivät talvikaudella 2003-2004 Niemelänojan laskeutusaltaan. Kosteikkoa on myös niitetty. Toinenkin lähellä sijaitseva vesieste on tyhjennetty.

8.8.6 Idänpään valtaviemäri

Idänpään valtaviemäri johtaa hulevesiä Idänpään kaupunkialueelta Katumajärveen. Ojassa on ennen valtatieä luonnollinen kosteikko, jossa kasvaa runsaasti osmankäämiä. Ojan suulta on otettu vesinäytteitä ympäristöosaston ja vesiensuojeluyhdistyksen toimesta vuosina 1992, -98 ja -99 sekä JÄRKI-hankkeessa 2003.

Idänpään valtaviemäriin ainevirtaama on noin 8 kg fosforia ja 78 kg typpeä vuodessa. Veden kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo on 123 µg/l ja fosfaattifosforin keskiarvo on 93 µg/l. Koko-

naistyyppipitoisuuden keskiarvo on 1182 µg/l ja nitraattitypen keskiarvo on 630 µg/l. Kiintoainepitoisuus on 72 mg/l ja orgaaninen hapenkulutus on 25 mg/l. Ojavedessä on jonkin verran lämpökesoisia kolibakteereita (keskiarvo 168 kpl) ja fekaalisia streptokokkeja (ka 43 kpl).

Idänpään valtaviemärin kuormitus johtuu kaupungin hulevesistä (Kesäniemi 2004). Ojalle sopivia vesiensuojelutoimia on luonnollisen kosteikon hoitaminen niittämällä. Kosteikon etupäähän voisi rakentaa pienehkön lietetaskun, joka laskeuttaa kiintoaineen.

Idänpään valtaoja on eri oja ja siitä on otettu näytteitä vuosina 1998 ja 1999.

8.8.7 Solvikinoja

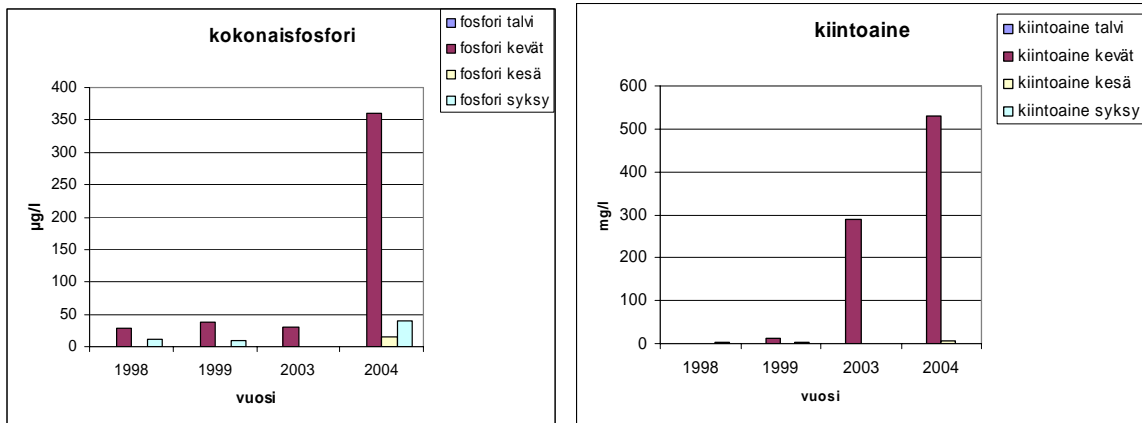
Solvikinoja on asutusalueen hulevesiviemäri, joka purkaa vedet ennen järveä olevaan pensioittuneeseen kosteikkoon. Ojan suulta on otettu vesinäytteitä ympäristöosaston ja vesiensuojeluyhdistyksen toimesta vuosina 1998 ja -99 sekä JÄRKI-hankkeessa 2003, -04 ja -05.

Solvikinojan ainevirtaama on noin 5 kg fosforia ja 112 kg typpeä vuodessa. Veden kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo on 112 µg/l ja fosfaattifosforin keskiarvo on 103 µg/l. Kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo on 2039 µg/l ja nitraattitypen keskiarvo on 1964 µg/l. Kiintoainepitoisuus on 27 mg/l ja orgaaninen hapenkulutus on 26 mg/l. Ojavedessä on vähän lämpökesoisia kolibakteereita (keskiarvo 15 kpl) ja fekaalisia streptokokkeja (ka 32 kpl).

Ojalle sopivia vesiensuojelumenetelmiä ovat hulevesiviemärin päässä ennen järveä olevan kosteikon hoito niittämällä ja pajupensaikkojen leikkuulla. Purkuviemärin päähän voisi rakentaa lietetaskun tulevalle kiintoaineelle.

8.8.8 Kappolan rinneoja

Kappolan rinneoja laskee Kappolanrinnettä Katumajärveen. Ojan alkupäähän rinteeseen toiselle puolelle rakennetaan Linna Golf Oy:n golfkenttä. Kentän vesiesteestä suunnitellaan veden purkautuvan Kappolanojaan.



KUVIO 34 Kappolan rinneojan kokonaisfosfori- ja kiintoainepitoisuudet vuosittain ja vuodenajoittain.

Ojan suulta on otettu vesinäytteitä ympäristöosaston ja vesiensuojeluyhdistyksen toimesta vuosina 1998 ja -99 sekä JÄRKI-hankkeessa 2003, -04 ja -05.

Niemelänojan ainevirtaama on noin 7 kg fosforia ja 208 kg typpeä vuodessa. Veden kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo on 24 µg/l ja fosfaattifosforin keskiarvo on 5,3 µg/l (kuvio 34). Kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo on 4011 µg/l ja nitraattitypen keskiarvo on 4428 µg/l. Kiintoainepitoisuus on 77 mg/l ja orgaaninen hapenkulutus on 33 mg/l. Ojavedessä on vähän lämpökesoisia kolibakteereita (keskiarvo 37 kpl) ja fekaalisia streptokokkeja (ka 5 kpl).

Rakennetun golfkentän vesiesteiden suunnittelussa on otettu vesiensuojelu huomioon. Ylimääräisen kiintoaineen ja ravinteiden pääsy Kappolan rinneojaan on estetty rakentamalla laskeus-

tusallas-kosteikko väylän 15 viereen. Golfkentän rakentuessa merkittävä määrä kiintoaineita tuli Kappolan ranta-osaan ja sitä kautta Katumajärveen osin erittäin sateisen sään vuoksi.

8.8.9 Rauhalanoja

Rauhalanoja laskee Katumajärveen Idänpään asuinalueelta. Hulevesiviemärin loppupäässä ennen järveä on kosteikkomainen lehtoalue. Ojaa kuormittavat kaupungin hulevedet. Ojan suulta on otettu vesinäytteitä ympäristöosaston ja vesiensuojeluyhdistyksen toimesta vuonna 1999 ja JÄRKI-hankkeessa 2004, jolloin Outi Kesäniemi tutki opinnäytetyössään hulevesikuormitusta erityisesti pohjautuen Rauhalanojalta tehtyihin virtaamamittauksiin ja vesinäytteenottoon.

Rauhalanojan ainevirtaama on noin 5 kg fosforia ja 92 kg typpeä vuodessa. Veden kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo on 34 µg/l ja fosfaattifosforin keskiarvo on 15 µg/l. Kokonaistyyppi-pitoisuuden keskiarvo on 675 µg/l ja nitraattitypen keskiarvo on 194 µg/l. Kiintoainepitoisuus on 6 mg/l ja orgaaninen hapenkulutus on 32 mg/l. Ojavedessä on runsaasti lämpökestoisia kolibakteereita (keskiarvo 280 kpl) ja jonkin verran fekaalisia streptokokkeja (ka 71 kpl).

Ojalle sopiva vesiensuojelumenetelmä on loppupään kosteikon hoitaminen niittämällä. Alueelle voisi istuttaa maaperää sitovia kasveja. Hulevesiviemärin pää on korkealla maan pinnasta ja siihen voisi rakentaa kivistä eroosiosuojan maa-aineksen sitomiseksi. Loppupään kosteikko voisi toimia siistimisen jälkeen esimerkiksi esittelykohteena kaupunkihulevesien puhdistamiseen, sillä alue on kaunis kesäisin ja suosittu virkistyskohde.

8.8.10 Rantatienoja

Rantatienoja laskee Katumajärven eteläpähän Harvialan asuinalueelta ja ojaa kuormittavat kaupunkihulevedet. Ojan suulta on otettu vesinäytteitä ympäristöosaston ja vesiensuojeluyhdistyksen toimesta vuonna 1998 sekä JÄRKI-hankkeessa 2003, -04 ja -05.

Rantatienojan ainevirtaama on noin 3 kg fosforia ja 69 kg typpeä vuodessa. Veden kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo on 48 µg/l ja fosfaattifosforin keskiarvo on 24 µg/l. Kokonaistyyppi-pitoisuuden keskiarvo on 1303 µg/l ja nitraattitypen keskiarvo on 1466 µg/l. Kiintoainepitoisuus on 33 mg/l ja orgaaninen hapenkulutus on 25 mg/l. Ojavedessä on vähän lämpökestoisia kolibakteereita (keskiarvo 20 kpl).

Ojalle sopiva vesiensuojelumenetelmä on pienen liettaskun rakentaminen avo-ojaan.

8.8.11 Tervapirtinoja

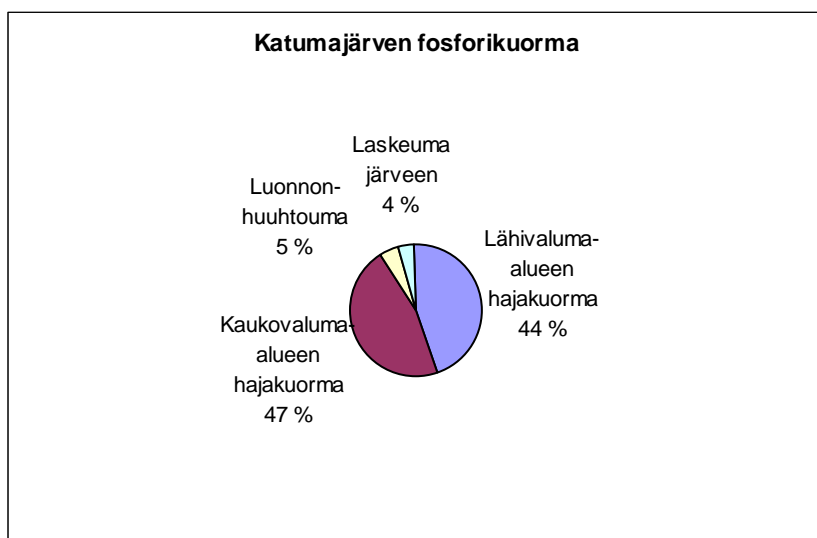
Tervapirtinoja laskee Katumajärven länsipuolelta ja ojaa kuormittavat pelto- ja metsäkuivatusvedet. Ojan suulta on otettu vesinäytteitä ympäristöosaston ja vesiensuojeluyhdistyksen toimesta vuosina 1998 ja 1999.

Tervapirtinajan ainevirtaama on noin 2 kg fosforia ja 44 kg typpeä vuodessa. Veden kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo on 142 µg/l ja fosfaattifosforin keskiarvo on 87 µg/l. Kokonaistyyppi-pitoisuuden keskiarvo on 2663 µg/l ja nitraattitypen keskiarvo on 2701 µg/l. Kiintoainepitoisuus on 7 mg/l ja orgaaninen hapenkulutus on 25 mg/l.

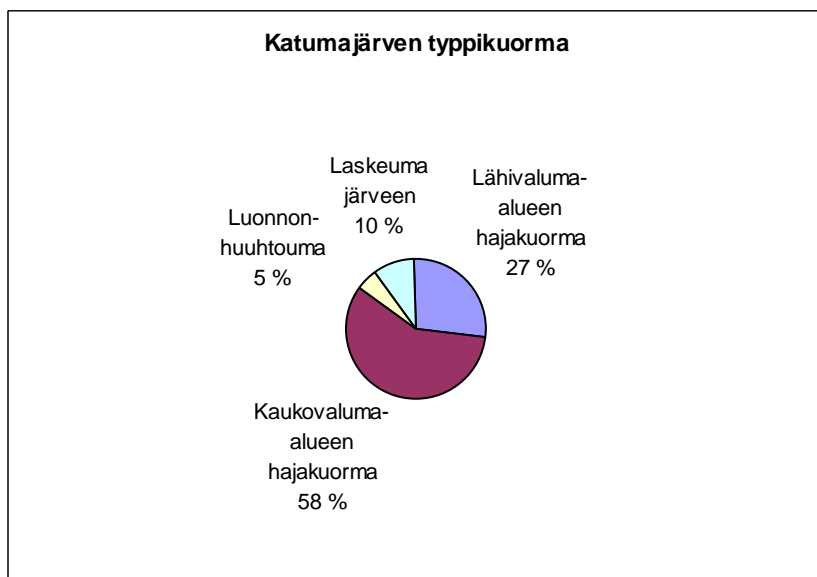
Ojarummun purkupää on korkealla maanpinnasta ja rinteessä on selvää eroosiota. Purkupään alle kannattaisi rakentaa esimerkiksi imeytyskaivo, jossa on soraa ja kiviä. Kaivon ympärille on laitettava myös kivistä eroosiosuoja. Imeytyskaivo saattaa tukkeutua, mikäli hulevedessä on paljon kiintoainetta. Rummusta tuleva vesimäärä on kesäisin kuitenkin vähäinen, joten tukkeutumisen vaaraa ei pitäisi olla. Kaivosta vesi suodattuisi maaperään ja/tai kulkisi pohjalle asennettua salaojaputkea pitkin ja purkautuisi alempana ennen vesistöä maastoon (tällöin voitaisiin vesinäytteillä tarkkailla veden puhdistumista). Imeytyskaivon pohjalle voidaan sijoittaa myös fosforia sitova suodatinkerros rautasulfaattista. Tervapirtin ojarumpu on pidettävä puhtaana sekä estettävä verkolla tiehiekkan ja orgaanisen aineksen pääsystä rumpuun ja sitä kautta imeytyskaivoon.

8.9 Yhteenveto Katumajärven lähivaluma-alueen vesiensuojelusta

Katumajärven veden laadun parantamiseksi ovat vesiensuojelutoimenpiteet ensisijaisesti kohdennettava ulkoisen kuormituksen vähentämiseen. Ainevirtaamatuloksien perusteella huomataan, että lähivaluma-alue kuormittaa järveä kaukovaluma-aluetta enemmän (kuvio 35 ja 36). Lähivaluma-alueelta tulee 53 % kokonaisfosforista (luonnonhuuhtouma ja -laskeuma huomioitu tässä) ja 42 % kokonaistypestä Katumajärveen. Kaukovaluma-alueelta tulee fosforista 47 % ja tyypeistä 58 %. Vaikka Myllyjoen eli kaukovaluma-alueen ainevirtaama on suurin muihin ojiin verrattuna, on lähivaluma-alueen yhteenlaskettu kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppikuorma (428 kg fosforia vuodessa) suurempi kuin Myllyjoen tuoma kuormitus (402 kg fosforia vuodessa).



KUVIO 35 Kuviossa esitetään Katumajärveen tulevan fosforikuormituksen suhteelliset osuudet.



KUVIO 36 Kuviossa esitetään Katumajärveen tulevan tyyppikuormituksen suhteelliset osuudet.

Katumajärveen laskeviin pienojiin kannattaa ensisijaisesti tehdä vesiensuojelutoimenpiteitä, joilla voidaan niiden tuomaa kuormitusta vähentää. Pieniin ojiin rakentaminen on taloudellisempaa ja pienemmät virtaamat aiheuttavat vähemmän ongelmia suunnittelulle ja toteutukselle. Pieniin ojiin erittäin sopiva vesiensuojelumenetelmä on lietetasku eli pieni patoallas, jolla voidaan laskeuttaa vedestä kiintoainetta ja samalla ravinteita. Altaana toimii itse oja, jossa pienpato kohottaa veden-

pintaa vain sen verran, että siitä ei aiheudu haittaa ja tulvaa padon yläpuolelle. Altaita voi olla samassa ojassa monta peräkkäin, jolloin niiden vaikutus tehostuu. Altaaseen saattaa kehittyä kasvillisuutta, jolloin se toimii myös pienoiskosteikkona. Kun tällaisia pinta-alaltaan pieniä altaita ja kosteikkoja on monessa ojassa, ne vaikuttavat samalla tavalla kuin yksi suuri allas tai kosteikko, koska niiden yhteispinta-ala kasvaa.

Esimerkki pienen patoaltaan fosforivähennyksestä:

Pienojaan rakennettavan pienen patoaltaan oletetaan poistavan vedestä fosforia 5,5 kg/a. Katumajärveen laskevia oja on 21. Niiden ravinnekuorma Katumajärveen on 270 kg fosforia. Mikäli jokaiseen ojaan rakennettaisiin patoallas, vähenisi ojien tuoma kokonaiskuormitus fosforin osalta noin 116 kg eli noin 43 % aikaisemmasta kuormasta. Jos pieniä patoja rakennetaan jokaiseen ojaan monta, vähenee fosforikuorma tietysti vieläkin enemmän!

Täytyy pitää kuitenkin mielessä, että patoaltaan toimivuuteen eli fosforin vähenemiseen vedestä vaikuttaa ojavedessä oleva kiintoaineksen määrä. Mitä enemmän kiintoainesta on vedessä, sitä tehokkaammin patoallas laskeuttaa kiintoainesta ja siihen sitoutuneita ravinteita. Patoallas onkin soveltuva sellaisiin ojiin, joiden vedessä on runsaasti kiintoainesta. Varsinkin peltojen ja kauptungin hulevedet sekä metsien ja soiden kuivatusvedet sisältävät erittäin paljon kiintoainetta. Katumajärven osalta oja, joiden vesissä on suurin kiintoainepitoisuus, ovat Jokelanoja ja Paavolanoja. Lisäksi merkittävät kiintoainepitoisuudet ovat Kappolanojassa, Mantereenvuorenojassa, Idänpään valtaojassa, Rantatienojassa ja Kahilistonojassa.

8.10 Katumajärven kaukovaluma-alueen vesiensuojelu

Myllyjokeen tarvittavia vesiensuojelumenetelmiä kannattaa suunnitella joen yläjuoksulle, missä veden virtaamat ovat pienempiä ja peltojen osuus valuma-alueesta suuri. Myllyjoen sivuhaaroihin, kuten Sammalsuonojaan, Viinojaan, Lepopellonojaan ja Siirinojaan kannattaa rakentaa pieniä patoaltaita. Yläjuoksulla olevilla maatalousalueilla tulee kiinnittää huomiota suojakaistojen (n. 3 m) leveyteen ja tarvittaessa toteuttaa suojavyöhykkeitä tulvapenkereille tai jyrkille rantaosuuksille (n. 15 m) peltojen ja ojan väliin. Peltojen kuivatusojiin voi rakentaa myös pieniä pohjapatoaltaita liete-taskuineen.

Jo aikaisemmin rakennettuja kohteita, kuten laskeutusaltaat Pesosen lammi ja kosteikko sekä Kruununmyllyn altaat, on kunnostettava ja ruopattava ylimääräisen lietteen poistamiseksi. Silloin ne toimivat myös Myllyjoen vesiensuojelussa. Ilman kunnostusta ja lietteen poistoa, altaista saattaa lähteä kiintoainesta liikkeelle, jolloin niiden laskeuttava hyöty jää vähäiseksi.

Matkolammiin laskevista kolmesta ojasta täytyy kartoittaa allas- ja kosteikkopaikat ja selvittää siten ojiin sopivat vesiensuojelumenetelmät kiintoaineen ja fosforikuorman vähentämiseksi.

Velssinlammin kosteikon lisäksi Myllyjoesta löytyi toinen paikka laskeutusallas ja kosteikkoyhdistelmälle. Itse Myllyjoessa Kankaisissa on yksi luontaisen tulvatasanteen omaava paikka, joka sopii maarakenteisella patoratkaisulla toteutettavan laskeutuallas- ja kosteikkoyhdistelmän suunnitteluun. Kankaisissa Huhtamon kohdalla olevassa mutkassa (liite 10, piste 8) Myllyjoki kulkee keskellä luontaista tulvatasannetta, jonka reunat ovat noin kolme metriä leveät. Tasanne loppuu jyrkkiin uoman reunoihin. Paikka sopii erittäin hyvin maarakenteiselle pohjapadolle ja kosteikolle, ja maanomistajalta kannattaakin kysyä suostumusta sellaisen suunnitteluun. Pohjapadon leveydeksi tulisi ainakin 10 metriä ja kosteikon pituudeksi tulisi noin 40 metriä.

9 Katumajärven kuormituslaskelmat ja ainetase

9.1 Ulkoinen kuormitus

Ulkoinen kuormitus koostuu lähi- ja kaukovaluma-alueen hajakuormituksesta sekä pistekuormituksesta, luonnonhuuhtoumasta ja järveen lankeavasta luonnon laskeumasta.

Pistekuormittaja on kuormittaja, jonka ravinnekuormitus lankeaa järveen yhdestä pisteestä. Hajakuormitus on se osuus valumavesien aiheuttamasta ravinnekuormituksesta, joka on ihmisen toiminnasta johtuvaa lisäystä ravinnevalumassa. Lähes kaikki toiminta vesistön valuma-alueella lisää hajakuormaa. Voimakkaimmin hajakuormaa on lisännyt valuma-alueen raivaus viljelyskäyttöön ja voimaperäinen maatalous eli niin sanottu tehoviljely. Katumajärven hajakuormaa lisäävät myös karjatalous, metsien ojitus ja lannoitus, metsien hakkuut, suo-ojitukset, haja- ja loma-asutus, kaupunkialueiden hulevedet ja Katumajärven lähivaluma-alueen golfkentät.

Ulkoiden kuormituksen laskemiseen on tässä otettu kolme eri mallia. Hassisen mallilla jokaisen kuormittajalähteen aiheuttama kuormitus on laskettu yhteen ja siten saatu kokonaiskuormitus. Rekolaisen mallissa käytettiin luonnonlaskeumaa, luonnonhuuhtoumaa ja peltoprosentin mukaan laskettua hajakuormitusta. Tampereen mallissa käytettiin luonnonlaskeumaa, kaukovaluma-alueen kuormaa ja erityisen kaavan mukaan laskettua lähivaluma-alueen fosfori- ja typhen kokonaiskuormitusta.

9.1.1 Kuormituslaskelma Hassisen mukaan

Kuormituslaskelman perustiedot on otettu Riitta Hassisen opinnäytetyöstä Katumajärven kuormitus- ja tilaselvitys. Kuormitustietoja on korjailtu ja niihin on tullut muutoksia vuoden 1997 jälkeen. Kaupungin virkistysalueen Kipinäniemen, Sotainvalidien veljesmajan ja Vanajanlinnan kaikki jätevedet johdetaan HS Veden viemäriin, joten pistekuormitus on niiltä osin vähentynyt. Tawast Golf & Country Clubin kuormitus on laskettu uusien lannoitustietojen avulla ja golfkentältä tulevaa kuormitusta käsitellään tässä hajakuormituksena, eikä pistekuormituksena. Hassisen työssä luonnonlaskeuma oli laskettu koko lähivaluma-alueelle ja se korjattiin järveen suoraan kohdistuvaksi laskeumaksi.

9.1.1.1 Pistekuormitus

Katumajärven pistekuormittajiksi voidaan luokitella eteläpään tanssilava ja järveen sijoitettu paineviemäri. Harvialan tanssilavalle kertyy vuodessa noin 2100 kävijäpäivää. Tanssilavan käymäläjätevedet kerätään umpisäiliöön ja pesuvedet imeytetään 120 metrin päähän rannasta. Yhden asukkaan fosforikuormitus on 2,6 g/vrk ja typpikuormitus 15 g/vrk. Tanssilavalla ympäristöä kuormittavat ainoastaan pesuvedet, joiden kuormitusosuus on vain neljännes normaalista ihmisen aiheuttamasta vuorokausikuormituksesta.

$$2100 * 2,6 \text{g} * 0,25 = 1365 \text{ g P/a}$$

$$2100 * 15 \text{g} * 0,25 = 7880 \text{ g N/a}$$

Tanssilavan aiheuttama kuormitus on 1,4 kg P/a ja 8,0 kg N/a.

Katumajärven läpi kulkee HS Veden viemäriverkostoon kuuluva Vanajanlinnan muovinen 160 mm:n paineviemäri jätevesille. Putkelle tehdään vuosittain tarkastus mahdollisten vuotojen havaitsemiseksi. Putkesta ei aiheudu kuormitusta sen ollessa ehjä.

9.1.1.2 Haja- ja loma-asutus

Haja- ja loma-asutuksen kuormitukseen katsotaan kuuluvan vain Katumajärven rantaan alle 100 metrin päähän rajoittuvat tontit. Kauempana lähivaluma-alueella olevat kiinteistöt lasketaan kuuluvaksi tässä tutkimuksessa pienojien tuomaan hajakuormitukseen.

Haja-asutuksella tarkoitetaan ympärivuotista asutusta Katumajärven rannoilla, joka ei ole liittynyt HSVeden viemäriverkkoon. Hassisen esittämänä yhden asukkaan fosforikuormitus on 2,6 g/vrk ja typpikuormitus 15 g/vrk. Kun kiinteistöllä olevat saostuskaivot vähentävät jätevedessä olevaa kuormitusta 15 %, saadaan kuormituksiksi 2,21 g fosforia ja 12,75 g typpeä per henkilö vuorokaudessa. Hassisen mukaan Katumajärven rantaan alle 100 metrin päähän rajoittuvia kiinteistöjä oli 15 kpl vuonna 1997. Omakotitaloissa asui keskimäärin 2,57 henkilöä.

$$15 \cdot 2,57 \cdot 2,21 \cdot 360 = 30,70 \text{ kg P/a}$$

$$15 \cdot 2,57 \cdot 12,75 \cdot 360 = 176,95 \text{ kg N/a}$$

Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus on 30,7 kg P/a ja 176,95 kg N/a.

Loma-asutuksella tarkoitetaan Katumajärven rannoilla väliaikaisesti asuttavia kiinteistöjä, jotka eivät ole liittyneet HSVeden viemäriverkkoon. Hassisen esittämänä loma-asutuksen fosforikuormitus on 60 % vakituisen asutuksen kuormituksesta. Katumajärven rannalla oli alle 100 metrin päähän rajoittuvia loma-asuntoja 55 kpl.

$$0,00221 \text{ kg P/vrk} \cdot 0,6 \cdot 360 \cdot 55 = 26,4 \text{ kg P/a}$$

$$0,01275 \text{ kg N/vrk} \cdot 0,6 \cdot 360 \cdot 55 = 151,5 \text{ kg N/a}$$

Loma-asutuksen aiheuttama kuormitus on 26,4 kg P/a ja 151,5 kg N/a.

9.1.1.3 Golfkentät

9.1.1.3.1 Tawast Golf & Country Club

Tawast Golf & Country Club imeyttää maahan golfklubin toiminnassa syntyvät harmaat vedet. Väylien saniteettipisteiden pesuvedet imeytetään maastoon ja käymälöiden jätevedet kerätään 5 m³ umpisäiliöihin.

Tawast Golf & Country Club on alkanut vuonna 2003 käyttää greenilannoitukseen uutta ympäristöystävällistä Tanskassa lanseerattua lannoitustekniikkaa, jossa lannoiteneite levitetään pieninä annoksina kahden viikon välein ja kastellaan kevyesti heti kiinni maaperään. Lannoitteet ovat kloori- ja raskasmetallivapaita, sekä sisältävät hitaasti tai erittäin hitaasti liukenevaa typpeä. Tawast Golf seuraa kenttensä läpi kulkevien virtaavien vesien ja vesiesteiden laatua ottamalla vesinäytteitä neljästä eri pisteestä vuosittain syksyllä.

Tawast Golf & Country Clubin alue on pinta-alaltaan 62 ha, josta lannoitettava aluetta on 23 ha. Lannoitteita käytetään greenillä, lyöntipaikoilla, väylillä ja esikarheikoilla. Ylijäämät lannoitelevittimessä levitetään harjoitusalueelle. Greeneiltä kerätään leikkuujätettä, jota käytetään istutusten ja satunnaisesti karheikkojen lannoitukseen. Kevyt lannoitus jätetään vähintään 6 metrin päähän vesistöistä ja viheriö-lannoitus vähintäänkin 12 metrin päähän vesistöistä (taulukko 10).

Pelialueen pinta-alat ovat:

viheriöt	1,1 ha
lyöntipaikkoja	0,6 ha
väyliä	8,0 ha
esikarheikkoja	3,3 ha
karheikkoa	10 ha
harjoitusalueetta	5 ha
teitä, esteitä	1 ha
metsää yms	23 ha

TAULUKKO 10. Käytetyt lannoitusmäärät kentän eri osille vuonna 2002 (kg/ha/a) (Tawast Golf & Country Club 2002).

Vuonna 2002	Pkg/ha/a	Nkg/ha/a
Viheriöt	39	198
Lyöntipaikat	45	146
Väylät+esikarheikko	13	53

Golfkentän nurmialueelta syntyy pintavaluntakuormitusta sekä fosfori- ja typpilannoituksen huuhtoutumista kastelu/kuivatusvesien mukana salaojaputkien tai pohjaveden kautta vesistöön. Maveron loppuraportin mukaan vuosilannoituksella 84 kg P/ha huuhtoutuu liukoista fosfaattifosforia 0,20 kg

PO₄-P/ha ja vuosilannoituksella 42 kg P/ha huuhtoutuu liukoista fosfaattifosforia 0,15 kg PO₄-P/ha. Lannoitusmäärällä 200 kg N/ha nurmelta huuhtoutuu typpeä 6 kg N/ha ja vuosilannoituksella 100 kg N/ha huuhtoutuu 5 kg N/ha (Rekolainen & Kauppi 1992).

Tawast Golfin aiheuttamaksi kokonaiskuormitukseksi tulee siis fosforin osalta 1,30 kg/a ja typen osalta 105,8 kg/a (taulukko 11).

TAULUKKO 11. Tawast Golf & Country Clubin vuoden 2002 kuormitus vesistöön.

	ha	Pkg/ha/a	Nkg/ha/a	P kg/a	N kg/a
Viheriöt	1,1	0,15	6	0,17	6,60
Lyöntipaikat	0,6	0,15	5,5	0,09	3,30
Väylät+esikarheikko	21,3	0,05	4,5	1,07	95,85
			Yhteensä	1,32	105,75

Golfkenttä on tiiviin ympärivuotisen kasvipeitteen suojaama, mikä vähentää merkittävästi alueen pintaeroosiota ja pintavalunnan mukana kulkeutuvaa maa-ainesta. Grossin, Anglen ja Welterlen mukaan golfkentän nurmialueen pintavalunnan aiheuttama kuormitus touko- ja syyskuun välillä on 0,002 kg /ha kokonaisfosforia kuukaudessa ja 0,012 kg/ha kokonaistyppeä kuukaudessa (Angle, Gross & Welterl 1990).

$$3 \text{ ha} * 0,002 \text{ kg /ha} * 5 = 0,23 \text{ kg fosforia}$$

$$23 \text{ ha} * 0,012 \text{ kg /ha} * 5 = 1,40 \text{ kg typpeä}$$

Kun pintavalunnan aiheuttama kuormitus on 0,23 kg fosforia ja 1,40 kg typpeä, on salaojiin ja pohjaveteen joutuva kuormitus 1,09 kg P/a ja 104,35 kg N/a. Pintavalunnan aiheuttama kuormitus on siis hyvin vähäinen ja golfkentän vesiensuojelulliset toimenpiteet kannattaakin kohdistaa salaojaputkistoja pitkin tulevan kuormituksen vähentämiseen. Kanta-Hämeen järvet kestävään kehitykseen hankkeessa on selvitetty Tawast Golf & Country Clubin ja Linna Golf Oy:n vesistövaikutuksia ja samalla on pyritty antamaan ohjeita golfkenttien vesiensuojeluun.

9.1.1.3.2 Vanajanlinna Golf & Country Club

Vanajanlinna Golfin vuonna 2005 valmistuneen golfkenttäalueen ala on n. 104 ha ja se sijoittuu Katumajärven itärannalle Vanajanlinnan pohjoispuolelle. Alueelta raivattiin tai hakkuutettiin 67 ha metsää. Peltoa, maantietä tai piha-alueita oli 37 ha. Katumajärvestä nostetaan pumppaamon avulla kasteluvettä Vanajanlinna Golfin väylille.

Vanajanlinna Golfin kentän vesien kuivatus on järjestetty siten, että suuri osa alueelta syntyvistä valumavesistä ohjataan salaojaputkistoverkostolla yhteen pisteeseen. Väylien 8 ja 9 viereen, tien itäpuolelle on rakennettu laskeutusallas-kosteikko, jonka vedet johdetaan edelleen yhden altaan kautta Katumajärveen. Kappolanrinteen lähellä olevan vesiastian vesiä ei johdeta salaojaputkistoon, vaan ne purkautuvat väylän 15 vieressä olevan laskeutusallas-kosteikon kautta Kappolan rinteeseen.

9.1.1.4 Maatalous

Tässä maatalouteen sisältyvät vain Katumajärven rantaan rajoittuvat viljeltävät pellot. Osa pelloista sisältyy Katumajärveen laskevien ojien valuma-alueille, jolloin peltojen kuormituksen oletetaan kuuluvan ojan tuomaan kuormitukseen.

Katumajärven rantaan rajoittuvia pelloja on noin 15,6 ha. Maatalouden kuormitus muodostuu peltoviljelyn aiheuttamasta fosfori- ja typpihuuhtoumasta. Hassisen mukaan pelloilta tulee keskimäärin 1,35 kg fosforia vuodessa hehtaaria kohti ja 13,8 kg N/ha/a (Hassinen lähde 25). Maatalouden aiheuttama kuormitus on fosforin osalta 21,1 kg P/a ja typen osalta 215,3 kg N/a.

9.1.1.5 Metsätalous

Eniten haitallisia vesistövaikutuksia aiheuttavia metsätaloustoimenpiteitä ovat ojitus, hakkuu, metsänuudistukseen liittyvä maanmuokkaus, metsälannoitus ja suoja-aineiden käyttö.

Katumajärven lähivaluma-alueella on suoritettu metsien uudishakkuita Vanajanlinna Golf Oy:n alueella noin 67 hehtaarin alalla. Uudishakkuiden aiheuttama fosforikuormitus on 0,5 kg P/ha ja typpikuormitus 15 kg N/ha vuodessa kolmen vuoden ajan (Hassinen lähde 21).

$$67 \text{ ha} \cdot 0,5 \text{ kg P/ha/a} = 33,5 \text{ kg P/a}$$

$$67 \text{ ha} \cdot 15 \text{ kg N/ha/a} = 1005 \text{ kg N/a}$$

Metsätalouden aiheuttama kuormitus on fosforin osalta 34 kg P/a ja typen osalta 1005 kg N/a.

9.1.1.6 Myllyjoki

Myllyjoen ainevirtaamat on esitetty kappaleessa 5.6. Myllyjoen fosforikuorma on 402 kg/a ja typpikuorma on 10 393 kg/a.

9.1.1.7 Pienojat

Ojien ainevirtaamat on esitetty kappaleessa 5.6. Jatkossa käytetään taulukon 7 arvoja.

9.1.1.8 Luonnonhuuhtouma ja -laskeuma

Luonnonhuuhtouma kuvaa valuma-alueen ravinnekuormaa, joka tulisi luonnontilaiselta tai pitkään käsittelemättömänä olevalta metsäalueelta. Siihen kuuluvat maalle sataneen veden ja lumen aiheuttama ravinnehuuhtouma sekä metsänkäsittelyn pitkäaikaisvaikutukset huuhtoutumiin. Hassisen mukaan alueilta, joilla metsätaloustoimenpiteet ovat vanhoja, tulee luonnonhuuhtoumana fosforia 7 kg/km²a ja typpeä 150 kg/km²a. Luonnonhuuhtouma lasketaan lähivaluma-alueen mukaan 10 km² - 3,751 km² = 6,249 km².

$$7 \text{ kg/km}^2 \cdot 6,249 \text{ km}^2 = 43,7 \text{ kg P/a}$$

$$150 \text{ kg/km}^2 \cdot 6,249 \text{ km}^2 = 937,35 \text{ kg N/a}$$

Luonnonhuuhtoumana tulee fosforia 43,7 kg/a ja typpeä 937,4 kg/a.

Laskeumasta osa on luonnontilaista ja osa ihmisen toiminnasta aiheutuvaa. Siitepölyt ovat merkittävä osa laskeumaa, mutta myös ihmisen toiminta, kuten liikenne, teollisuuden päästöt, palamisessa syntyvä tuhka ja maanmuokkaus, lisäävät laskeuman kuormitusta. Hassinen arvioi laskeuman vesi- ja ympäristöhallituksen Lammilla sijaitsevan sadevesiaseman vuoden 1994 tulosten mediaaniarvojen perusteella olevan 39,7 mg N/m²/kk ja 0,78 mg P/m²/kk.

$$0,78 \text{ mg P/m}^2/\text{kk} \cdot 12 \text{ kk} \cdot 3751000 \text{ m}^2 = 35109360 \text{ mg/a} = 35,1 \text{ kg P/a}$$

$$39,7 \text{ mg N/m}^2/\text{kk} \cdot 12 \text{ kk} \cdot 3751000 \text{ m}^2 = 1786976400 \text{ mg/a} = 1787 \text{ kg N/a}$$

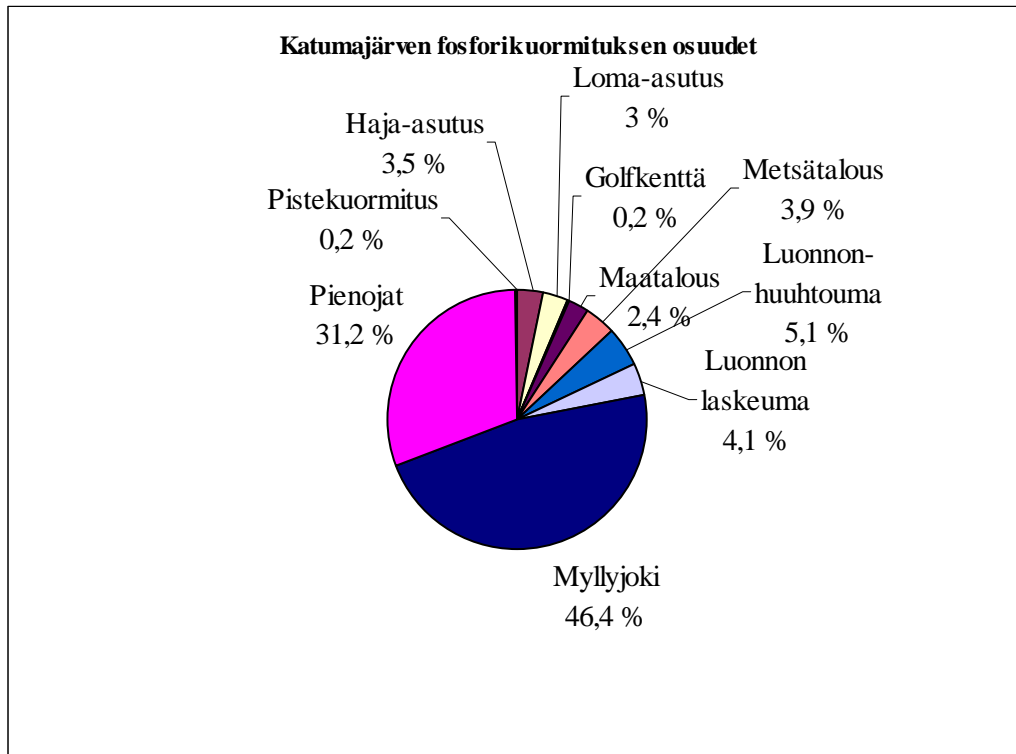
Fosforilaskeumaksi saatiin 35,1 kg/a ja typpilaskeumaksi 1787 kg/a.

9.1.1.9 Katumajärven kuormitus Hassisen mukaan

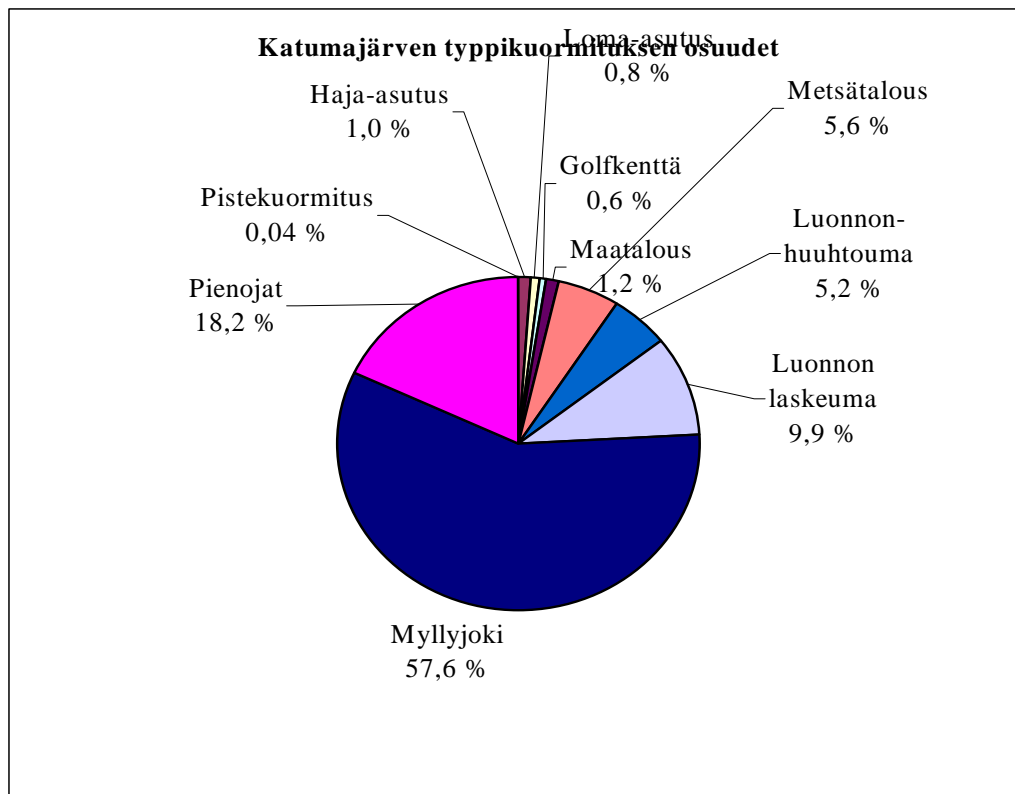
Seuraavissa kuvioissa ja taulukossa on esitetty Hassisen mukaan laskettujen kuormituslähteiden osuudet Katumajärven kuormituksessa fosforin ja typen osalta.

TAULUKKO 12. Hassisen mallilla laskettu koko valuma-alueelta tuleva ulkoinen kuormitus. Hassisen mallin kuormituslähteiden vuoden 1997 arvot on päivitetty tai korjattu vuoden 2003 arvoilla.

Kuormituslähteet	kg P/a	kg N/a
Pistekuormitus	1,40	7,88
Haja-asutus	30,70	176,95
Loma-asutus	26,40	151,47
Golfkenttä	1,32	105,75
Maatalous	21,05	215,22
Metsätalous	33,50	1005
Luonnonhuuhtouma	43,70	937
Luonnon laskeuma	35,10	1787
Myllyjoki	401,71	10393
Pienojat	270,00	3278
Yhteensä	865	18057



KUVIO 37 Kaukovaluma-alueelta tulee 46,4 % fosforista ja lähivaluma-alueelta tulee 49,5 %, sekä luonnonlaskeumana suoraan järveen 4,1 %.



KUVIO 38 Kaukovaluma-alueelta tulee noin 57,6 % typpikuormasta ja lähivaluma-alueelta noin 32 %. Luonnonlaskeuma suoraan järven pinta-alalle on 9,9 %.

9.1.2 Kuormituslaskelma Tampereen mallin mukaan

Tampereen malli on otettu Riitta Hassisen opinnäytetyöstä Katumajärven kuormitus ja tilaselvitys (Hassinen 1997). Tampereen mallissa fosforikuormitus lasketaan lähivaluma-alueen hajakuormitustietojen mukaan. Pistekuormituksen, haja- ja loma-asutuksen ja golfkentän kuormituksen, metsätalouden kuormituksen sekä perushuuhtouman arvot on otettu taulukosta 12. Nautayksilöitä Katumajärven lähivaluma-alueella on noin 30 kpl (Petäjänharjunojan varrella).

Fosforikuormitus selviää kaavalla:

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

L_p = fosforin kokonaiskuormitus ($\text{kg km}^{-2}\text{a}^{-1}$)

p_1 = järviprosentti (%)

= 37,51 %

p_f = peltoprosentti (%)

= 20 %

u_m = nautayksilöiden määrä (kpl km^{-2})

= 3 kpl km^{-2}

L_w = pistekuormitus ($\text{kg km}^{-2}\text{a}^{-1}$)

= 0,14 $\text{kg P km}^{-2}\text{a}^{-1}$

L_s = haja- ja loma-asutuksen ja golfkentän kuormitus ($\text{kg km}^{-2}\text{a}^{-1}$)

= 5,84 $\text{kg P km}^{-2}\text{a}^{-1}$

L_f = metsätalouden kuormitus ($\text{kg km}^{-2}\text{a}^{-1}$)

= 3,35 $\text{kg P km}^{-2}\text{a}^{-1}$

L_b = perushuuhtouma ($\text{kg km}^{-2}\text{a}^{-1}$)

= 4,4 $\text{kg P km}^{-2}\text{a}^{-1}$

A = alueen pinta-ala (km^2)

= 10,0 km^2

$$L_p = (37,51 + 1)^{-0.2} (0.9(2 \cdot 20 + 3)^{0.75} + 0,14 \text{ kg km}^{-2}\text{a}^{-1} + 5,84 \text{ kg km}^{-2}\text{a}^{-1} + (3,35 + 4,4 \text{ kg km}^{-2}\text{a}^{-1}) \cdot 10,0 \text{ km}^2)^{-0.08} = 13,2688 \text{ kg km}^{-2}\text{a}^{-1}$$

Katumajärven lähivaluma-alueen fosforin kokonaiskuormitus on

$$13,2688 \text{ kg km}^{-2}\text{a}^{-1} \cdot 10,0 \text{ km}^2 = 132,7 \text{ kg/a.}$$

Typpikuormitus on laskettu kaavalla:

$$L_n = (p_1 + 1)^{-0.1} (15,1(4p_f + u_m)^{0.70} + L_w + L_s + (L_f + L_b)A^{-0.08})$$

L_n = typen kokonaiskuormitus ($\text{kg km}^{-2}\text{a}^{-1}$)

$$L_n = (37,51+1)^{-0,1}(15,1(4*20+3)^{0,70} + 0,788 \text{ kg km}^{-2}\text{a}^{-1} + 43,417 \text{ kg km}^{-2}\text{a}^{-1} + (100,5+93,735 \text{ kg km}^{-2}\text{a}^{-1}) * 10,0 \text{ km}^2^{-0,08}) = 373,913 \text{ kg km}^{-2}\text{a}^{-1}$$

Katumajärven lähivaluma-alueen typen kokonaiskuormitus on $373,913 \text{ kg km}^{-2}\text{a}^{-1} * 10,0 \text{ km}^2 = 3739 \text{ kg/a}$.

Katumajärveen koko valuma-alueelta kohdistuva ulkoinen kuormitus on Tampereen mallin, luonnonlaskeuman (Kts. 5.1.1.8.) ja kaukovaluma-alueen hajakuormituksen (Kts. 5.1.1.6.) mukaan esitettyinä taulukossa 13.

TAULUKKO 13. Katumajärveen ulkoinen kuormitus Tampereen mallin mukaan.

	kg P/a	kg N/a
Lähivaluma-alueen hajakuormitus (Tampereen malli)	132,70	3739,00
Luonnonlaskeuma	35,10	1787,00
Kaukovaluma-alueen hajakuormitus	401,71	10392,80
Yhteensä	570	15919

9.1.3 Kuormituslaskelma Rekolaisen mallin mukaan

Rekolaisen mallissa kuormitus korreloi voimakkaasti peltoprosentin kanssa. Rekolaisen mallilla hajakuorma lasketaan koko Katumajärven valuma-alueelle.

$$\text{Fosforihuuhtouma } L_p = 1,4 * FP + 9,5 \text{ (kg/km}^2 * \text{a)}$$

$$\text{Typpihuuhtouma } L_n = 11,4 * FP + 240 \text{ (kg/km}^2 * \text{a)}$$

FP = peltoprosentti

Valuma-alue jaettiin hajakuormituksen laskemiseksi kahteen osaan, kaukovaluma-alueeseen (Myllyjoki) ja lähivaluma-alueeseen (taulukko 14). Myllyjoen valuma-alueen pinta-ala on 41 km^2 ja peltoprosentti on 10,62 %. Lähivaluma-alueen pinta-ala on $10 \text{ km}^2 - 3,751 \text{ km}^2$ (järven ala) = $6,249 \text{ km}^2$ ja peltoprosentti on 20 %.

TAULUKKO 14. Hajakuorman fosfori- ja typpivalumat lähi- ja kaukovaluma-alueelta.

	Ala km^2	kg P/ km^2/a	kg N/ km^2/a	kg P/a	kg N/a
Myllyjoen valuma-alue	41,00	24,368	361,068	999	14 804
Lähivaluma-alue	6,249	37,5	468	234	2 925
Yhteensä	47,249			1233	17 729

Hajakuorma sisältää myös lähi- ja kaukovaluma-alueen luonnonhuuhtouman. Taulukossa 15 hajakuormasta on poistettu lähivaluma-alueen luonnonhuuhtouma ($1233 \text{ kg} - 43,7 \text{ kg} = 1189,3 \text{ kg}$). Valuma-alueella olevien järviäntaiden ravinteiden pidätyskykyä ei ole otettu huomioon laskelmissa. Myllyjoen valuma-alueen peltojen määrä on arvioitu peruskartalta ja lähivaluma-alueen peltojen määrä on saatu JÄRKI –hankkeen järvitiedostosta (JÄRKI -hanke, 2003).

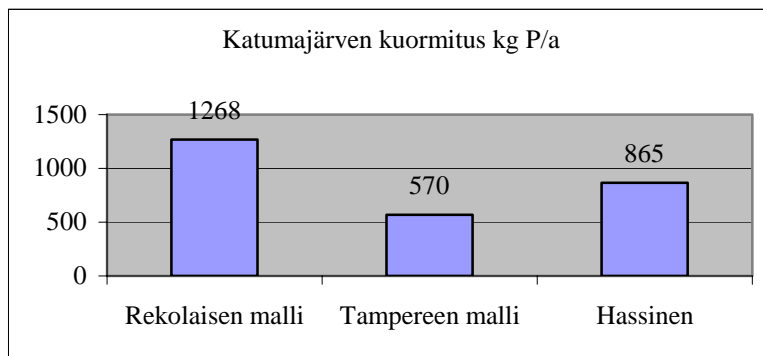
TAULUKKO 15. Katumajärveen ulkoinen kuormitus Rekolaisen mallin.

	kg P/a	kg N/a
Sadanta ja laskeuma	35,1	1787
Luonnonhuuhtouma	43,7	937,4
Hajakuorma	1189,3	16 792
Yhteensä	1268,1	19516

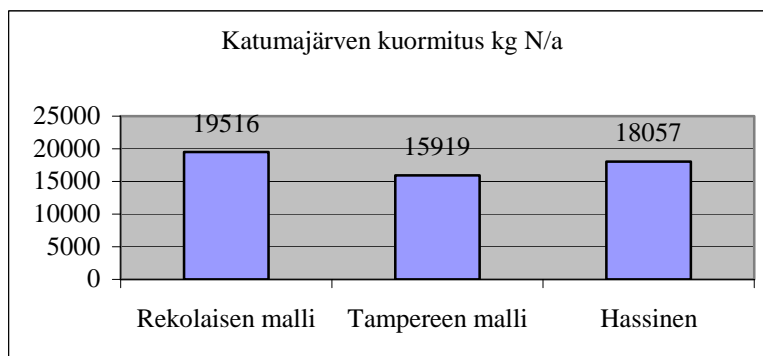
9.1.4 Laskelmien vertailua

Katumajärven ulkoisen kuormituksen laskemiseksi tarkasteltiin kolmea laskentamallia; Rekolaisen malli (Rekolainen 1989), Tampereen malli (Tampereen vesi- ja ympäristöpiirin tilastollinen malli) ja Hassisen malli (Hassinen 1997). Tarkoituksena oli selvittää, antavatko kaikki mallit suhteellisesti samat arvot fosforin ja typen osalta ja onko mallien välillä hajontaa.

Mallien välillä kuormituksen määrät pysyvät suhteessa samoina fosforin ja typen osalta. Kuormitus Katumajärveen on suurinta Rekolaisen mallin mukaan ja pienintä Tampereen mallin mukaan. Kummassakin mallissa fosfori- ja typpipitoisuudet laskettiin teoreettisten kaavojen avulla. Hassisen mallin fosfori- ja typpikuormitus laskettiin tapauskohtaisesti jokaiselle kuormituslähteelle tiettyjen todellisten tai laskennallisten arvojen avulla. Hassisen mallin voidaan siis olettaa olevan lähinnä todellisia kuormitusarvoja.



KUVIO 39 Kokonaisfosforikuormitus Katumajärveen vuodessa.



KUVIO 40 Kokonaistyppikuormitus Katumajärveen vuodessa.

9.2 Sisäinen kuormitus

Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan ilmiötä, jossa pohjasedimenttiin sitoutunut ulkoisen kuormituksen tuoma fosfori liukenee sopivissa olosuhteissa päällysveteen kasvien ja levätuotannon käyttöön, joko tuulen sekoittamana, bioturbaation eli kalojen tai pohjaeliöiden pöyhinnän avulla, syvänteiden happikadon tai pH-muutosten vuoksi. Fosforin liukeneminen ja sedimentaatio vuorottelivat olosuhteiden mukaan, joten sisäkuormitteinen vesistö ruokkii itseään osittain samalla fosforilla uudestaan ja uudestaan. Sisäinen kuormitus on siis ominaista rehevälle järvelle, jonka fosforikuorma ja perustuotanto on kasvanut yli kulutuksen (Ilmavirta 1990).

Sisäinen kuormitus kuuluu kuitenkin osana järven luonnolliseen ravinteiden kiertoon ja järvi-ekosysteemiin. Sisäistä kuormitusta on myös luonnontilaisissa järvissä, mutta sen osuus on pienempi tai samaa suuruusluokkaa kuin ulkoisen kuormituksen. Voimakkaasti sisäkuormitteisissa järvissä sisäinen kuormitus voi olla kymmenkertainen ulkoiseen kuormitukseen verrattuna (Palomäki 2001).

Voimakkaasti sisäkuormitteisessa järvestä pelkäästään ulkoisen kuormituksen vähentäminen ei paranna järven tilaa, koska valtaosa fosforikuormituksesta tulee järven pohjasta. Tämän vuoksi sisäisen kuormituksen määrän tunteminen on tärkeää järven kunnostustoimenpiteiden kohdistamisen kannalta. Järven sisäisen ja ulkoisen kuormituksen suhde täytyy laskea, jotta tiedetään, onko järvi jo sisäkuormitteinen eli onko sisäinen kuormitus suurempi kuin ulkoinen kuormitus (Palomäki 2001).

9.2.1 Sedimentaatio ja pintakuorma

9.2.1.1 Teoreettinen sedimentaatioaste R

Lappalaisen sedimentaatiomallissa (Lappalainen 1977) laskettiin sedimentoituneen määrän prosenttiosuus eli teoreettinen sedimentaatioaste R, josta selvitettiin mikä on päällysveden fosforipitoisuus sen jälkeen, kun kaikki aines on sedimentoitunut. Siten saadaan luonnontilainen alkupitoisuus ja hajakuormitusta vastaava pitoisuus päällysvedessä. Mikäli järven päällysveden pitoisuudet nousevat loppukesästä hajakuormitusta vastaavaa pitoisuutta suuremmaksi, on järvestä sisäistä kuormitusta, joka aiheuttaa pitoisuuden kasvua.

Lasketaan Katumajärven luonnontilainen alkupitoisuus eli kuormitus järveen, jonka luonnonhuuhtouma tuo valuma-alueelta.

Luonnonhuuhtouman määrä vuodessa (Koko valuma-alue ilman järveä)

Fosfori: $7 \text{ kg/km}^2 \cdot a \cdot (51 \text{ km}^2 - 3,751 \text{ km}^2) = 330,7 \text{ kg/a}$

Typpi: $150 \text{ kg/km}^2 \cdot a \cdot (51 \text{ km}^2 - 3,751 \text{ km}^2) = 7087,4 \text{ kg/a}$

Luonnonhuuhtouman pitoisuudet:

$47,249 \text{ km}^2 \cdot 9 \text{ l/s km}^2 = 425,2 \text{ l/s} = 1,32267 \cdot 10^{10} \text{ l/a}$

Fosfori: $330,7 \text{ kg P/a} / 1,32267 \cdot 10^{10} \text{ l/a} = 2,50025 \cdot 10^{-8} \text{ kg/l} = 25,0 \text{ } \mu\text{g/l}$

Typpi: $7087,4 \text{ kg N/a} / 1,32267 \cdot 10^{10} \text{ l/a} = 5,3584 \cdot 10^{-7} \text{ kg/l} = 535,8 \text{ } \mu\text{g/l}$

Luonnontilainen fosforin sedimentaatioaste alkupitoisuudella C_0 on $25 \text{ } \mu\text{g/l}$ ja fosforin keskipitoisuus päällysvedessä:

$$R = 0,9 \frac{(C_0 - 6) \cdot T}{200 + (C_0 - 6) \cdot T} = 0,599 = 60 \%$$

$T = 21 \text{ kk}$

$C_0 = 25 \text{ } \mu\text{g/l}$

jolloin veden pitoisuusaste on $100 \% - 59,95 \% = 40,05 \%$

$25 \text{ } \mu\text{g/l} \cdot 0,4005 = 10,01 \text{ } \mu\text{g/l}$

Luonnontilaisen Katumajärven fosforin keskipitoisuus päällysvedessä olisi $10,0 \text{ } \mu\text{g/l}$.

Katumajärveen valuma-alueelta tulevan hajakuormituksen keskipitoisuus:

$47,249 \text{ km}^2 \cdot 9 \text{ l/s km}^2 = 425,2 \text{ l/s} = 1,32267 \cdot 10^{10} \text{ l/a}$

Fosfori: $1233 \text{ kg P/a} / 1,32267 \cdot 10^{10} \text{ l/a} = 9,32 \cdot 10^{-8} \text{ kg/l} = 93 \text{ } \mu\text{g/l}$

Typpi: $17729 \text{ kg N/a} / 1,32267 \cdot 10^{10} \text{ l/a} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ kg/l} = 1000 \text{ } \mu\text{g/l}$

Hajakuormitteisen fosforin sedimentaatioaste alkupitoisuudella C_0 on $93 \text{ } \mu\text{g/l}$ ja fosforin keskipitoisuus päällysvedessä:

Nykyinen tilanne = alkupitoisuus $93 \text{ } \mu\text{g/l}$

$$R = 0,9 \frac{(93 - 6) \cdot 21}{200 + (93 - 6) \cdot 21} = 0,811 = 81 \%$$

$100 \% - 81,12 \% = 18,88 \%$

$93 \text{ } \mu\text{g/l} \cdot 0,1888 = 17,56 \text{ } \mu\text{g/l}$

Nykyistä hajakuormitusta vastaava pitoisuus päällysvedessä on n. $18 \text{ } \mu\text{g/l}$.

Edellisen perusteella käytännössä veden laadun tulisi siten olla suhteellisen hyvän pelkästään ulkoisen kuormituksen ollen kyseessä. Mikäli fosforipitoisuus kohoaa loppukesällä yli 18 µg/l, sen täytyy aiheutua sisäisestä kuormituksesta. Katumajärven loppukesän päällysveden fosforipitoisuus on 22 µg/l (Hämeen ympäristökeskus 2003). Arvo on luonteenomainen lievästi rehevälle järvelle. Esimerkiksi heinäkuussa 2002 Pohjois- Katumajärven pisteen A päällysveden fosforipitoisuus oli 21 µg/l. B-pisteen fosforipitoisuus oli 19 µg/l, C-pisteen oli 23 µg/l ja eteläisen D-pisteen oli 18 µg/l. Varsinkin järven pohjoispäässä pohjan läheisyydessä fosforipitoisuudet ovat kohonneet elokuussa jopa 67 µg/l (vuonna 1998).

Arvon 22 µg/l perusteella voidaan sanoa, että Katumajärvessä vallitsee lievä sisäkuormitus eli pitoisuus on siis ylittänyt hajakuormitusta vastaavan pitoisuuden 5 µg/l:ssa.

9.2.1.2 Pintakuorma

Vollenweiderin & Dillonin (1974) esittämällä kaavalla voidaan laskea Katumajärven sallittava ja vaarallinen pintakuormitus.

$$Y_a = 0,055 x^{0,635}$$

$$Y_d = 0,174 x^{0,469}$$

jossa $x = q_s = \frac{z (\text{keskisyvyys } m)}{T (\text{viipymä } v)}$

T (viipymä v)

$$q_s = \frac{z (\text{keskisyvyys } m)}{T (\text{viipymä } v)} = \frac{6,75 \text{ m}}{1,75} = 3,86714$$

T (viipymä v) 1,75

$$\text{Sallittava pintakuorma} = Y_a = 0,055 * 3,86714^{0,635} = 0,130 \text{ g P} / \text{m}^2 \text{a}$$

$$\text{Vaarallinen pintakuorma} = Y_d = 0,174 * 3,86714^{0,469} = 0,328 \text{ g P} / \text{m}^2 \text{a}$$

Kuormituslaskelmien mukaan ilmasta tuleva laskeuma ja luonnonhuuhtouma aiheuttavat pintakuorman: $78,8 \text{ kg/a} / 3,751 \text{ km}^2 = 21,0077 \text{ kg/km}^2 \text{a} = 0,021 \text{ g P/m}^2 \text{a}$.

Laskeuma, luonnonhuuhtouma ja hajakuorma aiheuttavat pintakuorman (Hassisen mallilla): $865 \text{ kg/a} / 3,751 \text{ km}^2 = 230,605 \text{ kg/km}^2 \text{a} = 0,23 \text{ g P/m}^2 \text{a}$

Edellisen perusteella Katumajärvi kestäisi luonnonhuuhtouman rehevöitymättä. Hajakuormitus nostaa pintakuorman lähelle vaarallista kuormaa, mutta ei ylitä sitä. Koska järvessä on lisäksi sisäistä kuormitusta, saattaa pintakuorma ylittää vaarallisen tason. Jotta järven tilaa saataisiin koennettua, täytyy sisäistä kuormitusta poistaa ulkoista kuormitusta vähentämällä.

9.2.2 Sisäinen kuormitus Friskin mukaan

Katumajärven kokonaiskuormitus laskettiin myös Friskin esittämällä kaavalla, jossa esitetään järven sisäinen ja ulkoinen kuormitus yhteensä (Frisk 1989).

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

I = järven fosforikuormitus (ton/a)

C = Katumajärven keskimääräinen fosforipitoisuus 22 µg/l

Q = Katumajärven keskivirtaama 0,40 m³/s

T = Järven teoreettinen keskiviipymä 21 kk

$$I = 0,158 * \frac{0,40}{21} * (22 * 21 - 280 + \sqrt{78400 - 448 * 22 * 21 + 22^2 * 21^2}) = 1,424 \text{ ton} / \text{a}$$

Katumajärven kokonaisfosforikuormitus on 1,424 ton/a. Kun ulkoinen kuormitus (Hassinen) oli 865 kg/a eli 2,40 kg P/d, sisäisen kuormituksen osuudeksi jää 560 kg/a eli 1,55 kg P/d. Ulkoinen kuormitus on puolitoistakertainen sisäiseen kuormitukseen verrattuna.

Järven sisäinen kuormitus on yhteensä 560 kg/a ja ulkoinen kuormitus on 865 kg/a.

9.3 Katumajärven ulkoisen ja sisäisen kuormituksen tarkastelu – ainetase

Katumajärven ulkoinen kuormitus fosforin osalta on 865 kg/a ja sisäinen kuormitus 560 kg/a (taulukko 16). Sisäinen kuormitus aiheuttaa järviveden fosforipitoisuuden kohoamisen loppukesästä arvoon 22 µg/l. Päälysveden keskimääräinen pitoisuus on 15 µg/l, joka on lähellä laskennallista hajakuormituksen nostamaa pitoisuutta (18 µg/l).

Ravinteiden ainetaseella tarkoitetaan systeemiin tulevien ja sieltä poistuvien ravinteiden ainevirtaamia. Katumajärveen tulevia ulkoisia ainevirtaamia ovat valuma-alueen pistekuormitus, hajakuormitus ja luonnonhuuhtouma, sekä ilmasta tuleva suora laskeuma järveen.

Hajakuormitukseen sisältyvät valuma-alueen haja- ja loma-asutuksen, maatalouden, metsätalouden, golfkenttien ja ojien kuormitus. Luonnonhuuhtoumana pidetään ravinnehuuhtoumaa, joka tulisi täysin luonnontilassa olevalta tai pitkään käsittelemättömänä olleelta metsäiseltä valuma-alueelta ja siihen sisältyy sadeveden ja lumen aiheuttamat ravinnehuuhtoumat. Laskeumasta osa on täysin luonnontilaista ja osa ihmisen toiminnasta johtuvaa. Merkittävä osa laskeumasta on siitepölyä, sekä typen määrä saattaa olla huomattavan suuri.

Katumajärvestä poistuvia ravinnevirtaamia ovat kalansaalis, niittojäte ja Kutalanjoen ainevirtaama.

Kutalanjoen ravinnepitoisuuksia on mitattu vuosina 1971-1974, 1992, 1998, 1999, 2002 ja 2003. 1900-luvulla ravinnepitoisuudet ovat nousseet verrattuna 70-luvun arvoihin. Kutalanjoen virtaama on 459 l/s ja vuosien 1971-2003 fosforipitoisuuden keskiarvo on 39 µg/l. Typpipitoisuuden keskiarvo on 618 µg/l (vuosien 1971 - 2003 keskiarvo, JÄRKI-hanke 2003). Kutalanjoen ainevirtaama on fosforin osalta 557 kg/a ja typen osalta 8823 kg/a.

Kalansaaliin mukana Katumajärvestä poistuu myös ravinteita. Pyytämällä tonni kalaa saadaan fosforia poistetuksi noin 10 kg eli kalabiomassasta fosforia on noin 0,5-1,0 % (Oravainen 1996). Typeä kalansaaliin mukana poistuu noin 2,5 % kalojen painosta (Lehmus 2003). Katumajärveltä pyydettiin noin 5000 kg kalaa vuonna 2003 (Jutila 2003). Järvestä poistettiin kalansaaliin mukana noin 50 kg fosforia ja 125 kg typeä.

TAULUKKO 16. Katumajärven ravinnetase.

Katumajärven ainetase	kg P/a	kg N/a
Lähivaluma-alue	428	5876
Kaukovaluma-alue	402	10393
Laskeuma	35	1787
Järveen tuleva ulkoinen kuormitus	865	18056
Sisäinen kuormitus	560	-
Kalansaalis	50	125
Kutalanjoki	557	8823
Järvestä poistuu	607	8948
Kuormitus yhteensä	818	9108

Tällä hetkellä järven sisäinen ja ulkoinen fosforikuormitus on yhteensä 1425 kg/a, josta ulkoista kuormitusta on 61 %. Typen ulkoinen kuormitus on 18056 kg/a (typen sisäistä kuormitusta ei ole laskettu lukuun mukaan). Kun fosforikuormasta lähtee kalansaaliin ja Kutalanjoen kautta 607 kg/a, järveen jää 818 kg fosforia/a. Kun typpikuormasta lähtee kalansaaliin ja Kutalanjoen kautta 8948 kg/a eli noin puolet, jää järveen 9108 kg typeä/a. Ravinnekuormasta osa on liukoisena fosforina ja typpinä ja ne ovat kasveille ja leville suoraan käytettävissä muodossa.

Järvestä poistuu myös niittojätteen mukana ravinteita, kuten fosforia ja typeä, mutta varsinkin fosforin osuus kasvimassasta lienee pieni. Katumajärven niittojätteen massamääriä ei ole mitattu, eikä niitä tässä yhteydessä arvioitu. Niiton avulla voidaan vaikuttaa enemmänkin biomassan

hajoamisesta aiheutuvan hapen puutteen ehkäisemiseen ja sitä kautta fosforin sitoutumiseen vedestä sedimenttiin. Niittämällä siis parannetaan järven happitilannetta poistamalla orgaanista ainesta, jonka hajoamiseen kuluu vedessä olevaa happea. Koska happitilanne paranee niiton vaikutuksesta, voimistetaan samalla fosforin sitoutumista sedimenttiin aerobisissa olosuhteissa. Niiton vaikutuksesta myös rantavirtaukset voimistuvat, jolloin rantaveden laatu ja virkistyskäyttö paranee.

Katumajärven ulkoinen kuormitus on puolitoistakertainen sisäiseen kuormitukseen verrattuna. Katumajärvi ei siis ole vielä voimakkaasti sisäkuormitteinen, jolloin ulkoisen kuormituksen vähentämisellä saatetaan päästä hyviin tuloksiin järveden laadun parantamiseksi. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet onkin aloitettu JÄRKI-hankkeessa ja niitä on jatkettava, jotta järven sisäinen kuormitus ei lisääntyisi. Sisäistä kuormitusta on vaikeampaa ja kalliimpaa lähteä vähentämään kuin ulkoista kuormitusta, sillä ulkoisessa kuormituksessa on paljon kuormituslähteitä, joille voidaan tehdä vesiensuojelusuunnitelmia, kun taas sisäiseen kuormitukseen vaikuttaa pelkästään järvisedimentin kunto.

Katumajärven asukkaiden kannattaa pitää mielessä, että ulkoisen kuormituksen vähentämisessä auttaa esimerkiksi jo yhdenkin ranta-asukkaan jätevesien käsittelyn järjestäminen heti, eikä vasta kymmenen vuoden päästä, kun kaupunki suvaitsee järjestää viemäröinnin. Silloin saattaa olla jo myöhäistä ja järven sisäinen kuormitus on voimistunut vielä vaikeammin vähennettäväksi. On totta, että Myllyjokea pitkin tulee paljon kuormitusta (noin puolet fosforikuormituksesta), mikä saattaa lannistaa ihmiset ajattelemaan, että turhaan sitä kannattaa meidän tehdä mitään täällä järven rannoilla asian hyväksi, kun Myllyjoen varren asukkaat kuormittavat edelleen järveämme. Totuus on kuitenkin se, että jos lähivaluma-alueella tehdään kuormituksen vastaisia toimenpiteitä, se vaikuttaa suoraan Katumajärven veden tilaan. Jos odotetaan Myllyjoen yläjuoksun tuoman kuormituksen vähentymistä, sen toteuttaminen on paljon pitemmän aikavälin urakka.

Tavallisen asukkaan tai mökkiläisen heti tehdyillä ponnisteluilla järven suojelemiseksi on vaikutusta. Kun useaa pientä Katumajärveen tulevaa kuormitusta lähivaluma-alueella saadaan vähennettyä, poistuu yhteensä suuri osa kokonaisfosforikuormituksesta ja tavoite järven veden laadun parantamiseksi ja sinilevien massaesiintymisen vähentämiseksi saavutetaan.



KUVA 4 *Idylli Katumajärven rannalla. Heli Jutilla kesä 2003.*

10 Myllyjoen valuma-alueen valumavesien käsittely

10.1 Myllyjoella tarvittavat vesiensuojelutoimenpiteet

Myllyjoen tuoma ravinnekuormitus Katumajärveen on huomattava ojan suuren valuma-alueen ja virtaaman vuoksi. Myllyjoen kokonaisfosforikuormitus on noin kolminkertainen ja kokonaistyyppi-kuormitus noin nelinkertainen suurimpiin Katumajärveen laskeviin ojiin nähden (taulukko 4). Tämän vuoksi Myllyjoen varrelle kannattaa toteuttaa vesiensuojelutoimenpiteitä, joilla tarkoitetaan ojan varrella tehtäviä toimia, joiden avulla jokiveden ravinnepitoisuus ja kiintoaineksen määrä saadaan vähenemään.

Yleisiä Myllyjoessa toteuttamiskelpoisia vesiensuojelutoimenpiteitä olisi haja-asutusten jätevesien käsittely ennen vesistöön laskemista, joen ja sivuojien varren suojavaohykkeiden suunnittelu, peltojen lannoituksen ja kasvipeitteisyyden huomioonottaminen, säätösalaajituksen ja kalkkisuodinojan käyttö peltojen valumavesien hallinnassa, sekä kosteikkojen ja pienpatoketjujen lisääminen joen yläjuoksulle ja sivu-uomiin. Näitä samoja toimenpiteitä voidaan käyttää kaikilla Katumajärveen laskevilla ojilla ja myös Matkolammiin laskevilla ojilla.

Vaikka ulkoista kuormitusta Katumajärveen vähennettäisiinkin moninaisilla vesiensuojelullisilla toimenpiteillä, lopulliseen päämäärään eli Katumajärven vedenlaadun paranemiseen saattaa kuitenkin mennä vuosia.

10.2 Myllyjoen varren maastokartoitus

Myllyjoen kartoituksessa selvitettiin sen varrella sijaitsevien luonnon altaiden ja kosteikkopaikkojen sijainti. Samalla joen varrelta ja sen sivuojista etsittiin mahdollisia uusia kosteikkojen ja pienten pohjapatoaltaiden perustamiseen soveltuvia kohteita, joita voitaisiin tulevaisuudessa käyttää hyväksi Myllyjoen vesiensuojelun suunnittelussa. Maastokartoitus tehtiin marras-tammikuun välisenä aikana vuonna 2002 - 2003. Kartoituksessa käytiin läpi Myllyjoki Kankaistenjärveltä Katumajärvelle saakka ja sivuojat Sammalsuonoja ja Viinoja pääpiirteittäin.

Seuraavassa on esitetty ehdotuksia kosteikkojen tai pienpatojen rakentamiseen soveltuvista paikoista Myllyjoessa ja sen sivuojissa (liite 10 ja 11). Samalla esitetään jo olemassa olevat laskeutusaltaat ja kosteikot, joita hoitamalla lisättäisiin niiden vesiensuojelullista merkitystä. Kohteet on merkitty numeroin liitteeseen 10 ja 11.

10.3 Myllyjoki Kankaistenjärveltä Velssiin

10.3.1 Korventausta

Alueella on marjapensas- ja mansikkaviljelmiä. Pelloille on tehty maansisäinen kastelujärjestelmä, joka vähentää pintavaluntaeroosiota. Kahteen pellolta tulevan kuivatusojan laskupäähän kannattaisi lisäksi rakentaa pienet pohjapatoaltaat (1 ja 2), jotka laskeuttaisivat yläpuolellaan vedessä olevan kiintoaineksen. Tällä saataisiin vähennettyä Myllyjoen liettymistä ja kuormitusta.

10.3.2 Myllypelto

Alueella viljellään ja laidunnetaan karjaa. Myllypellon läpi kulkeva Myllyjoki on rehevöitynyt silmiinpistävästi. Joessa kasvaa järviruokokasvusto, joka kertoo korkeista ravinnepitoisuuksista sedimentissä ja vedessä. Myllypeltoa halkoo kuivatusoja, jonka laskupäähän kannattaa rakentaa pieni pohjapatoallas (3). Karjan pääsypaikkoja Myllyjokeen tulisi tarkkailla, jotta ojaan ei tulisi ylimääräistä eroosiota. Joen reunoilla tulisi olla noin kolmen metrin levyinen suojakaista (4).

10.3.3 Syrjys

Pellolla viljellään marjapensaita. Pellon ja metsän välillä on leveä kuivatusoja (5), jonka päädyssä on maapenger ja vesi on luultavasti yhteydessä Myllyjokeen alikulkuputkella. Kuivatusojaan kannattaa tarvittaessa rakentaa ojanpohjasuodatus, johon pelloilta tuleva kiintoaines ja ravinteet sitoutuvat ja vesi purkautuu salaojaputkesta Myllyjokeen. Myllyjoen reunoilla tulisi olla kolmen metrin levyinen suojakaista (4).

10.3.4 Viinoja

Oja on yksi kolmesta Myllyjoen sivu-uomasta, joista on tutkittu vedenlaatua vuosina 2000, 2001 ja 2003. Viinojan varrella on peltoviljelyä ja vettä tulee myös soiden kuivatusalueilta. Viinojaan kannattaa rakentaa kaksi pientä pohjapatoallasta (6 ja 7). Ojan yläjuoksua ei kartoitettu tarkemmin.

10.3.5 Huhtamo

Alueella on peltoviljelyä ja mansikkaviljelmiä. Mansikkapellon ojanpuoleisella reunalla tulisi olla kolmen metrin suojakaista. Huhtamon kohdalla olevassa mutkassa Myllyjoki kulkee keskellä luontaista tulvatasannetta, jonka reunat ovat noin kolme metriä leveät. Tasanne loppuu jyrkkiin uoman reunoihin. Paikka sopii erittäin hyvin maarakenteiselle pohjapadolle ja kosteikolle (8). Pohjapadon leveydeksi tulisi ainakin 10 metriä ja kosteikon pituudeksi tulisi noin 40 metriä.

10.3.6 Isosuonoja

Kuivatusoja kulkee Isosuon viljeltyjen peltojen poikki. Ojaan kannattaisi rakentaa lietetasku (9).

10.3.7 Sammalsuonoja

Oja on yksi kolmesta Myllyjoen sivu-uomasta, joista on tutkittu vedenlaatua vuosina 2000, 2001, 2003 ja 2004. Ojaan tulee suonkuivatusvesiä ja peltojen valumavesiä. Ojaan kannattaa rakentaa kaksi pientä pohjapatoallasta (10 ja 11) ja sen varrelta kannattaa kartoittaa mahdollisia paikkoja pintavalutuskentälle. Kohdassa 11 on luontainen kosteikkopainanne. Ojan yläjuoksua ei kartoitettu tarkemmin.

10.3.8 Lepopellonoja

Oja on yksi kolmesta Myllyjoen sivu-uomasta, joista on tutkittu vedenlaatua vuosina 2000, 2001, 2003 ja 2004. Lepopellonojassa kulkee peltojen valumavesiä ja ojavedessä on todettu erittäin suuret kiintoainemäärät ja kokonaistyyppi- ja nitraattipitoisuudet. Lepopellonojaan tulee rakentaa yksi pieni pohjapatoallas (12). Lepopellon peltoja halkovan Myllyjoen reunoille tulee perustaa vähintään kolmen metrin suojakaistat ojan kummallekin puolelle.

10.3.9 Velssinlamminoja

Velssinlamminojassa kulkee soiden kuivatusvesiä, jolloin ojan veden kiintoainespitoisuus on suuri. Velssinlamminojaan voidaan tarvittaessa rakentaa pieni pohjapatoallas (13).

10.3.10 Pesosen kosteikko

Myllyjoen vesi kulkee rakennetun kosteikon läpi (14), jossa on pieni avovesipintainen alue ja kasvillisuutta. Toisessa päässä sijaitsee kivinen pato, josta vesi purkautuu alajuoksulle Velssin lampeen. Kosteikkoa täytyy hoitaa, jotta se toimisi ravinteiden pidättäjänä ja auttaisi näin Myllyjoen vesiensuojelussa. Hoitosuunnitelmaan voidaan sisällyttää padon kunnon tarkistus talven jälkeen, kasvillisuuden niitto ja niittojätteen poistaminen kosteikosta joka toinen vuosi sekä lietteen poistaminen kosteikon pohjalta traktorin kauhalla joka toinen vuosi.

10.3.11 Pesosen lampi

Pesosen lampi on tekovesiallas, joka on padottu Myllyjokeen metallisella ylisyöksypadolla (15). Padon vedenpintojen ero on noin kaksi metriä. Altaan rakentamisen tarkoituksena on ollut padota ja säännöstellä vettä Ruununmyllyn vesivoimalaa varten, mutta allas toimii myös luontaisena laskeutusaltaana kiintoainekselle. Altaan pohjalta ja padon yläpuolelta on poistettava kiintoainesta ajoittain, jotta aines ei pääsisi karkaamaan ylivaluman aikana alajuoksulle. Padon jälkeen on rakennettava kiviverhous uoman pohjalle, jotta padosta laskevan veden eroosio ei syövyttäisi pohjaa ja lisäksi veden kiintoaineksen määrää.

10.3.12 Joentausta

Myllyjoki kulkee luontaisen kosteikkopainanteen kautta (16). Ojan reunoilla on tulvasaannetta ja kosteikkokasvillisuutta. Tasannetta sivuavat uoman reunat ovat jyrkät ja korkeat. Paikka soveltuu erinomaisesti pienen pohjapadon ja kosteikon rakentamiseen.

10.3.13 Siirinoja

Siirinoja kulkee Hämeenlinnan kaupungin omistamien peltojen halki. Ojaan voidaan rakentaa yksi pieni pohjapatoallas (17).

10.3.14 Siiri

Asukkaat ovat rakentaneet Myllyjokeen omia altaita tonttiensa laidoille. Siirin kohdalle on mahdollista rakentaa pohjapato, joka muodostaa yläpuolelleen kosteikon (18). Näin kosteikko toimii luontaisena jatkeena asukkaiden rakentamille altaille ja vähentää asukkaiden mahdollista lisäkuormitusta jokeen.

10.3.15 Myllyjoki ennen Matkolampea

Myllyjoki virtaa pehmeikköalueen läpi ennen laskuaan Matkolammisiin. Myllyjokeen voidaan tehdä pieni kivinen pohjapato ennen Matkolammia tai kampaajasto (19), josta vesi purkautuisi tai suodattuisi järveen. Tällöin vedessä oleva kiintoainekas laskeutuisi pehmeikköalueelle, eikä pääsisi Matkolammisiin. Pehmeikköalueen alavuuden takia vesi saattaa kuitenkin raivata uuden uoman toista kautta ja rakentaminen ei tällöin ole kannattavaa. Kosteikon luonnonsuojelulliset arvot estävät kampaajaston rakentamisen.

10.4 Matkolammi

Matkolammin vedestä tehtyjen analyysien mukaan järven kokonaisfosforipitoisuuksien keskiarvo on 31 µg/l, joka on rehevälle vedelle ominainen (Hassinen 1997). Matkolammi on luokiteltu veden-

laadultaan välttäväksi. Koska Myllyjoen vesi virtaa ja sekoittuu Matkolammeen, on järven veden laadulla huomattava vaikutus lähtevän Myllyjoen veden ravinnepitoisuuksiin. Järven tilaa ja veden laatua parantamalla voidaan kohentaa välittömästi Myllyjoen ja välillisesti Katumajärven veden laatua.

Myllyjoki laskee Matkolammiin idästä ja sen eteläkärjestä oja jatkaa uudestaan matkaansa Katumajärveen. Myllyjoki kuormittaa kuljettamillaan ravinteilla Matkolammin eteläpäättä, jonka vuoksi lahdenpoukama on kasvanut melkein umpeen osmankäämikasvustosta ja ruohokasvillisuudesta (20). Matkolammin eteläpään lahden pohjasta on hyvä poistaa välillä lietettä esimerkiksi imuruoppaamalla, sillä tällä hetkellä ravinteet huuhtoutuvat lähtevän veden mukana Myllyjokeen.

Matkolammiin laskee neljä pientä ojaa, joiden varrelta täytyy tulevaisuudessa selvittää peltojen suojakaistat ja kosteikoille tai pienpatoaltaille soveltuvat rakennuspaikat. Kosteikkoja ja pienpatoaltaita rakentamalla saadaan ojien tuoma ravinnekuormitus vähenemään ja Matkolammin veden laatua kohennettua.

10.5 Myllyjoki Matkolammilta Katumajärveen

10.5.1 Ruununmylly

Matkolammilta Myllyjoki kulkee Lahdentien sillan alitse ja levenee laajaksi kosteikoksi (21), jossa kasvaa osmankäämikasvustoa. Osmankäämin esiintyminen osoittaa vedessä olevan suuret ravinnepitoisuudet. Alue toimii luonnollisena kosteikkona ja ravinteiden pidättäjänä.

10.5.2 Kruununmyllyn vesivoimala

Katisten kartanon omistama Kruununmyllyn vesivoimala sijaitsee Katumajärveen Matkolammesta laskevassa Myllyjoessa. Voimalaitos sijaitsee noin 500 m päässä Matkolammesta alavirtaan päin ja Myllyjoen vesi on padottu altaaksi voimalan käyttöön. Voimala oli suljettuna vuodesta 1987 vuoteen 1994 asti, jolloin Katisten kartano aloitti voimalaitoksen saneerauksen ja käyttöönoton. Padon nettopotous on 4,9 metriä ja sille tuleva keskivirtaama on 0,50 - 0,54 m³/s. Myllyjoen ylivalumakauden virtaama on 2,4 m³/s. Voimalan teho on 19-21 kW ja sen tuottama sähkö johdetaan Katisten kartanon käyttöön Hämeenlinnan Energia Oy:n verkon kautta (Länsi-Suomen vesioikeus 1994).

Kruununmyllyn vesivoimalan padotusaltat (22) toimivat kiintoaineen laskeutusaltaina, joista täytyy ajoittain poistaa lietettä. Lietettä kannattaa poistaa hitaamman vesivirran alueilta, kuten altaiden reunoilta. Padon jälkeisellä lyhyellä uoman osalla on voimakasta virtausta, joka syövyttää uoman pohjaa. Uomaan voidaan rakentaa koskimainen kiviverhous, jolloin pahimmat eroosiohaitat saadaan vähenemään varsinkin ylivalumakausilla. Hoitotoimenpiteet olisivat osa Myllyjoen ja Katumajärven vesiensuojelutoimia.

10.5.3 Kahilisto

Myllyjoki virtaa pehmeikköalueen (23) läpi, jopa välillä ilman tarkkarajaista uoma, jolloin se levittänyt suuriksi lammikoiksi pensaikkojen keskelle. Selvästi joen päävirtaus muuttaa paikkaansa vuosittain. Alueen maalaji on saraturvetta ja savea. Alueen maanpinta on alavaa joka paikassa, joten alueelle on vaikeaa toteuttaa selvärajaista kosteikkoa tai laskeutusallasta. Kahiliston alue toimii jo itsessään suurena kosteikkona.

10.5.4 Tawast Golf & Country Clubin väylä

Myllyjoen varrella sijaitsee Tawast Golfin kenttä, jonka yksi väylä päättyy joen reunaan. Väylän nurmen ja joen välille tarvitaan kehittyneen heinäkavillisuuden tai pensaiden muodostama kolmen metrin suojakaista (24) vähentämään uomaeroosiota ja ravinteiden huuhtoutumista.

10.5.5 Myllyjoen suu

Katumajärveen Myllyjoen suulle (25) on kehittynyt laaja ruovikko. Ruovikkoa voidaan niittää syyskesällä. Niittämällä saadaan kasvillisuuteen sitoutuneet ravinteet poistettua järvestä. Ruovikkoa ei saa ruopata tai vähentää, sillä se on järven biologinen tapa puolustautua Myllyjoesta tulevia ravinteita vastaan.

11 Velssinlammin kosteikkosuunnitelma

11.1 Johdanto

Myllyjoen varrelle sijoittuva Velssinlammin kosteikkosuunnitelma oli osa Katumajärveen liittyvää vesien suojeleua. Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto ja Katumajärven suojeluyhdistys ry halusivat suunnitella aluksi Myllyjoen varrelle yhden kosteikko- ja laskeutusallas yhdistelmän, joka toimisi esittelykohteena asukkaille ja Katumajärven suojelusta kiinnostuneille. Hanke päätettiin suunnitella kaupungin omistamalle tontille Velssinlammin alueelle ja sen nimeksi tuli Velssinlammin kosteikkosuunnitelma.

Velssinlammin kosteikkosuunnitelma kuuluu Kanta-Hämeen järvet kestäväan kehitykseen - hankkeeseen ja olisi siis osa Katumajärven valuma-alueella tehtävää ulkoisen kuormituksen vähentämistä. Velssinlammin kosteikon tarkoituksena olisi puhdistaa pelloilta, metsistä ja soilta tulevia valumavesiä syvän osan, matalan osan ja kosteikkokasvien avulla. Kosteikossa veden mukana liikkuva maa-aines ja siihen sitoutuneet ravinteet laskeutetaan ja pidätetään pohjalle. Lisäksi kosteikossa tapahtuva mikrobitoiminta voi poistaa vedestä typpeä ja kasvillisuus sitoa liuennutta fosforia ja typpeä itseensä. Valumavesien käsittelyllä ehkäistään osaltaan Myllyjoen ja Katumajärven liettymistä ja rehevöitymistä.

Velssinlammin kosteikkosuunnitelma ei ole toteutunut vielä tämän julkaisun aikana, sillä Hämeenlinnan kaupunki hylkäsi suunnitelman toteutuksen sen kalleuden, suuren mittakaavan toteutuksen, vähäisen hyödyn ja alueen maaperän epäsojivuuden vuoksi.

Seuraavassa on kuitenkin esitelty Velssinlammin kosteikkosuunnitelma kokonaisuudessaan muistutuksena siitä, että Myllyjokeen on tehty suunnitelmia Katumajärven kuormituksen vähentämiseksi.

11.2 Suunnittelualan kuvaus

11.2.1 Valuma-alue

Velssinlammin kosteikoksi suunniteltu alue sijaitsee Vanajanselän osa-alueeseen kuuluvan Katumajärven valuma-alueella (nro 35.23) Myllyjoen varrella Velssinkylän läheisyydessä. Myllyjoki virtaa itä-länsi -suunnassa Kankaistenjärvestä Matkolampiin, josta se jatkaa Katumajärveen. Myllyjoen valuma-alueen pellot sijoittuvat Kankaistenjärven jälkeen ojan keskivaiheille. Kosteikoksi suunniteltu alue sijaitsee heti peltoaukeiden jälkeen n. 500 m ennen Velssin kylää. (liite 12).

Peruskartan 1:20 000 mukaan Myllyjoen valuma-alue Velssinlammin kosteikon kohdalla on 22,19 km², kun Kankaistenjärvi lasketaan valuma-alueeseen. Kankaistenjärven valuma-alue poistettuna kosteikon valuma-alue on 11,78 km², josta peltoa on 4,1 km² eli 35 %. Valuma-alueen maalajit ovat hiekkamoreeni 53 %, saraturve 24 %, keski- ja hienosiltti (0,02 - 0,002 mm) 8 %, harjumuodostunut hiekkamoreeni 8 %, hieno hiekka (0,2 - 0,06 mm) 5 % ja soraamoreeni 2 %. Pääosa valuma-alueesta on metsää ja suota, minkä vuoksi valumavesissä esiintyy epäorgaanisen maan aineksen lisäksi humusta ja orgaanista ainesta.

11.2.2 Velssinlammin kosteikkoalue

Suunniteltu kohde sijoittuu Myllyjoen eteläpuolelle Hämeenlinnan kaupungin omistamalle 0,8 ha maa-alueelle. Alue on vanhaa peltopohjaa ja siinä kasvaa harvakseltaan noin 3-4 m korkeita koivuja. Aluetta ympäröi itäpuolella kuusimetsä, etelä- ja länsipuolella sekametsä sekä pohjoispuolella pelto. Myllyjoki virtaa alueen halki itä-länsisuunnassa n. 1,4 m syvässä uomassa, jonka luiskat ovat kohtalaisen jyrkät molemmin puolin. Kosteikon yläpuolisen Myllyjoen pituuskaltevuus on 0,2 % puolen kilometrin päähän yläjuoksuun eli kaltevuus on vähäinen. Kosteikon pohjan korkeus merenpinnasta on +102,6 m – 103,0 m (N₆₀). Alueen eteläpuolta rajaa Kankaisten harju, jonka korkeus merenpinnasta on +125 m (N₆₀). Pohjoispuolen pelto nousee tasaisesti Myllyjoesta pois päin kaltevuudella 0,8 %. Kosteikkoaluetta rajaavien itä- ja länsipuolten maanpinnat ovat samalla korkeudella kuin suunnitellun kosteikkoalueen. (liite 13).

Maaston muodoista johtuen kyseiseen paikkaan kosteikko tehdään kaivamalla ja altaan kooksi jää siksi vain 2000 m², joka on 0,02 % valuma-alueesta. Kosteikkoon vesi johdetaan Myllyjoesta halkaisijaltaan 315 mm sadevesiputkella ja vanha uoma jätetään tulvauomaksi, jota säätelee maarakenteinen pohjapato. Pohjapadon eteen muodostuu suvanto, josta vesi voidaan johtaa putkella kosteikkoon. Kosteikon pinta-ala ja tilavuus määräävät putken koon ja virtaaman määrän. Näin voidaan säätää veden virtaus kosteikkoon tasaiseksi huolimatta vuodenajoista ja välttää ylivirtaamakausten lietteen huuhtoutuminen kosteikosta. Ylivalumakauden aikana Myllyjoen liikavesi purkautuu Myllyjokeen rakennetusta pohjapadosta alajuoksulle häiritsemättä kosteikon toimintaa.

Kosteikossa on syvä ja matala osa. Matalan osan jälkeen vesi purkautuu pohjakynnyksen kautta takaisin Myllyjoen uomaan. Kosteikon keskimääräinen leveys on 30 m ja pituus noin 86 m. Kosteikon vedenpinta on syvässä osassa 1,0 m ja matalassa osassa 0,6 m. Kosteikon ojaluiskat ovat 1:3 ja 1:2. (liite 13).

11.3 Kenttätutkimukset

Maaston korkeustiedot ja rakenteiden paikat kartoitettiin 1.11.2002 vaaitsimella. Korkeudet sidottiin valtakunnalliseen korkeusjärjestelmään (N₆₀). Korkeuskartoituksessa tunnettu korkeuskiintopiste oli Hämeenlinna-Lahti -valtatie varressa oleva nro 2037 (N₆₀ = +116,708 m, koordinaatit Y=2531550, X=6767500). Kosteikkosuunnitelman korkeuskiintopisteenä toimii nyt alueen pohjoispuolen pellonlaidassa oleva kivi, jonka korkeus on +105,96 m (N₆₀). (liite 12).

Suunniteltu kosteikkoalue on alavaa tasaista maastoa ja kasvillisuus on niittymäinen. Alueen luoteen puoleisessa kulmassa kasvaa 25m x 25m alalla 4 -metrisiä koivuja, jotka on istutettu 10 vuotta sitten. Aluetta halkoo itä-länsi -suunnassa kolme pientä kuivatusojaa, joiden reunoilla kasvaa parimetristä pensaikkoa ja ruohokasvillisuutta, muun muassa ruokohelpiä.

Myllyjokeen virtaa 3 suurempaa sivu-uomaa valuma-alueen yläosassa. Ne ovat järjestyksessä Viinoja, Sammalsuonoja ja Lepopellonoja. Niiden vedenlaatua on tutkittu vuosina 2000 ja 2001 (Jutila & Peltonen 2001). Viinojan ja Sammalsuonojan varrella on kuivatettuja soita sekä peltoja, jotka aiheuttavat humus- ja kiintoainekuormitusta Myllyjokeen. Lepopellonoja virtaa peltoaukean poikki ja kuljettaa mukanaan paljon kiintoainesta ja ravinteita. Sivuojusta kulkeutuu Myllyjokeen siis runsaasti happea kuluttavaa orgaanista ainesta, kiintoainetta sekä tyypeä.

Myllyjokeen rakennettavan padon korkeus on mitoitettu siten, että vedenkorkeus on keskimäärin kesällä olevan keskivedenkorkeuden tasolla eli padon korkeus on ojan pohjasta mitattuna 50 cm. Tällöin kosteikkoalueen yläpuolisten peltojen kuivatus ei häiriinny, koska vedenkorkeus on mitoitettu peltojen kuivatusojia alemmaksi.

11.3.1 Maaperätutkimukset

Velssinlammin kosteikon geoteknisissä maaperätutkimuksissa haluttiin selvittää ensisijaisesti alueen maalaji ja kiinteän pohjamaan syvyys. Allaspaikan geoteknisten ominaisuuksien tutkiminen on tärkeää, jotta saadaan selville maalajin sortumaherkkyys, altaalle sopiva luiskankaltevuus, maape-

rän tiiviys ja vedenläpäisyominaisuudet. Tietoja tarvittiin kosteikon ja patopaikan teknisessä suunnittelussa.

Maaperätutkimukset toteutettiin marraskuussa 2002 paino- ja porakairauksin suunnitellun alueen kahdesta eri pisteestä. Häiriintyneet maanäytteet otettiin pintakerroksesta 0-0,3 m, 1,5 m ja pohjamaasta 3,0 m. Maanäytteistä häiriintymätön putkinäyte otettiin syvyydestä 1,0 m. Kosteikon pohja tulee olemaan syvyydessä 1,5 m ja 1,0 m. Tutkimuksissa keskityttiin pääasiassa näytteisiin, jotka otettiin kyseisistä syvyyksistä.

Paikalla tehtiin myöhemmin uusi kairaus Hämeenlinnan kaupungin teknisen viraston toimesta huhtikuussa 2003, jossa kova pohja saavutettiin viiden metrin syvyydestä.

Maaperätutkimuksilla selvitettiin häiriintyneistä näytteistä alueen maaperän humuspitoisuus, vesipitoisuus, pH, maalaji sekä raekokojakauma. Häiriintymättömästä näytteestä tutkittiin kokonaisfosforipitoisuus. Laboratorioanalyysit tehtiin Hämeen ammattikorkeakoulun Hattelmalan toimipisteessä sijaitsevassa Ympäristötekniikan koulutusohjelman maageologian laboratoriossa. Kaikissa määrittelyissä on näytteistä otettu rinnakkaisnäytteet ja tulokset on esitetty niiden keskiarvoina.

11.3.1.1 Humuspitoisuuden määrittely

Maalajin humuspitoisuudella tarkoitetaan maalajin sisältämän eloperäisen aineksen suhteellista osuutta kuivan maa-aineksen määrään verrattuna. Humuspitoisuus määritettiin laboratoriossa kuivapolttomenetelmällä kahdesta näytteestä, jotka olivat syvyydestä 0,30 m ja 1,5 m. Kummastakin näytteestä otettiin myös rinnakkaisnäytteet. Humuspitoisuus pintamaassa oli 26,8 % ja pohjamaassa 4,8 %. Pintamaa on humuspitoisuuden mukaan turvemultaa. Turvemultakerroksen paksuus on 50 cm. Kun mineraalimaan humuspitoisuus on 2 - 6 %, saa maalaji nimen liejuinen. Suunnitellun altaan pohjan maalaji luokitellaan siis humuspitoisuuden mukaan liejuiseksi.

11.3.1.2 Vesipitoisuuden määrittely

Maan vesipitoisuudella tarkoitetaan maa-aineksessa olevan veden massan ja kuivan maa-aineksen massan suhdetta eli sitä, kuinka paljon näytteen veden massa on kuivan aineksen massasta. Vesipitoisuus määritettiin kuivatusmenetelmällä syvyydestä 1,5 m ja se oli 37,8 %. Näyte oli kosteana tahraavaa ja vähän muovailtavissa. Kuivattuna se oli keskiharmaata ja melko kovaa, mikä viittaa siihen, että näyte oli savea raekooltaan 0,001 – 0,02 mm.

11.3.1.3 Maaperän pH:n määrittely

Maaperän pH vaikuttaa ratkaisevasti maassa olevien ravinteiden ja hivenaineiden liukoisuuteen. Kun pH on alhainen eli hapan, fosforia liukenee maaperästä vaikeammin, mikä olisi hyvä kosteikon kannalta.

pH määritettiin maanäytteistä kalsiumkloridiliuos -menetelmällä (CaCl_2), jolla saatiin pH:n lisäksi selville maaperän puskurointikyky eli se, kuinka hyvin maaperä vastustaa happamoitumista. Mitä suurempi on maanäytteen vesiliuoksen ja CaCl_2 liuoksen ero, sitä suurempi on puskurointikyky. Normaalin maan erotus on 0,5 yksikköä.

pH määritettiin syvyyksistä 0,30 m, 1,5 m ja 3,0 m. Maanäytteiden pH nousi syvemmälle mentäessä. Suomessa viljelymaiden pH-arvot vaihtelevat välillä 4,5 - 7,0. Yleensä eloperäiset maalajit ovat happamampia kuin kivennäismaalajit. Savimaiden pH-arvo on keskimäärin korkein, kun taas turvemaiden pH-arvo on usein hyvin alhainen. Tämä näkyy myös näytteiden osalta eli pintamaan pH on turpeen mukaisesti alhainen ja savipitoisuuden lisääntyessä näytteiden pH kasvaa (taulukko 14).

TAULUKKO 17. Taulukossa pH-arvot esitetään rinnakkaisnäytteiden keskiarvoina.

Näytteenotto syvyys m	Puskuriero	pH
0-0,30	0,61	4,83
1,5	0,43	5,09
3,0	0,75	5,86

1,5 m:n näyte on melko hapan, luultavasti näytteen suuren humuspitoisuuden takia, ja puskurikyky on hieman normaalia maata alhaisempi. Kosteikon pohja soveltuu siis happamuutensa ansiosta fosforin pidättämiseen ja se vastustaa vähemmän happamoitumista kuin normaali maa.

11.3.1.4 Raekoon määrittäminen

Maanäytteiden rakeisuusjakautuma määritettiin areometrinen menetelmällä, joka perustuu lietteen tiheyden mittaamiseen vesisuspensiosta eri ajankohtina. Samalla saadaan välillisesti selville 0,074 mm pienempien rakeiden laskeutumisnopeudet ja lietteen rakeiden koot ja suhteelliset määrät.

Tuloksena saatiin suunniteltavan kosteikkoalueen maalaji. Maanäytteen lajitekoostumus on seuraava: savi 48,5 % (0,001 - 0,002 mm), hienosiltti 2,5 % (0,002 - 0,006 mm) ja keskisiltti 13 % (0,006 - 0,02 mm). Maanäytteen rakeiden keskiläpimitta d_{50} oli hienoa silttiä eli 0,004 mm. Lajitekoostumuksen perusteella maalajin nimi on laiha savi (laSa).

Kun otetaan huomioon maanäytteen humuspitoisuus ja lajitekoostumus, maalajin lopulliseksi nimeksi tulee liejuinen laiha savi (ljlaSa).

11.3.1.5 Fosforin kokonaispitoisuuden määrittäminen

Maanäytteestä (1,5 m) määritettiin kokonaisfosfori laboratoriossa ICP –laitteella. Menetelmässä maanäytteen fosforyhdisteet hajotettiin happoliuoksessa korkeassa paineessa ja uutettiin veteen, josta määrittäminen suoritettiin.

Uuttosuhteella 1/100 fosforia vapautui maanäytteestä veteen 16,2 µg/l. Kokonaisfosforin määrä Velssinlammen kosteikon pohjan maaperässä oli 0,3 mg/kg. Esimerkiksi EU:n Life - rahoitteisessa Vihta-projektissa seuratussa Hovin kosteikossa ennen kosteikon perustamista otetuissa maanäytteistä fosforipitoisuuden vapautuminen veteen vaihteli pohja- ja pintamaan välillä (uuttosuhte 1/250) 3-112 µg P /l. Kosteikon pohjamaa sijaitti 1,0 m:n syvyydessä ja sen fosforipitoisuus oli 3 µg P /l. Kokonaisfosforin määrä maaperässä oli 0,5 – 7,7 mg/kg.

Suunnitellun kosteikkoalueen pohjan maaperässä on suhteellisen vähän kokonaisfosforia Hovin kosteikkoon verrattuna. Fosforin sitoutuminen altaan pohjaan riippuu kuitenkin ennen kaikkea veden fosforipitoisuuden ja maaperän fosforiliukoisuuden suhteesta. Maaperän fosforimäärän vapautuminen ei saisi ylittää tulevan veden fosforipitoisuutta, sillä silloin maaperästä liukenee fosforia veteen enemmän kuin sitoutuu. Kosteikkokohdetta lähinnä oleva vesinäytteenottopiste Myllyjoessa on Häkkärinmäki. Häkkärinmäen veden fosforipitoisuuden keskiarvo on 33 µg P /l, kun taas maaperän fosforiliukoisuus oli 16,2 µg P /l. Veden keskimääräinen fosforipitoisuus on kaksinkertainen maaperään verrattuna. Tuloksista voidaan ennakoita, että 1,5 m:n syvyyteen rakennettavan kosteikon altaan pohjaan pidättyä tulevasta vedestä fosforia enemmän kuin pohjasta liukenee veteen.

11.3.2 Maaperätutkimusten yhteenveto

Maaperätutkimusten perusteella kosteikkoalueen maaperä on geoteknisen luokituksen mukaan liejuista laihaa savea, joka on silttipitoista. Tuoreena liejuinen savi on jonkin verran muovailtavaa, pehmeää, joustavaa ja hyytelömäistä. Kuivuessaan se halkeilee suorasärmäisiksi tasopintaisiksi kappaleiksi ja kutistuu. Näytteen silttimäisyyttä kuvastaa pölyäminen kuivana.

Painokairausten perusteella alue on pehmeikköä. Pehmeikkö loppuu 5 metrin syvyyteen moreenikerrostumaan. Maalajin vedenläpäisevyys on luokkaa 10^{-8} - 10^{-10} eli vedenläpäisevyys on heikkoa. Maalajin keskimääräinen raekoko on 0,004 mm eli hienon siltin luokkaa. Veden virtausnopeus altaassa saa olla siis enintään 0,7 m/s, jotta altaan pohja ei eroosioituisi.

Turvemultakerros on poistettava ennen kosteikon rakentamista 50 cm syvyydeltä, sillä siihen on sitoutunut suurin osa ravinteista. Altaan luiskat tulee rakentaa vähintään 1:2 – 1:3 kaltevuuteen maaperän eroosioherkkyyden takia. Laiha savi on erittäin routiva maalaji, joka on otettava huomioon kosteikon maapatojen rakentamisessa.

11.4 Velssinlammin kosteikon suunnittelu

11.4.1 Teoriaa

Kosteikko on suunniteltu rakennettavaksi siten, että Myllyjokeen padotusta suvannosta vesi johdetaan halkaisijaltaan 315 mm putkea pitkin 40 m pitkään kaivettuun syvään osaan, josta se virtaa 46 m pitkän matalan osan kautta takaisin Myllyjokeen. Myllyjokeen rakennetun padon tarkoituksena on pitää vedenpinta niin korkeana, että kosteikkoon lähtevään putkeen riittää vettä myös alivalumakautena, mutta ylivaluman aikana ylimääräinen vesi pääsisi purkautumaan padosta haittaamatta yläpuolisen kuusimetsän ja peltojen kuivatusta. Jotta virtaavan veden luonne padotuksesta huolimatta säilytetään myös kesäisin, suunniteltiin patoon v-aukko, jonka kautta vesi purkautuu pienenä virtana alapuoliseen uomaan.

Suuret virtaamavaihtelut aiheuttavat ongelmia kosteikkojen toiminnalle lisäämällä pohjalle laskeutuneen aineksen voimakasta resuspensiota eli liikkeellelähtöä. Virtaaman vaihtelut ovat suuria varsinkin peltovaltaisilla alueilla, sillä keväisin peltojen kuivatus on suunniteltu siten, että vedet virtaavat salaojaputkia pitkin mahdollisimman nopeasti pelloilta ojiin ja tällöin virtaamapiikit ovat suuria lyhyen ajan sisällä. Jotta kosteikossa vältyttäisiin virtaamapiikkien aiheuttamalta lietteen karkailulta, hankkeessa päädyttiin suunnitelmaan, jossa virtaama kosteikkoon säilytetään putken avulla tasaisena kaikkina vuodenaikoina.

Ravinteiden poistolle on edullista, että kosteikko suunniteltiin suhteellisen matalaksi. Sen matalan osan veden korkeus on enimmillään 60 cm ja syvän osan vedenkorkeus on 1,0 m. Matalassa osassa kasvit pystyvät kasvamaan ravinteita hyväksikäyttäen ja samalla veden virtausnopeus hidastuu ja viipymä pitenee. Virtausnopeuden hidastuessa kiintoaines ja siihen sitoutuneet ravinteet tarttuvat kasvillisuuden pinnoille sekä laskeutuvat kosteikon pohjalle. Matalassa osassa myös veden happipitoisuus säilyy korkeana, mikä edesauttaa veteen liunneen fosforin sitoutumista kosteikon pohjasedimenttiin.

Veteen liunneen typen poistamiseksi olisi kuitenkin hyvä, jos osa altaasta olisi syvä. Tällöin pohjalle saattaa muodostua ajoittain hapeton vyöhyke, jossa tapahtuu typen denitrifikaatiota eli nitraattityppi pelkistyy typpikaasuksi mikrobitoiminnan seurauksena ja vapautuu vedestä ilmakehään. Syvään osaan myös kerääntyy laskeutuvaa ja pohjan tuntumassa veden mukana liikkuvaa kiintoaineslietettä, joka on poistettava ajoittain.

Veden tulee vaihtua kosteikon eri osissa, jotta koko kosteikko saadaan kiintoaineksen laskeutumisen käyttöön. Suunnitellulla kosteikolla veden jakautuminen altaan koko leveydelle saadaan aikaiseksi rakentamalla maasaarekkeita syvän osan alkupäähän ja syvän ja matalan osan välisen kynnyksen jälkeen. Maaperän savisesta ominaisuudesta johtuen saarekkeet on rakennettava karkeasta maalajista ja ne on verhoiltava kivillä syöpymisen estämiseksi. Saarekkeiden maalajiksi soveltuu esimerkiksi soramoreeni.

11.4.2 Patojen suunnittelu

Kosteikkoalueelle suunniteltiin kaksi maarakenteista pohjapatoa. Pato nro 1 sijoitetaan Myllyjokeen ja sen tarkoituksena on nostaa ojan vedenpintaa sen verran, että padon etupuolelta voidaan johtaa vettä putkea pitkin laskeutusaltaaseen. Kosteikon loppupäässä on matala pohjapato nro 2, joka pitää kosteikon vedenpinnan tietyllä korkeudella ja päästää veden purkautumaan takaisin Myllyjokeen. (liite 13).

11.4.2.1 Pato nro 1

Myllyjokeen on suunniteltu rakennettavan maarakenteinen pohjapato. Sen rakenneosia ja materiaaleja ovat tiivisteosa, tukiosa, taka- ja etuluiska, patopenkereet, luonnonkiviverhous, suodatinkangas ja lujitekangas. Padon alta poistetaan pintamaa ja padon tiivistysosa ja penkereet tehdään moreenista, jotka verhoillaan suodatinkankaalla. Tiivistysosa jatkuu 1,5 metriä patopenkereeseen joen kummallakin puolen. Tiivistysosan alle sijoitetaan lujitekangas vähentämään ja tasaamaan padon tulevia painumia (Vesihallitus 1985).

Maarakenteisen pohjapadon routiminen on mahdollista, mikäli pakkaskauden aikana virtaama on niin vähäinen, että routivista materiaaleista tehtyjä padon osia jää vedenpinnan yläpuolelle. Routailmiön haittavaikutuksia voidaan vähentää käyttämällä verhouksen (suodatinkankaan ja kiven) alla riittävän paksua routimatonta kerrosta niillä pato-osilla, jotka eivät ole talvella veden suojaamia. Koska kyseisessä kohteessa maalaji on liejuinen laiha savi ja se on erittäin routivaa, kannattaa padon tiivisteosassa käyttää routimatonta hiekkaa, soraa tai soramoreenia. Hiekka- ja silttimoreeni eivät käy, koska ne ovat routivia (Vesihallitus 1985).

Padossa on käytettävä eroosioherkän maalajin takia tukiosana vesivanerista tehtyä ponttiseinä, joka sijoitetaan keskelle patoharjaa tiivistysosan kanssa samaan syvyyteen. Tarpeen mukaan tukiosa voidaan lyödä kovaan pohjaan saakka (noin 3 m syvyydessä). Vesivaneri toimii v-aukkoisena ylisyoäsypona. Padon virtausaukko on n. 6,8 m leveä ja veden virtausnopeus padolla keskiylivirtaamalla on noin 0,55 m/s. Harjaosa on poikkisuunnassa loivasti V muotoinen ja keskellä on v-aukko. Padon korkeus on v-aukon keskeltä 50 cm. V-aukko on 90° ja sen ylisyoäsyn korkeus on 20 cm. Padon harjan pituus virtausuunnassa on 4 m ja se laskee loivasti alaspäin. Padon alapuoleisen luiskan kaltevuus on 1:10 ja yläveden puoleisen 1:2.

Patojen verhouksena käytetään tasakokoista luonnonkiveä. Padoissa tarvitaan tiivisteosien ja verhousten väliin suodatinkangas. Kankaiden vedenläpäisevyys on oltava suuruusluokkaa 10^{-2} - 10^{-3} m/s ja niillä on oltava myös hyvä pakkasenkestävyys. Kankaan ominaispaino tulisi olla yli 10 kN/m³ ja sen tulee olla mekaanisesti sidottua. Kankaan on oltava käyttöluokkaa III eli sen täytyy soveltua karkeaa kiviainesta vasten. Suodatinkaan tulee jatkua padon penkereeltä 1,5 m joen kummallakin puolen (Vesihallitus 1985).

Pato liitetään rantaan siten että luiskien louhosverhous ulotetaan 0,5 m korkeinta vedenpintaa ylemmäs padon harjan tasolta. Padon päälle tehdään yksikiviverhous, jossa suodatinkankaan päälle lisätään vähintään 30 cm soraa tai sepeliä, johon verhoukivet voidaan istuttaa tukevasti. Verhoukivikoko on oltava vähintään $d_{50}=0,30$ m. Verhoukivet istutetaan yksi kerrallaan sorakerrokseen siten että kivet kiilautuvat toisiinsa ja niiden yläpinnat tulevat samaan tasoon. Samalla padon etu- ja takaluiskaan sijoitetaan isoja kiviä $d_{50}=0,40$ m rikkomaan virtausta ja estämään eroosiota. Kun suurimmat kivet on ladottu paikoilleen, täytetään niiden välit aina mahdollisimman suurella kivikoolla ja lopuksi veden kanssa soralla. Padon kestävyuden kannalta verhoukseen ei saa jäädä löysiä kohtia, joista vesi pääsee purkamaan verhousta (Vesihallitus 1985).

Hämeen maaseutuelinkeinopiirin kalatalousyksikön vuonna 1997 laatimien Myllyjoen sähkökalastuspöytäkirjojen mukaan Myllyjoessa on todettu olevan luonnonvaraisesti lisääntyvä taimenkanta (liite 16). Taimenkannan vaellusreitti ja nouseminen padon yläpuolelle halutaan säilyttää muotoilemalla pato kalaportaana toimivaksi (TE keskus, kalatalousyksikkö 2001).

Kalojen nousun vuoksi padon alaveden puoleinen luiska ei saa olla jyrkempi kuin 1:10 ja siinä on oltava syvimmän virtauksen alueella isoja kiviä, jotka rikkovat virtauksen ja antavat kaloille levähdys- ja ponnistuskohtia. Suurin virtausnopeus kalannousua varten tehtävissä rakenteissa saa olla 2,0 m/s (Vesihallitus 1985). Lisäksi padon harjan v-muoto ja siinä oleva syvennys alivirtaaman keskittämiseksi auttavat kaloja padon ylittämässä. (liite 14/1).

11.4.2.2 Pato nro 2

Kosteikon loppupäähän on suunniteltu rakennettavaksi matala maarakenteinen pohjapato, jonka tarkoituksena on purkaa vesi kosteikosta takaisin Myllyjokeen. Padon alaveden puoleisen luiskan liittyminen ojaan suunniteltiin siten, että padosta purkautuva vesi ei lisäisi Myllyjoen penkereiden eroosiota.

Padon 2 rakenneosia ja -materiaaleja ovat tiivisteosa, taka- ja etuluiska, patopenkereet, luonnonkiviverhous, suodatinkangas ja lujitekangas. Padon alta poistetaan pintamaa ja padon tiivis-

työsosa ja penkereet tehdään soramoreenista, hiekasta tai sorasta ja ne verhoillaan suodatinkankaalla. Tiivistysosa ja suodatinkangas jatkuu 1,0 metriä patopenkereeseen kummallakin puolen. Tiivistysosan alle sijoitetaan lujitekangas vähentämään ja tasaamaan padon tulevia painumia. Padossa 2 käytetään samoja suodatinkankaan valintaperusteita kuin padossa 1. (Vesihallitus 1985).

Pato 2 verhoillaan tasakokoisilla luonnonkivillä, joiden halkaisija on oltava vähintään $d_{50}=0,15$ m. Luonnonkivi- tai louhosverhousta tarvitaan estämään eroosiota itse pohjapadossa, uoman luiskissa sekä padon alapuolella nopean ja pyörteisen virtauksen alueella. Pato 2 liitetään rantaan siten, että luiskien louhosverhous ulotetaan 0,5 m korkeinta vedenpintaa ylemmäs padon harjan tasolta. Verhouksen paksuudeksi suositellaan vähintään 2-3 kertaa kivien läpimittaa. Tällainen verhous voidaan tehdä suoraan suodatinkankaan päälle. Kun isoimmat kivet on ladottu paikoilleen, täytetään niiden välit aina mahdollisimman suurella kivikoolla ja lopuksi veden kanssa soralla. Padon kestävyys kannalta verhoukseen ei saa jäädä löysiä kohtia, joista vesi pääsee purkamaan verhousta. Tällöin verhouksen mahdollinen läpisyöpyminen vaatii enemmän aikaa ja korjaustoimenpiteisiin voidaan ryhtyä ennen kuin vaurio ulottuu patorunkoon. Padon ylaveden- ja alaveden puoleiseen luiskaan sijoitetaan isoja kiviä $d_{50}=0,30$ m rikkomaan virtausta ja estämään eroosiota (Vesihallitus 1985).

Padon virtausaukko on n. 5,4 m leveä ja sen korkeus on keskeltä 45 cm. Harjaosa on poikisuunnassa loivasti v-muotoinen. Padon harjan pituus virtaus suunnassa on 3 m ja se laskee loivasti alaspäin. Padon alapuoleisen luiskan kaltevuus on 1:6 ja ylaveden puoleisen 1:2. Alapuoleinen luiskan kaltevuuden 1:6 perusteena on kosteikon pieni virtaama, joka on vain $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$, ja se ei vaihtele merkittävästi vuodenaikojen mukaan. (liite 14/2).

11.4.3 Vedenjohtoputki ja kosteikon syvä osa

Padolta 1 vesi johdetaan halkaisijaltaan 315 mm suuruista ja 16 metriä pitkää sadevesiviemäriputkea pitkin kosteikon syvään osaan. Putki on PE-muovia ja se asennetaan 0,10 % kaltevuuskulmaan, jolla turvataan veden riittävä virtaus putkessa. Putken virtaama on 100 l/s ja virtausnopeus on 1,4 m/s 0,10 % kaltevuudella. Putkiojan täytyy olla vähintään 0,05 % kaltevuudessa sisähalkaisijan ollessa >300 mm (Vesihallitus 1986).

Putken kummatkin päät sijoitetaan 20 cm ylemmäs ojan pohjasta, ettei putkeen pääsisi ojan pohjalle laskeutunutta ainesta tukkimaan sitä. Putken kumpaankin päähän asennetaan myös metalliverkko, joka estää suurempien roskien joutumista putkeen. Huoltotöitä helpottamaan rakennetaan penkereestä putken päihin ulottuvat puulaiturit, joiden avulla huoltomies pääsee vaivattomasti tekemään mahdolliset puhdistustyöt. Altaan pohjan kohtaan, johon vesivirtaus putkesta tulee, sijoitetaan kiviverhous estämään pohjan eroosiota. (liite 14/3).

Vaihtoehtoisesti putki voidaan rakentaa alkamaan lähtökaivosta, jolloin kaivon tulevan veden sisääntuloaukon voi varustaa välillä. Lähtökaivon etuina on putken pään ja lietetilan tarkistamisen helppous. Lähtökaivon suunnitteluun ei perehdytä tarkemmin. Kaivon voi rakentaa kosteikon perustamisen jälkeenkin (Vesihallitus 1986).

Kosteikon syvä osa on suunniteltu kaivettavaksi 1,5 metrin syvyyteen. Kaivuussyvyyden tulee olla 1,5 metriä, jotta vedenjohtoputken kaltevuus saadaan tarpeeksi suureksi ja vedenvirtausnopeus säilyy putkessa talvisin jäädyttämättä sitä. Syvän osan alkupäähän rakennetaan maasaarekkeita, joiden avulla putkesta virtaava vesi jakaantuu altaan koko leveydelle. Tällöin vesi ei hakeudu pelkästään keskelle allasta. Syvän osan pituus on 40 m ja pinnan leveys on 17 metriä. Vedenpinnan syvyys on 1,0 m. Pengerluiskat tehdään kaltevuuteen 1:2 ja 1:3. Kaltevuudeltaan 1:3 luiska toimii mahdollisten vesilintujen levähdysrantana. (liite 14/3, 14/4).

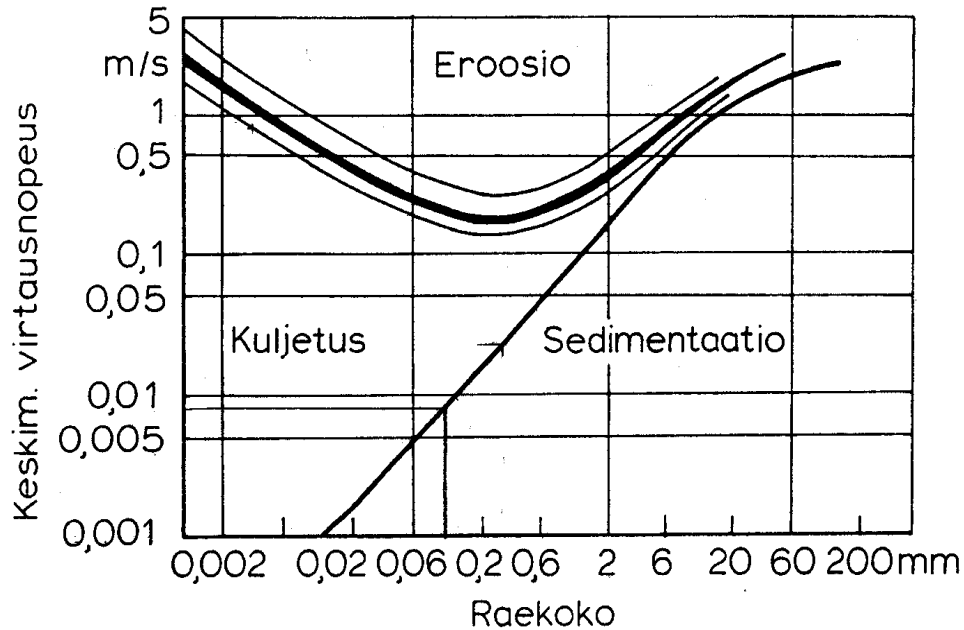
11.4.4 Kosteikon matala osa

Kosteikon matala osa on suunniteltu kaivettavaksi n. 1,1 m syvyyteen. Syvästä osasta vesi virtaa pohjapenkereen jälkeen virtausta ohjaavien maasaarekkeiden välistä matalaan osaan, jonka vedenkorkeus on 60 cm. Vedenkorkeus täytyy olla enemmän kuin 50 cm, jotta vedenvirtaus säilyisi kos-

teikossa kasvillisuuden kehittymisen jälkeenkin. Matalan osan pinnan leveys on 30 m, pituus 46 m ja sen pengerluiskat tehdään kaltevuuteen 1:2 ja 1:3. (liite 14/5, 14/6).

11.4.5 Kosteikkoon pidätyvät kiintoaineet ja ravinteet

Kiintoaineen laskeutumiseen kosteikossa vaikuttaa virtausnopeuden lisäksi tulevassa vedessä olevien maapartikkeleiden koko, sillä se määrää hiukkasen laskeutumisnopeuden. Mitä pienempi hiukkanen, sitä hitaammin se laskeutuu. Hiukkasen laskeutumiseen eli sedimentaatioon ja pohjalta tapahtuvaan eroosioon vaikuttaa kosteikon virtausnopeus (kuva 41).



KUVIO 41 Veden virtausnopeuden vaikutus maa-aineksen eroosioon, kuljetukseen ja sedimentaatioon (Ympäristöhallinto 1992).

Kuviosta 41 huomataan, että kosteikon veden virtausnopeuden 0,83 cm/s eli 0,0083 m/s mukaan kosteikkoon laskeutuvat ainakin hiukkaset, joiden raekoko on vähintään 0,1 mm eli karkean siltin luokkaa.

Kosteikkoon tulevassa valumavedessä esiintyy valuma-alueen maaperän mukaan raekooltaan seuraavia maahiukkasia:

- saraturve ja humus
- savi <0,002 mm
- keski- ja hienosiltti 0,02 - 0,002mm
- hieno hiekka ja karkea siltti 0,2 - 0,06 mm.

Osa hienoimmista maalajeista, kuten keski- ja hieno siltti, liikkuvat veden mukana muruina, jolloin niiden raekoko saattaa vastata karkean siltin raekokoa. Parhaimmassa tapauksessa virtausnopeus 0,83 cm/s riittää siis laskeuttamaan vedestä myös valumavedessä esiintyvän keski- ja hienosiltin.

11.4.6 Kasvillisuus

Padon 2 kohdalla kasvava puusto poistetaan. Muutamia koivuja voidaan jättää maisemalliseksi saarekkeeksi sitomaan maaperää Myllyjoen ja kosteikon väliseen kannakseen. Kosteikon eteläpuolella kasvaa pensaikkoa ja koivuja vanhassa pellon kuivatusojassa. Joessa olevaa pensaikkoa harvennetaan ja yksittäisiä puita jätetään suojavyöhykkeeksi varjostamaan kosteikkoa. Puiden varjostus vähentää vesikasvien ja varsinkin levien liiallista kasvua ja sitä kautta sillä on edullinen vaikutus.

tus veden laatuun ja vesieliöstöön, sekä kiintoaineksen laskeutumisprosessiin. Mikäli kasvillisuus on liian rehevää, veden vaihtuminen kosteikon reunoilla estyy. Tällöin vesi hakeutuu uoman keskelle ja kiintoaineen tehokas laskeutumispinta-ala vähenee. Vesikasvillisuuden liiallista kasvua on sen vuoksi estettävä esimerkiksi varjostamalla kosteikkoa pensaille ja puilla. Lisäksi varjostaminen alentaa veden lämpötilaa kesällä, se saattaa vähentää sinilevien massakukintaa, ja sillä on suotuisa vaikutus kosteikon eliöille.

Suunnittelualueella ja Myllyjoen välittömässä läheisyydessä kasvaa muun muassa ruokohelppiä, mesiangervoa ja muita ruohovartisia kosteikkokasveja. Kosteikkokasvillisuuden luontaiselle kehitymiselle on siis hyvät mahdollisuudet. Kasvillisuuden kehittymistä voidaan kuitenkin nopeuttaa helposti siirtämällä osa kaivuutöiden alle jäävistä kasveista työn ajaksi syrjään ja istuttamalla ne sopiviin paikkoihin työn päätyttyä. Tällöin saadaan kasvillisuus kehittymään myös haluttuun suuntaan. Toinen tapa on levittää nopeiden leviäjien, kuten ratamosarpion ja leveäosmankäämin, siemeniä vesirajan tasolle osalle ranta-alueista (Puustinen & Koskiaho 2001).

Kasvillisuuden kehitymiselle siemenistä on tärkeää, että alussa vedenpinnantaso on matalalla. Ensimmäisenä kasvukautena vedenottoputken kautta päästetään vettä kosteikkoon vain sen verran, että vesikasvillisuus pystyy kehittymään. Vedenpinnan annetaan nousta ja putki suljetaan siten, että vesi ei pääse juoksemaan padosta yli. Tällöin kosteikkoon kehittyy rauhassa vesikasvillisuutta, joka sitoo löyhän maaperän juuristollaan. Kosteikon vedenpinnan säätelyllä estetään maa-aineksen liikkeellelähtö kaivetusta kosteikosta ensimmäisinä vuosina ja sen ohella pahin liettyminen alajuoksulla. Kasvillisuuden kehittymisen edetessä vesi voidaan päästää kosteikkoon normaalisti.

Kasvillisuuden spontaani lisääntyminen siemenistä onnistuu uudessa kosteikossa helposti jo yhden kasvukauden aikana, mikäli sopivia helposti leviäviä kasvilajeja jää kosteikon yhteyteen. Siemeniä ja kasvien juuripaakkuja voidaan siirtää kosteikkoon keväällä tai syksyllä (Vesikot – projekti 2001).

11.5 Kosteikon hoito- ja kunnossapito

Patorakenteiden toiminta ja kunto on tarkastettava joka vuosi sekä aina runsaan virtaaman jälkeen, kuten keväällä ja syksyllä. Ensimmäisinä vuosina, kun maarakenteet vielä painuvat, on tarkastukset tehtävä huolella. Huomiota on kiinnitettävä padon verhouksen tiiviyteen, padon harjan ja takaluisen painumiseen, vesivanerin kuntoon ja padon eteen kertyneeseen lietteen määrään. Maapenkereiden painumisen takia on lisäksi tarkkailtava penkereitten juuria, jotta havaitaan ajoissa mahdolliset vuodot.

Vedenjohtoputken kunto ja veden virtausmäärä on tarkastettava joka vuosi mahdollisten tukkeumien havaitsemiseksi. Putken molempien päiden korkeus on tarkastettava keväisin mahdollisen roudan aiheuttaman nosteen vuoksi. Putken vedenottopään lietepintaa on tarkkailtava, ettei liete pääse valumaan putkeen. Lietettä on poistettava tarvittaessa.

Syvään osaan kertynyt liete on poistettava ennen lietetilän täyttymistä, sillä kosteikko voi alkaa tulvia. Liete poistetaan esimerkiksi kaivinkoneella. Työ kannattaa tehdä kuivana aikana, kesällä tai talvella, jotta ruoppauksesta syntyvä vesistökuormitus jäisi vähäiseksi. Poistettu liete tulee sijoittaa mahdollisimman kauas Myllyjoesta. Se voidaan sijoittaa esimerkiksi kosteikon eteläpuolella olevaan maan painumaan tai levittää lähellä oleville pelloille maanparannusaineeksi.

Kosteikon kasvillisuutta täytyy niittää luonnon monimuotoisuuden ja kosteikon vedenlaadun säilyttämiseksi. Hoitamattomana kosteikkoon voi kehittyä vain muutaman kasvilajin kasvusto, joka peittää koko vesipinnan ja tukahduttaa muut kasvilajit. Paras niittoaika on heinäkuun loppupuolelta elokuun alkupäiviin, jolloin lintupoikueet ovat jo liikkeessä, eikä niitto häiritse niitä. Loppukesästä kasvusto on rehevimmillään ja talteen saadaan suuri osa biomassasta ja siihen sitoutuneista ravinteista. Vesiensuojelun kannalta niitto on edullista, koska siten otetaan talteen ravinteet, jotka muuten liukenisivat takaisin veteen biomassan hajottua. Niitetty kasvimassa on koottava ja kompostoitava riittävän kauas veden ääreltä (Ruohtula 1997).

Uuden kosteikon ensiniitto tehdään 2-5 vuoden päästä kosteikon perustamisesta tai kasvillisuuden kehittymisen mukaan. Kasvillisuuden kehittymistä on tarkkailtava ja ennen kuin kosteikko uhkaa kasvaa umpeen, se on niitettävä. Niitto on uusittava kahtena - kolmena kesänä peräkkäin ja sen jälkeen pidetään muutaman vuoden tauko (Vesikot – projekti 2001).

11.6 Kustannusarvio

Velssinlammin kosteikon rakentamiskustannuksista suurin osa koostuu massojen kaivuusta ja levityksestä. Kustannusarvio on vain suuntaa-antava kosteikon rakentamisen kokonaiskustannuksista (taulukko 18). Laskelmassa on käytetty yksikkökustannusarvoina Suomen ympäristökeskuksen julkaisussa Kosteikko ja laskeutusaltaiden suunnittelu 1996 esitettyjä pohjapatojen rakentamiskustannuksia (Ruohtula 1997). Vuoden 1995 yksikkökustannukset on muutettu rakentamiskustannusindeksillä vuoden 2003 tasolle (StatFin –tilastopalvelu 2003). Patojen kustannuksissa on huomioitu kaikki tarvittavat rakenteet, kuten verhoilun sekä tiivistys- ja suodatinkankaiden kustannukset.

TAULUKKO 18. Velssinlammin kosteikon kustannusarvio

Toimenpiteet	Yksikkö	Määrä	Yksikkö kust. €	Rakennusk. indeksi 1995-2003	Kustannus €
Pato1	m3	80	16,66	1,134	1510
Pato 2	m3	36	16,66	1,134	680
Kaivuu, levitys	m3	1600	3,33	1,134	6040
Puustoraivaus	m2	250	0,17	1,134	50
Vesivaneri	m2	7	16,66		120
Putki PE	m	16	8,33		130
Maisemointi					670

Yhteensä

9200 €

11.7 Kosteikon mittatiedot

Kosteikon mittatietoihin on kerätty tietoja, jotka on laskettu liitteessä 15:

Kosteikon pituus	86 m
Syvänosan leveys	17 m
Syvänosan pohjan leveys	13 m
Matalanosan leveys	30 m
Matalanosan pohjanleveys	26 m
Vesisyvyys syvä alue	1,0 m
Vesisyvyys matala alue	0,6 m
Pinta-ala	2000 m ²
Vesitilavuus	1300 m ³
Vesipoikkileikkaus	11,96 m ²
Virtausnopeus	0,83 cm/s
Hydraulinen pintakuorma	0,23 m/h
Viipymä	3,61 h.

11.8 Velssinlammin kosteikon ongelmat

Velssinlammin kosteikkoalue on ongelmallinen rakentamisen kannalta. Suunniteltu Velssinlammin alueen maaperä on pehmeiköä, joka tuo ongelmia raskaiden maapatojen rakentamiselle. Kosteikko on myös rakennettava kaivamalla, mikä on kustannuksiltaan kallista ja vaikeaa pehmeän maaperän takia. Kuitenkin alueella on aikoja sitten sijainnut kosteikkoalue tai suo, mistä kertoo alueen

pehmeä maaperä ja kosteus. Näin voitaisiin todeta, että paikalle kuuluu luontaisestikin kosteikko, minkä vuoksi kosteikon toteuttaminen alueelle on perusteltua.

Kosteikko voidaan rakentaa myös ilman raskaita patoratkaisuja ja putkisysteemiä, jolloin vesi vain ohjataan pienen uoman avulla kaivettuun kosteikkoon ja osa vedestä jatkaa matkaansa Myllyjoessa. Kosteikon päässä olisi maa-aineksesta rakennettu kivillä verhoiltu pohjakynnys, jonka kautta vesi purkautuisi takaisin Myllyjokeen. Alueella on paljon peltoja, joiden valumavedet kuormittavat Myllyjokea. Kosteikko- ja laskeutusallasyhdistelmä toimii vain lähellä peltoalueita, jolloin vedessä on paljon kiintoainesta ja ravinteita. Kauempana vesi laimenee ja kosteikolla tai altaalla ei ole enää sanottavammin merkitystä ravinteiden poistossa. Tämä puoltaa näkemystä siitä, että Velsinlammin alueelle suunniteltava kosteikko on tarpeellinen Myllyjoen ja Katumajärven vesiensuojelussa.

12 Yhteenvedo valuma-alueen kunnostuksesta

Kun suunnitellaan ja toteutetaan Katumajärven valuma-alueen kunnostusta, on otettava huomioon kokonaisuus. Eli täytyy miettiä, onko järkevää lähteä rakentamaan ensimmäiseksi laskeutusaltaita ja kosteikkoja, jolloin tehdään niin sanotusti toissijaista työtä. Se on toisarvoista työtä siksi, että laskeutusaltailta ja kosteikoilta yritetään poistaa veteen jo joutuneita ravinteita ja kiintoainesta, kun niiden pääsy veteen on mahdollista estää muilla menetelmillä. Varsinkin liuenneiden ravinteiden poistaminen esimerkiksi jokivedestä laskeutusaltaiden avulla on erittäin vaikeaa ja korkeaan puhdistusprosenttiin on jopa mahdotonta päästä. Altaat ovat kuitenkin toimivia kiintoaineen ja siihen sitoutuneiden ravinteiden poistoon. Altain ja kosteikkojen yhteispinta-alojen tulee olla suuria, jotta veden puhdistustulos on todella hyödyllinen. Valuma-alueen ensisijaisia vesiensuojelutoimenpiteitä onkin liuenneiden ravinteiden, kiintoaineen ja siihen sitoutuneiden ravinteiden liikkeellelähdön estäminen, joka toteutetaan syntypaikalla tehtävillä vesiensuojelutoimenpiteillä.

Maataloudessa suositeltavina toimenpiteinä pidetään viljelijöille tiedottamista, jolla pyritään jokien veden laadun parantamiseen. Valuma-alueen viljelijöille tiedotetaan pelloilta veden mukana valuvan kiintoaineen ja ravinteiden aiheuttamista haitoista joissa, ojissa ja Katumajärvessä. Ainakin Jokelanojan, Petäjänharjunojan ja Myllyjoen varrella oleville maanviljelijöille tulisi tiedottaa maanviljelyn haitoista vesistöille ja keinoista, joilla niitä voidaan estää.

Tiedotuksessa heitä kehoitetaan kiinnittämään huomiota peltojen suojavyöhykkeisiin ja leventämään niitä jyrkillä rantapelloilla, osan aikaa vuodesta ilman kasvustoa olevilla pelloilla tai sellaisilla ojaosuuksilla, joissa pellon pientareiden uomaerosio on voimakasta ja silmin havaittavaa. Jyrkille pelloille, joiden maaperässä on viljavuusfosforitukimuksen mukaan paljon fosforia, voidaan tehdä ojan reunoille suojavyöhykkeen lisäksi kalkkisuodinoja, joka sitoo valumaveden mukana liikkuvaa liukoista fosforia. Maanviljelijöille kerrotaan myös mahdollisuudesta hakea EU:n ympäristötuen erityistukea suojavyöhykkeisiin, luonnonmukaiseen viljelyyn, säätösalaajitukseen, säätökasteluun, kalkkisuodinoihin, laskeutusaltaisiin ja kosteikoihin, josta viljelijä saa rahallista tukea toimenpiteiden toteuttamiseen ja kunnossapitoon.

Metsätaloudessa kuivatusojien rakentaminen, metsien hakkuu, muokkaus ja lannoitus ovat suurimmat syyt kiintoaineen ja varsinkin liukoisen nitraatin liikkeelle lähtöön. Metsätaloudessa ravinteiden joutuminen vesistöön on vaikeasti ehkäistävissä, mutta hyödyllisiä toimenpiteitä saattavat olla talvella tehtävät hakkuut, avohakkuiden välttäminen vesistöjen reunoilla ja kevyempi maanmuokkaus kuin aikaisemmin. Metsätalouden kiintoaineen pysäyttämiseksi toimivat parhaiten kuivatusojiin rakennetut pienet patoaltaat, jotka sijoitetaan lähelle muokattuja alueita.

Haja-asutusten jätevedet ovat ongelma varsinkin Katumajärven kaukovaluma-alueella ja järven itäpuolella. Haja-asutusten jätevesien kiinteistökohtaisella käsittelyllä voidaan vähentää merkittävästi Katumajärven suoraan ja ojien kautta tulevaa kuormitusta. Haja-asutusalueiden asukkaille on tiedotettava jätevedenkäsittelyn mahdollisuuksista varsinkin aluksi sellaisilla kiinteistöillä, jotka rajoittuvat Katumajärven rantaan, joilla on juokseva vesi ja joilta tulee niin sanottua mustaa jätevettä eli kiinteistössä on vedellä toimiva wc.

Kun kuormituksen syntypaikoilla on tehty tarvittavat toimenpiteet ravinteiden liikkeellelähdön estämiseksi, voidaan lähteä toteuttamaan toissijaisia kunnostustoimenpiteitä. Kaukovaluma-

alueella se tarkoittaa pienten patoaltaiden ja kosteikkojen suunnittelua ja rakentamista Myllyjoen yläjuoksulle tai sivuojiin, missä on pienemmät virtaamat ja vesi on ravinnerikasta alueen peltovaltaisuuden vuoksi. Alajuoksulla on liian suuri virtaama ja ravinteet laimenevat suuren vesitilavuuden takia, jolloin altainen ja kosteikkojen rakentaminen ja toimivuus kärsii. Matkolammin ojiin kannattaa rakentaa lietetaskuja ja kosteikkoja, jotka osaltaan myös vaikuttavat Myllyjoen veden laadun parantumiseen. Lähivaluma-alueella suunnitellaan ja toteutetaan ojien varrelle pieniä patoaltaita ja kosteikkoja peräkkäin, mikäli tila ei riitä yhden suuremman altaan rakentamiseen.

Katumajärven valuma-alueen kunnostuksilla saavutettava hyöty eli järven veden laadun parantuminen saattaa näkyä työn aloittamisesta vasta vuosien jälkeen, sillä järven tilaan vaikuttavat myös järvessä olevan sisäisen kuormituksen väheneminen ja sedimentin kunto. Pitkällä aikavälillä Katumajärvi on kuitenkin mahdollista kunnostaa, vaikka siitä saisikin nauttia vasta seuraava sukupolvi.



KUVA 5 *Katumajärvi jäidenlähdön aikaan. Heli Jutila kevät 2003.*

13 LÄHTEET

Alueelliset ympäristökeskukset & Suomen ympäristökeskus 2005. Pintavesien laatu 2000-2003. Yleinen käyttökelpoisuus. Moniste.

Forsell, J., Salonen V-P. & Valpola S. 2005. Katumajärven ja Liesjärven (sis. Kante-luslammi ja Karkauslammi) sedimenttitutkimus. – Julkaisussa Janakkalan Joutjärven, Riihimäen Paalijärven, Tammelan Liesjärven ja Hämeenlinnan Katumajärven sedimenttitutkimukset vuonna 2003. – Ympäristöosaston julkaisuja 27. Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto. 63 s.

Hassinen, R. 1997. Katumajärven kuormitus- ja tilaselvitys. Hämeen ammattikorkeakoulu, Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Hämeenlinna. Opinnäytetyö.

Häikiö, M. 1998. Laskeutusaltaan toimivuus maatalouden vesiensuojelussa. Suomen ympäristökeskuksen moniste 110. Helsinki.

Hämeen TE –keskus. 2003. Myllyjoen sähkökalastuspöytäkirja. Hämeen TE-keskus, kalatalousyksikkö. Saatu TE keskukselta tammikuussa 2003.

Ilmavirta, V. 1990. Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino: Helsinki.

Jutila, H. 2005. Hämeenlinnan luonto-opas. – Ympäristöosaston julkaisuja 36. Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto, NAPA-projekti. 72 s.

Jutila, H. 2004. Kanta-Hämeen järvet kestäväan kehitykseen eli JÄRKI-hanke Katuma-, Lehi- ja Äimäjärvellä. Hämeenlinnan seudun luonto 7: 26-31.

Jutila, H. 2002. Kanta-Hämeen järvet kestäväan kehitykseen. Hankehakemus Tavoite 2 – ohjelmaan. - Ympäristöosaston monisteita 42. Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto. 20 s. + 17 liitettä (66 liitesivua).

Jutila, H., Peltonen, A. 2001. Ruununmyllyjoen valuma-alueen veden laatu ja kuormitus. - Ympäristöosaston julkaisuja 16. Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto. 29 s. ja 6 liitettä.

Jutila H., Leimu H., Lunnikivi, P. & Järveläinen E. 2003. Tietopaketti Katumajärven Ystäville. Katumajärven suojeluyhdistys ry. 15 s.

Jutila H., Hillebrandt K., Järveläinen E. & Leimu H. 2003. Katumajärveä kunnostamaan - Ympäristöosaston julkaisuja 24. JÄRKI-hanke ja Katumajärven suojeluyhdistys ry. 40 s.

Jutila, H. 1998. Katumajärven suojelua yhteisvoimin. Ympäristö ja Terveys 2-3/98. [Co-operation in the protection of Lake Katumajärvi.]

Järveläinen, E. (toim.) 1995. Katumajärven kesäasukkaiden kesäopas. Katumajärven suojeluyhdistys. 7 s.

Kauppila, T. 2005. Katumajärven ja Liesjärven sedimentin piikuoristen levien tutkimukset. – Julkaisussa Janakkalan Joutjärven, Riihimäen Paalijärven, Tammelan Liesjärven ja Hämeenlinnan Katumajärven sedimenttitutkimukset vuonna 2003. – Ympäristöosaston julkaisuja 27. Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto. 63 s.

Keskitalo, O. 1992. Selvitys Katumajärven ranta-asutuksen asumisperäisestä jätehuollon tilanteesta kesällä 1992. Hämeenlinnan kaupungin ympäristötoimisto.

Kesäniemi, O. 2004. Katumajärven hulevesikuormitus ja sen vähentäminen. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto. Espoo 9.12.2004. 101 s. + 2 liitettä.

Life for Lakes. 2000. Keinoja maaseudun vesiensuojeluun. Loppuraportti 1999-2000. MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. 2000.

Life for Lakes. 1999-2000. Kuormituskartoitusopas. Keinoja maaseudun vesiensuojeluun. MTT - Agropolis Oy - EU:n Life.

Länsi-Suomen vesioikeus. 1994. Katisten kartanon vesilupahakemus vesivoimalalaitoksen saneerauselle ja käyttönotolle. Länsi-Suomen Vesioikeuden päätös. 14.12.1994.

Maa- ja metsätalousministeriö 2002. Kosteikot ja laskeutusaltaat. Maatalouden ympäristötuen erityisehdot. Ympäristöohjelma v. 2000-2006.

Maa- ja metsätalousministeriö 2002. Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito. Maatalouden ympäristötuen erityisehdot. v.2000-2006.

Maa- ja metsätalousministeriö 2002. Säättösalaojitus, säättökastelu ja kuivatusvesien kierrätys, Maatalouden ympäristötuen erityisehdot, v. 2000-2006.

Metsälä, T-R. 1989. Katumajärven virkistyskäyttöselvitys. Hämeenlinnan kaupungin ympäristötoimisto.

Nukki, H. Savola, A. 2000. Patoaltaat kiintoaines- ja ravinnekuorman kerääjinä, Säkylän Pyhäjärven valuma-alue. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 22/2000. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Turku 2000.

Närvänen, A. 2003. MTT. Tekniset menetelmät hajakuormituksen vähentämisessä: uusinta tietoa laskeutusaltaista ja kosteikoista. Vesiensuojelu- ja kunnostusseminaari. JÄRKI- hankkeen aloitusseminaari ja vesiensuojeluyhdistysten tapaaminen Hämeen ammattikorkeakoululla.

Oravainen, R. Opasvihkonen velvoitetarkkailutulosten tulkitsemiseksi. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys r.y. 1999.

Puustinen, M. Koskiaho, J. Vihtaprojektin osaprojekti: Vesiensuojelukosteikot (vesikot), Tuloksia ja johtopäätöksiä. Suomen ympäristökeskus: Helsinki. 2001.

Pyhäjärven suojeluprojekti. Uusien työmenetelmien kehittäminen 1996-2000. Lounais-Suomen ympäristökeskus, Pyhäjärvi-insituutti ja Pyhäjärven suojelurahasto.

Ruohtula, J. 1997. Kosteikkojen ja laskeutusaltaiden suunnittelu. Suomen ympäristökeskuksen moniste II. Helsinki.

Salminen, P. 2003. Katumajärven ojien kuormitusselvitys ja Myllyjoen laskeutusallas- ja kosteikkosuunnitelma, Opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu, Ympäristötekniikan koulutusohjelma, Hämeenlinna 14.5.2003, 82 s.

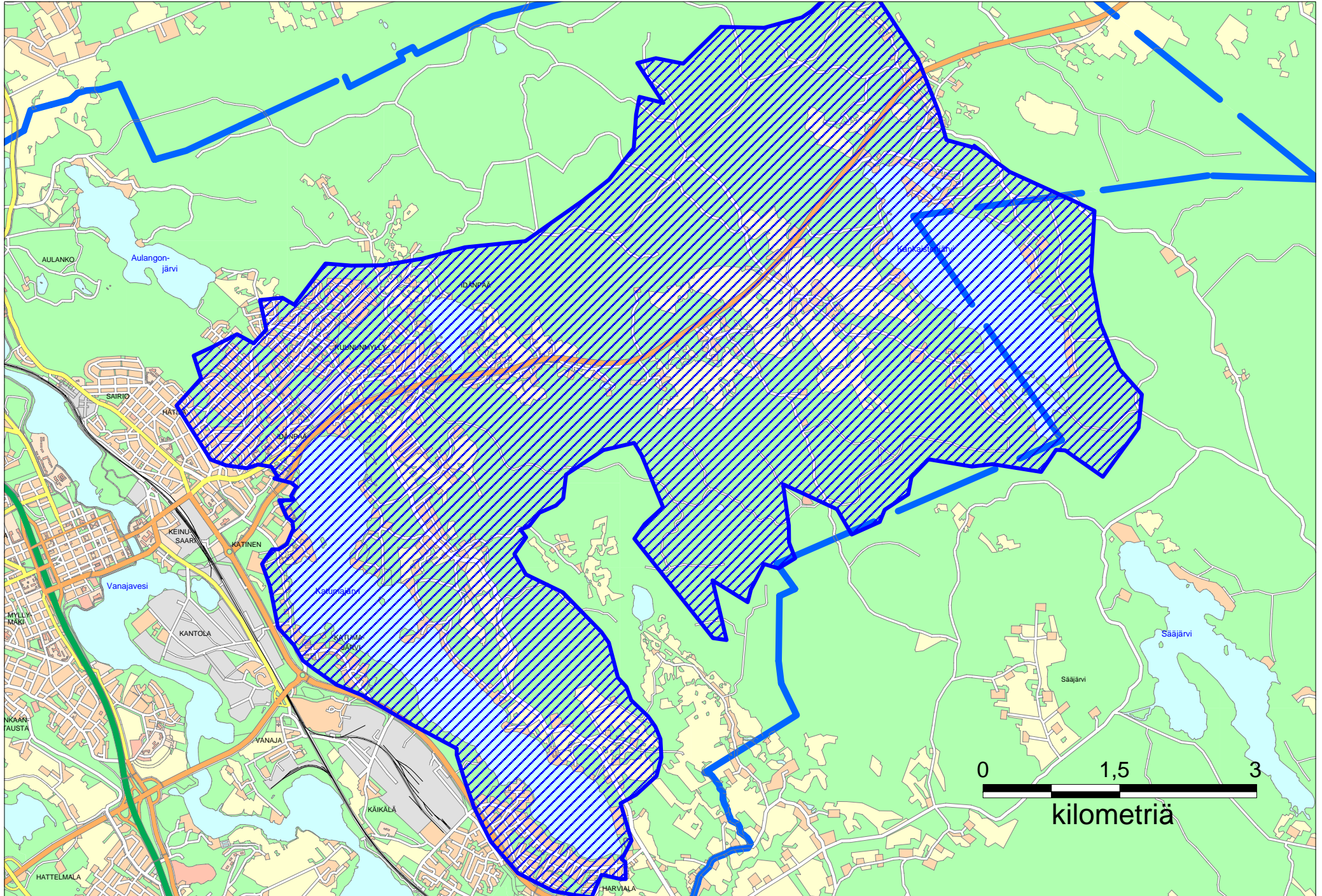
Salonen, S., Frisk, T., Kärmeniemi, T., Niemi, J., Pitkänen, H., Silvo, K. & Vuoristo, H. 1992: Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä - vaikutusten arviointi. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisu- ja -sarja A 96. Helsinki. 122 s.

Salonen, V-P. 2003. Helsingin yliopisto. Sedimenttitutkimusten merkitys vesien suojelussa ja kunnostuksessa. Vesiensuojelu- ja kunnostusseminaari. JÄRKI- hankkeen aloitusseminaari ja vesiensuojeluyhdistysten tapaaminen Hämeen ammattikorkeakoululla.

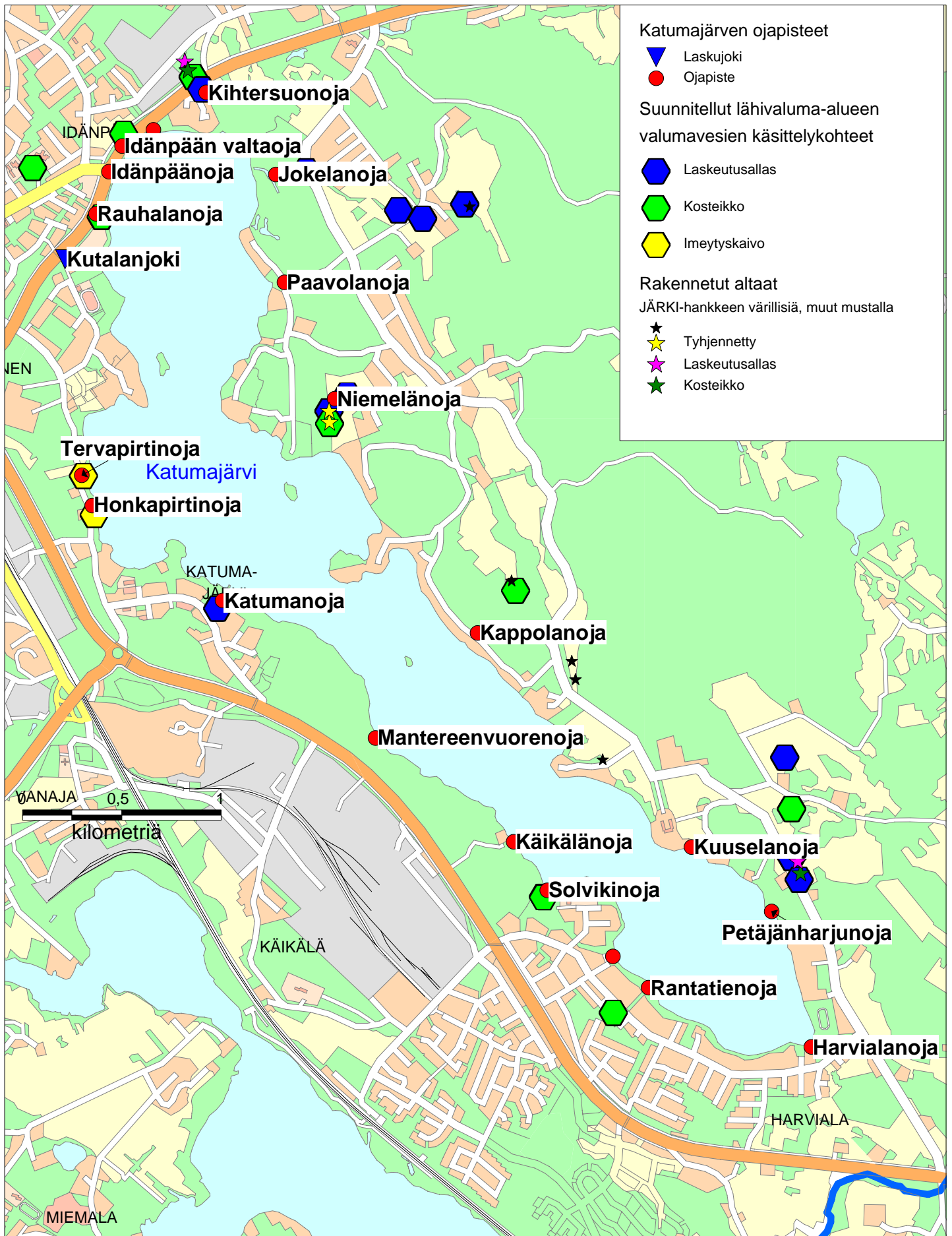
- Tikkanen, U. 1998. Pyhäjärven valuma-alueen kalkkisuodattimet. Vesitalous 3/1998. s. 8-10.
- Vesihallitus. 1985. Pohjapatojen suunnittelu. Vesihallituksen monistesarja 336. Vesihallitus: Helsinki.
- Vesihallitus. 1986. Maankuivatuksen suunnittelu. Vesihallituksen moniste 278. Helsinki. 1986.
- Vesi- ja ympäristöhallinto. 1992. Vesistökuormituksen vähentäminen peltojen peruskuivatuksessa. Vesi- ja ympäristöhallinnon monistesarja nro 406. Helsinki. 1992.
- Vesikot –projekti. 2001. Maatalouden vesiensuojelukosteikot. Vesikot –projektin loppuraportti. Suomen ympäristökeskus. Edita Oyj: Helsinki. 2001.

13.1 Sähköiset lähteet

- Maa ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. 2003. Suojavyöhykkeet tehokkaita kynnyksiä. MTT. WWW-dokumentti. <http://www.mtt.fi/tiedotus/ajankoht/001006.html>. Luettu 31.3.2003.
- RiverLife –projekti. Maatalouden vesiensuojelumenetelmiä, Säättösalaajitus. RiverLife –projekti. WWW-dokumentti. <http://www.vyh.fi/ympsuo/projekti/lifeppo/vessuo/maasaato.htm>. Luettu 31.3.2003.
- StatFin. 2003. Rakennuskustannusindeksit. WWW-dokumentti. StatFin –tilastopalvelu. http://www.stat.fi/tk/ys/rakentamisen_suhdanteet_rki.html. Luettu 19.3.2003
- Suomen ympäristökeskus. 2003. Maatalouden vesistökuormitus, viljelijän ympäristötieto. WWW-dokumentti. Ympäristöpalvelut. <http://www.vyh.fi/palvelut/maaseutu/vesikuor.htm> 31.3.2003.
- Suomen ympäristökeskus. 2003. Maatalouden vesiensuojelumenetelmiä, kalkkisuodinoja. WWW-dokumentti. <http://www.vyh.fi/ympsuo/projekti/lifeppo/vessuo/maakalkk.htm>. Luettu 1.3.2003.
- Suomen ympäristökeskus. 2005. Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma. WWW-dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=8568&lan=fi>. Luettu 12.10.2005.
- Suomen ympäristökeskus. 2003. Turvetuotannon vesiensuojelumenetelmiä. WWW-dokumentti. <http://www.vyh.fi/ympsuo/projekti/lifeppo/vessuo/tumitlas.htm>. Luettu 10.4.2003.



Liite 2. Katumajärven lähivaluma-alueen ojat ja valumavesien käsittelymenetelmäsuunnitelma.



oavesitiedot, Katumajärviapu.xls

pvm	näytteenottopiste	Syv.	NH4	PFE	PO4	O2S	O2D	SS	CODMn	KMnO4	Ptot	Ntot
Liite 3. Katumajärvi, oavesitiedot												
kohdeavain 1603												
pvm	näytteenottopiste	syvyys	ammonium typpinä	fekaaliset enterokokit	fosfaatti fosforina	hapen kyllästysa ste	happi, liukoinen	kiinto- aine	COD Mn	KMnO4- luku	kokonais- fosfori	kokonais- typpi
		Syv.	NH4	PFE	PO4	O2S	O2D	SS	CODMn	KMnO4	Ptot	Ntot
			µg/l	kpl/100ml	µg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
Kutalanjoki 1,6												
PK-pohjoinen = 6765924,23												
PK-itä = 2527422,66												
2.10.1973	Kutalanjoki 1,6	0,1		68				6,6			50	650
30.8.1972	Kutalanjoki 1,6	0,2		130				2			20	500
13.9.1972	Kutalanjoki 1,6	0,2		28				2			20	450
25.10.1972	Kutalanjoki 1,6	0,2	110	80				1			30	490
4.9.1974	Kutalanjoki 1,6	0,2		15							15	390
2.10.1974	Kutalanjoki 1,6	0,3		26				1,8			50	560
16.10.1972	Kutalanjoki 1,6	0,3		11				2,3			15	520
2.12.1971	Kutalanjoki 1,6	0,5		700				1			50	300
28.9.1972	Kutalanjoki 1,6	0,5		3				1			20	410
4.9.1973	Kutalanjoki 1,6	0,5		35				8,6			24	660
19.9.1973	Kutalanjoki 1,6	0,5		37				1,8			90	790
16.10.1973	Kutalanjoki 1,6	0,5		320				1,6			16	680
18.9.1974	Kutalanjoki 1,6	0,5						2			16	460
30.10.1974	Kutalanjoki 1,6	0,5		0				2,5			15	490
13.11.1974	Kutalanjoki 1,6	0,5		9				3,1			25	540
14.10.1992	Kutalanjoki 1,6		16		10			4,8		23	24	470
4.5.1998	Kutalanjoki 1,6				5			3,2		28	17	500
22.4.2003	Kutalanjoki 1,6			35	13			5,1		22	50	<300
6.10.1998	Kutalanjoen suu			35	<5			1,3		29	20	420
22.4.1999	Kutalanjoen suu			1	7			7,2		27	130	1600
21.10.1999	Kutalanjoen suu			9	12			1,2		27	20	780
27.10.1999	Kutalanjoen suu			29	12			<1		25	21	740
31.10.2002	Kutalanjoen suu			17	14			11		23	160	1200

ojectivesitiedot, Katumajärviapu.xls

pvm	näytteenottopiste	Syv.	NH4	PFE	PO4	O2S	O2D	SS	CODMn	KMnO4	Ptot	Ntot
7.12.2000	Viinoja			1	17			<1		190	28	1700
7.5.2003	Viinoja 30			4	56			3,8		79	130	8900
14.9.2004	Viinoja 30		220					5,5				
28.9.2004	Viinoja 30			< 0,5					140			1300
7.12.2000	Sammalsuonoja			3	17			6,3		140	35	1600
7.5.2003	Sammalsuonoja 31			1	25			18		83	55	6800
14.9.2004	Sammalsuonoja 31		130					110				
28.9.2004	Sammalsuonoja 31			< 0,5					29			5100
7.12.2000	Lepopellonoja			5	19			1,8		66	33	11000
14.9.2004	Lepopellonoja		110	< 0,5			<5,0					
28.9.2004	Lepopellonoja											1200
14.10.1992	Kihtersuonoja 11		230		52			11		33	73	1400
6.5.1998	Kihtersuonoja 11				71			73		13	160	1900
15.10.1998	Kihtersuonoja 11			209	62			12		42	89	1300
21.4.1999	Kihtersuonoja 11		>500		30			21		20	58	1500
19.10.1999	Kihtersuonoja 11			84	11			5,2		22	30	1300
11.1.1999	Kihtersuonoja 11			121	39			3,2		26	55	660
10.10.2002	Kihtersuonoja 11			12	270			20		40	320	930
27.4.2003	Kihtersuonoja 11			0	34			44		28	72	1700
2.6.2004	Kihtersuonoja 11				17			2,8		36	34	1200
13.7.2004	Kihtersuonoja 11							3,3		49	69	1900
20.9.2004	Kihtersuonoja 11								15		89	
5.10.2004	Kihtersuonoja 11		180									825
18.10.2004	Kihtersuonoja 11				58			6,2		34	77	1600
Kihtersuonojan allas												
4.4.2005	Kihtersuonojan allas, ennen				69			19		32	110	1600
12.4.2005	Kihtersuonojan allas, ennen				38			13		27	65	2000
20.4.2005	Kihtersuonojan allas, ennen				19			6			34	1400
10.5.2005	Kihtersuonojan allas, ennen				19			3,4		28	33	1200
16.5.2005	Kihtersuonojan allas, ennen				29			25		29	80	1500
30.5.2005	Kihtersuonojan allas, ennen							6		30	40	1000
13.6.2005	Kihtersuonojan allas, ennen				40			11		35	79	1400
5.7.2005	Kihtersuonojan allas, ennen				36			5,8		22	58	780
20.4.2005	Kihtersuonojan allas				30			12			51	1400

oavesitiedot, Katumajärviapu.xls

pvm	näytteenottopiste	Syv.	NH4	PFE	PO4	O2S	O2D	SS	CODMn	KMnO4	Ptot	Ntot
4.4.2005	Kihtersuonojan allas, jälkeen				79			9,2		35	130	2000
12.4.2005	Kihtersuonojan allas, jälkeen				33			5,6		29	60	1700
20.4.2005	Kihtersuonojan allas, jälkeen				32			8,4			48	1200
10.5.2005	Kihtersuonojan allas, jälkeen				18			5,2		30	39	1200
16.5.2005	Kihtersuonojan allas, jälkeen				9			4,5		29	42	670
30.5.2005	Kihtersuonojan allas, jälkeen							5,8		37	42	770
13.6.2005	Kihtersuonojan allas, jälkeen				52			21		27	110	1200
5.7.2005	Kihtersuonojan allas, jälkeen				44			7,2		36	62	950
Paavolanranta												
6.5.1998	Paavolan ranta 1				1750			2600		151	1800	4600
6.10.1998	Paavolan ranta 1			15	180			8,5		37	240	3400
19.4.1999	Paavolan ranta 1			14	86			17		72	230	2800
19.10.1999	Paavolan ranta 1			30	92			30		53	150	1800
30.10.2002	Paavolan oja			17	580			51		64	73	3100
24.4.2003	Paavolanoja 3,nk0			0	130			42		38	270	2100
22.10.2003	Paavolan oja				68						99	1900
20.9.2004	Paavolan oja			<0,5					12		110	
5.10.2004	Paavolan oja		18									2170
6.5.1998	Jokelan ojansuu 11				23,5			440		159	260	2900
6.10.1998	Jokelan ojansuu 11			190	52			8,5		65	100	1100
19.4.1999	Jokelan ojansuu 11		>500		28			42		76	78	1600
19.10.1999	Jokelan ojansuu 11			25	44			3		41	58	1300
30.10.2002	Jokelan ojansuu 11			36	1000			840		300	1500	3800
22.10.2003	Jokelan ojansuu 11				53						68	1400
20.9.2004	Jokelan ojansuu 11				<0,5				20		100	1970
5.10.2004	Jokelan ojansuu 11		270									
24.4.2003	Mäskälänoja eli Jokelanoja 2			150	31			9,2		41	76	2900
Iso-Harvoilan allas												
2.6.2004	Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta				14			13		85	100	670
18.10.2004	Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta				16			15		72	38	820
25.1.2005	Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta			< 5				11		67	45	400
4.4.2005	Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta				30			19		41	97	1400
12.4.2005	Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta				13			5,6		54	45	800

ojavesitiedot, Katumajärviapu.xls

pvm	näytteenottopiste	Syv.	NH4	PFE	PO4	O2S	O2D	SS	CODMn	KMnO4	Ptot	Ntot
20.4.2005	Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta				11			7			24	570
10.5.2005	Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta				8			4,3		58	26	680
30.5.2005	Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta							43		84	98	1300
13.6.2005	Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta				37			24		105	110	3000
2.6.2004	Jokelanoja, Iso-Harvoilan allas				14			15		82		620
18.10.2004	Jokelanoja, Iso-Harvoilan allas				17			4,4		69	40	800
2.6.2004	Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.				19			21		79	43	610
18.10.2004	Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.				17			9		44	33	720
25.1.2005	Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.				< 5			6,5		64	28	430
4.4.2005	Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.				49			4,8		40	95	1300
12.4.2005	Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.				15			16		49	41	630
20.4.2005	Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.				10			11			29	720
10.5.2005	Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.				13			14		27	34	710
30.5.2005	Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.							21		80	62	1400
13.6.2005	Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.				24			9		115	74	3200
4.9.2001	13-oja Jokelanojan mutka, yläpuoli				230						330	2400
11.9.2002	13-oja Jokelanojan mutka, yläpuoli				200						260	1600
22.10.2003	Jokelanoja, yläpuoli				70						86	1400
4.10.2004	Jokelanoja, yläpuoli				68						110	1400
4.4.2005	Jokelanoja tierumpu				79			95		44	160	1800
Myllyjoen suu												
PK-pohjoinen = 6766497,55												
PK-itä = 2528340,78												
6.5.1998	Myllyjoja suu				7			5,4		58	36	1100
15.10.1998	Myllyjoja suu				6	12		1		78	30	1200
27.4.1999	Myllyjoja suu				0	8		3,6		65	24	850
1.11.1999	Myllyjoja suu				24	9		3,6		54	25	740
12.5.2003	Myllyjoja suu	1,27			0	7		3,2		52	29	1300
16.10.2003	Myllyjoja suu							0,8		< 2		470
14.5.1992	Myllyjoja, Ruununmylly 11				6					46	26	930
24.6.1992	Myllyjoja, Ruununmylly 11					12				40	48	620
30.7.1992	Myllyjoja, Ruununmylly 11				26	11				41	47	540
14.10.1992	Myllyjoja, Ruununmylly 11				44	12		4,8		40	50	750

ojavesitiedot, Katumajärviapu.xls

pvm	näytteenottopiste	Syv.	NH4	PFE	PO4	O2S	O2D	SS	CODMn	KMnO4	Ptot	Ntot
18.5.1993	Myllyoja, Ruununmylly 11			2							60	690
10.6.1993	Myllyoja, Ruununmylly 11		11							46	25	<300
4.5.1998	Myllyoja, Ruununmylly 11				6			5,8		55	35	1000
20.10.1998	Myllyoja, Ruununmylly 11			71	10			2,5		91	32	1100
27.4.1999	Myllyoja, Ruununmylly 11				8			6,6		68	30	990
27.10.1999	Myllyoja, Ruununmylly 11			10	6			2,2		54	24	940
10.10.2002	Myllyoja, Ruununmylly 11			1	7			1		44	9	1200
22.4.2003	Myllyoja, Ruununmylly 11			1	10			3,4		60	35	1200
21.4.2004	Myllyoja, Ruununmylly 11				7			6		69	21	1700
11.4.2005	Myllyoja, Ruununmylly 11		81		11					80	44	2000
14.5.1992	Myllyoja, Velssi, piste 12									43	28	800
14.10.1992	Myllyoja, Velssi, piste 12		59		10			2,8		38	26	1700
10.6.1993	Myllyoja, Velssi, piste 12									34	31	540
4.5.1998	Myllyoja, Velssi, piste 12				15			13		79	35	1100
20.10.1998	Myllyoja, Velssi, piste 12			56	18			7,3		153	44	2200
27.4.1999	Myllyoja, Velssi, piste 12				16			21		74	41	930
27.10.1999	Myllyoja, Velssi, piste 12			92	13			7		74	27	1500
10.10.2002	Myllyoja, Velssi, piste 12			19	<5			8		19	17	1800
7.5.2003	Myllyoja, Velssi, piste 12			0	17			10		76	41	2000
14.9.2004	Myllyoja, Velssi, piste 12		78					<5,0				
28.9.2004	Myllyoja, Velssi, piste 12				<0,5							1800
12.10.2004	Myllyoja, Velssi, piste 12					115	12,8					
11.4.2005	Myllyoja, Velssi, piste 12		100		8					88	42	2100
30.7.1992	Myllyoja, Häkkärinmäki 13		27							30	50	860
14.10.1992	Myllyoja, Häkkärinmäki 13		68		10			2		36	24	1600
4.5.1998	Myllyoja, Häkkärinmäki 13				17			14		78	30	1100
20.10.1998	Myllyoja, Häkkärinmäki 13			41	18			7,2		153	40	2000
27.10.1999	Myllyoja, Häkkärinmäki 13			156	13			7		78	26	1500
27.4.2002	Myllyoja, Häkkärinmäki 13				17			19		68	37	740
10.10.2002	Myllyoja, Häkkärinmäki 13			24	<5			1,5		16	<5	2000
22.4.2003	Myllyoja, Häkkärinmäki 13			7	21			8,3		120	53	3000
12.4.2005	Myllyoja, Häkkärinmäki 13				22			11		87	41	1900
20.10.1998	Myllyoja, Kankainen 27			29	12			1,6		62	26	1300
27.4.1999	Myllyoja, Kankainen 27				47			36		52	55	980
27.10.1999	Myllyoja, Kankainen 27			59	13			13		33	27	1300
22.4.2003	Myllyoja, Kankainen uusi 27			10	39			110		65	87	3800
11.4.2005	Myllyoja, Kankainen uusi 27		29		3					32	25	1300
11.4.2005	Myllyoja, Siiri 28		97		9					85	48	2200

ojavesitiedot, Katumajärviapu.xls

pvm	näytteenottopiste	Syv.	NH4	PFE	PO4	O2S	O2D	SS	CODMn	KMnO4	Ptot	Ntot
5.5.1998	Golfkentän valtaoja 4				22			7		51	63	2100
4.9.2001	Golfkentän 4-väylän vas.oja				67						97	2100
11.9.2002	Golfkentän 4-väylän vas.oja				37						61	2000
4.10.2004	Golfkentän 4-väylän vas.oja				36						43	5200
8.10.1998	Golfkentän et. päin laskeva oja 4			2	12			1,6		24	19	2400
19.4.1999	Golfkentän et. päin laskeva oja 4			125	23			16		59	77	1700
19.10.1999	Golfkentän et. päin laskeva oja 4			48	21			8,8		37	45	2000
24.4.2003	Golfkentän et. päin laskeva oja 4			9	400			80		78	710	2600
4.9.2001	Golfkentän 10-vesieste				230						260	1100
11.9.2002	Golfkentän 10-vesieste				350						400	800
4.10.2004	Golfkentän 10-vesieste				130						180	2500
4.9.2001	Golfkentän 16-vesieste ojan suu				79						110	840
11.9.2002	Golfkentän 16-vesieste ojan suu				35						49	1200
4.10.2004	Golfkentän 16-vesieste ojan suu				320						480	2200
22.10.2003	Niemelänoja				15						20	6100
27.4.1998	Kappolan rinneoja 5				5					29	29	5800
6.10.1998	Kappolan rinneoja 5			1	7			3,2		22	12	2600
19.4.1999	Kappolan rinneoja 5			6	7			12		53	38	3000
19.10.1999	Kappolan rinneoja 5			9	<5			3,2		18	10	8200
23.4.2003	Kappolan rinneoja 5			3	5			290		44	31	450
21.4.2004	Kappolan rinneoja 5				330			530		51	360	2000
2.6.2004	Kappolan rinneoja 5							7,2		22	15	1000
21.9.2004	Kappolan rinneoja 5		<10									
5.10.2004	Kappolan rinneoja 5								7		40	1390
12.4.2005	Kappolan rinneoja 5				12			150		28	49	1600
2.5.2005	Kappolan rinneoja 5				9			23		37	35	1000
5.5.1998	Petäjänharjunoja 8				28			9,6		76	62	1300
8.10.1998	Petäjänharjunoja 8			38	60			8,5		110	89	1300
20.4.1999	Petäjänharjunoja 8		>200		71			42		81	120	1700
19.10.1999	Petäjänharjunoja 8			39	49			30		62	160	2700
23.4.2003	Petäjänharjunoja 8			65	41			20		43	120	7500
20.9.2004	Petäjänharjunoja 8											
21.9.2004	Petäjänharjunoja 8		<10									
5.10.2004	Petäjänharjunoja 8								34		110	1720
18.10.2004	Petäjänharjunoja 8				54			24		69	87	1700

oavesitiedot, Katumajärviapu.xls

pvm	näytteenottopiste	Syv.	NH4	PFE	PO4	O2S	O2D	SS	CODMn	KMnO4	Ptot	Ntot
11.4.2005	Petäjänharjunoja 8				55			25		50	120	3400
2.5.2005	Petäjänharjunoja 8				34			25		7,3	66	1100
14.10.1992	Harvialanoja 7		4		190			77		220	420	2700
5.5.1998	Harvialanoja 7				31			2,6		270	81	1700
8.10.1998	Harvialanoja 7			10	92			38		156	150	1500
20.4.1999	Harvialanoja 7			50	69			7,2		161	150	2000
19.10.1999	Harvialanoja 7			35	19			2,6		96	44	1400
23.4.2003	Harvialanoja 7			0	8			2,5		8,4	28	2000
16.10.2003	Harvialanoja 7	< 1						22			18,3	630
Idänpäänoja												
PK-pohjoinen = 6766364,93												
PK-itä = 2527643,01												
6.5.1998	Idänpäänoja				30			19		27	69	820
15.10.1998	Idänpäänoja			19	32			2		26	47	550
21.4.1999	Idänpäänoja			20	8			3,5		25	39	880
1.11.1999	Idänpäänoja			0	52			18		28	97	770
27.4.2003	Idänpäänoja			3	6			42		40	40	620
14.10.1992	Idänpään valtatie varren viemäri 10		52		40			12		27	78	770
6.5.1998	Idänpään valtatie varren viemäri 10				28			17		15	63	1100
15.10.1998	Idänpään valtatie varren viemäri 10				150			9		20	160	700
21.4.1999	Idänpään valtatie varren viemäri 10			10	13			3		35	33	2500
1.11.1999	Idänpään valtatie varren viemäri 10			0	18			1		19	18	400
27.4.2003	Idänpään valtatie varren viemäri 10			2	250			330		36	340	1200
Idänpään valtaoja												
PK-pohjoinen = 6766528,15												
PK-itä = 2527755,22												
6.5.1998	Idänpään valtaoja				156			85		43	160	1600
21.4.1999	Idänpään valtaoja			10	37			9,9		13	69	1000
1.11.1999	Idänpään valtaoja			1	26			7,2		45	57	730
5.5.1998	Solvikinoja 15				97			29		36	120	3100
8.10.1998	Solvikinoja 15			0 <5				7		4	5	2300

oavesitiedot, Katumajärviapu.xls

pvm	näytteenottopiste	Syv.	NH4	PFE	PO4	O2S	O2D	SS	CODMn	KMnO4	Ptot	Ntot
20.4.1999	Solvikinoja 15			70	53			22		33	130	1600
21.10.1999	Solvikinoja 15			9	23			3,8		20	31	1400
23.4.2003	Solvikinoja 15			18	240			74		36	280	3200
14.9.2004	Solvikinoja 15		5						3,7			2990
28.9.2004	Solvikinoja 15											
2.5.2005	Solvikinoja 15				140			140		180	380	3900
2.5.2005	Solvikinoja (viereinen huleveden purkukohta)				220			82		58	740	2500
5.5.1998	Käikälänoja 21				8			2		157	40	2200
20.4.1999	Käikälänoja 21			2	18			22		13	23	2900
21.10.1999	Käikälänoja 21			9	6			14		57	30	1900
Mantereenvuorenoja												
PK-pohjoinen = 6763514,68												
PK-itä = 2528985,50												
5.5.1998	Mantereenvuorenoja				6			1,1		4,2	<5	2400
8.10.1998	Mantereenvuorenoja			11	320			270		131	420	1300
20.4.1999	Mantereenvuorenoja			0	<5			3,5		<4	<5	2300
21.10.1999	Mantereenvuorenoja			0	23			37		8,5	39	2200
23.4.2003	Mantereenvuorenoja			1	11			63		9,1	21	2700
Matkolammi, tuleva oja 1												
PK-pohjoinen = 6767892,09												
PK-itä = 2529665,05												
8.11.1999	Matkolammi, tuleva oja 1			2	8			7,2		68	15	430
20.9.2004	Matkolammi, tuleva oja 1										44	340
Matkolammi, tuleva oja 2												
PK-pohjoinen = 6767796,20												
PK-itä = 2529665,05												
8.11.1999	Matkolammi, tuleva oja 2			8	9			4,8		58	25	1600
7.5.2003	Matkolammi, tuleva oja 2			2	12			7,5		87	48	1700
16.10.2003	Matkolammi, tuleva oja 2		< 1								< 2	160
20.9.2004	Matkolammi, tuleva oja 2										88	1295
5.10.2004	Matkolammi, tuleva oja 2		15									
27.10.2004	Matkolammi, tuleva oja 2							8,8				

ojavesitiedot, Katumajärviapu.xls

pvm	näytteenottopiste	Syv.	NH4	PFE	PO4	O2S	O2D	SS	CODMn	KMnO4	Ptot	Ntot
Matkolammi, tuleva oja 3												
PK-pohjoinen = 6768018,59												
PK-itä = 2529004,01												
8.11.1999	Matkolammi, tuleva oja 3			6	12			7,2		66	24	490
7.5.2003	Matkolammi, tuleva oja 3			4	21			23		84	56	1300
16.10.2003	Matkolammi, tuleva oja 3	< 1						5,2		< 2		180
20.9.2004	Matkolammi, tuleva oja 3										44	505
8.11.1999	Matkolammi tulo-oja 0,3, Siiri			39	12			4		53	24	750
22.4.2003	Matkolammi tulo-oja 0,3, Siiri			10	21			6,9		84	53	2800
16.10.2003	Matkolammi tulo-oja 0,3, Siiri	< 1						0,2		< 2		370
20.9.2004	Matkolammi tulo-oja 0,3, Siiri										35	710
5.10.2004	Matkolammi tulo-oja 0,3, Siiri		26									
8.11.1999	Ruununmyllyoja Matkolammen jälkeen 29			50	8			3		51	23	640
22.4.2003	Ruununmyllyoja Matkolammen jälkeen 29			2	10			38		57	59	1500
14.10.1992	Katumanoja 8		5		4			2		6,7	8	890
19.4.1999	Katumanoja 8			27	40			31		45	79	2100
26.4.1999	Katumanoja 8		>200		9			6,4		31	16	1200
28.4.2003	Katumanoja 8			12	6			1,8		9	11	1700
16.10.2003	Katumanoja 8	< 1						0,7		< 2		10
6.4.2004	Katumanoja							24		20	53	2100
13.7.2004	Katumanoja			140	8			16		40	13	1200
27.4.1998	Tervapirtti tierumpu 18				64					24	150	3700
22.4.1999	Tervapirtti tierumpu 18			1	110			7,2		27	130	1600
22.4.1999	Rauhalan alikulku 24			140	16			10,4		39	41	790
21.10.1999	Rauhalan alikulku 24			2	14			1,6		26	27	560
26.3.2004	Rauhalanoja klo 10				22			5,8		26,0	34,0	3800,0
29.3.2004	Rauhalanoja klo 9							4,2		29,0	46,0	4000,0
29.3.2004	Rauhalanoja klo 10							3,8		31,0	45,0	4000,0
29.3.2004	Rauhalanoja klo 11							3,0		30,0	50,0	4000,0
29.3.2004	Rauhalanoja klo 12							3,0		30,0	48,0	3800,0

ojavesitiedot, Katumajärviapu.xls

pvm	näytteenottopiste	Syv.	NH4	PFE	PO4	O2S	O2D	SS	CODMn	KMnO4	Ptot	Ntot
29.3.2004	Rauhalanoja klo 3							5,6		28,0	46,0	3600,0
29.3.2004	Rauhalanoja klo 14							710,0		89,0	660,0	4200,0
29.3.2004	Rauhalanoja klo 15							350,0		76,0	380,0	3000,0
31.3.2004	Rauhalanoja klo 10							4,0		35,0	56,0	4200,0
31.3.2004	Rauhalanoja klo 11							5,0		34,0	55,0	4200,0
31.3.2004	Rauhalanoja klo 12							5,4		41,0	57,0	4400,0
31.3.2004	Rauhalanoja klo 13							13,0		37,0	74,0	4000,0
31.3.2004	Rauhalanoja klo 14							18,0		35,0	93,0	3500,0
31.3.2004	Rauhalanoja klo 15							44,0		36,0	130,0	3300,0
31.3.2004	Rauhalanoja klo 16							88,0		20,0	180,0	3400,0
31.3.2004	Rauhalanoja klo 17							73,0		37,0	180,0	3300,0
5.4.2004	Rauhalanoja klo 15							19,0		33,0	120,0	3100,0
5.4.2004	Rauhalanoja klo 16							32,0		29,0	140,0	3100,0
5.4.2004	Rauhalanoja klo 17							28,0		32,0	140,0	3100,0
5.4.2004	Rauhalanoja klo 18							27,0		33,0	140,0	3200,0
5.4.2004	Rauhalanoja klo 19							23,0		35,0	120,0	3200,0
13.5.2004	Rauhalanoja, kuivana aikana							1,0		25,0	17,0	1400,0
19.5.2004	Rauhalanoja, sadekuuron jälkeen							120,0		63,0	360,0	1300,0
21.5.2004	Rauhalanoja, sadekurossa							7,0		41,0	36,0	1500,0
2.6.2004	Rauhalanoja, kuviana aikana			20	15			1,8		34,0	23,0	1400,0
2.6.2004	Rauhalanoja, kosteikon jälkeen			<5				3,4		35,0	43,0	1100,0
14.6.2004	Rauhalanoja, koko aamun oli satanut							30,0		43,0	61,0	2500,0
23.6.2004	Rauhalanoja, sateen alussa							15,0		25,0	61,0	1600,0
23.6.2004	Rauhalanoja, virtaaman juuri lisääntyä							79,0		74,0	540,0	1900,0
30.6.2004	Rauhalanoja							130,0		44,0	190,0	880,0
13.7.2004	Rauhalanoja, kuivana aikana			190	31			3,3		39,0	46,0	2500,0
Rantatien oja												
PK-pohjoinen = 6762257,88												
PK-itä = 2530360,64												
5.5.1998	Rantatien oja					31		54		33	70	2000
8.10.1998	Rantatien oja			24	16			11		16	26	570
16.10.2003	Rantatien oja		< 1					0,4		< 2		480
6.4.2004	Rantatien oja				26			8,2		26	46	2200

oavesitiedot, Katumajärviapu.xls

pvm	näytteenottopiste	Syv.	NH4	PFE	PO4	O2S	O2D	SS	CODMn	KMnO4	Ptot	Ntot
13.7.2004	Rantatienoja							2,2		79	46	1800
14.9.2004	Rantatienoja		4						4,6			1820
28.9.2004	Rantatienoja										75	
12.10.2004	Rantatienoja							0,4				
2.5.2005	Rantatienoja				17			1,8		13	17	1500
Valkamantienoja												
PK-pohjoinen = 6762414,98												
PK-itä = 2530181,10												
16.10.2003	Valkamantienoja		< 1					1,1			< 2	430
14.9.2004	Valkamantienoja		70						7,7			1170
28.9.2004	Valkamantienoja										580	
Kahilistenoja												
20.9.2004	Kahilistenoja								51		380	1630
5.10.2004	Kahilistenoja		35					7,7				

oavesitiedot, Katumajärviapu.xls

näytteenottopist	f Steptok.	kolif.bakt.	TEMP	NO3	pH	K	FE	TURB	COND	CNR	alkalit	näytteenottaja
Viinoja		0		740	6			2,1	10,6			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Viinoja 30		4		9200	6,7			8,2	40,6	100		
Viinoja 30					6,4			12	10,5	200		HAMK
Viinoja 30				< 5,0								HAMK
Sammalsuonoja		1		700	6			8,1	9,51			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Sammalsuonoja 31		<10		7400	6,4			11	37,1	70		
Sammalsuonoja 31					6,5			25	43	150		HAMK
Sammalsuonoja 31												HAMK
Lepopellonoja		1		11000	5,8			4,2	30			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Lepopellonoja					6,6			7	13,3	150		HAMK
Lepopellonoja				5,8								HAMK
Kiintersuonoja 11		100		720	6,7			15	25,8	60		Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Kiintersuonoja 11		170		1000	6,8			93	19,3			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Kiintersuonoja 11		148	7,5	500	6,9			19	22,3			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Kiintersuonoja 11		17		1600	6,8			20	18			Asiakkaan omavalvonta
Kiintersuonoja 11		29		910	7,2			5,3	26,8			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Kiintersuonoja 11		75		760	6,9			17	24,5			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Kiintersuonoja 11		1		200	7,2			6,8	17,7			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Kiintersuonoja 11		1	4	650	6,6			6,7	32	70		JÄRKI
Kiintersuonoja 11		260										
Kiintersuonoja 11		950		1400	6,6			7,4	20,4			JÄRKI
Kiintersuonoja 11		300		<5	6,8			25	25,3	100		HAMK
Kiintersuonoja 11												HAMK
Kiintersuonoja 11			7	800	6,7			7,8	26,3	100		JÄRKI
Kiintersuonojan allas, ennen				1300	6,6			19	16,7			JÄRKI
Kiintersuonojan allas, ennen				1900	6,6			14	22,6	40		JÄRKI
Kiintersuonojan allas, ennen				1700								JÄRKI
Kiintersuonojan allas, ennen				850	6,7			4,1	24,4	60		JÄRKI
Kiintersuonojan allas, ennen				980	7,1			28	19,3	40		JÄRKI
Kiintersuonojan allas, ennen					6,9			5	19,6			JÄRKI
Kiintersuonojan allas, ennen					6,7			25	10,2	75		JÄRKI
Kiintersuonojan allas, ennen				610	6,9			5,4	20,8			JÄRKI
Kiintersuonojan allas				1600								JÄRKI

ojavesitiedot, Katumajärviapu.xls

näytteenottopist	f Steptok.	kolif.bakt.	TEMP	NO3	pH	K	FE	TURB	COND	CNR	alkalit	näytteenottaja
Kiintersuonojan allas, jälkeen				1100	6,6			19	16,8			JÄRKI
Kiintersuonojan allas, jälkeen				1700	6,7			11	22,6	40		JÄRKI
Kiintersuonojan allas, jälkeen				1500								JÄRKI
Kiintersuonojan allas, jälkeen				670	7,1			4,8	24,4	65		JÄRKI
Kiintersuonojan allas, jälkeen				510	7,3			4,5	24,5	45		JÄRKI
Kiintersuonojan allas, jälkeen					7,3			5,2	22			JÄRKI
Kiintersuonojan allas, jälkeen					6,8			36	10,6	75		JÄRKI
Kiintersuonojan allas, jälkeen				130	7			4,9	19			JÄRKI
Paavolan ranta 1		170		1100	6,9			3300	23,3			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Paavolan ranta 1		7	8	2500	7,1			10	27,82			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Paavolan ranta 1		3		1400	6,9			18	30,2			Asiakkaan omavalvonta
Paavolan ranta 1		8		950	7			12	25,4			
Paavolan oja		22		1500	6,9			5,4	26			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Paavolanoja 3,nk0		0	0,4	830	6,9			7,3	21,6	60		JÄRKI
Paavolan oja	0	5		1000	7,1	7,1			24,7			Tawast Golf
Paavolan oja				10,6	6,9			9	26,4	40		HAMK
Paavolan oja												HAMK
Jokelan ojansuu 11		>1000		1000	6,8			120	10,1			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Jokelan ojansuu 11		7100	8	240	7,1			6,7	10,22			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Jokelan ojansuu 11		>500		740	6,7			36	7,14			Asiakkaan omavalvonta
Jokelan ojansuu 11		>300		530	6,9			6,3	14,4			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Jokelan ojansuu 11		580		1000	6,7			48	18,1			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Jokelan ojansuu	3000	4600		640	7,1	1,3			16			Tawast Golf
Jokelan ojansuu 11				<5	6,8			32		150		HAMK
Jokelan ojansuu 11												HAMK
Mäskälänoja eli Jokelanoja 2		31000	0,3	1600	6,7			8,3	16,4	60		JÄRKI
Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta				95	6,6			13	5,95	100		JÄRKI
Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta			6,8	120	6,8			7,3	10,2	125		JÄRKI
Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta				210	6,3			19	7,17	120		JÄRKI
Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta				860	6,3			45	7,4			JÄRKI
Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta				560	6,2			18	7,8	40		JÄRKI

ojavesitiedot, Katumajärviapu.xls

näytteenottopist	f Steptok.	kolif.bakt.	TEMP	NO3	pH	K	FE	TURB	COND	CNR	alkalit	näytteenottaja
Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta				330								JÄRKI
Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta				220	6,3			6,8	6,66	90		JÄRKI
Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta					6,6			47	8,2			JÄRKI
Jokelanoja, ennen Iso-Harvoilan allasta					6,3			43	8,24	150		JÄRKI
Jokelanoja, Iso-Harvoilan allas				96	6,7			26	6,12	110		JÄRKI
Jokelanoja, Iso-Harvoilan allas			6,8	110	6,8			11	10	125		JÄRKI
Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.				110	6,8			30	6,21	110		JÄRKI
Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.			6,8	120	6,7			12	7,2	100		JÄRKI
Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.				210	6,3			14	6,52	120		JÄRKI
Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.				870	6,3			45	7,1			JÄRKI
Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.				500	6,2			35	7	40		JÄRKI
Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.				350								JÄRKI
Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.				180	6,5			19	6,54	90		JÄRKI
Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.					7,2			27	7,83			JÄRKI
Jokelanoja, Iso-Harvoilan altaan jälk.					6,4			24	9,07	40		JÄRKI
13-oja Jokelanoja	630	900		480	7,1	5,1			14,8			Tawast Golf
13-oja Jokelanoja	88	640		910	7,4	4,1			17,1			Tawast Golf
Jokelanoja, yläpu	5200	12000		540	6,9	2,2			15,9			Tawast Golf
Jokelanoja, yläpuoli				320	7	2,3						Tawast Golf
Jokelanoja tierumpu				1000	6,7			83	9,2			JÄRKI
Myllyoja suu		18		450	6,7			5,8	10,6			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Myllyoja suu		4	7	280	6,7			5,2	11,1			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Myllyoja suu		5		540	6,5			6,2	8,44			
Myllyoja suu		3		440	6,8			3,3	14,2			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Myllyoja suu		10	9	770	7,1			2,8	9,22	80		Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Myllyoja suu		0			7,1				10			HAMK
Myllyoja, Ruununmylly 11				460								
Myllyoja, Ruununmylly 11		31		50								
Myllyoja, Ruununmylly 11		336		<20								
Myllyoja, Ruununmylly 11		26		240	6,8			2,5	12,6	50		

oavesitiedot, Katumajärviapu.xls

näytteenottopist	f Steptok.	kolif.bakt.	TEMP	NO3	pH	K	FE	TURB	COND	CNR	alkalit	näytteenottaja
Myllyoja, Ruununmylly 11		19			7,1				9,55			
Myllyoja, Ruununmylly 11				24								
Myllyoja, Ruununmylly 11		1		570	6,6			5,8	10,5			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Myllyoja, Ruununmylly 11		68		450	6,5			4,7	11,2			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Myllyoja, Ruununmylly 11		0		580	6,5			7,7	8,08			
Myllyoja, Ruununmylly 11		3		430	6,6			3,4	13,5			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Myllyoja, Ruununmylly 11		2		71	7,2			5,1	18,1			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Myllyoja, Ruununmylly 11		6		850	6,6			5	16,3	70		JÄRKI
Myllyoja, Ruununmylly 11				970	6,3			3,7	8,9	100		JÄRKI
Myllyoja, Ruununmylly 11				1400	6,3			14	13,8	100		JÄRKI
Myllyoja, Velssi, piste 12				360								
Myllyoja, Velssi, piste 12		14		1100	6,8			3,6	17	60		
Myllyoja, Velssi, piste 12				340								
Myllyoja, Velssi, piste 12		16		590	6,4			6,7	10,9			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Myllyoja, Velssi, piste 12		8		1200	6,1			7,5	14,9			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Myllyoja, Velssi, piste 12		12		450	6,3			10	8,29			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Myllyoja, Velssi, piste 12		0		1100	6,4			8,5	20,4			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Myllyoja, Velssi, piste 12		34		1800	6,8			50	24,2			JÄRKI
Myllyoja, Velssi, piste 12		16		1300	6,4			16	14,9	120		JÄRKI
Myllyoja, Velssi, piste 12					6,5		2,2	7	14,1	125		HAMK
Myllyoja, Velssi, piste 12												HAMK
Myllyoja, Velssi, piste 12												
Myllyoja, Velssi, piste 12				1500	6,3			16	11,6	50		JÄRKI
Myllyoja, Häkkärinmäki 13		183		800								
Myllyoja, Häkkärinmäki 13		18		1300	6,5			3	17,6	50		
Myllyoja, Häkkärinmäki 13		16		590	6,3			5,3	10,3			
Myllyoja, Häkkärinmäki 13		16		1100	5,9			6	14,5			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Myllyoja, Häkkärinmäki 13		0		1000	6			8,7	21,2			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Myllyoja, Häkkärinmäki 13		0		340	6,2			9	7,93			Asiakkaan omavalvonta
Myllyoja, Häkkärinmäki 13		170		2000	6,9			2,6	10			JÄRKI
Myllyoja, Häkkärinmäki 13		4		2400	6,1			11	18,3	135		JÄRKI
Myllyoja, Häkkärinmäki 13				1600	6			8,2	11,1	75		JÄRKI
Myllyoja, Kankainen 27		11		670	6,3			2,3	11,8			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Myllyoja, Kankainen 27		0		220	6,5			8,7	6,74			Asiakkaan omavalvonta
Myllyoja, Kankainen 27		50		1300	6,4			1,9	19,7			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Myllyoja, Kankainen uusi 27		1		3200	6,3			6,2	23,2	70		JÄRKI
Myllyoja, Kankainen uusi 27				1100	6,4			8,6	9,1	65		JÄRKI
Myllyoja, Siiri 28				1500	6,5			9,4	11,4	100		JÄRKI

oavesitiedot, Katumajärviapu.xls

näytteenottopist	f Steptok.	kolif.bakt.	TEMP	NO3	pH	K	FE	TURB	COND	CNR	alkalit	näytteenottaja
Golfkentän valtaoja 4		9		1200	6,9			6,1	18,1			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Golfkentän 4-väylän vas.oja				1900	7,3	5,5			15,5			Tawast Golf
Golfkentän 4-väylän vas.oja				3000	7,2	5			22,5			Tawast Golf
Golfkentän 4-väylän vas.oja				4900	7	5,6						Tawast Golf
Golfkentän et. päin laskeva o		22		2100	6,8			2,8	15,67			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Golfkentän et. päin laskeva o		29		1300	6,8			20	15,1			Asiakkaan omavalvonta
Golfkentän et. päin laskeva o		0		1400	6,7			3	18,7			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Golfkentän et. päin laskeva o	<10		0,2	170	6,6			69	17,1	160		JÄRKI
Golfkentän 10-vesieste				52	6,9	5,7			18,6			Tawast Golf
Golfkentän 10-vesieste				310	6,9	7			21,8			Tawast Golf
Golfkentän 10-vesieste				1300	6,9	7,2			26,1			Tawast Golf
Golfkentän 16-vesieste ojan suu				390	7	4,6			13,4			Tawast Golf
Golfkentän 16-vesieste ojan suu				1200	6,9	3,9			17,1			Tawast Golf
Golfkentän 16-vesieste ojan suu				360	7	3,1			11,8			Tawast Golf
Niemelänoja	7	30		4100	7	4,9			24,4			Tawast Golf
Kappolan rinneoja 5				6200	7,4			4,4	15,4			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Kappolan rinneoja 5	8	5		2300	7,8			1,6	16,09			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Kappolan rinneoja 5	2			2800	7,1			5,5	10,1			Asiakkaan omavalvonta
Kappolan rinneoja 5	16			7800	6,9			1,3	19,3			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Kappolan rinneoja 5	120			3100	6,9			3,4	13	45		JÄRKI
Kappolan rinneoja 5				1300	6,9			95	8,69	150		JÄRKI
Kappolan rinneoja 5								15				JÄRKI
Kappolan rinneoja 5					7,1				7,1		0,5	HAMK
Kappolan rinneoja 5				8				7		20		HAMK
Kappolan rinneoja 5				1200	6,9			210	10,8	75		JÄRKI
Kappolan rinneoja 5				890	7,3			26	12,3	45		JÄRKI
Petäjänharjunoja 8	0			1200	7,1			12	13,8			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Petäjänharjunoja 8	63			500	7			13	10,48			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Petäjänharjunoja 8	21			1800	6,8			20	11,4			Asiakkaan omavalvonta
Petäjänharjunoja 8	28			1100	7			8,2	13,4			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Petäjänharjunoja 8	0			6100	6,8			22	19,1	70		JÄRKI
Petäjänharjunoja 8	330											HAMK
Petäjänharjunoja 8									6,8		0,64	HAMK
Petäjänharjunoja 8				7,7				39		40		HAMK
Petäjänharjunoja 8			7,3	940	6,9			28	11,8	163		JÄRKI

oavesitiedot, Katumajärviapu.xls

näytteenottpist	f Steptok.	kolif.bakt.	TEMP	NO3	pH	K	FE	TURB	COND	CNR	alkalit	näytteenottaja
Petäjänharjunoja 8				2700	6,6			29	14,5	75		JÄRKI
Petäjänharjunoja 8				1300	7,1			24	12,2	45		JÄRKI
Harvialanoja 7		700		100	6,4			24	23,7	300		
Harvialanoja 7		66		120	6,3			5	14,4			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Harvialanoja 7		4		90	6,6			23	18,52			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Harvialanoja 7		6		200	6,2			11	10,7			Asiakkaan omavalvonta
Harvialanoja 7		13		210	6,3			4,3	27,3			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Harvialanoja 7		0		1400	6,9			2,5	37,7	10		JÄRKI
Harvialanoja 7					6,9				22			HAMK
Idänpäänoja		39		850	6,8			20	49,8			Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Idänpäänoja		3	7,5	90	7			7,5	18,6			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Idänpäänoja		0		280	6,6			3,7	4,02			Asiakkaan omavalvonta
Idänpäänoja		7		52	6,9			20	25,6			Katumajärven vesiensuojeluyhdistys
Idänpäänoja		0	3,5	200	6,7			2,9	28,3	25		
Idänpään valtatie varren vie		3		20	6,7			3	26	30		Hämeenlinnan seudun kkt. ymp.osasto
Idänpään valtatie varren vie	>500			610	7			25	11			
Idänpään valtatie varren viemäri 10			7,5 <20		7,1			93	43,5			
Idänpään valtatie varren vie		0		2200	7,1			4,7	27,4			
Idänpään valtatie varren vie		2		250	7,1			2,6	23,6			
Idänpään valtatie varren vie		1	3	66	6,5			16	54,2	225		
Idänpään valtaoja		240		240	6,9			150	23,6			
Idänpään valtaoja		0		530	6,8			20	24,1			
Idänpään valtaoja		0		170	6,9			17	58,6			
Solvikinoja 15		14		2200	6,6			21	35,9			
Solvikinoja 15		0			6,2			1,5	31,84			

oavesitiedot, Katumajärviapu.xls

näytteenottopist	f Steptok.	kolif.bakt.	TEMP	NO3	pH	K	FE	TURB	COND	CNR	alkalit	näytteenottaja
Solvikinoja 15		0		1700	6,5			6,4	27,5			
Solvikinoja 15		30		1400	6,6			11	20,5			
Solvikinoja 15		2	4	2600	6,6			46	35,6	70		
Solvikinoja 15		>500			6,5			3	269	15		HAMK
Solvikinoja 15												
Solvikinoja 15			<20		6,3			93	31,5	800		JÄRKI
Solvikinoja (viereinen huleveden purkukohta)				1800	6,7			80	30,9	120		JÄRKI
Käikälänoja 21		19		1400	6,3			1,6	20,6			
Käikälänoja 21		0		3100	6,7			1,2	27,4			
Käikälänoja 21		2		2200	6,7			1,2	20,3			
Mantereenvuorenoja		0		2400	6,4			<0,2	33,2			
Mantereenvuorenoja		16		440	6,6			93	39			
Mantereenvuorenoja		0		2600	6,2			0,53	29,7			
Mantereenvuorenoja		1		2500	6,2			2,1	29,3			
Mantereenvuorenoja		0	5	2400	6,4			15	34,5	5		
Matkolammi, tuleva oja 1		4		97	6,8			3,1	6,86			
Matkolammi, tuleva oja 1					6,8			26	7	150		HAMK
Matkolammi, tuleva oja 2		91		1300	6,6			7,2	17,3			
Matkolammi, tuleva oja 2		7		800	6,6			16	13,6	138		
Matkolammi, tuleva oja 2		0			6,8				9,1			HAMK
Matkolammi, tuleva oja 2					6,6			61	24,6	200		HAMK
Matkolammi, tuleva oja 2												
Matkolammi, tuleva oja 2												

oavesitiedot, Katumajärviapu.xls

näytteenottopist	f Steptok.	kolif.bakt.	TEMP	NO3	pH	K	FE	TURB	COND	CNR	alkalit	näytteenottaja
Matkolammi, tuleva oja 3		123		120	6,7			2,8	9,16			
Matkolammi, tuleva oja 3		10		530	6,3			39	7,78	200		
Matkolammi, tuleva oja 3		0			6,7				21			HAMK
Matkolammi, tuleva oja 3					6,7			57	10,6	250		HAMK
Matkolammi tulo-oja 0,3, Siiri		2		780	6,7			9	18,1			
Matkolammi tulo-oja 0,3, Siiri		39		2200	6,5			9,3	16,1	100		
Matkolammi tulo-oja 0,3, Siiri		0			6,4				9,5			HAMK
Matkolammi tulo-oja 0,3, Siiri		800			6,7			32	15,4	150		HAMK
Matkolammi tulo-oja 0,3, Siiri												
Ruununmyllyoja Matkolamme		3		510	6,8			3,8	14,2			
Ruununmyllyoja Matkolamme		4		880	6,6			4,7	12,9	80		
Katumanoja 8		5		690	7,2			1,6	21,3	5		
Katumanoja 8		8		1600	7			20	18,3			
Katumanoja 8		2		1000	7,2			7,8	13,5			
Katumanoja 8		110		1400	7			5	27,1	15		
Katumanoja 8		0			7,1				10			HAMK
Katumanoja												JÄRKI
Katumanoja		230										JÄRKI
Tervapirtti tierumpu 18				4200	7			47	46,7			
Tervapirtti tierumpu 18		0		1200	6,9			13	43,3			
Rauhalan alikulku 24		>500		340	7			4,5	11,2			
Rauhalan alikulku 24		61										
Rauhalanoja klo 10												JÄRKI
Rauhalanoja klo 9												JÄRKI
Rauhalanoja klo 10												JÄRKI
Rauhalanoja klo 11												JÄRKI
Rauhalanoja klo 12												JÄRKI

ojavesitiedot, Katumajärviapu.xls

näytteenottpist	f Steptok.	kolif.bakt.	TEMP	NO3	pH	K	FE	TURB	COND	CNR	alkalit	näytteenottaja
Rauhalanoja klo 3												JÄRKI
Rauhalanoja klo 14												JÄRKI
Rauhalanoja klo 15												JÄRKI
Rauhalanoja klo 10												JÄRKI
Rauhalanoja klo 11												JÄRKI
Rauhalanoja klo 12												JÄRKI
Rauhalanoja klo 13												JÄRKI
Rauhalanoja klo 14												JÄRKI
Rauhalanoja klo 15												JÄRKI
Rauhalanoja klo 16												JÄRKI
Rauhalanoja klo 17												JÄRKI
Rauhalanoja klo 15												JÄRKI
Rauhalanoja klo 16												JÄRKI
Rauhalanoja klo 17												JÄRKI
Rauhalanoja klo 18												JÄRKI
Rauhalanoja klo 19												JÄRKI
Rauhalanoja, kuivana aikana												JÄRKI
Rauhalanoja, sadekuuron jälkeen												JÄRKI
Rauhalanoja, sadekuurossa												JÄRKI
Rauhalanoja, kuviana aikana		10										JÄRKI
Rauhalanoja, kosteikon jälkeen												JÄRKI
Rauhalanoja, koko aamun oli satanut												JÄRKI
Rauhalanoja, sateen alussa												JÄRKI
Rauhalanoja, virtaaman juuri lisääntytyä												JÄRKI
Rauhalanoja												JÄRKI
Rauhalanoja, kuivana aikana		610										JÄRKI
Rantatien oja		28		1400	7,3			9,9	27,4			
Rantatien oja		11		1500	7,6			6,6	31,52			
Rantatien oja		0			7,2				9,4			HAMK
Rantatienoja												JÄRKI

oavesitiedot, Katumajärviapu.xls

näytteenottopist	f Steptok.	kolif.bakt.	TEMP	NO3	pH	K	FE	TURB	COND	CNR	alkalit	näytteenottaja
Rantatienoja												JÄRKI
Rantatienoja					7,3			12	295	50		HAMK
Rantatienoja												HAMK
Rantatienoja												HAMK
Rantatienoja				1800	6,5			2,2	36,7	20		JÄRKI
Valkamantienoja		0			7,1				9,5			HAMK
Valkamantienoja					7			22	52,3	45		HAMK
Valkamantienoja												HAMK
Kahilistonoja				55	6,7			71	79,4	250		HAMK
Kahilistonoja												HAMK

LIITE 4/2

Käikälän kuntop 21	5.5.98	0,833	0,040	0,0333						
	20.4.99	0,277	0,012	0,0033	0,0183	9,66E+07	3,13E-08	3	3	4
	21.10.99	0,250								
Super sparin oja 25	6.5.98	ei virtausta								
	14.10.98	0,067	0,03	0,0020	0,0020	1,57E+07	7,18E-08	1	1	1
	20.4.99	ei virtausta								
	1.11.99	ei tietoja								
Auto Ilves 26	6.5.98	ei tietoja								
	20.4.99	ei virtausta								
	1.11.99	ei tietoja								
Solvikinoja 15	5.5.98	0,9								
	20.4.99	0								
	21.10.99	0,278								
Mantereen eteläoja 22	5.5.98	1,428								
	20.4.99	0								
	21.10.99	0,833								
Kuuselanoja 18	5.5.98	Kuiva								

LIITE 5.

Ojien tuoma kokonaistyyppikuormitus (kg) Katumajärveen vuoden aikana

Oja	Pvm	V.nop.m ³ /s	P.ala m ²	Virt.m ³ /s	ka m ³ /s	ka l/3 kk	Pka kg/l	kg/3kl	kg/6kl	Yht.kg/a
Myllyjoen suu 16	6.5.98	0,333	3,600	1,199						
	26.4.99	0,143	5,666	0,810	1,00E+00	5,29E+09	9,77E-07	5172		
	14.10.98	0,143	3,466	0,496						
	1.11.99	0,166	3,466	0,575	5,35E-01	4,21E+09	9,84E-07	4143	9315	11500
Kihtersuonoj a 11	6.5.98	0,150	1,000	0,150						
	20.4.99	0,222	0,466	0,104	1,27E-01	6,69E+08	1,70E-06	1139		
	14.10.98	ei virtausta								
	1.11.99	0,067	0,193	0,013						
	10.10.02	ei virtausta			1,30E-02	1,02E+08	1,18E-06	120	1260	1555
Idänpään valtaviemäri 10	6.5.98	0,333	1,200	0,400						
	20.4.99	0,040	0,907	0,036	2,18E-01	1,15E+09	1,81E-06	2076		
	14.10.98	0,200	0,001	0,000						
	1.11.99	0,008	0,067	0,001	3,11E-04	2,45E+06	5,49E-07	1	2077	2564
Jokelanoja 17	6.5.98	0,111	0,400	0,044						
	19.4.99	0,250	0,767	0,192	1,18E-01	6,22E+08	2,27E-06	1414		
	19.10.99	0,167	0,087	0,015	1,45E-02	1,14E+08	2,05E-06	234	1648	2035
Golfkentän valtaoja 4	5.5.98	ei tietoa								
	19.4.99	0,050	1,274	0,064	6,37E-02	3,36E+08	1,91E-06	641		
	19.10.99	0,250	0,417	0,104	1,04E-01	8,19E+08	2,32E-06	1899	2540	3136
Petäjänharju noja 6	5.5.98	ei tietoa								
	20.4.99	0,333	0,160	0,053	5,33E-02	2,81E+08	1,50E-06	422		
	19.10.99	0,100	0,048	0,005	4,80E-03	3,77E+07	1,99E-06	75	497	613
Harvialanoja 7	5.5.98	ei tietoa								
	20.4.99	0,143	0,490	0,070	7,01E-02	3,69E+08	1,86E-06	686		
	19.10.99	0,111	0,067	0,007	7,44E-03	5,85E+07	1,47E-06	86	772	953
Kappolanrin neoja 5	19.4.99	0,200	0,105	0,021	2,10E-02	1,11E+08	4,41E-06	488		
	19.10.99	0,125	0,060	0,008	7,50E-03	5,90E+07	5,39E-06	318	806	995
Paavolan rannanoja 1	6.5.98	0,125	0,070	0,009						
	19.4.99	0,238	0,107	0,025	1,71E-02	9,02E+07	3,65E-06	329		
	19.10.99	0,250	0,026	0,007	6,50E-03	5,11E+07	2,59E-06	132	462	570

LIITE 5/2

Käikälän rantatienoja 19	5.5.98	0,143	0,060	0,009	8,58E-03	4,52E+07	2,04E-06	92	92	114
Käikälän kunntop 21	5.5.98	0,833	0,040	0,033						
	20.4.99	0,277	0,012	0,003	1,83E-02	9,66E+07	2,56E-06	247	247	306
	21.10.99	0,250								
Super sparin oja 25	6.5.98	ei virtausta								
	20.4.99	ei virtausta								
	14.10.98	0,067	0,030	0,002						
	1.11.99	ei tietoja			2,01E-03	1,58E+07	6,59E-07	10	10	13
Katumanoja 8	19.4.99	0,333	0,117	0,039	3,90E-02	2,05E+08	1,66E-06	341	341	421
Auto Ilves 26	6.5.98	ei tietoja								
	20.4.99	ei virtausta								
	1.11.99	ei tietoja								
Solvikinoja 15	5.5.98	0,900								
	20.4.99	0,000								
	21.10.99	0,278								
Mantereenl. e teläoja 22	5.5.98	1,428								
	20.4.99	0,000								
	21.10.99	0,833								
Kuuselanoja 18	5.5.98	Kuiva								

LIITE 6.

Ojien tuoma kiintoainevirtaama kg Katumajärveen vuoden aikana

Pvm	Näytenro	Ottopiste	Tulos	ka mg/	kg/l	Virt l/3kk	kg/3kk	kg/6kk
6.5.98	4765-2	Auto-Ilveksen läheinen salaoja	84,5					
21.4.99	13958-3	Auto Ilves	9,86	47,18	5E-05	ei tietoja		
1.11.99	19848-3	Auto Ilves	7,2	7,2	7E-06	ei tietoja		
5.5.98	4714-2	Golfkentän valtaoja	7					
19.4.99	13872-5	Golf-kentän etelään päin laskeva oja	16,2					
19.4.99	13872-5	Golf-kentän etelään päin laskeva oja	16,2	13,13	1E-05	3,36E+08	4409	
19.10.99	19516-1	Golf-kentän valtaoja 4	8,8	8,8	9E-06	8,19E+08	7206	11615
5.5.98	4726-2	Harvialanoja	2,6					
20.4.99	13919-2	Harvialan oja	7,2	4,9	5E-06	3,69E+08	1810	
8.10.98	9525-3	Harvialanoja	38					
19.10.99	19516-4	Harvialanoja 7	2,6	20,3	2E-05	5,85E+07	1187	2997
6.5.98	4764-1	Idänpäänviemäri	17,2					
21.4.99	13958-2	Idänpään valtatie varren viemäri	3	10,1	1E-05	1,15E+09	11601	
15.10.98	9666-1	Idänpään valtatie varren viemäri	9					
1.11.99	19848-2	Idänpäänviemäri 10	1	5	5E-06	2,45E+06	12	11613
6.5.98	4754-1	Jokelanoja	liian suuri					
19.4.99	13872-2	Jokelan ojansuu	41,5	41,5	4E-05	6,22E+08	25826	
6.10.98	9421-2	Jokelan ojansuu	8,5					
19.10.99	19517-1	Jokelan ojansuu	3					
30.10.02	46841-1	Jokelanoja 17	liian s	5,75	6E-06	1,14E+08	657	26482
19.4.99	13872-3	Kappolan rinneoja	12,2	12,2	1E-05	1,11E+08	1350	
6.10.98	9418-1	Kappolan rinneoja	3,2					
19.10.99	19516-2	Kappolanrinneoja 5	3,2	3,2	3E-06	5,90E+07	189	1539
19.4.99	13872-4	Katumanoja	31,2					
26.4.99	14135-1	Katumanoja 8	6,4	18,8	2E-05	2,05E+08	3860	3860
6.5.98	4764-2	Kihtersuonoja	72,5					
21.4.99	13958-4	Kihtersuon oja	20,6	46,55	5E-05	6,69E+08	31158	

LIITE 6/2

15.10.98	9666-3	Kihtersuon oja	11,5						
19.10.99	19516-5	Kihtersuon oja	5,2						
1.11.99	19848-4	Kihtersuonoja 11	3,2	6,633	7E-06	1,02E+08	678	31836	
5.5.98	4715-1	Käikälän kuntopolku, oja	2						
20.4.99	13919-4	Käik. kuntopolunoja	22,4	12,2	1E-05	9,66E+07	1178		
21.10.99	19609-2	Käik.kuntopolunoja 21	13,8	13,8	1E-05	ei tietoa		1178	
5.5.98	4715-3	Mantereenl. eteläp. oja	1,1						
20.4.99	13919-5	Mantereenlinna eteläpuo.oja	3,5	2,3	2E-06	ei tietoa			
8.10.98	9525-6	Mantereenl. eteläp. oja	270						
21.10.99	19609-3	Mantereenlinna eteläpuo.oja	36,6	153,3	2E-04	ei tietoa			
4.5.98	4697-3	Myllyoja	14						
4.5.98	4697-2	Myllyoja	12,7						
4.5.98	4697-1	Myllyoja	5,8						
6.5.98	4764-3	Myllyoja	5,4						
27.4.99	14283-1	Myllyoja suu	3,6	8,3	8E-06	5,29E+09	43942		
15.10.98	9666-4	Myllyoja suu	1						
1.11.99	19848-5	Myllyjoen suu 16	3,6	2,3	2E-06	4,21E+09	9684	53626	
6.5.98	4754-2	Paavolanranta	liian suuri						
19.4.99	13872-1	Paavolan ranta	16,6	16,6	2E-05	9,02E+07	1497		
6.10.98	9421-1	Paavolan ranta	8,5						
19.10.99	19517-2	Paavolan ranta	29,8						
30.10.02	46839-1	Paavolanrannanoja 1	51	29,77	3E-05	5,11E+07	1521	3018	
5.5.98	4726-1	Petäjäharjoja	9,6						
20.4.99	13919-1	Petäjänharjun oja	42	25,8	3E-05	2,81E+08	7245		
8.10.98	9525-4	Petäjäharjoja	8,5						
19.10.99	19516-3	Petäjänharjunoja 6	29,8	19,15	2E-05	3,77E+07	723	7968	
5.5.98	4714-1	Käikälä rantatienoja 19	54	54	5E-05	4,52E+07	2442		
8.10.98	9525-2	Käikälä rantatienoja 19	11	11	1E-05	ei tietoa		2442	
5.5.98	4715-2	Solvikin oja	28,8						
20.4.99	13919-3	Solvikin oja	22,2	25,5	3E-05	ei tietoa			
8.10.98	9525-5	Solvikin oja	7						
21.10.99	19609-1	Solvikin oja	3,8	5,4	5E-06	ei tietoa			

6.5.98	4765-1	Super Spar oja 25	19,2					
21.4.99	13958-1	Super Spar oja 25	3,5	11,35	1E-05	ei tietoa		
15.10.98	9666-2	Super Spar oja 25	2					
1.11.99	19848-1	Super Spar oja 25	18	10	1E-05	1,58E+07	158	158
8.11.99	20025-1	Matkolamminoja 1	7,2					
8.11.99	20025-2	Matkolamminoja 2	4,8					
8.11.99	20025-6	Matkolamminoja 3	7,2	6,4	6E-06	ei tietoa		
22.4.99	14007-3	Rauhalan alikulku	10,4	10,43	1E-05	ei tietoa		
21.10.99	19608-2	Rauhalan alikulku	1,6	1,6	2E-06	ei tietoa		
22.4.99	14007-1	Tervapirtin tierumpu	7,2	7,2	7E-06	ei tietoa		

Ainevirtaama laskuesimerkki

Ojien tuomat virtaamat Loppijärveen laskettiin seuraavalla kaavalla:

$$L = ((C(T_k) \cdot Q(T_k)) + (C(T_s) \cdot Q(T_s))) / 0,81$$

$$L = \text{ainevirtaama} / \text{oja}$$

$C(T_k)$ = pitoisuuskeskiarvo ajanjaksolla T_k eli keväällä

$Q(T_k)$ = keskivirtaama ajanjaksolla T_k eli keväällä

$C(T_s)$ = pitoisuuskeskiarvo ajanjaksolla T_s eli syksyllä

$Q(T_s)$ = keskivirtaama ajanjaksolla T_s eli syksyllä

0,81 = ker roin, joka lisää tulokseen kesä – ja talvikuorman 19%

Ensin laskettiin kevään ja syksyn ravinnepitoisuuksien ja virtaamien keskiarvot.

Myllyjoen suun virtaaman keskiarvo keväällä on $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ja syksyllä $0,54 \text{ m}^3/\text{s}$.

Kevään fosforipitoisuuden keskiarvo on $30 \mu\text{g}/\text{l}$, joka muutettiin kilogrammoiksi eli $3 \cdot 10^{-8} \text{ kg}/\text{l}$.

Syksyn fosforipitoisuuden keskiarvo on $27,50 \mu\text{g}/\text{l}$ eli $2,75 \cdot 10^{-8} \text{ kg}/\text{l}$. Kesän ja talven pitoisuusarvoja ei ollut saatavilla.

Seuraavaksi laskettiin ojan tuoma virtaama litroina yhteensä keväällä ja syksyllä kertomalla virtaamat kevät- ja syysindeksillä

Kevätindeksi Keväällä ylivirtaamakuukausia oletettiin olevan maaliskuu (31vrk) ja huhtikuu (30 vrk). Vuorokaudet muutetaan sekunneiksi.
 $61 \text{ vrk} \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 5,27 \cdot 10^7 \text{ s}$

Syysindeksi Syksyllä ylivirtaamakuukausia oletettiin olevan syyskuu (30 vrk), lokakuu (31 vrk) ja marraskuu (30 vrk). Vuorokaudet muutetaan sekunneiksi. $91 \text{ vrk} \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 7,86 \cdot 10^7 \text{ s}$

Lasketaan ojan tuoma vesimäärä litroina keväällä 61 vuorokauden aikana.
 $5,27 \cdot 10^7 \text{ s} \cdot 1000 \cdot 1,0045 \text{ m}^3/\text{s} = 5,29 \cdot 10^9 \text{ l}$

Virtaama syksyllä
 $7,86 \cdot 10^7 \text{ s} \cdot 1000 \cdot 0,5355 \text{ m}^3/\text{s} = 4,21 \cdot 10^9 \text{ l}$

Kevään ja syksyn yhteinen ainevirtaama laskettiin kertomalla pitoisuuskeskiarvo virtaamakeskiarvolla

$$L = ((3 \cdot 10^{-8} \text{ kg}/\text{l} \times 5,29 \cdot 10^9 \text{ l}) + (2,75 \cdot 10^{-8} \text{ kg}/\text{l} \times 4,21 \cdot 10^9 \text{ l})) = 275 \text{ kg}$$

Tulokseen lisätään arvioitu kesän ja talven ainevirtaama, joka on 19 % vuoden virtaamasta. Tällöin ainemäärä jaetaan arvolla 0,81. Tulokseksi tulee $275 \text{ kg} / 0,81 = 339 \text{ kg}/\text{a}$.

Myllyjokea pitkin laskee Katumajärveen noin 339 kg kokonaisfosforia vuoden aikana

Ainevirtaama laskuesimerkki

Ojien tuomat virtaamat Loppijärveen laskettiin seuraavalla kaavalla:

$$L = ((C(T_k) \cdot Q(T_k)) + (C(T_s) \cdot Q(T_s))) / 0,81$$

$$L = \text{ainevirtaama} / \text{oja}$$

$C(T_k)$ = pitoisuuskeskiarvo ajanjaksolla T_k eli keväällä

$Q(T_k)$ = keskivirtaama ajanjaksolla T_k eli keväällä

$C(T_s)$ = pitoisuuskeskiarvo ajanjaksolla T_s eli syksyllä

$Q(T_s)$ = keskivirtaama ajanjaksolla T_s eli syksyllä

0,81 = kerroin, joka lisää tulokseen kesä – ja talvikuorman 19%

Ensin laskettiin kevään ja syksyn ravinnepitoisuuksien ja virtaamien keskiarvot.

Myllyjoen suun virtaaman keskiarvo keväällä on $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ja syksyllä $0,54 \text{ m}^3/\text{s}$.

Kevään fosforipitoisuuden keskiarvo on $30 \mu\text{g}/\text{l}$, joka muutettiin kilogrammoiksi eli $3 \cdot 10^{-8} \text{ kg}/\text{l}$.

Syksyn fosforipitoisuuden keskiarvo on $27,50 \mu\text{g}/\text{l}$ eli $2,75 \cdot 10^{-8} \text{ kg}/\text{l}$. Kesän ja talven pitoisuusarvoja ei ollut saatavilla.

Seuraavaksi laskettiin ojan tuoma virtaama litroina yhteensä keväällä ja syksyllä kertomalla virtaamat kevät- ja syysindeksillä

Kevätindeksi Keväällä ylivirtaamakuukausia oletettiin olevan maaliskuu (31vrk) ja huhtikuu (30 vrk). Vuorokaudet muutetaan sekunneiksi.
 $61 \text{ vrk} \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 5,27 \cdot 10^7 \text{ s}$

Syysindeksi Syksyllä ylivirtaamakuukausia oletettiin olevan syyskuu (30 vrk), lokakuu (31 vrk) ja marraskuu (30 vrk). Vuorokaudet muutetaan sekunneiksi. $91 \text{ vrk} \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 7,86 \cdot 10^7 \text{ s}$

Lasketaan ojan tuoma vesimäärä litroina keväällä 61 vuorokauden aikana.
 $5,27 \cdot 10^7 \text{ s} \cdot 1000 \cdot 1,0045 \text{ m}^3/\text{s} = 5,29 \cdot 10^9 \text{ l}$

Virtaama syksyllä
 $7,86 \cdot 10^7 \text{ s} \cdot 1000 \cdot 0,5355 \text{ m}^3/\text{s} = 4,21 \cdot 10^9 \text{ l}$

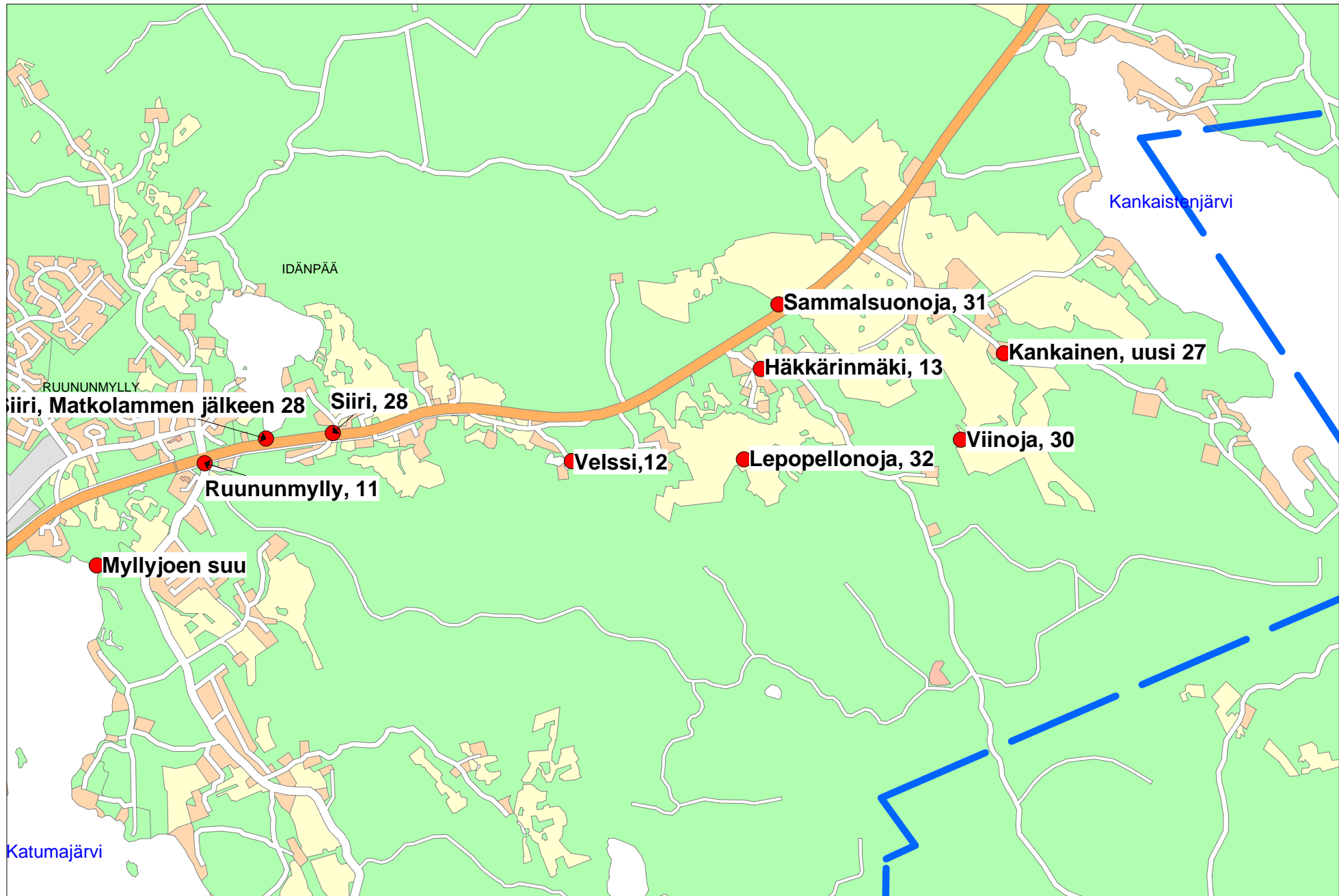
Kevään ja syksyn yhteinen ainevirtaama laskettiin kertomalla pitoisuuskeskiarvo virtaamakeskiarvolla

$$L = ((3 \cdot 10^{-8} \text{ kg}/\text{l} \times 5,29 \cdot 10^9 \text{ l}) + (2,75 \cdot 10^{-8} \text{ kg}/\text{l} \times 4,21 \cdot 10^9 \text{ l})) = 275 \text{ kg}$$

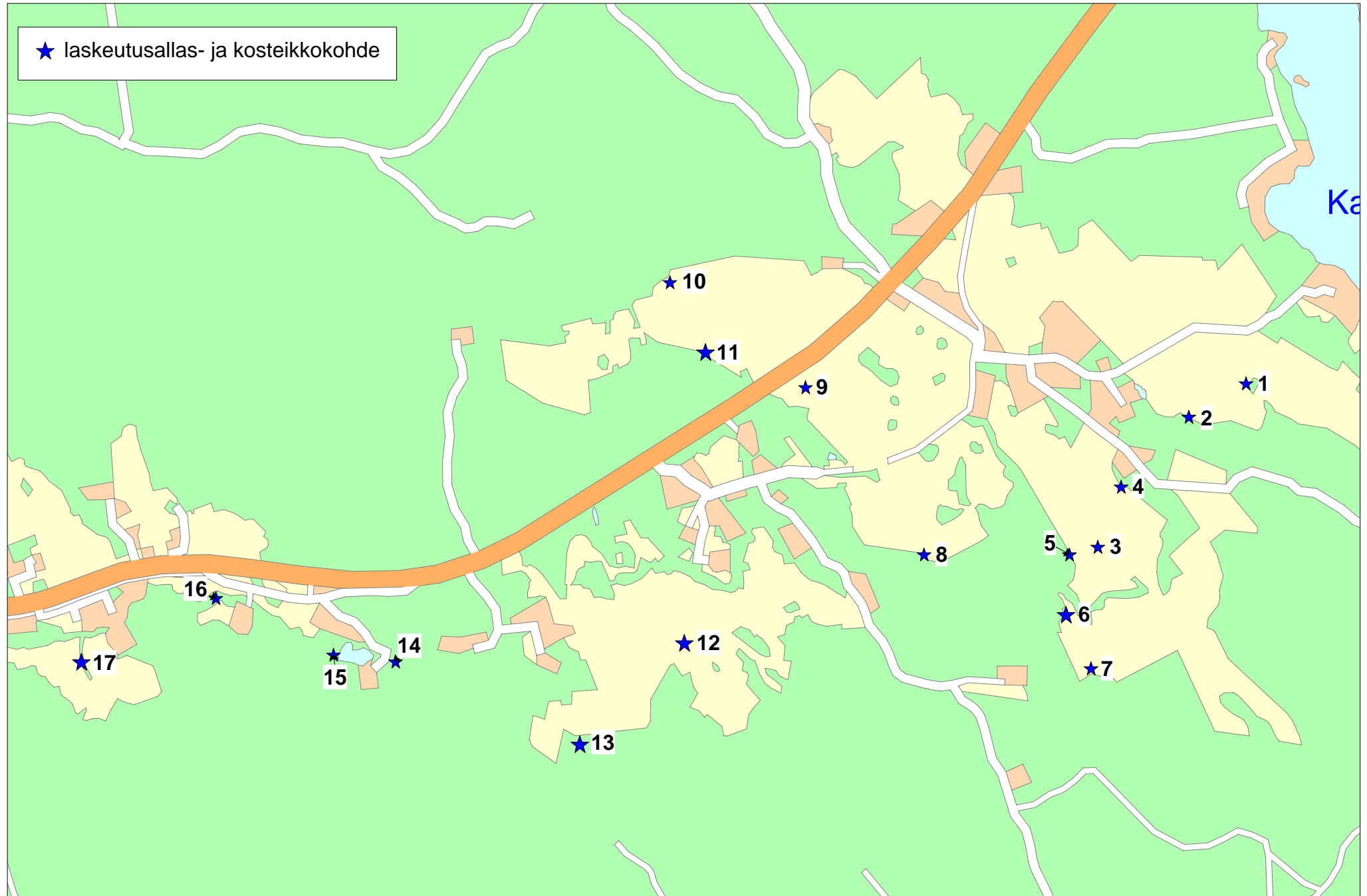
Tulokseen lisätään arvioitu kesän ja talven ainevirtaama, joka on 19 % vuoden virtaamasta. Tällöin ainemäärä jaetaan arvolla 0,81. Tulokseksi tulee $275 \text{ kg} / 0,81 = 339 \text{ kg}/\text{a}$.

Myllyjokea pitkin laskee Katumajärveen noin 339 kg kokonaisfosforia vuoden aikana

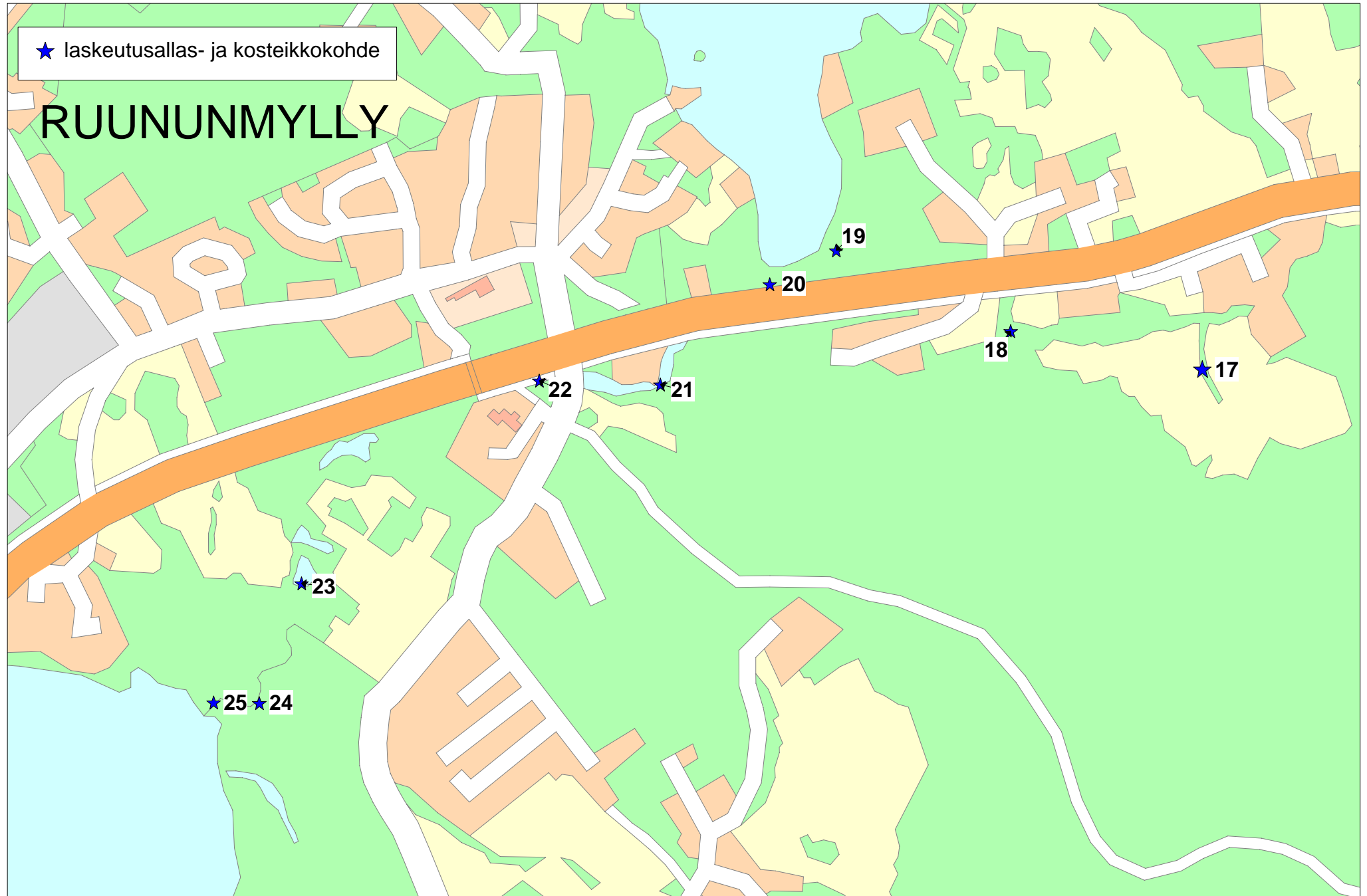
LIITE 9. Myllyjoen ja sivuhaarojen näytteenottopisteet



Katumajärven kaukovaluma-alueen laskeutusallas- ja kosteikkokartoitus

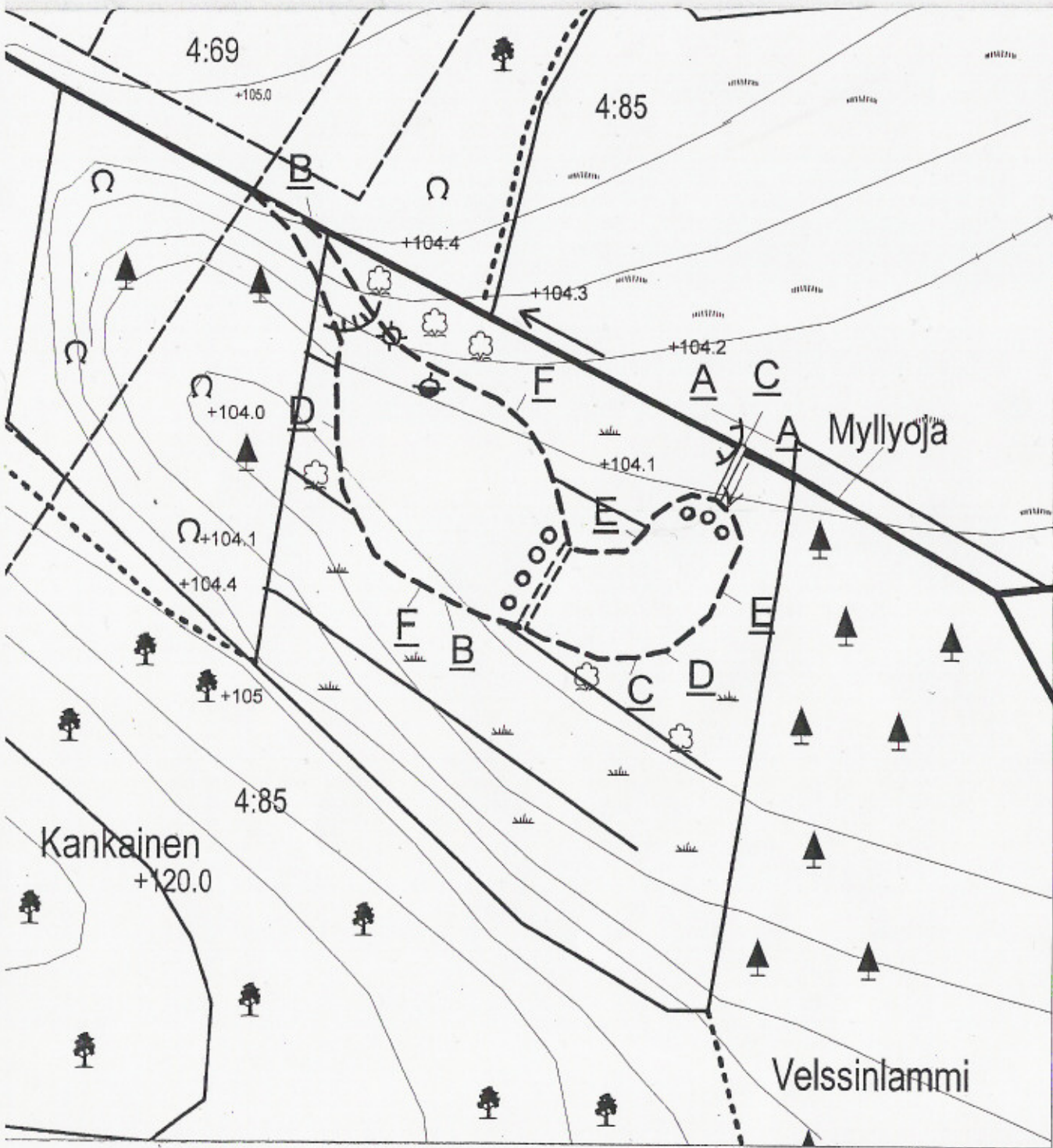


Katumajärven kaukovaluma-alueen laskeutusallas- ja kosteikkokartoitus



LIITE 12. Velssin laskeutusaltaan sijaintikartta

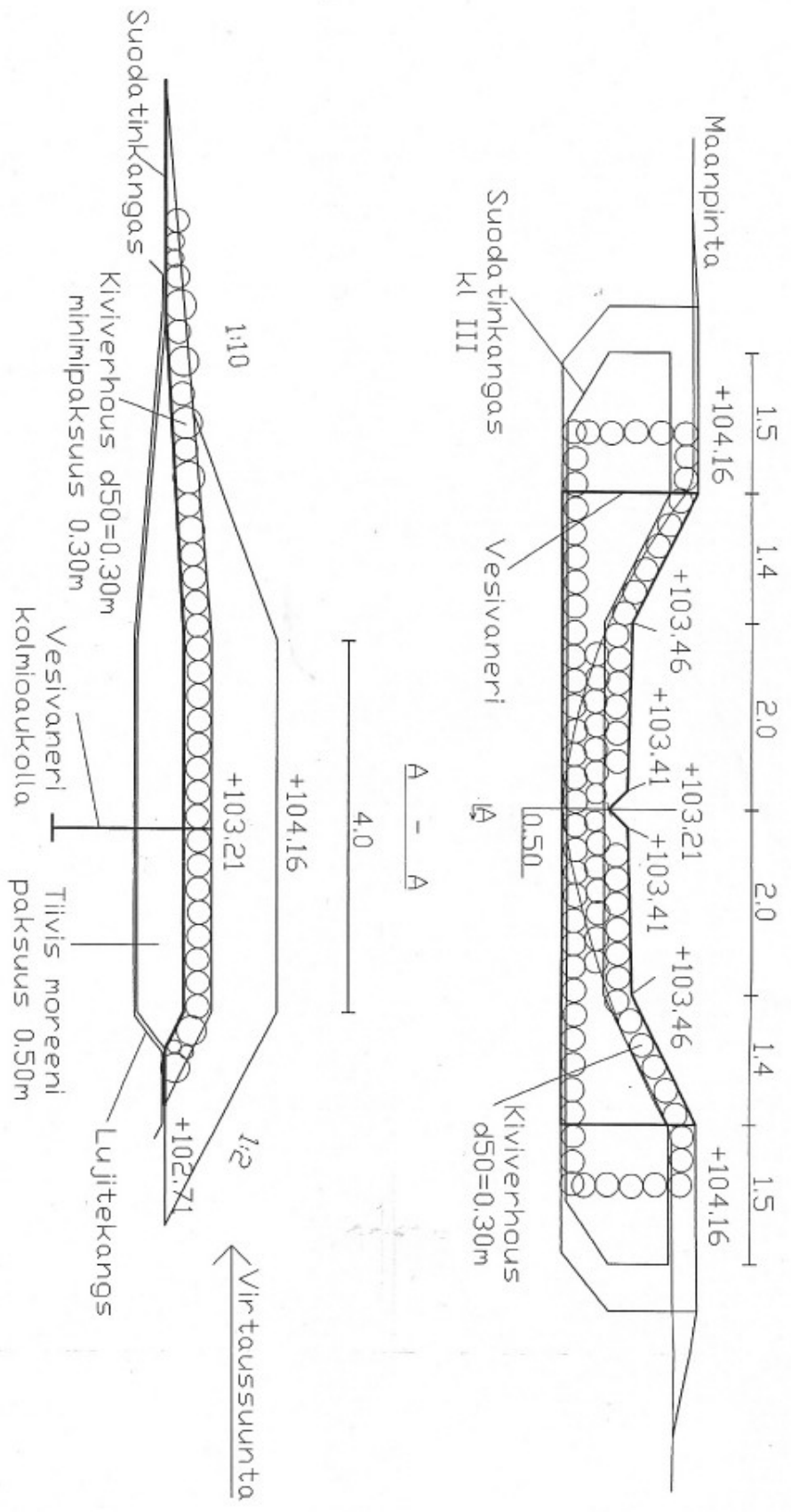




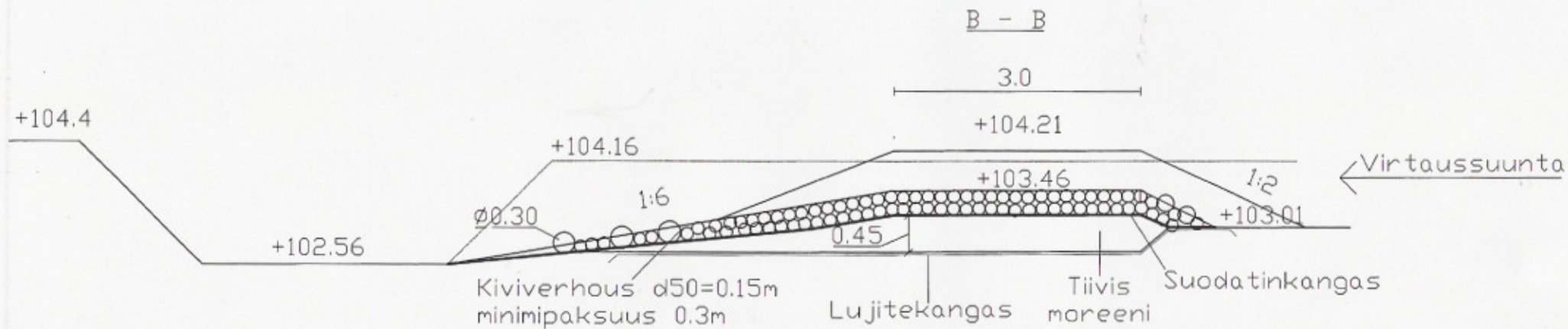
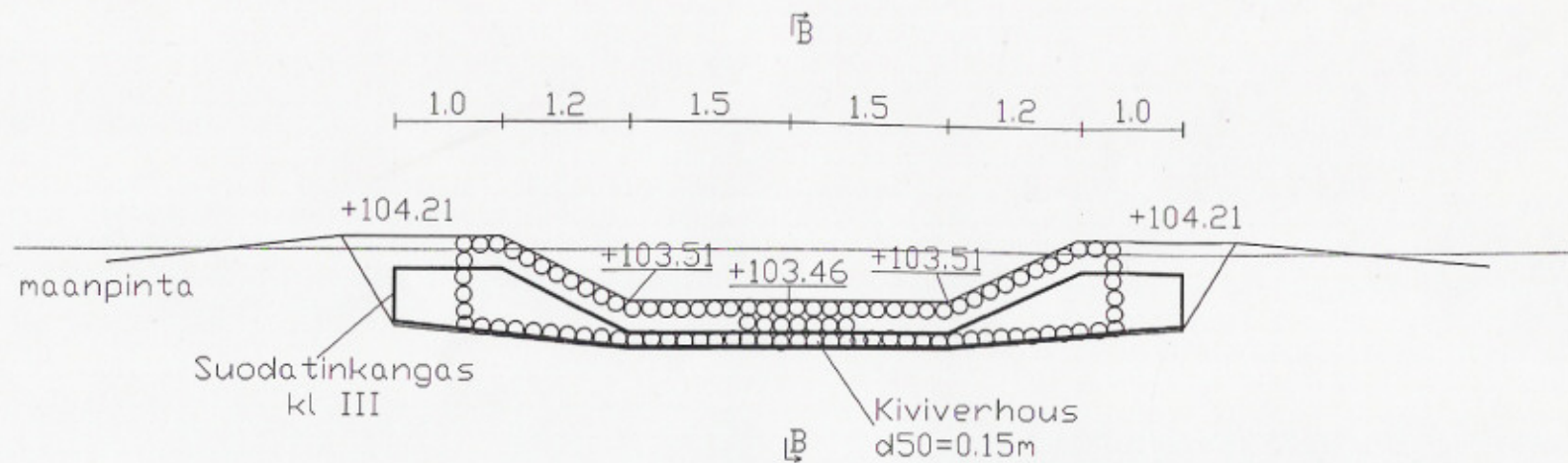
SUUNNITELMAKARTTA 1:1000
Velssinlammin kosteikko

- kosteikon rajat - - - -
- putki 315 mm ————
- pato |_|_|_|
- kiveys ○
- korkeuskäyrä + + + +
- poikki- ja pituusleikkaukset E-E
- metsä- ja peltotie - - - -
- painokairaus ⊙
- porakairaus ⊕
- tilarajat - - - -
- mäntymetsä ♣
- sekametsä ♣ ♣
- kuusimetsä ♣ ♣
- koivu ⊙
- pelto |||||
- vanhaa pellonpohjaa |||||

Ä

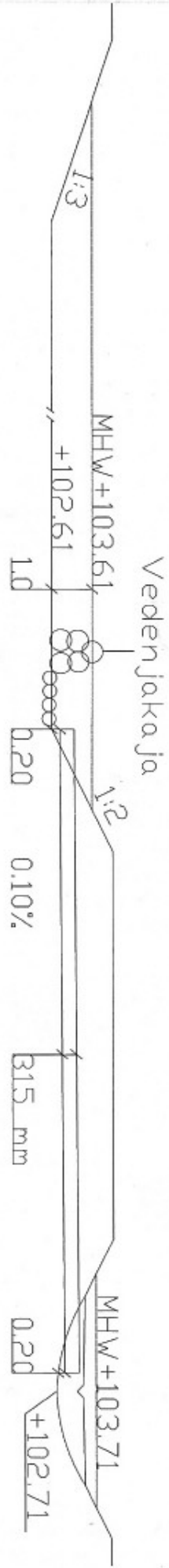


Työn nimi, kunta	Piirustuksen sisältö	Mittakaava
Velssinlämmän kosteikko, Hämeenlinna	Padon 1 pituus- ja poikkileikkaus	1:50
Pvm	Piirustuksen numero	
Suureniteija		
28.2.2003	Pia Salminen	Liite 14/1



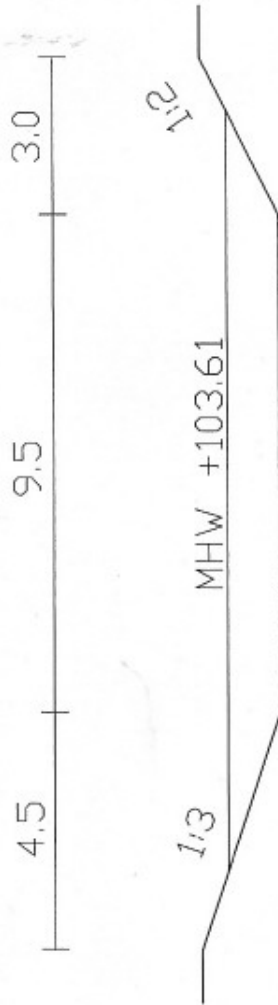
Työn nimi, kunta	Piirustuksen sisältö	Mittakaava
Velssinlammin kosteikko, Hämeenlinna	Padon 2 pituus- ja poikkileikkaus	1:50
Pvm	Piirustuksen numero	
28.2.2003	Liite 14/2	
Suunnittelija	Pia Salminen	

C - C



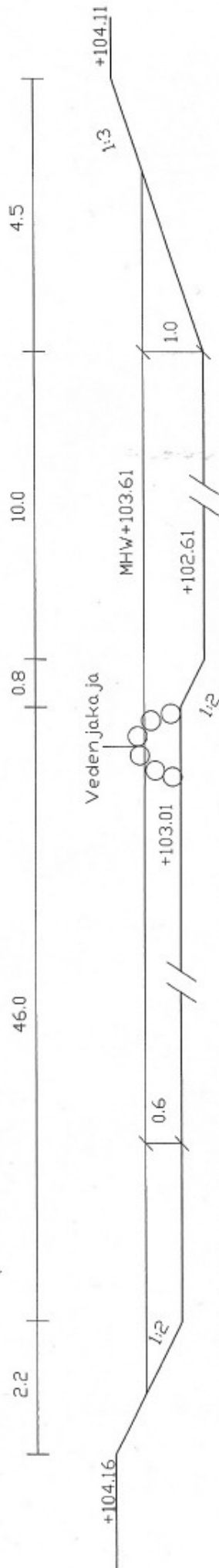
Työn nimi, kunta	Piirustuksen sisältö	Mittakaava
Velssinlammin kosteikko, Hämeenlinna	putki ja syvä osa pituusleikkaus	1:100
Pvm	piirustuksen numero	
28.2.2003	Suunnittelija Pia Salminen	Liite 14/3

E - E



Työn nimi, kunta	Piirustuksen sisältö	Mittakaava
Velssinlammin kosteikko, Hämeenlinna	syvä osa poikkileikkaus	1:100
Pvm	Piirustuksen numero	
28.2.2003	Liite 14/4	
	Suunnittelija	
	Pia Salminen	

D - D



Työn nimi, kunta	Piirustuksen sisältö	Mittakaava
Velssinlammin kosteikko, Hämeenlinna	kosteikko pituusleikkaus	1:70
Pvm	Piirustuksen numero	
28.2.2003 Pia Salminen	Liite 14/5	

F - F

3.3

26.0

2.2

1:3

MHW +103.61

1:2

työn nimi, kunta	työsuojuksen sisältö	Mittakaava
Velssinlammin kosteikko, Hämeenlinna	matala osa poikkileikkaus	1:100
Pvm	Suunnittelija	työsuojuksen numero
28.2.2003	Pia Salmi	Liite 14/6

Kosteikon mitoituslaskelmat

Lähtötiedot

Kosteikon valuma-alue F (sisältää myös Kankaisten järven)	22,19 km ²
Kosteikon valuma-alue ilman Kankaisten järveä	11,78 km ²
Järvisyysprosentti	13,16 %
Peltoa (%-laskussa käytetty valuma-alue 11,78 km ²)	4,1 km ² = 35 %
Metsämaata	n. 15 km ²
Kosteikkoalueen korkeus merenpinnasta	+104,1 m (N60)

Valumat

Lumen maksimiviesiarvon keskiarvo v.1952-1984	105,3 mm
Kevään keskiylivaluma MHq	33 l/s*km ²
Ylivaluma Hq1/20	52,8 l/s*km ²

Virtaamat padolle

Keskiylivirtaama MHQ = MHq*F/1000	0,732m ³ /s =732l/s
Virtausnopeus v = MHQ/Apoikkileikkaus	0,549 m/s
Ylivirtaama HQ1/20 = Hq1/20* F/1000	1,172 m ³ /s

Virtaama laskeutusaltaaseen

putken koko	315 mm
Putken virtaama (alivirtaaman mukaan)	100 l/s
Veden nopeus putkessa	1,15 m/s
Putken kaltevuus	0,10 %

Kosteikon mitoitus

$$\text{Altaan ala} \quad 40\text{m} \cdot 17\text{ m} + 46\text{m} \cdot 30\text{ m} = 2060\text{ m}^2$$

$$\text{altaasta tehokkaasti toimii } 1584\text{ m}^2$$

Veden poikkileikkauksen pinta-ala keskiarvo altaassa

$$A_{\text{poikkileikkaus}} = \frac{1}{2} (a + b) \cdot h = \frac{1}{2} (19,5\text{ m} + 24\text{ m}) \cdot 0,75\text{ m} = 16\text{ m}^2$$

lietevara 0,2 m

$$A_{\text{poikkileikkaus}} = \frac{1}{2} (19,5\text{ m} + 24\text{ m}) \cdot 0,55\text{ m} = 11,96\text{ m}^2$$

Veden virtausnopeus $v = \text{MHQ} / A_{\text{poikkileikkaus}}$

$$v = 0,100\text{ m}^3/\text{s} / 11,96\text{ m}^2 = 0,0083\text{ m/s} = 0,83\text{ cm/s}$$

Altaan viipymä = V/MHQ

$$1300\text{ m}^3 / 360\text{ m}^3/\text{h} = 3,61\text{ h}$$

Hydraulinen pintakuorma = $\text{MHQ} / A_{\text{laskeutusallas}}$

$$360\text{ m}^3/\text{h} / 1584\text{ m}^2 = 0,23\text{ m/h}$$

Seuraavassa esitettävät laskentaparametrit perustuvat Vesihallituksen vuonna 1985 julkaisemaan pohjapatojen suunnittelu monistesarjaan numero 336.

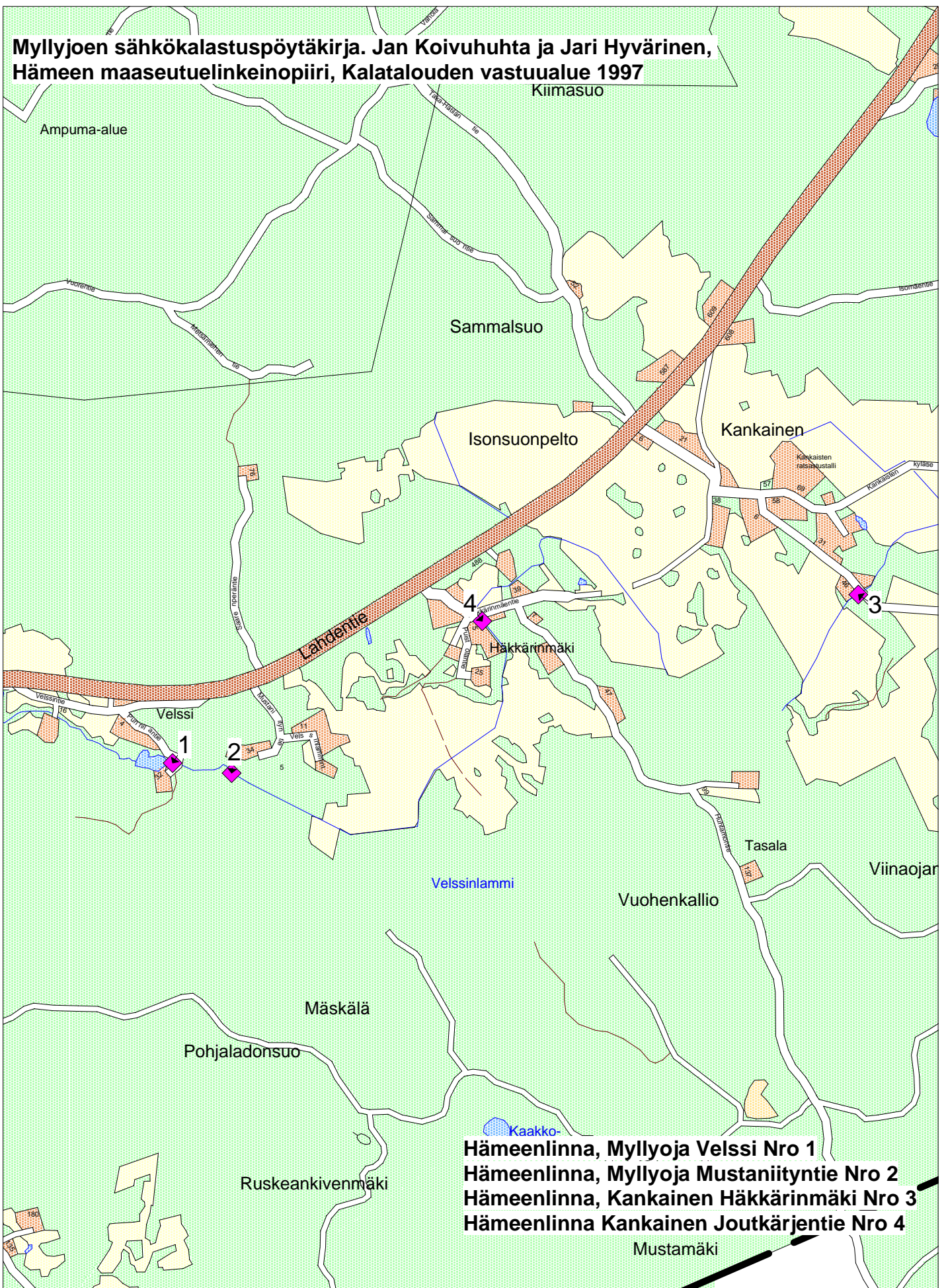
Padon 1 verhouskivikoon laskenta

Padon harjan leveys virtaussuunnassa L	7 m
Maksimivirtaus uomassa HQ1/20	1,172 m ³ /s
Maksimivirtaus padon harjan ylitse HQ1/20 / L	0,17 m ³ /s
Takaluiskan kaltevuus	1:10
Tasarakeinen luonnonkivi	d50 = 15 cm
varmuuskerroin 2,0	
Vaadittava kivikoko etu- ja takaluiskanverhoukseen	d50 = 30 cm
Virtausta rikkomaan tarvittava kivikoko	d50 = 40 cm

Suodatinkankaan mitoitus

Maaperä pehmeä savi, painollinen suotosuhde	3,0
Vesipintojen ero H (1,0m-0,5m)	0,5 m
Suodatinkankaan vaakamitta penkereeseen $L = 3,0 \cdot H$	
Suotomatka $L = 3,0 \cdot 0,5\text{ m}$	1,5 m

Myllyjoen sähkökalastuspöytäkirja. Jan Koivuhuhta ja Jari Hyvärinen,
Hämeen maaseutuelinkeinopiiri, Kalatalouden vastuualue 1997



- Hämeenlinna, Myllyoja Velssi Nro 1
- Hämeenlinna, Myllyoja Mustaniityntie Nro 2
- Hämeenlinna, Kankainen Häkkärinmäki Nro 3
- Hämeenlinna, Kankainen Joutkärjentie Nro 4

Mustamäki

Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen julkaisuja on **Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen** julkaisusarja ja jatkaa Ympäristöosaston julkaisuja sarjan seuraajana. Ympäristötoimi julkaisee suppeampia selvityksiä ja tutkimuksia *Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen monisteita* –sarjassa. Aiemmin julkaisuja -sarjoissa ilmestyneitä:

Jutila H, Rautiainen M, Närhi H & Simola A 2005: **Liesjärvi. Kansallisaartemme.** – Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen julkaisuja 1. Hämeenlinnan seudullinen ympäristötoimi, JÄRKI-hanke & Liesjärven Suojelu ry. 48 s.

Piilola H 2005: **Hämeenlinnan hiljaisten alueiden kartoitus.** – Ympäristöosaston julkaisuja 37. Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto.

Jutila H 2005: **Hämeenlinnan luonto-opas.** – Ympäristöosaston julkaisuja 36. Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto, NAPA-projekti. 72 s.

Kanto H 2005: **Kestävän kehityksen arviointi kaupunkisuunnittelussa.** – Ympäristöosaston julkaisuja 35. Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto. 65 s.

Kiijärvi S (toim.). 2005: **Katsaus Hämeenlinnan ympäristön tilaan.** – Ympäristöosaston julkaisuja 34. Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto.

Laine T 2004: **JUPA-projektin I-vaiheen loppuraportti.** – Ympäristöosaston julkaisuja 33. Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto ja Seutukeskus Oy Häme. 45 sivua + 24 liitettä.

Jutila H 2004: **Hauhon luonto-opas.** – Ympäristöosaston julkaisuja 32. Hämeenlinnan seudun kansanterveystyön kuntayhtymän ympäristöosasto. 60 s.



Käyntiosoite: Kutalantie 5
Postiosoite: PL 63, 13101 Hämeenlinna
Puhelin: 03-6211/vaihde
Telekopio: 03-621 3779
Kotisivu: <http://www.ymparistotoimi.fi>
ISBN 952-9509-16-2
ISSN 1795-8997