

## **Raportti**

Kauvatsanjoen valuma-alueen vedenlaadun ja vesistökuormituksen tarkastelu

Jussi Mäkinen  
Korkeakouluharjoittelija

2013

## Sisällys

1. Johdanto.....	3
2. Kouvatsanjoen valuma-alueen vesistöt ja niiden vedenlaatu.....	6
3. Osavaluma-alueet ja niiden maankäyttö.....	12
4. Ravinnekuormitus.....	13
a) Kouvatsanjoen valuma-alue.....	13
b) Sääksjärven pohjoispuolinen valuma-alue .....	16
5. Fosforikuormituksen ainetasekaavio .....	18
Lähteet.....	22

## 1. Johdanto

Raportti on osa VELHO- hanketta, joka käsittelee vesien- ja luonnonhoidon alueellista ja paikallista toteuttamista Lounais-Suomen vesistöalueilla. VELHOn tavoitteena on vesien- ja luonnonhoidon yhteistyön ja toimenpiteiden kehittäminen Satakunnassa ja Varsinais-Suomessa, minkä lisäksi projekti pyrkii edistämään sektorirajat ylittävää yhteistyötä. VELHO on osittain EU:n rahoittama.

Kauvatsanjoen raportti koskee kyseisen valuma-alueen maankäyttöä, alueen vesistöjen tilaa ja alueella syntyvän kuormituksen liikkumista. Tarkasteltavat ilmiöt ovat vahvassa yhteydessä toisiinsa, ja niillä on vahva maantieteellinen jakautuminen valuma-alueen sisällä. Tämän vuoksi ilmiöitä käsitellään kausaalisten syy-seuraus -prosessien kautta ja huomioidaan maantieteellisen sijainnin merkitys. Raportin tavoitteena on antaa tietoa Kauvatsanjoen valuma-alueen vesistöjen tilasta ja mallintaa ravinnekuormituksen liikkumista.

Kauvatsanjoen valuma-alue sijaitsee Länsi-Suomessa ja kuuluu Kokemäenjoen päävesistöalueeseen, joka on Suomen laajimpia vesistöalueita. Kokemäenjoki alkaa Tampereen lähistöltä keräten lounaisen Keski-Suomen järvivesiä ja virtaa länteen päin kohti Selkämeren. Kokemäenjoen valuma-alueen järvisyys laskee ja vesistöjen vedenlaatu heikkenee kuljettaessa länteen. Kauvatsanjoki laskee Kokemäenjokeen sen keskiosassa, jossa vedenlaatu on ainoastaan välttävä (kuva 2).

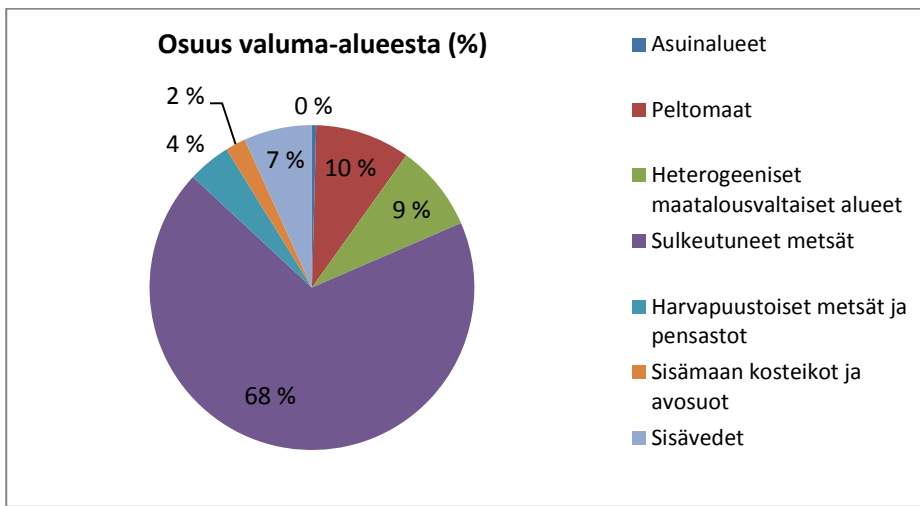
Kokemäenjoen alueen vesistöjen suhteellisen huonoon tilaan vaikuttavat maatalouden ja haja-asutuksen hajakuormitus sekä teollisuuden ja yhdyskuntien pistekuormitus. Kokemäenjoen ympäristön maaperä on ravinteikasta ja helposti erodoituvaa savikkoa, joka on lisäksi laaja-alaisesti viljeltyä. Maatalous on peltoviljelyn lisäksi erikoistunut kotieläintalouteen, joka tuottaa lantaa yli oman tarpeensa ja näin lisää ravinnekuormitusta. Kokemäenjoen valuma-alueella on turvetuotantoa, joka tuottaa humusta vesiin ja lisää rehevöitymistä. Teollisuuden metallikuormitus on vähentynyt lähimenneisyydessä, mutta aikaisempien vuosien päästöt säilyvät luonnossa, minkä vuoksi Kokemäenjoen metallipitoisuudet ovat yhä melko korkeita. Suhteellisen heikon vedenlaadun lisäksi veden virtaamassa tapahtuu voimakasta vaihtelua, ja kovat virtaamanopeudet saattavat nostaa veden tulvakorkeuksiin. Porin ja Humppilan kaupunkikeskukset ovat korkean tulvavaaran alueella, missä poikkeuksellisen voimakas tulva aiheuttaa suuria taloudellisia vahinkoja. Kokemäenjoki on padottu tiheästi koko pituudeltaan, mikä vaikeuttaa kalojen nousemista yläjuoksulle ja lisää virtaaman vaihteluita (Bonde & al. 2012).

Kauvatsanjoen valuma-alueen pinta-ala on 805,33 km<sup>2</sup> ja järvisyys 8,49 %. Valuma-alueella asuu 3834 asukasta, mikä tekee siitä suhteellisen harvaan asutun, 4,75 as./km<sup>2</sup>. Alueen suurimmat keskukset ovat Kiikoisten ja Suodenniemen taajamat. Kauvatsanjoen valuma-alueen maapeite on hyvin metsävaltaista, ja asutus kattaa alueesta alle prosentin (kuva 1). Maatalouden toiminnot, peltomaa ja heterogeeniset maatalousalueet, kattavat valuma-alueesta lähes viidenneksen, mikä tekee maataloudesta tärkeän tekijän maiseman ja vedenlaadun määrittäjänä.

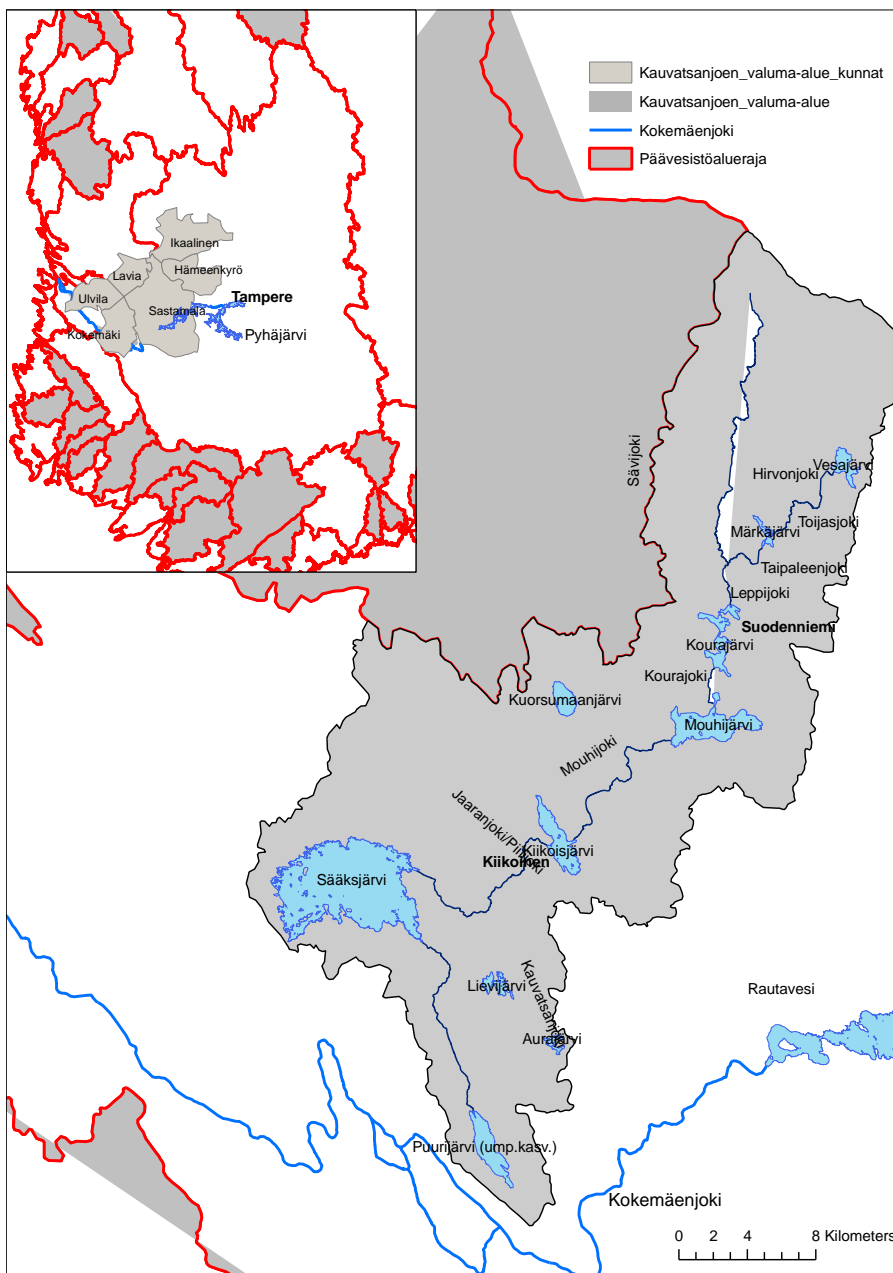
Kauvatsanjoen valuma-alueen tärkeimmät vesimuodostumat ovat Sääksjärvi ja siitä Kokemäenjokeen laskeva Kauvatsanjoki (kuva 2). Sääksjärvi on Satakunnan suurimpia järviä ja Kokemäen kaupungin merkittävimpiä virkistyspaikkoja. Järven tila on heikentynyt 1960- luvulta lähtien, ja järven laajan virkistyskäytön vuoksi kehitys on herättänyt paljon mielipiteitä ja intohimoja. Järven tilan huonontumiseen on liittynyt veden kemiallisen koostumuksen heikkeneminen ja kesän matalat vedenkorkeudet (Salmela-Tiusanen, 1994). Järven käyttäjät ja alueen asukkaat ovat aktivoituneet järven kehityssuunnan kääntämiseen, ja järven tilan parantamiseksi on perustettu yhdistys ja rahasto, joilla pyritään keräämään tietoa ja ohjaamaan toimia. Keskeisenä kunnostuskeinona on pidetty järven purkupisteeseen rakennettavaa pohjapatoa, joka estäisi alhaiset vedenkorkeudet. Aikaisemmin Sääksjärven alapuolelle suunniteltiin kahta patoa, jotka nostaisivat Sääksjärven pintaa keskimäärin 30 – 40 cm (Salmela & Karhunen, 2001). Suunnitelluista pohjapadoista on toteutettu ainoastaan toinen, joka rakennettiin Sääksjärven purkupisteeseen 2006, mutta sen toiminnan vaikutuksista ei ole vielä saatu tarkkaa käsitystä (Ympäristöviesti). Internetin Suomi24- keskustelupalstalla oli käyty vuonna 2008 lyhyt keskustelu Sääksjärven virkistyskäyttäjien kesken pohjapadon toiminnasta. Käyttäjien mukaan kesän matalan vedenkorkeuden tilanne on parantunut, mutta vuoden alimmat korkeudet haittaavat yhä käyttöä. Toisaalta kovat sateet ovat nostaneet vedenpinnan joskus tulvakorkeuksiin.

Kauvatsanjoen vedenlaatua säätelevät voimakkaasti Sääksjärvestä virtaavat vesimassat. Kauvatsanjoella kärsitään heikentyneen vedenlaadun lisäksi tulvista ja vettymishaitoista. Jokialueen maaperä on helposti erodoituvaa savea ja liejusavea, mikä tekee uomasta epävakaa. Kauvatsanjoen tilaa on pyritty parantamaan kasvillisuuden perkauksilla 1960- luvuilta lähtien, mutta parhaiten jokea kehitettäisiin vedenpinnan nostolla ja veden ohjauksella. Toisaalta Sääksjärveen rakennettu pohjapato on todennäköisesti laskenut Kauvatsanjoen vedenpintaa, mikä on ristiriidassa sen etujen kanssa. Tästä ei kuitenkaan ole vielä tutkimustietoa saatavilla (Salmela & Karhunen, 2001).

Kauvatsanjoki laskee Kokemäenjokeen Puurijärven kautta, joka on pitkälti umpeenkasvanut, eikä sitä enää täysin pidetä järvenä. Puurijärven kehitys on vahvasti yhteydessä valuma-alueella syntyvään kuormitukseen, mutta järvi jätetään kuitenkin tarkastelun ulkopuolelle. Raportissa keskitytään Sääksjärven yläpuolisen valuma-alueen vesistöjen tilaan ja alueella tapahtuvaan kuormituksen liikkumiseen.



Kuva 1. Kouvatsanjoen valuma-alueen maankäyttö. Maankäyttöluokitus on CLC2006 2-tason mukainen. Maankäyttömuotojen pinta-alojen osuudet on laskettu Corinen paikkatietoaineistosta.



Kuva 2. Kouvatsanjoen valuma-alue sijaitsee Länsi-Suomessa Kokemäenjoen varrella. Tarkemmassa kuvassa ovat valuma-alueen tärkeimmät vesimuodostumat. Kiikoisen ja Suodenniemen taajamat ovat merkitty kartalle.

## 2. Kouvatsanjoen valuma-alueen vesistöt ja niiden vedenlaatu

Kouvatsanjoen valuma-alueen vesistöt muodostavat yhtenäisen ja vähähaaraisen ketjun. Sävijoki ja Taipaleenjoki yhtyvät alueen pohjoisosissa, mistä eteenpäin vesistö etenee ilman siihen liittyviä mainittavan kokoisia sivuhaaroja (kuva 2). Järviä esiintyy tasaisesti pääuoman varrella, mikä viivyyttää veden virtaamaa verrattuna tilanteeseen, jossa järviä ei olisi.

Taulukko 1. Valuma-alueen järvet. Tiedot on haettu VPD:n alaisten vesistöjen paikkatietoaineistosta, paitsi viipymä- tiedot Vemalasta.

Nimi	Tyyppi	Ekologinen tila 2007	Pinta-ala km <sup>2</sup>	Viipymä (vrk)
<b>Kuorsumaanjärvi</b>	Matalat runsashumuksiset järvet (MRh)	Tyydyttävä	1,854	601
<b>Kiikoisjärvi</b>	Matalat runsashumuksiset järvet (MRh)	Tyydyttävä	4,142	12
<b>Sääksjärvi</b>	Matalat humusjärvet (Mh)	Tyydyttävä	33,364	189
<b>Lievijärvi</b>	Matalat runsashumuksiset järvet (MRh)	Hyvä	1,166	50
<b>Puurijärvi (ump.kasv.)</b>	Matalat humusjärvet (Mh)	Hyvä	3,842	34
<b>Vesajärvi</b>	Matalat runsashumuksiset järvet (MRh)	Ei tietoa	1,513	40
<b>Märkäjärvi</b>	Pienet humusjärvet (Ph)	Ei tietoa	0,553	51
<b>Kourajärvi</b>	Runsasravinteiset ja runsaskalkkiset järvet (RrRk)	Hyvä	2,642	28
<b>Mouhijärvi</b>	Runsashumuksiset järvet (Rh)	Hyvä	6,855	68
<b>Aurajärvi</b>	Pienet humusjärvet (Ph)	Erinomainen	0,494	938

Järvien ekologinen tila on monessa tapauksessa hyvä tai erinomainen. Valuma-alueen keskiosissa sijaitsevissa Mouhi- ja Kourajärvessä vedenlaatu on hyvä, ja etelämpänä Kiikois- ja Sääksjärvessä ainoastaan tyydyttävä. Sääksjärven eteläpuolella sijaitsevassa Aurajärvessä vedenlaatu on erinomainen ja Lievijärvessä hyvä, mikä voi johtua niiden sijainnista pääuoman ulkopuolella. Tällöin yläpuolisen valuma-alueen ravinnekuormat eivät virtaa niiden altaisiin, eivätkä vaikuta vedenlaatuun. Tarkastelussa keskitytään pääasiassa Sääksjärven pohjoispuoliseen osaan valuma-alueesta.

Ravinnepitoisuuksien keskiarvot vuosien 2003 – 2012 kasvukausilta (1.6. – 30.9) vaihtelevat järvien välillä, eikä vaihtelussa ole havaittavissa voimakasta trendiä (taulukko 2). Kiikoisjärvessä havaitaan selkeästi korkeimmat ravinnepitoisuudet ja Mouhijärvessä matalimmat. Mouhijärvellä keskiarvopitoisuuksien laskentaan on ollut käytössä melko vähän mittaustuloksia, mikä vähentää muuttujien keskiarvojen tarkkuutta. Järvien ekologinen luokitus käyttäytyy aineistossa eri tavoin kuin ravinnepitoisuudet, koska ekologiseen luokitukseen vaikuttaa vedenlaadun lisäksi järvityyppi. Luontaisesti rehevissä järvissä hyväkin ekologinen tila voi sallia korkeat fosforiarvot, koska järven ja sen

ympäristön maaperä ja luonnonhuuhtouma ylläpitävät luontaisesti korkeaa ravinnetasoa. Karuilla järvillä tilanne on toisinpäin, jolloin järveen vapautuu ympäristöstä ja järvenpohjasta luontaisesti vähän ravinteita. Tästä syystä taulukoissa 1 ja 2 Sääksjärven ja Kourajärven ekologinen luokitus ja ravinnepitoisuudet ovat ristiriitaiset.

Taulukko 2. Järvien vedenlaatu. Järvet ovat järjestetty pohjoisesta etelään.

**Vedenlaadun tunnusluvut<sup>a</sup>**

Vesistö		Näkösyvyys m	Klorofylli-a µg/l	Kokonaisfosfori, suodattamaton µg/l	Kokonaistyyppi, suodattamaton µg/l
Kourajärvi	Mean	1,10	57,17	57,38	780,38
	N	28	6	26	26
Mouhijärvi	Mean	1,18	18,20	35,80	622,00
	N	10	5	5	5
Kiikoisjärvi	Mean	0,81	28,14	67,73	826,82
	N	40	22	22	22
Sääksjärvi	Mean	0,95	19,60	49,20	670,00
	N	28	14	15	15
Lievijärvi	Mean	0,8	20,25	35,00	740,00
	N	6	4	4	4
Total	Mean	0,95	27,62	56,10	758,33
	N	112	51	72	72

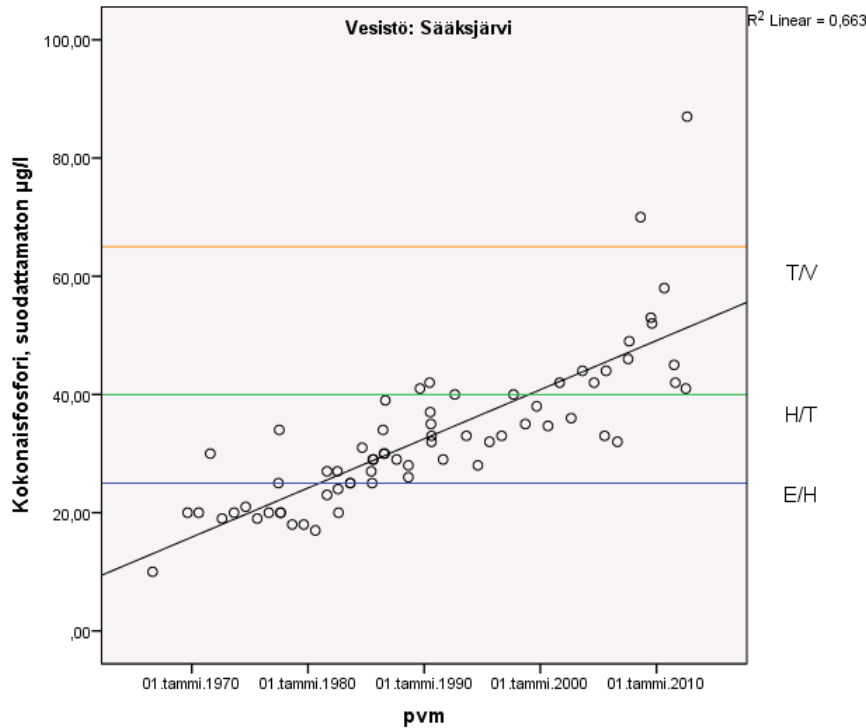
a. Muodostuma = Järvi

Järvien ravinnepitoisuuksista on vaikeaa löytää maantieteellistä trendiä, jossa pitoisuudet kasvaisivat etelää kohti kuvaten virrassa liikkuvan ravinnekuorman jatkuvaa kasvua. On mahdollista, että Kourajärven ja Kiikoisjärven korkeat pitoisuudet johtuvat pääasiassa sisäisestä kuormituksesta. Jos näin olisi ja sisäisen kuormituksen vaikutus vedenlaatuun suljettaisiin pois, järvien pitoisuuksissa olisi kasvava trendi kohti Sääksjärveä. Tätä ei kuitenkaan pystytä varmuudella todentamaan. Sisäinen kuormitus muodostuu pohjasedimenteistä vapautuvista ravinteista, jotka heikentävät vedenlaatua kaiken ympäristöstä valuvan ravinnekuorman lisäksi. Sisäisen kuormituksen vaikutusta ei nähdä pelkästään vedenlaadun tunnuslukuja seuraamalla, vaan siihen tarvitaan myös valuma-alueen kuormituksen tuntemista, jota käsitellään seuraavassa luvussa.

Nykyisen vedenlaadun lisäksi tulisi valuma-alueetarkastelussa ymmärtää viime aikojen muutoksia järvien tilassa. Edellä esitelty Sääksjärvi on käynyt läpi rajun muutoksen viimeisten 40 vuoden aikana (kuva 3). Vielä 1970- luvulla Sääksjärvi olisi voitu fosforipitoisuuden perusteella luokitella erinomaiseen kuntoon. Tästä eteenpäin järven tila on tasaisesti heikentynyt, ja fosforipitoisuudet ovat kasvaneet lineaarisesti. Vedenlaadun kehitys ja järven virkistysarvo huomioiden on selviö, että Sääksjärvi aiheuttaa voimakasta keskustelua ja painetta sen tilan parantamiseksi.

Suurin syy Sääksjärven tilan heikkenemiseen on eri lähteistä tulleen hajakuormituksen kasvu. Valuma-alueella on tapahtunut maankäytön muutoksia, jotka ovat lisänneet kuormitusta tuottavan maa- ja metsätalouden kattamaa alaa. Samalla valunta on lisääntynyt kasvavien sademäärien vuoksi, mikä on lisännyt huuhtoutuvien ja vesistöihin päätyvien aineiden määriä. Ensimmäinen selkeästi havainnoitu

vedenlaadun heikentyminen tapahtui 1970- luvulla, jolloin metsien ja soiden ojituksia uudistettiin, mikä lisäsi ravinnehuhtoumaa näiltä alueilta. Samoihin aikoihin Kouvatsanjoen valuma-alueella suoritettiin monia vesistöjen perkauksia ja virtoihin rakennettiin säännöstelypatoja. Hajakuormituksen lisäksi Kouvatsanjoen valuma-alueen merkittävimpien taajamien jätevedenpuhdistuslaitokset ovat tuottaneet vesistöalueella pistekuormitusta, mutta niiden osuudet ovat suhteellisen pieniä (Salmela-Tiusanen, 1994).

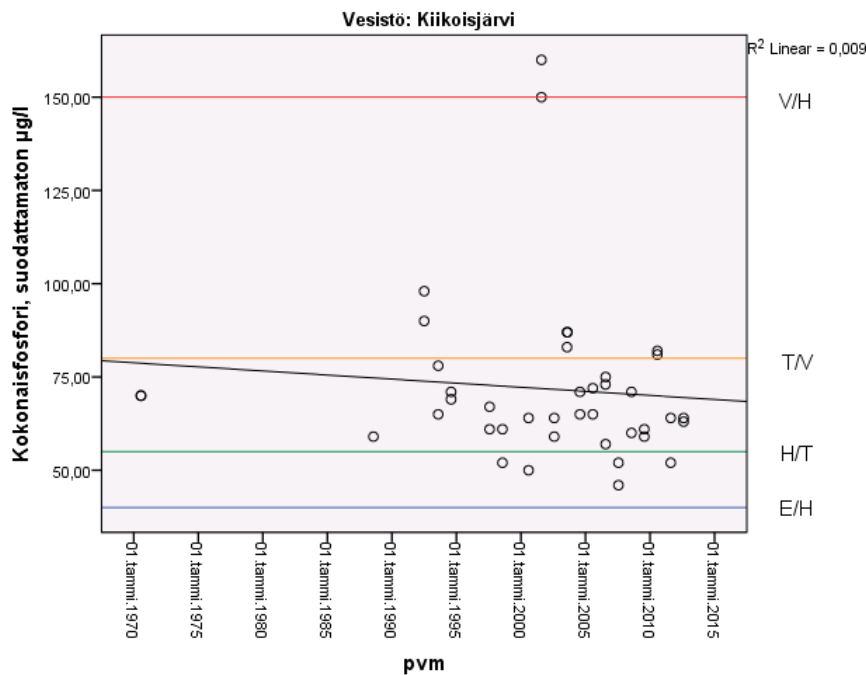


Kuva 3. Sääksjärvi (matala humusjärvi), kokonaisfosfori (TP), kasvukausi (1.6. – 30.9.), pintavesinäytteet (0 – 2m). Tiedot haettu Hertta- tietojärjestelmästä 7.5.2013.

Sääksjärvestä seuraava järviällä pohjoiseen on Kiikoisjärvi, joka laskee Jaaranjoen ja Piiljoen kautta Sääksjärveen. Kiikoisjärvi on erittäin matala (keskisyvyys vain 1,4 m) ja rehevöitynyt järvi, joka sai taulukon 2 perusteella Kouvatsanjoen valuma-alueen korkeimmat ravinnepitoisuudet. Kiikoisjärven ja siitä pohjoiseen sijaitsevan Mouhijärven välillä virtaa Mouhijoki, joka halkoo tiiviisti viljeltyä maatalousaluetta. Jokeen huuhtoutuu suuri määrä ravinteita ja humusta sitä ympäröiviltä pelloilta ja ojitetuilta soilta, ja ravinteet nostavat helposti ravinnepitoisuutta matalassa järvessä, jonka vesimäärä jää pieneksi (Leppänen, 2003). Kiikoisjärvellä on erittäin pieni viipymä (12 vrk, taulukko 1), mikä johtuu järven muodosta, syvyydestä ja sen purkupisteiden sijainneista. Tästä seuraa, etteivät järveen saapuvat ravinteet ehdi pidättäytyä, vaan ne jatkavat suoraan järven läpi Piilijokeen. Viimeisen 20 vuoden aikana järven vedenlaatu ei ole ainakaan heikentynyt, vaan jopa hieman kohentunut (kuva 4). Trendi on vain hieman laskeva, ja aineistossa on hajontaa sekä muutama outlier, mikä vaikeuttaa johtopäätösten tekemistä. Luultavasti järven tilassa on heikoin tilanne jo saavutettu, päinvastoin kuin Sääksjärvessä, jonka tila on heikentynyt jatkuvasti 2010- luvulle saakka.



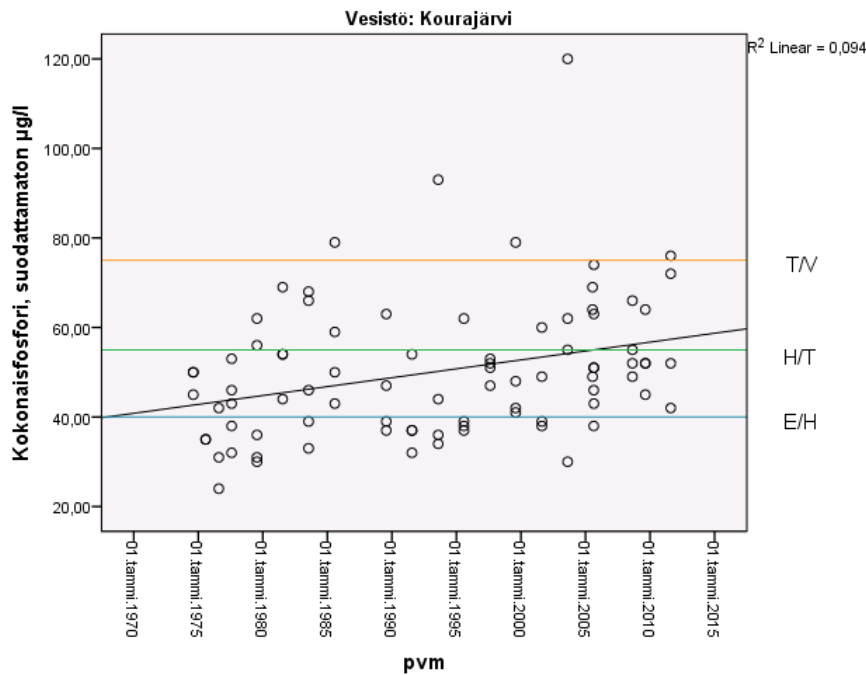
Kiikoisjärvi on ekologiselta luokitukseltaan tyydyttävä, mutta käyttökelpoisuudeltaan lähempänä välttävää, mikä johtuu rehevöitymisen aiheuttamasta sameudesta. Järven heikon käyttökelpoisuuden aiheuttaneet sameus ja mataluus eivät ole kuitenkaan estäneet järven virkistyskäyttöä (Leppänen, 2003).



Kuva 4. Kiikoisjärvi (matala runsasravinteinen järvi), kokonaisfosfori (TP), kasvukausi (1.6. – 30.9.), pintavesinäytteet (0 – 2m). Tiedot haettu Hertta-tietojärjestelmästä 7.5.2013.

Kourajärvi sijaitsee valuma-alueen pohjoisosassa lähellä kohtaa, jossa Taipaleenjoki ja Sävijoki kohtaavat, ja josta alkaa yhtenäinen jokien ja järvien ketju kohti Sääksjärveä. Kourajärvi on suhteellisen matala (keskisyvyys 3,06 m, lähde Vemala) ja sen viipymä on melko lyhyt (taulukko 1). Vedenlaatu on heikentynyt järvestä 1970-luvulta lähtien (kuva 5), ja nykyään järven ravinnepitoisuudet ovat valuma-alueen korkeimpia. Siitä huolimatta järven ekologinen tila on luokiteltu edelleen hyväksi, mikä johtuu järven luonnollisesta rehevyydestä. Kauvatsanjoen valuma-alueen pohjoisosat ovat soisia ja niiltä valuu humusta ja ravinteita Kourajärveen. Suoalueilla ei kuitenkaan harjoiteta turvetuotantoa, mikä on pelastanut Kourajärven ja muut vesistöt suuremmalta ravinnekuormitukselta. Kourajärven rannalla sijaitsee Suodenniemen taajama, joka vuoteen 2009 saakka käsitteli jätevedet omassa laitoksessaan ja laski puhdistetut vedet järveen. Nykyään jätevedet viedään Mouhijärvelle toiseen puhdistuslaitokseen, mikä on vähentänyt Kourajärveen syntyvää pistekuormitusta (Alajoki & Holsti, 2012).

Kauvatsanjoen valuma-alueen muista järvistä on tehty vähän vedenlaatuhavaintoja, joten niiden tunnuslukujen ja kuvaajien tulkinta ei ole mielekäästä. Valuma-alueen järvet muodostavat jokien yhdistämän ketjun, jossa vesi liikkuu suhteellisen nopeasti ja järvien viipymät pysyvät pieninä. Pidemmät viipymät löytyvät Sääksjärvestä ja muutamasta muusta järvestä, jotka sijaitsevat järvi-/jokiketjun ulkopuolella. Kuormitus- osiossa selviää tarkemmin, miten järvet ja osavaluma-alueet toimivat kuormituksen etenemisessä valuma-alueen läpi kohti Sääksjärveä.



Kuva 5. Kourajärvi (runsasravinteinen järvi) kokonaisfosfori (TP), kasvukausi (1.6. – 30.9.), pintavesinäytteet (0 – 2m). Tiedot haettu Hertta- tietojärjestelmästä 7.5.2013.

Kauvatsanjoen valuma-alueen joet ovat luokiteltu joko tyydyttävään tai välttävään ekologiseen tilaan. Jokien ekologista kuntoa laskee niiden pieni vesimäärä, jossa pienikin ravinnekuorma aiheuttaa korkean ravinnepitoisuuden. Jokien vedenlaatu on riippuvaista ympäröivien alueiden maankäytöstä ja valunnan tuomasta ravinnekuormasta sekä järvien sisäisestä kuormituksesta. Monia Kauvatsanjoen valuma-alueen jokia on padottu, mikä on aiheuttanut muutoksia virtaamisissa ja vedenlaadussa. Jaaranjoella on säännöstelypato (Alajoki & Holsti, 2012), ja Sääksjärvessä ja Mouhijoella pohjapadot (Kokemäenjoen käyttötieto, 2013).

Taulukko 2. Valuma-alueen joet. Tiedot haettu VPD:n alaisten vesistöjen paikkatietoaineistosta.

Nimi	Tyyppi	Ekologinen tila 2007	Pituus km <sup>2</sup>
Kauvatsanjoki	Keskisuuret kangasmaiden joet	Tyydyttävä	12,54
Jaaranjoki/ Piilijoki	Keskisuuret kangasmaiden joet	Tyydyttävä	13,02
Mouhijoki	Keskisuuret kangasmaiden joet	Tyydyttävä	11,48
Kourajoki/ Leppijoki	Keskisuuret kangasmaiden joet	Välttävä	4,84
Sävijoki	Keskisuuret kangasmaiden joet	Välttävä	22,07
Taipaleenjoki/ Toijasjoki/ Hirvonjoki	Keskisuuret kangasmaiden joet	Tyydyttävä	11,97

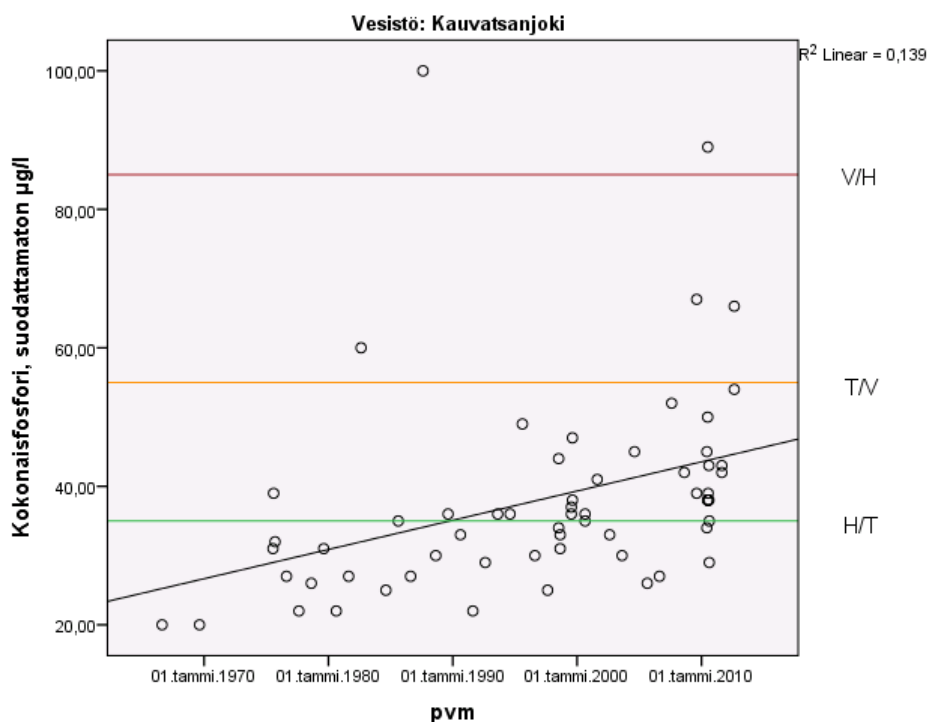
Jokien vedenlaadusta on suhteellisen vähän havaintoja, mutta kolmessa seurannassa olleessa joessa havaitaan vedenlaadun olevan melko yhtäläinen. Näyttäisi siltä, että vedenlaatu heikkenee valuma-alueen keskiosissa Mouhijärven ja Kiikoisjärven alueella, jossa sijaitsee paljon maataloutta. Sääksjärvessä Kauvatsanjokeen virtaava vesi on hieman puhdistunut, kun osa ravinteista on pidättäytynyt Sääksjärveen. Sääksjärven kunnon heikkeneminen näkyy samoin Kauvatsanjoen vedenlaadussa (kuva 6), joka on heikentynyt 1970- luvulta lähtien. Sekä maksimi- että minimiarvot ovat kasvaneet tasaisesti 40 vuoden

ajan. Syynä viimeisimpien vuosien korkeisiin arvoihin voi olla Sääksjärven pohjapato, joka on laskenut kesän virtaamaa, ja kasvattanut pitoisuuksia vesimäärän laskiessa.

Taulukko 4. Jokien vedenlaatu.

Vedenlaadun tunnusluvut <sup>a</sup>					
Vesistö		Näkösyyvyys m	Kiintoaine, karkea mg/l	Kokonaisfosfori, suodattamaton µg/l	Kokonaistyyppi, suodattamaton µg/l
Jaaranjoki/Piilijoki	Mean			58,80	1004,00
	N			5	5
Kauvatsanjoki	Mean	0,70	17,49	43,71	690,42
	N	1	10	24	24
Kourajoki/Leppijoki	Mean	0,90	2,90	46,82	769,09
	N	1	2	11	11
Total	Mean	0,80	15,06	46,45	751,25
	N	2	12	40	40

a. Muodostuma = Joki



Kuva 6. Kauvatsanjoen (keskisuuri kangasmaiden joki) kokonaisfosfori (TP), kasvukausi (1.6. – 30.9.), pintavesinäytteet (0 – 2m). Tiedot haettu Hertta-tietojärjestelmästä 7.5.2013.

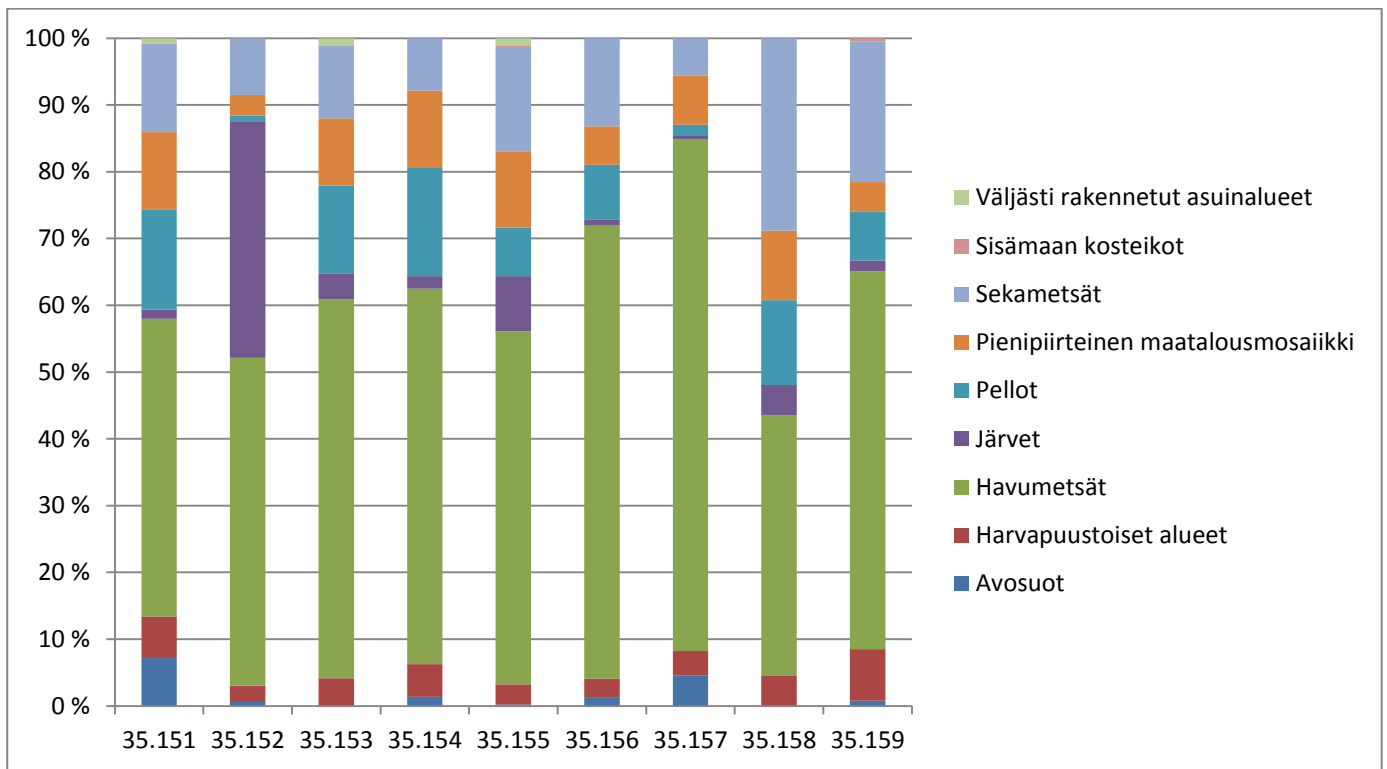
### 3. Osavaluma-alueet ja niiden maankäyttö

Kauvatsanjoen valuma-alue jakautuu yhdeksään osavaluma-alueeseen, joiden maankäytössä ja muissa ominaisuuksissa havaitaan selkeää vaihtelua (kuva 7). Osavaluma-alueen maankäyttö ja järvisyys sekä sen sijainti valuma-alueella vaikuttavat valuma-alueen vesistöjen vedenlaatuun. Maankäyttö on tärkeä tekijä alueella syntyvän kuormituksen suhteen. Sijainti valuma-alueella vaikuttaa puolestaan merkittävästi alueelle tulevaan kuormitukseen, koska saapuvan kuormituksen määrä kasvaa edettäessä yläjuoksulta alaspäin. Valuma-alueen järvet voivat viivyttää ja mahdollisesti pidättää kuormitusta, mutta toisaalta rehevien järvien sisäinen kuormitus saattaa kasvattaa seuraavalle valuma-alueelle liikkuvaa ravinnekuormaa. Näin järvien vaikutus on täysin riippuvaista niiden muodosta ja ravinteisuudesta.

Taulukko 5. Kauvatsanjoen osavaluma-alueet. Tiedot ovat haettu valuma-alueiden paikkatietoaineistosta.

	Osavaluma-alue	Järvisyys (%)	Pinta-ala (km <sup>2</sup> )	Järvisyys alarajalla (%)	Pinta-ala alarajalla (km <sup>2</sup> )
35.151	Kauvatsanjoen alaosan a	5,27	117,4	8,49	805,3
35.152	Sääksjärven a	38,17	94,2	9,03	688,0
35.153	Piilijoen a	4,37	100,6	4,84	530,0
35.154	Kiikoisjoen a	3,09	93,4	4,95	429,5
35.155	Mouhijärven a	10,06	115,8	5,47	336,0
35.156	Sävijoen a	2,12	102,6	3,06	220,2
35.157	Rukajoen va	0,85	63,8	0,85	63,8
35.158	Märkäjärven a	5,69	51,5	3,88	117,7
35.159	Vesajärven va	2,48	66,2	2,48	66,2

Kauvatsanjoen valuma-alueen pohjoisin osa on metsäistä ja harvaan asuttua, ja maatalouden osuus maankäytöstä kasvaa siirryttäessä etelään. Syrjäiset Säviöjoen ja Vesajärven osavaluma-alueet ovat metsävaltaisia, mutta niiden kyljessä sijaitseva Märkäjärven osavaluma-alue sisältää jo enemmän maataloutta. Maatalouden merkitys kasvaa siirryttäessä valuma-alueen keskiosiin Mouhijärven, Kiikoisjärven ja Piilijoen osavaluma-alueille. Etenkin kahdella viimeksi mainitulla peltojen ja maatalousmosaiikin yhteisösuus on lähes 30 %, josta suurin osa keskittyy jokien ympärille. Piilijoen osavaluma-alueelta vedet purkautuvat suoraan Sääksjärveen, joten kaikki matkan varrella syntynyt ja mukana pysynyt kuormitus päättyy lopuksi Sääksjärveen. Sääksjärveen laskevat vetensä myös Rukajoen ja itse Sääksjärven osavaluma-alueet, jotka ovat syrjäisiä ja maankäytöltään hyvin luonnonmukaisia. Sääksjärven aluetta hallitsee itse järvi, ja suurin osa maa-alueista on metsää. Rukajoen osavaluma-alue sisältää keskimääräistä enemmän soita ja erittäin vähän maataloutta. Osavaluma-alueet ovat pääosin vähäjärvisiä, mutta joukosta erottautuvat Sääksjärven ja Mouhijoen alueet, joilla järvet kattavat alasta keskimääräistä suuremman osan.



Kuva 7. Osavaluma-alueiden maankäyttömuotojen suhteelliset osuudet. Maankäyttöluokitus on Corine 2006 3-tason mukainen. Pinta-alojen osuudet on laskettu Corine 2006 maankäyttöpaikkatietoaineistosta.

#### 4. Ravinnekuormitus

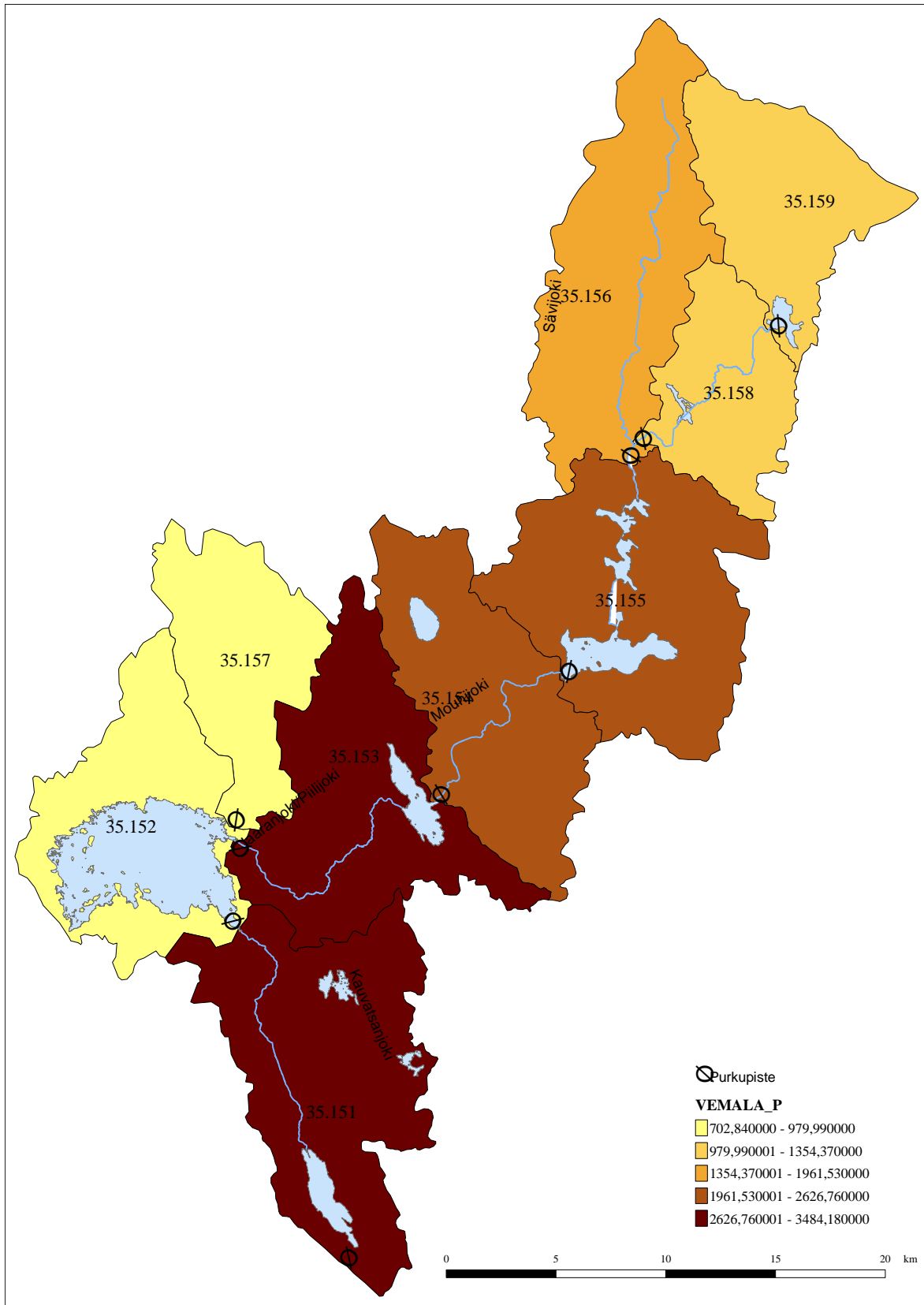
Edellisissä luvuissa on käsitelty Kouvatsanjoen valuma-alueen vesistöjen tilaa ja vesistöjen muutoksia menneinä vuosikymmeninä sekä valuma-alueen maankäyttöä osavaluma-alueiden tarkkuudella. Valuma-alueiden maankäyttö ja ominaisuudet vaikuttavat vesistöjen vedenlaatuun ravinnekuormituksen kautta, jota ei vielä ole käsitelty. Luonnollisesta huuhtoumasta ja ihmisen toiminnasta syntyvä ravinnekuormitus kulkeutuu valunnan kautta vesistöihin, joissa se liikkuu eteenpäin kohti alajuoksua tai pidättäytyy vesistöihin. Eri tavoin vesistöön saapuva typpi- ja fosforikuormitus lisää vesistön perustuotantoa eli leviää ja heikentää vesistön ekologista tilaa ja virkistyskäyttöä.

Kuormituksen syntymistä mallinnetaan VEPS- (Tattari & Linjama, 2004) ja VEMALA- (Huttunen ym. 2006, 2007, 2008) malleilla, jotka mallintavat haja- ja pistekuormitusta. Mallit laskevat hajakuormituksen maankäytön muotojen kattamien pinta-alojen ja ominaiskuormitusarvojen perusteella huomioiden myös topografian ja vesistön läheisyyden. Mallit hakevat pistekuormitustiedot Vahti- tietojärjestelmästä. Mallit käyttävät hajakuormituksen laskemiseen eri menetelmiä, jolloin myös niiden tulokset eriävät hieman.

##### a) Kouvatsanjoen valuma-alue

Kouvatsanjoen valuma-alue jakautuu voimakkaasti kuormitusta tuottavaan keski- ja eteläosaan, kohtalaisesti kuormittavaan pohjoisosaan ja heikosti kuormittavaan luoteisosaan (kuva 6). Aluejako noudattaa melko tarkasti maankäyttö- luvussa esitettyjä osavaluma-alueiden maatalouden osuuksia, jotka

kasvavat pohjoisesta etelää kohti ja laskevat lähes nollaan Sääksjärven takana sijaitsevilla maa-alueilla. Kartasta nähdään, kuinka Sääksjärven pohjoispuolelta liikkeelle lähtevä kuormitus päättyy lopuksi kahden purkauspisteen kautta Sääksjärveen.



Kuva 8. Kouvatsanjoen valuma-alue jaettuna osavaluma-alueisiin. Fosforikuormitus ( $P \cdot \text{kg}/\text{vuosi}$ ). Vemala, mallinnus vuodelta 2007.

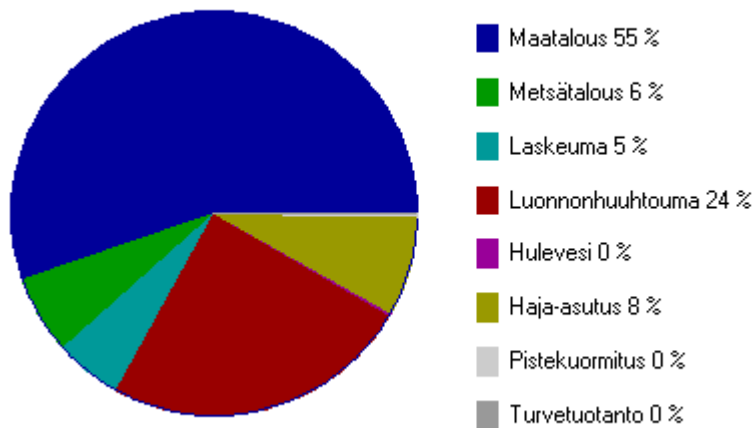
Taulukko 7. VEMALAlla ja VEPSillä tuotetut fosforin ja typen kuormitustiedot (P/N \* 1000 kg/v) vuodelta 2007. Kohdealueena on Kauvatsanjoen valuma-alue.

	Fosfori (1000 kg/ v)	Typpi (1000 kg/ v)
<b>VEMALA</b>	17	605
<b>VEPS</b>	16	302

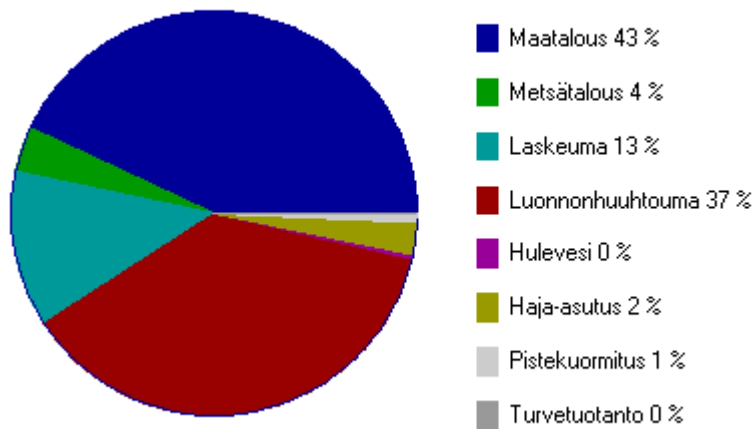
Eri malleilla tuotetut kuormitusarvot eroavat melko voimakkaasti typen kohdalla. VEPSillä tuotetut typpi-arvot ovat alle puolet VEMALAlla tuotetuista arvoista. Mallien eroavaisuus johtuu niiden erilaisista laskentamalleista. VEPS on puhtaasti maankäyttöön perustuva ominaiskuormitusmalli. VEMALA on lähtökohtaisesti veden liikkeitä laskeva malli, johon kuormitus on tuotu lisäosana. VEMALA huomio kuormituksen laskennassa virtaaman, joka aiheuttaa vaihtelua vuosittaisten kuormitusmäärien välille. Tästä syystä VEMALAlla laskettu yhden vuoden kuormitus voi erota voimakkaasti VEPSin tuloksesta.

Fosforin ja typen kuormituksen jakautuminen eri maankäyttömuotojen välille eroavat toisistaan (kuvat 9 ja 10). Fosforia muodostuu eniten maataloudesta ja toiseksi eniten luonnonhuuhtoumana aivan kuten typpeäkin. Fosforilla maatalouden ja haja-asutuksen osuudet ovat korkeampia nostaten ihmislähtöisen kuormituksen osuuden selkeästi korkeammaksi kuin typellä. Fosforilla maatalous, metsätalous ja haja-asutus muodostavat yhdessä 69 % kokonaiskuormituksesta, kun typellä maatalous, metsätalous, haja-asutus ja pistekuormitus muodostavat vain 50 %. Luonnonhuuhtouma on typen kohdalla 13 % -yksikköä suurempi kuin fosforilla.

Kauvatsanjoen valuma-alueen kuormituslähteistä määrällisesti suurin fosforikuormittaja on maatalous (VEPS) ja tarkemmin peltoviljely (VEMALA). Typen osalta tilanne on hieman tasaisempi, ja Vemalalla mallinnettuna maatalous ei olekaan pahin typpikuormittaja, vaan haja-asutuksen kuormitus ja muulta maa-alueelta tuleva kuormitus yhdessä menevät ohitse. Osavaluma-alueista pahin kuormittaja typen ja fosforin kohdalla on Kauvatsanjoen alaosa, jossa joen ympäristö on voimakkaasti viljeltyä. Seuraavassa osassa tarkastellaan ainoastaan Sääksjärven pohjoispuolista aluetta.



Kuva 9. Fosforin kuormituslähteet vuosina 1990-2002, mallinnettu Vepsillä. Kauvatsanjoen valuma-alue.



Kuva 10. Typen kuormituslähteet vuosina 1990-2002, mallinnettu Vepsillä. Kauvatsanjoen valuma-alue.

## b) Sääksjärven pohjoispuolinen valuma-alue

Sääksjärven pohjoispuolisen alueen tarkastelu on mielenkiintoisempaa Sääksjärven kannalta, koska suurin kuormittaja, Kauvatsanjoen alaosa, on poistettu tarkastelusta, ja jäljellä jäävät ainoastaan Sääksjärveen päätyvän kuormituksen tuottaja-alueet. Vemalan ja Vepsin tuottamien kuormitusarvojen suhde pysyy melko samana kuin edellisessä tarkastelussa (taulukko 7), samoin fosforin kuormituslähteet pysyivät yhtäläisinä (kuva 11). Typen kohdalla tapahtuu % -yksikön verran siirtymää pois maataloudesta kohti luonnonhuuhtoumaa ja pistekuormitusta (kuva 12).

Taulukko 8. VEMALAlla ja VEPSillä tuotetut fosforin ja typen kuormitustiedot (P/N \* 1000 kg/v) vuosina 1990-2002. Kohdealueena on Sääksjärven yläpuolisella osalla valuma-alueesta.

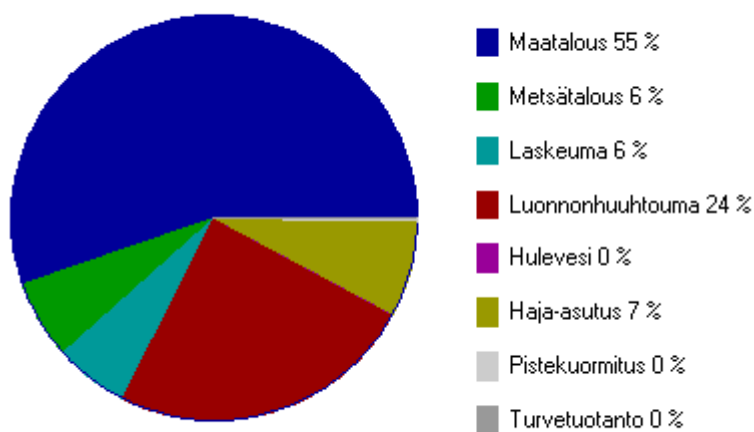
	Fosfori (1000 kg/ v)	Typpi (1000 kg/ v)
VEMALA	14	489
VEPS	13	250

Taulukko 9. Kauvatsanjoen osavalmualueilla syntyvä fosforikuormitus. Kuormitustiedot ovat VEMALASTa ja pinta-alat valuma-alueiden paikkatietoaineistosta.

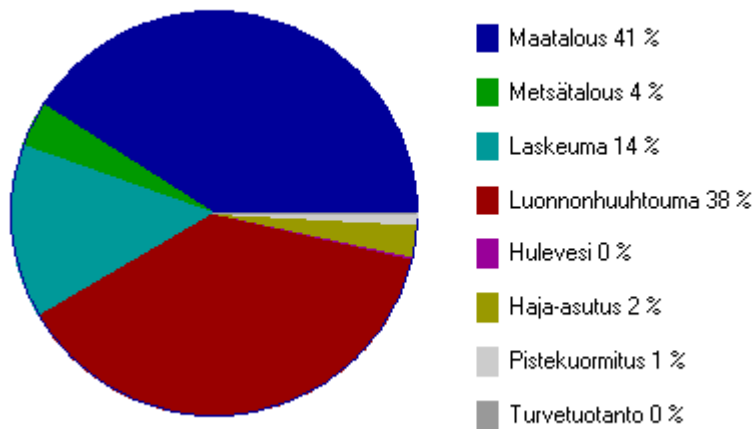
	Osavalmu-alue	Pinta-ala (km <sup>2</sup> )	Fosfori (kg)	Ominaiskuorma (kg P/km <sup>2</sup> )
35.151	Kauvatsanjoen alaosan a	117,4	3473,89	29,60
35.152	Sääksjärven a	94,2	696,56	7,40
35.153	Piilijoen a	100,6	3032,77	30,16
35.154	Kiikoisjoen a	93,4	2514,72	26,92
35.155	Mouhijärven a	115,8	2626,66	22,67
35.156	Sävijoen a	102,6	1961,42	19,12
35.157	Rukajoen va	63,8	965,43	15,14
35.158	Märkäjärven a	51,5	1354,4	26,31
35.159	Vesajärven va	66,2	1109,19	16,77



Osavaluma-alueista suurin kuormittaja on Piilijoen alue, jolla on korkein typpi- ja fosforikuormitus sekä maanviljelyn että muiden maankäyttömuotojen osalta. Piilijoesta pohjoiseen päin kuormitusmäärät pysyvät korkeina kunnes Märkjärven ja Vesajärven alueilla kuormitukset laskevat selkeästi. Pinta-alaan suhteutetut kuormitukset pienenevät pääosin pohjoiseen päin, mutta poikkeuksen tekee Märkjärven osavaluma-alue, jolla pinta-alaan suhteutettu kuormitus on yhtä korkea kuin Kiikoisjoen osavaluma-alueella. Syynä suhteellisen voimakkaaseen kuormitukseen on maatalouden suuri osuus pinta-alasta. Vaikka maatalouden osuus maankäytössä pääasiassa vähenee yläjuoksulla, kattaa se Märkjärven osavaluma-alueesta suhteellisen suuren osan. Haja-asutuksen tuottamat kuormitukset muuttuvat maatalouden kuormituksen mukana samansuuntaisesti, mutta ne ovat häviävän pieniä maatalouden tuottamiin verrattuna. Matalimmat kuormitukset (P alle 1000 kg/v) havaitaan luoteisilla Sääksjärven ja Rukajoen valuma-alueilla. Monella osavaluma-alueella ei ole havaittu pistekuormitusta ollenkaan paitsi Piilijoen ja Mouhijärven alueilla, joilla sijaitsevat Suodenniemen ja Kiikoisen taajamien jätevedenpuhdistamot. Nämä ovat kuitenkin ainoat mainitsemisen arvoiset pistekuormittajat, ja niidenkin kuormitukset ovat suhteellisen pienet. Ainoa kuormitusta tuottava turvetuotantoalue sijaitsee Kiikoisjoen osavaluma-alueella, jossa on pieni suo-osuus valjastettu turvetuotantoon.



Kuva 10. Fosforin kuormituslähteet vuosina 1990-2002, mallinnettu Vepsillä. Sääksjärven pohjoispuolinen alue.



Kuva 11. Typen kuormituslähteet vuosina 1990-2002, mallinnettu Vepsillä. Säöksjärven pohjoispuolinen alue.

## 5. Fosforikuormituksen ainetasekaavio

Raportin viimeisessä luvussa luodaan ainetasekaavio fosforikuormituksen muodostumisesta, liikkumisesta ja pidättäytymisestä Kauvatsanjoen valuma-alueella. Kaaviolla päästään tutkimaan vielä edellistä lukua tarkemmin sitä, miten osavaluma-alueet tuottavat ja pidättävät kuormitusta, ja kaaviolla voidaan mallintaa kuormitusmuutosten vaikutusta muiden osavaluma-alueiden ravinnetasapainoon.

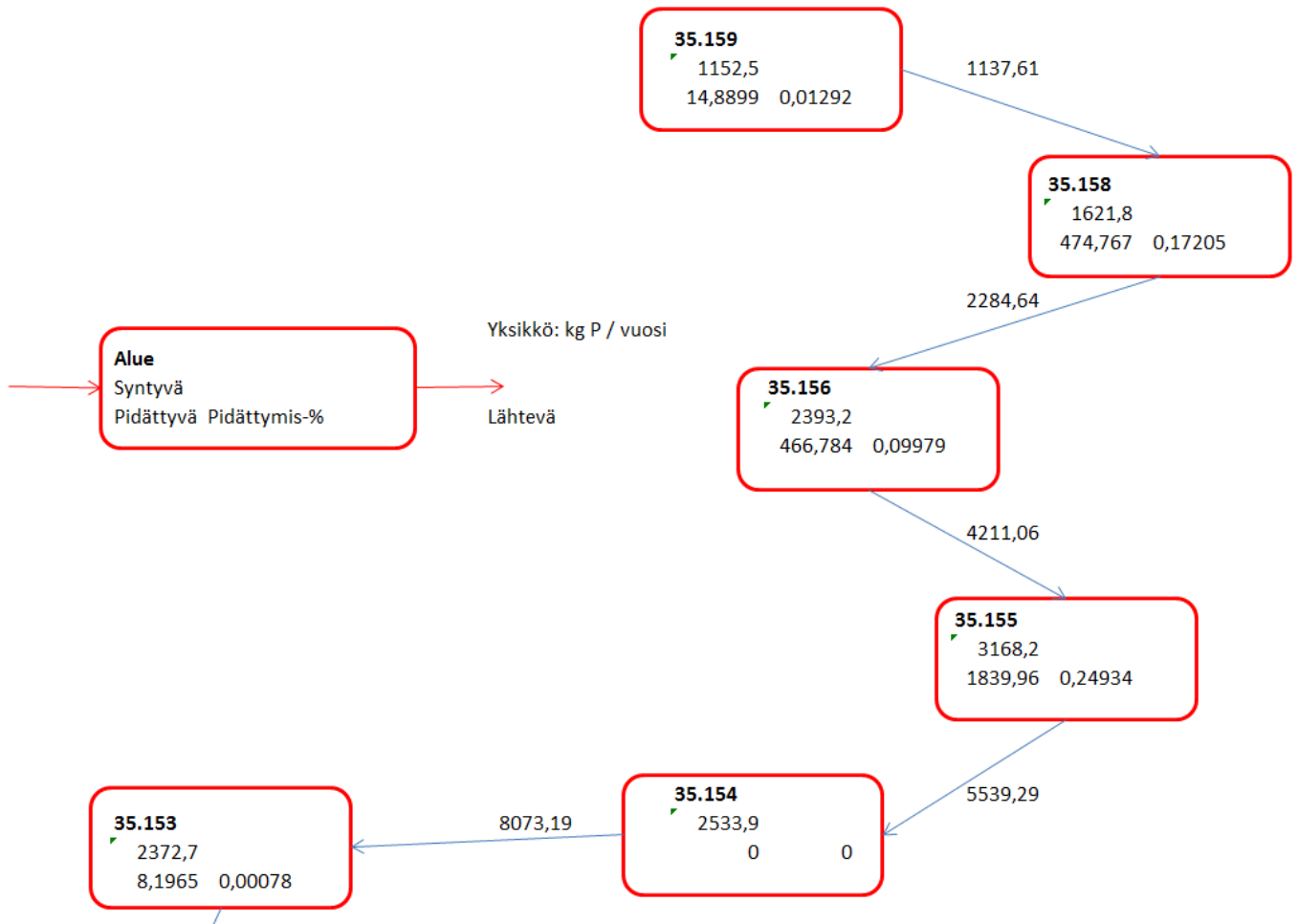
Ainetasekaavio on Excel- muotoinen laskentakaavio, joka muodostuu kahdesta sivusta: ravinnetaulukosta ja kaaviosta. Ravinnetaulukkoon on laskettu osavaluma-aluekohtaisesti omiin sarakkeisiin pistekuormittajien ja haja-asutuksen tuottama sekä pelloilla ja muualla maa-alueilla syntyvä kuormitus. Lisäksi osavaluma-alueille on laskettu niiden alueelta poistuva kuormitus. Sarakkeissa olevat fosforikuormat ovat keskiarvoja Vemalan mallintamista vuosien 1991 – 2012 vuosittaisista fosforikuormista. Monista mallinnetuista kuormitusarvoista lasketut keskiarvot voivat sisältää virheitä, mutta oletettavasti kuormitusluvut vastaavat melko tarkasti todellisuutta (GisBloom, 2013).

Kuormitustauluun on laskettu omaan sarakkeeseensa osavaluma-alueiden kuormituksen pidättymisprosentit. Pidättymisprosentti kertoo, kuinka suuri osuus valuma-alueella syntyvän ja sinne tulevan kuormituksen summasta pidättyy alueelle eikä virtaa eteenpäin. Pidättyminen on laskettu valuma-alueella syntyvän ja sinne tulevan kuormituksen summan sekä alueelta poistuvan kuormituksen suhteena. Osavaluma-alueelle saapuvan kuormituksen tunteminen vaatii koko yläpuolisen valuma-alueen kuormitustaseen laskemista, joten kaavion laskeminen tulee aloittaa yläjuoksulta ja siirtyä veden virtaussuunnan mukaisesti kohti alajuoksua.

Kaaviosta halutaan tehdä dynaaminen niin, että yhdellä osavaluma-alueella tapahtuva syntyvän kuormituksen muutos siirtyy kausaalisesti eteenpäin valuma-alueella. Tämä vaatii, että pidätysprosentista tehdään kiinteä ja ulosvirtaava kuormitus muuttuu sen perusteella, mitä alueelle tulee, ja mitä siellä syntyy. Tällöin kaaviolla voidaan tutkia kuormitusta kasvattavien ja pienentävien toimien vaikutusta koko valuma-alueen tasolla.

Tasekaaviossa yhdistyvät edellisissä luvuissa esitetyt tiedot osavaluma-alueiden maankäytön tuottamasta kuormituksesta ja vesistöjen vedenlaadusta ja muista ominaisuuksista (kuva 12). Tasekaaviossa konkretisoituu viimeinkin, miten yläpuoliset osavaluma-alueet vaikuttavat yhden alueen kohtaamaan ravinnekuormaan. Pohjoisessa sijaitsevat syrjäiset osavaluma-alueet tuottavat melko vähän kuormitusta, ja Märkäjärven osavaluma-alue pidättää suhteellisen tehokkaasti fosforikuormaa. Keskiosien valuma-alueet ja etenkin niiden maatalous tuottavat suuren määrän kuormitusta, joka pidättäytyy huonosti vähäjärvillä alueilla. Ainoan poikkeuksen tekee Mouhijärven osavaluma-alue, jolla on keskimääräistä korkeampi järvisyys, ja joka pidättää neljänneksen alueella liikkuvasta kuormituksesta. Mouhijärveä ja Kiikoisjärveä verratessa huomataan, miten järven viipymä muuttaa fosforin pidättämiskykyä. Mouhijärven osavaluma-alueella sijaitsevat Mouhijärvi (viipymä 2 kk) ja Kourajärvi (viipymä 1 kk) parantavat selkeästi fosforin pidättymistä, joka nousee 25 %:in. Vastaava luku Piilijoen osavaluma-alueella, jossa sijaitsee ainoastaan Kiikoisjärvi (viipymä 12 vrk), on noin prosentin sadasosan luokkaa.

Mouhijärveä lukuun ottamatta ennen Sääksjärveä on vain vähän kuormitusta pidättäviä järvialtaita, joten Sääksjärveen purkautuvat vedet tuovat mukanaan suuren kuormituslastin. Sääksjärven ja Rukajoen osavaluma-alueet tuottavat yksinään melko pienen fosforikuorman, mutta yhdessä ne tuottavat kaikesta Sääksjärveen valuvasta fosforista noin neljänneksen. Fosforia ei pidäty pienillä osavaluma-alueilla käytännössä lainkaan, mikä vahvistaa niiden roolia Sääksjärven kuormittajina. Sääksjärvi pidättää suurena järvialtaana jopa 40 % sinne virtaavasta fosforikuormasta. Siitä huolimatta Kauvatsanjokeen virtaa yli kahdeksan tonnia fosforia vuodessa, mikä suhteutettuna joen vesimäärään nostaa jokiveden fosforipitoisuuden korkealle. Kauvatsanjoen alaosa on aiemmin todettu maatalousvaltaiseksi, ja alue tuottaa valuma-alueen suurimman fosforikuorman. Kauvatsanjoen eteläosassa on umpeenkasvanut Puurijärvi, joka nostaa alueen pidättämiskykyä. Kauvatsanjoen valuma-alueelta poistuu vuodessa yli 11 tonnia fosforia, jotka virtaavat Kokemäenjokeen.



Kuva 12. Ote Kauvatsanjoen valuma-alueen fosforitasemallista.

Koska tasekaavion aineisto on laskettu kymmenistä mallinnetuista lukuarvoista, se saattaa sisältää virheitä ja epä johdonmukaisuuksia. Kahden osavaluma-alueen kohdalla mallinnus tuotti tilanteen, jossa syntyvän ja saapuvan fosforikuorman summa oli hieman pienempi kuin alueelta poistuva kuorma. Tällöin pidätysprosentti jäi negatiiviseksi. Tilanne on mahdollinen, jos valuma-alueella sijaitsee järvi, jolla on voimakas sisäinen kuormitus, ja järvi tuottaa kuormitusta, joka ei esiinny tasekaavion aineistossa. Järven tuottama kuormitus syntyy alueella ilman, että sitä havaitaan Vemala- mallilla, mutta sen poistuminen havaitaan vedenlaadun havainnoinnilla. Tässä tarkastelussa negatiivisen pidätyskertoimen saivat Kiikoisjoen ja Rukajoen osavaluma-alueet, joiden alueella ei kuitenkaan sijaitse sisäistä kuormitusta tuottavia järviä, joten aineistossa on syntynyt virhe. Alueiden pidätysprosentit korjattiin manuaalisesti neutraaleiksi, jolloin kaikki alueelle tuleva ja alueella syntyvä kuormitus virtaa seuraavalle osavaluma-alueelle. Alkuperäiset pidätysprosentit olivat ainoastaan hieman negatiivisen puolella, joten korjauksella ei aiheutettu suurta virhettä alkuperäiseen aineistoon.

Sääksjärveä on käsitelty kaaviossa omana kokonaisuutenaan, jossa tapahtuu kuormituksen siirtymistä ja pidättymistä. Sääksjärveä kohdellaessa omana yksikkönä päästään paremmin kiinni siihen, miten muutokset valuma-alueen eri osissa vaikuttavat Sääksjärveen tulevaan kuormitukseen. Sääksjärvi muodostaa oman kokonaisuuden, johon virtaavat sekä sen oman osavaluma-alueen että yläpuolella

sijaitsevien osavaluma-alueiden kuormitukset. Yläpuolisten osavaluma-alueiden purkauspisteet tuovat niiden kuormituksen suoraan Sääksjärveen (kuva 8) ilman, että välissä on jokia tai järviä. Tällöin kuormitus ei pidäty ennen päätymistään järveen. Sääksjärven oman osavaluma-alueen pidättämiskyky on merkattu neutraaliksi, jolloin maa-alueilla syntyvä kuormitus valuu kokonaisuudessaan järveen. Sääksjärven pidättämisprosentti on laskettu Vemalan mallintamista järvikohtaisista fosforin kuormitusarvoista samalla tavalla kuin osavaluma-alueiden kohdalla. Muuten vemalan tuottamia järvikohtaisia kuormitusarvoja ei käytetä tasekaaviossa. Kaaviossa tulkitaan järveen saapuvaksi ylemmiltä osavaluma-alueilta ja Sääksjärven osavaluma-alueelta siirtyvä kuormitus, josta osa pidättyy, ja loput jatkavat Kouvatsanjokeen. Näin Sääksjärvi toimii linkkinä ylempien osavaluma-alueiden ja Kouvatsanjoen välillä.

## Lähteet

- Alajoki H. & H. Holsti (2012). Suodenniemen kalastusalueen virtavesi- ja vaellusestekartoitus; Sävijoki, Taipaleenjoki, Hiusjoki–Karinjoki ja Myllyoja vuonna 2012. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n selvitys.
- Bonde, A. & M. Mäensivu, M. Mäkinen, V. Westberg (2012). Vesien tila hyväksi yhdessä. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskuksen Raportteja 57:2012.
- Taskinen A. (2013). Valuma-alueitoimenpiteiden vaikutus ravinne- ja kiintoainetaseisiin. Julkaisussa Malve O. (toim.) Kohti kustannustehokasta ja vuorovaikutteista vesienhoitoa. Käsikirjoitus Suomen Ympäristö -sarjan julkaisuun.
- Huttunen, I., M. Huttunen, B. Vehviläinen, A. Taskinen, S. Tattari & J. Koskiaho (2006). Development of phosphorus transport model component to a large scale hydrological model system, XXIV Nordic Hydrological Conference 2006, NHP Report 49: 297-304.
- Huttunen, I., M. Huttunen, B. Vehviläinen & S. Tattari (2007). Large scale phosphorus transport model”, The 5th International Phosphorus Workshop (IPW5) 3-7 September 2007, Silkeborg, Denmark. DJF Plant Science 130: 215-217.
- Huttunen I., M. Huttunen, S. Tattari & B. Vehviläinen (2008). Large scale phosphorus load modelling in Finland, XXV Nordic Hydrological Conference 2008, NHP Report 50: 548-556.
- Kokemäenjoen käyttötieto. <<http://www.kokemaenjoki.net/sivujoet/yleista/>> 19-06-2013.
- Leppänen, S. (2003). Maanviljelysalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma, Kiikoisjärvi. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen julkaisu 12/2003.
- Salmela K. & A. Karhunen (2001). Maanviljelysalueiden suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma, Kauvatsanjoen alue. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen julkaisu 15/2001.
- Salmela-Tiusanen, K. (1994). Kuormitus ja vesiensuojelu Sääksjärven valuma-alueella. Turun vesi- ja ympäristöpiirin julkaisu 2:1994.
- Tattari, S. & J. Linjama (2004). Vesistöalueen kuormituksen arviointi. Vesitalous 3/2004, s. 26-30.
- Suomi 24. Nettikeskustelu. <<http://keskustelu.suomi24.fi/node/6046986>> 13.6.2013
- Ympäristöviesti, syksy 2007 (2007). Länsi-Suomen ympäristökeskus.