



Hanhijärven valuma-alueen vedenlaatu- ja kuormitus selvitys

JUHO KOTANEN | JUKKA HIRVONEN | JANI PULKKINEN | ANTTI HAAPALA



Hanhijärven valuma-alueen vedenlaatu- ja kuormitus selvitys

JUHO KOTANEN, JUKKA HIRVONEN, JANI PULKKINEN JA ANTTI HAAPALA

RAPORTTEJA 21 | 2018

HANHIJÄRVEN VALUMA-ALUEEN VEDENLAATU- JA KUORMITUSSELVITYS

Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Taitto: Juho Kotanen ja Anu Bässar

Valokuvat: Juho Kotanen

Kartat ja graafit: Juho Kotanen, Jukka Hirvonen ja Jani Pulkkinen

ISBN 978-952-314-683-9 (PDF)

ISSN-L 2242-2846

ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-683-9

www.ely-keskus.fi/julkaisut

www.doria.fi

Sisällys

1.	Johdanto.....	4
1.1.	Alueen kuvaus	4
1.2.	Hanhijärven ekologinen tila	6
2.	Aineisto ja menetelmät	6
2.1.	Valuma-alueiden maankäyttö	6
2.2.	Valuma-alueille kohdistuva kuormitus.....	6
2.3.	Virtaamamittaukset ja vedenlaatuanalyysit.....	7
2.4.	Hanhijärven tarkastelu Lake Load Response (LLR) -mallityökalun avulla	8
3.	Tulokset	9
3.1.	Valuma-alueiden maankäyttö	9
3.2.	Vedenlaatu- ja virtaamatulokset	14
3.2.1	Vedenlaatu ja virtaama vuosina 2014-2015.....	14
3.2.2.	Vedenlaadun kehitys Hanhijärven valuma-alueella pidemmällä aikavälillä	16
3.3.	Kuormitustulokset	28
3.3.1	Kuormitus vedenlaatu- ja virtaamien perusteella	28
3.3.2.	Vemala-kuormitustulokset	29
3.3.3.	Kuormitus maankäytön mukaan	30
3.3.4.	Sisäinen kuormitus	33
3.4.	LLR-työkalun tulokset	34
4.	Yhteenveto kuormituksesta ja jatkotoimenpiteistä	35
	Lähteet.....	36
	Linkejä.....	36

1. Johdanto

Kuormitus selvitys on tärkeä askel vesien hoidon suunnittelussa. Sillä saadaan tärkeää tietoa kuormituksen alueellisista eroista ja vesiensuojelulliset toimenpiteet voidaan kohdentaa alueille, joissa niillä on paras mahdollinen vaikuttavuus. Tämä raportti pyrkii selventämään Mikkelin Hanhijärven ja sen valuma-alueen vesistöjen vedenlaatua ja kuormitusta, jotta vesiensuojelun jatkotoimenpiteet voisivat olla helpommin suunniteltavissa ja toteutettavissa. Alueella on tiettävästi tehty pienimuotoista vesienhoidon kunnostustoimintaa jo pidemmän aikaa.

Vesienhoidossa Hanhijärvi valuma-alueineen on keskeinen, koska vesistöjen tila on heikentynyt ja tilassa ei pidemmän ajan tarkastelussa ole nähtävissä parantumisen merkkejä. Vesienhoidon hyvän ekologisen tilan tavoite ei ole alueella toteutunut.

Valuma-alueelle on aiemmin laadittu Hanhijärven Lylylahteen laskevien vesireittien vesiensuojelusuunnitelma (Lähteenmäki 1997) sekä Hanhijärven niittotarvekartoitus (Lautamäki 2012). Hanhijärven valuma-alue on pidetty keskeisenä myös Etelä-Savon vesienhoidon suunnittelussa ja toteutuksessa (Kotanen ym. 2016).

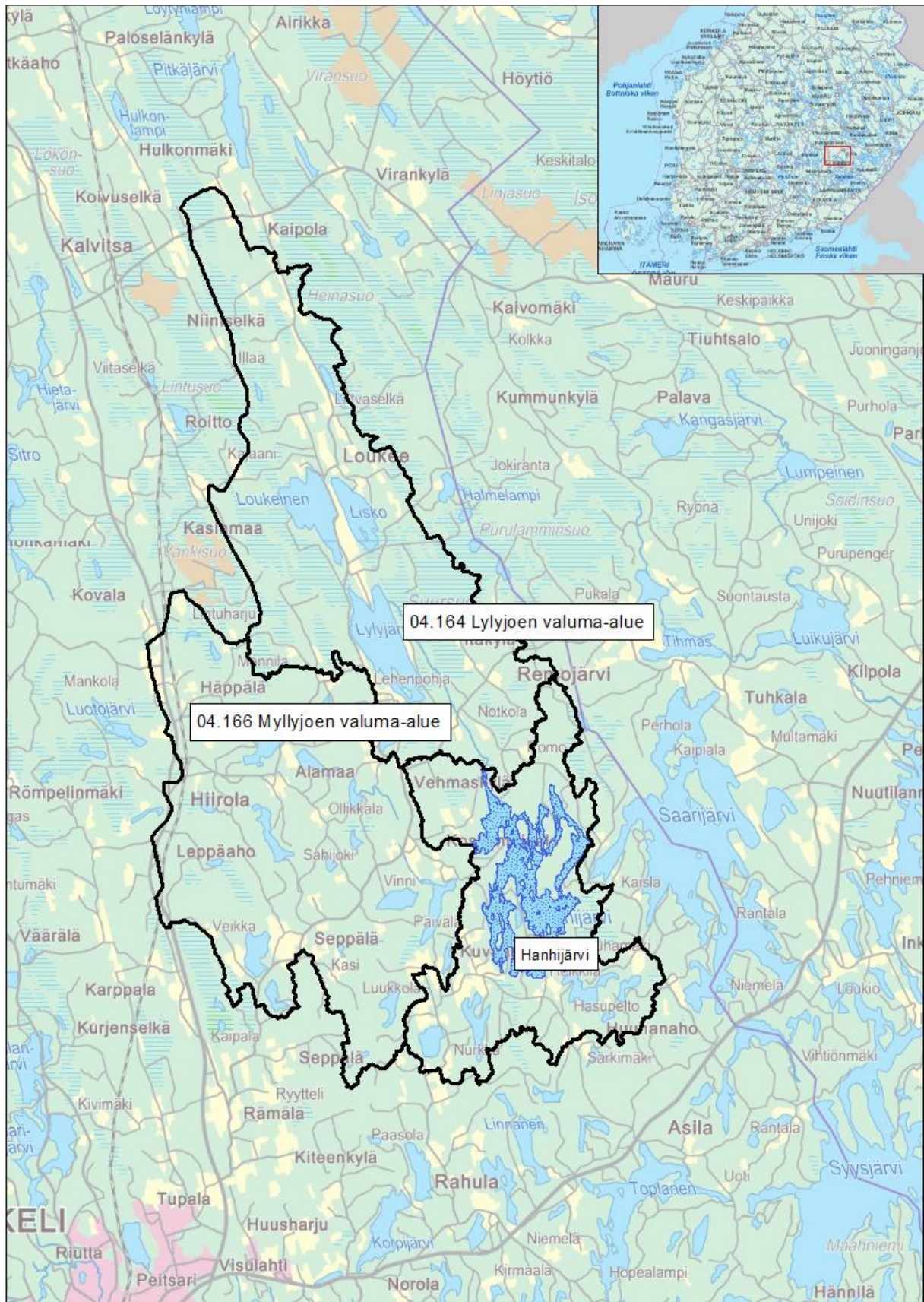
1.1. Alueen kuvaus

Hanhijärvi on vesienhoidossa tyypitelty matalaan runsashumuksiseen järvityyppiin. Hanhijärven vesiala on 4,4 km², keskisyvyys 2,3 m ja suurin syvyys 16,8 m. Järven tilavuus on noin 10,1 milj. m³. Hanhijärven laskennallinen viipymä on suhteellisen lyhyt, n. 95 vrk (LLR-mallin mukaan 125 vrk).

Hanhijärven valuma-alueen kokonaispinta-ala on n. 118 km² ja alueen järvisyys n. 13 %. Hanhijärven lähivaluma-alueen koko on n. 27 km². Hanhijärvestä vedet kulkeutuvat Saarijärven kautta Syysjärveen ja sieltä Rautjärven ja Evotun kautta Enonvesi-Siikaveteen ja Luonteriin (Saimaa).

Hanhijärveen purkaa lännestä Myllyjoki, jonka valuma-alue on kooltaan n. 45 km². Myllyjoen valuma-alue koostuu pääasiassa pienistä vesistöistä.

Toinen merkittävä valuma-alue on Lylyjoki. Pohjoisesta Hanhijärveen laskevan Lylyjärven valuma-alueen koko on n. 46 km². Valuma-alueella sijaitsevat suuremmat järvet ovat Loukeinen, Lisko ja Lylyjärvi.



Kuva 1. Hanhijärven valuma-alue.

1.2. Hanhijärven ekologinen tila

Hanhijärven vedenlaatua on seurattu 1980-luvun puolivälistä lähtien. Esimerkiksi ravinnepitoisuuksien ja levätuotantoa kuvaavan a-klorofyllipitoisuuden perusteella järven tilassa ei ole tapahtunut 1980-2000-luvuilla suuria muutoksia.

Hanhijärven ekologinen tila on vesienhoidon 1. suunnittelukaudella (2007-2009) luokiteltu tyydyttäväksi. Luokitteluun käytetty aineisto on kerätty vuodelta 2007 ja arvioissa on käytetty myös tätä vanhempia aineistoja. Ekologinen tila on pysynyt niukasti tyydyttävänä myös vesienhoidon 2. suunnittelukaudella (2012-2014). Luokittelussa käytetyt aineistot ovat vuosilta 2010, 2013 ja 2014. Pintavesien ekologisen tilan arvioinnin periaatteet on kuvattu Suomen ympäristökeskuksen laatimassa oppaassa (Aroviita ym. 2012).

Hanhijärven keskimääräinen a-klorofylli- ja fosforipitoisuus ovat hieman nousseet suunnittelukaudelta toiselle siirryttäessä (kokonaisfosfori 22 -> 24,5 µg/l ja a-klorofylli 28,8 -> 29,9 µg/l). Kokonaistyyppi sen sijaan on ollut 1. suunnittelukaudella hieman suurempi (685 -> 672,5 µg/l). On huomioitava, että Hanhijärven tila on väljäkkoilla matalan runsasumuisen järven luokituskriteereillä lähellä hyvää tilaa, ja pienet muutokset tarkkailuvuosien välisessä vesitasoissa voivat vaikuttaa tilaluokkaa nostavaan tai laskevaan suuntaan. Hanhijärveltä on ollut ekologisessa luokittelussa käytettävissä seurantatuloksia makrofyyteistä eli vesikasveista (luokka hyvä) vuodelta 2009 sekä syvänpohjaeläintuloksia (luokka tyydyttävä) vuodelta 2010.

Hanhijärven laskujoen ekologinen tila on puolestaan hyvä. Tilan kohenema laskujoen osalta tyydyttävästä hyväksi johtuu paitsi järvien ja jokien erillisistä luokituskriteereistä, myös osittain ravinteiden sitoutumis- ja sedimentaatioprosesseista. Hanhijärven valuma-alueella Loukeisen ja Lylyjärven ekologinen tila on tyydyttävä. Lisko- nimisen järven tila on hyvä. Loukeisen ekologinen tila oli 1. kaudella hyvä, Lylyjärven erinomainen.

Järvien tilaluokka on huonontunut pääosin johtuen menetelmällisistä muutoksista ja uudesta seuranta-aineistosta. Ensimmäisessä luokittelussa käytetty seuranta-aineisto oli niukkaa ja sitä täydennettiin toiseen luokitteluun mennessä. Liskon tila on pysynyt samana molemmilla luokituskausilla.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Valuma-alueiden maankäyttö

Selvitystä varten Hanhijärven valuma-alue jaettiin ArcGIS-paikkatieto-ohjelmalla kuuteen osavaluma-alueeseen kuormituksen alueellisten erojen selvittämiseksi. Valuma-alueet ovat Hanhijärven lähivaluma-alue, Impulanjoen, Myllyjoen, Lylyjoen, Loukeisen sekä Liskon valuma-alueet.

Selvityksessä käytettiin lisäksi paikkatietoaineistoja valuma-alueiden maankäytön selvittämiseksi. Valuma-alueilta analysoitiin maankäyttötiedot Corine Land Cover 2012 -aineiston perusteella. Lisäksi selvitettiin harvapuustoiset alueet (hakkuut ja taimikot) myös Corine Land Cover 2006 -aineistolla. Valuma-alueilta analysoitiin soiden ojitustilanne SYKEN laatiman paikkatietoaineiston perusteella.

2.2. Valuma-alueille kohdistuva kuormitus

Selvityksessä käytettiin apuna Suomen ympäristökeskuksen tuottamaa WSFS-VEMALA-mallia. VEMALA mallintaa fosforin, typen ja kiintoaineen kuormitusta koko Suomessa valuma-alueittain. Malli ottaa huomioon sääolosuhteet, jotka vaikuttavat paljon ainevirtaamiin. Tässä selvityksessä haluttiin VEMALAn avulla

erityisesti vertailla eri maankäyttömuotojen aiheuttamaa vesistökuormitusta. Selvityksessä käytettiin malliversiota V1, joka on käytössä oleva stabiili malli. Malliversiossa maa-alueen ravinneprosesseja ei ole kuvattu ja ominaiskuormitus on jaettu vuorokausivalunnan perusteella. Kuormitus on laskettu aikavälille 2006-2011.

2.3. Virtaamamittaukset ja vedenlaatuanalyysit

Etelä-Savon ELY-keskus otti vesinäytteet Hanhijärven laskujoesta sekä Hanhijärven osavaluma-alueilta purkavista jokivesistä yhteensä kuudesta näytteenottpisteestä (taulukko 1) kolmella havaintokerralla: 14.7.2014, 3.11.2014 ja 4.5.2015. Tavoitteena oli huomioida erityisesti kevät- ja syysylivirtaama-ajan edustavuus ja saavuttaa virtaamahuippujen tilanne mikäli mahdollista. Suurin osa näytepisteistä oli sellaisia, mistä on seurattu vedenlaatua aiemminkin. Impulanjoen havaintopisteestä näytteitä ei oltu aiemmin otettu.

Näytteet otettiin n. 20 cm syvyydestä sekoittuneesta virrasta. Vesinäytteistä analysoitiin seuraavat parametrit: lämpötila, sameus, kiintoaine, sähkönjohtavuus, alkaliniteetti, pH, väriluku, kokonaistyyppi, nitriitti-nitraatti typpinä, ammoniumtyppi, kokonaisfosfori, fosfaatti fosforina, rauta, mangaani ja kemiallinen hapenkulutus.

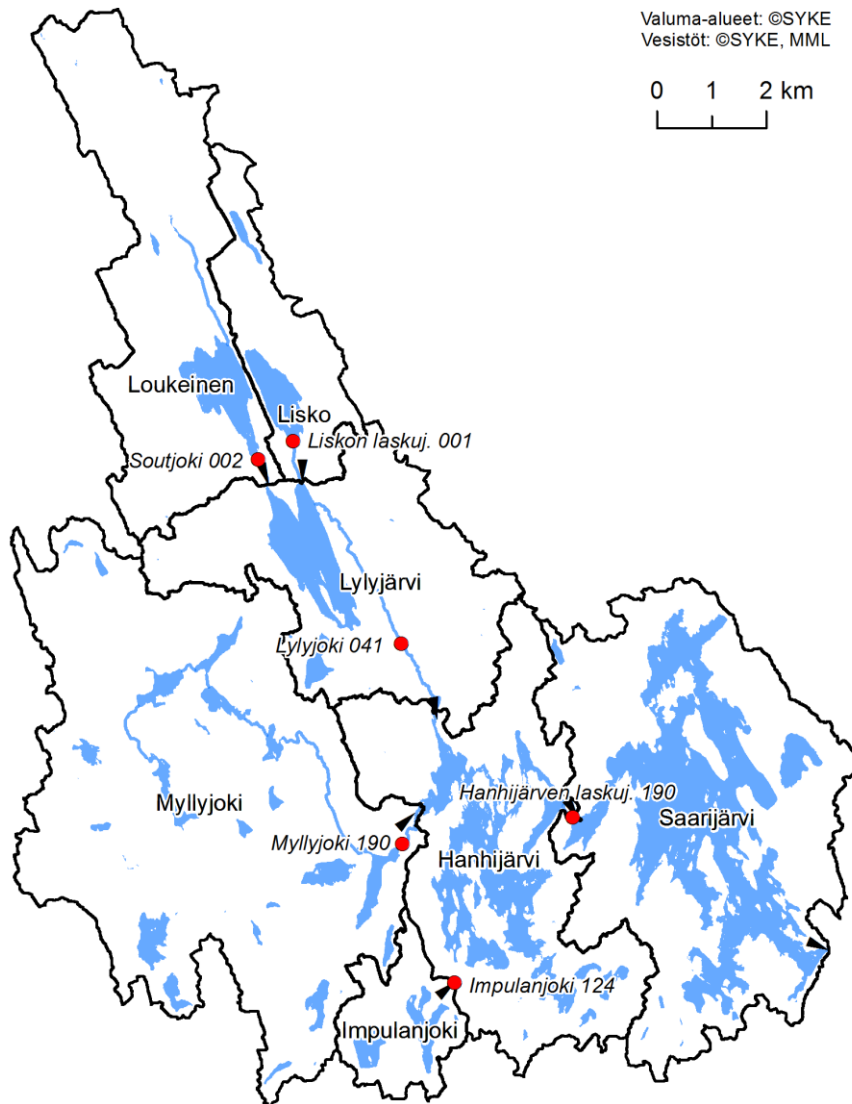
Vesinäytteenoton yhteydessä uomista mitattiin virtaamat, jotta niistä voitiin laskea ainemääräkohtaiset kuormitukset. Kesän 2014 havaintokerralla kaikista uomista ei pystynyt mittaamaan virtaamia. Näiltä osin virtaamien arvioinnissa käytettiin pienten valuma-alueiden valuntatietoja. Kaikki virtaamamittauspaikat eivät sijaitse aivan vesinäytteenottoaikan kohdalla, koska virtaamamittauksissa on pyritty löytämään edustava kohta, jossa mittauksen pystyy tekemään ja tulokset ovat mahdollisimman luotettavia.

Vedenlaatuarkastelun pohjana on käytetty myös aiempia analyysijä, jotka on tallennettu Pintavesien tila-tietojärjestelmään (PIVET). Tiedot ovat julkisia ja vapaasti saatavia avoimista ympäristötietojärjestelmistä http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat.

Taulukko 1. Hanhijärven kuormitus selvityksen havaintopaikat.

Havaintopaikka	Koordinaatit		Näytteenotokertoja*		
	YKP	YKI	Ensimmäinen	Viimeinen	Kpl
Hanhijärven laskuj 043	6853740	3526120	15.07.1981	30.10.2014	28
Hanhijärven laskuj 049	6853840	3526000	12.11.1981	05.05.2015	20
Impulanjoki 124	6850707	3523952	14.07.2014	05.05.2015	3
Liskon laskujoki 001	6860630	3520990	12.11.1973	04.05.2015	24
Lylyjoki 041	6856920	3522980	18.02.1981	04.05.2015	83
Myllyjoki 110	6853248	3522999	19.04.2001	05.05.2015	19
Soutjoki 002	6860300	3520350	12.11.1973	04.05.2015	26

*) Näytteenotokerrat 4/2016 mennessä.



Kuva 2. Vedenlaadun ja virtaaman havaintopaikat.

2.4. Hanhijärven tarkastelu Lake Load Response (LLR) -mallityökalun avulla

LLR-kuormitusvaikutusmalli on kehitetty vesienhoidon suunnittelun apuvälineeksi. Työkalun avulla voidaan ennustaa, kuinka paljon järveen tulevan kuormituksen määrää tulisi vähentää hyvän vedenlaadun saavuttamiseksi. Kyseessä on yksinkertainen vedenlaatumalli, joka antaa tulokseksi todennäköisyydet ja epävarmuudet sille, missä ekologisessa tilassa järvi todennäköisimmin on nykykuormituksella tai uusissa kuormitustilanteissa kokonaisfosfori, -typen ja a-klorofyllin perusteella. Malli ei kuitenkaan arvioi biologisten muuttujien arvoja eikä niiden sekä mallin ennustamien kemiallisten muuttujien yhteistuloksena määräytyvää ekologista tilaa. Työkalun syöttötiedoiksi tarvitaan mm. hydrologis-morfologiset perustiedot järvestä (järvityyppi, keskisyvyys, tilavuus, pinta-ala), hydrologia (luusuan virtaama), vedenlaatu (fosfori- ja typpipitoisuudet jne.) sekä biologia (a-klorofyllipitoisuudet). Suurin osa tiedoista oli saatavilla Hanhijärven osalta.

3. Tulokset

3.1. Valuma-alueiden maankäyttö

Hanhijärven ja sen osavaluma-alueiden maankäyttötiedot on koottu taulukkoon 2. Valuma-alueet ovat metsäisiä; erilaiset metsät peittävät valuma-alueista n. 70-83 % (kuva 3) Niistä merkittävä osa kasvaa turvemailla erityisesti Loukeisen, Liskon ja Lylyjoen valuma-alueilla. Hakkuualojen ja taimikoiden osuudet valuma-alueiden kokonaisaloista vaihtelevat Impulanjoen 9 %:sta Myllyjoen 14 %:iin (kuva 4). Maatalouden osuus maankäytöstä vaihtelee. Suhteellisesti eniten peltopinta-alaa on Impulanjoen ja Liskon valuma-alueilla, joissa peltojen osuudet ovat 15 % ja 12 %.

Taulukko 2. Hanhijärven ja sen osavaluma-alueiden maankäyttömuodot (Corine 2012).

Maankäyttömuoto	Hanhijärvi lähivaluma-alue		Impulanjoki		Loukeinen	
	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Asutus	60	2,7	25	5,1	33	1,6
Maatalous	108	4,8	89	18,6	147	7,2
josta peltoa	97	4,3	73	15,2	147	6,6
Metsät, avoimet kankaat ja kalliomaat	1567	69,6	296	61,6	1702	82,9
josta kangasmaalla	1218	54,1	232	48,3	862	42,0
josta turvemaalla	121	5,4	22	4,7	583	28,4
josta harvapuustoista aluetta(hakkuut, taimikot)	228	10,1	42	8,7	258	12,6
Avosuo, kosteikko	28	1,3	5	1,1	32	1,6
Vesialue	487	21,6	65	13,5	138	6,7
Yhteensä	2251	100	480	100	2053	100
Maankäyttömuoto	Lisko		Lylyjoki lähivaluma-alue		Myllyjoki	
	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Asutus	19	2,6	41	2,1	162	3,5
Maatalous	98	13,3	89	4,5	377	8,2
josta peltoa	89	12,1	67	3,4	331	7,2
Metsät, avoimet kankaat ja kalliomaat	523	71,0	1586	80,5	3733	81,2
josta kangasmaalla	268	36,4	864	43,8	2701	58,7
josta turvemaalla	160	21,7	464	23,6	382	8,3
josta harvapuustoista aluetta(hakkuut, taimikot)	95	12,9	257	13,1	650	14,1
Avosuo, kosteikko	4	0,5	30	1,5	14	0,3
Vesialue	93	12,6	225	11,4	312	6,8
Yhteensä	736	100	1971	100	4599	100

Valuma-alueet ovat monin paikoin varsin turvemaaperäisiä (kuva ja taulukko 3). Erityisen suoperäisiä ovat Loukeisen, Lylyjoen ja Liskon valuma-alueet, joissa turvemaiden osuus valuma-alueesta on yli 25 %. Lähes kaikki turvemaat (76-96 % riippuen valuma-alueesta) on ojitettu (kuva 5). Valuma-alueilla ei ole turvetuotantoa.


Taulukko 3. Turvemaat valuma-alueilla.

Valuma-alue	Ojittamaton turvemaat, ha	%	Ojitettu turvemaat, ha	%	Turvemaata yhteensä, ha	Turvemaata valuma-alueen pinta-alasta, %
Hanhijärvi, lähivaluma-alue	49	24,3	153	75,7	202	9,0
Myllyjoki	128	24,1	403	75,9	531	11,5
Impulanjoki	7	17,2	32	82,8	38	7,9
Loukeinen	52	6,9	710	93,1	763	37,1
Lisko	8	4,2	188	95,8	196	26,6
Lylyjoki	35	5,9	560	94,1	596	30,2
Yhteensä	279	12,0	2046	88,0	2325	19,2








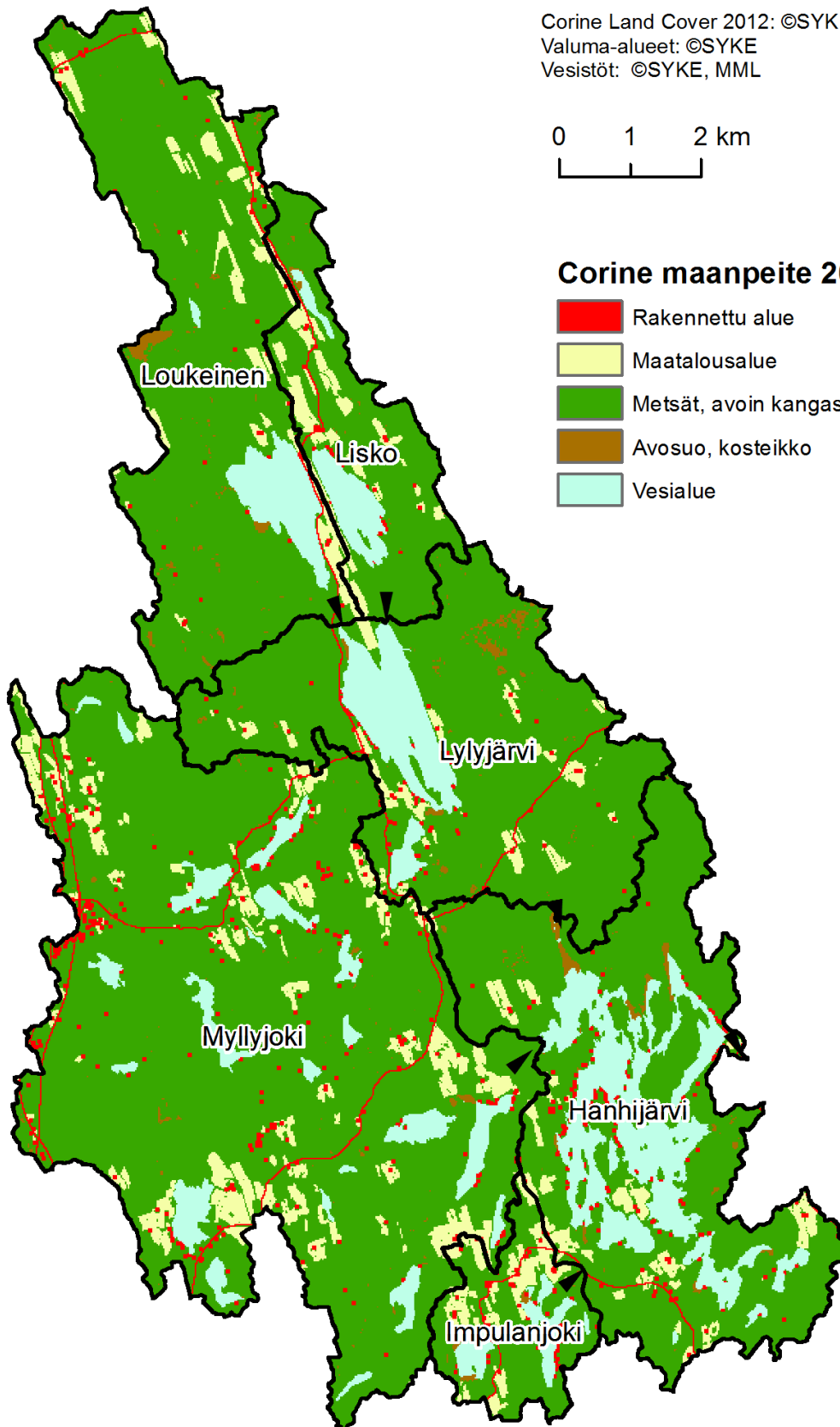
Corine Land Cover 2012: ©SYKE (pohjautuu MML aineistoon)
Valuma-alueet: ©SYKE
Vesistöt: ©SYKE, MML

0 1 2 km

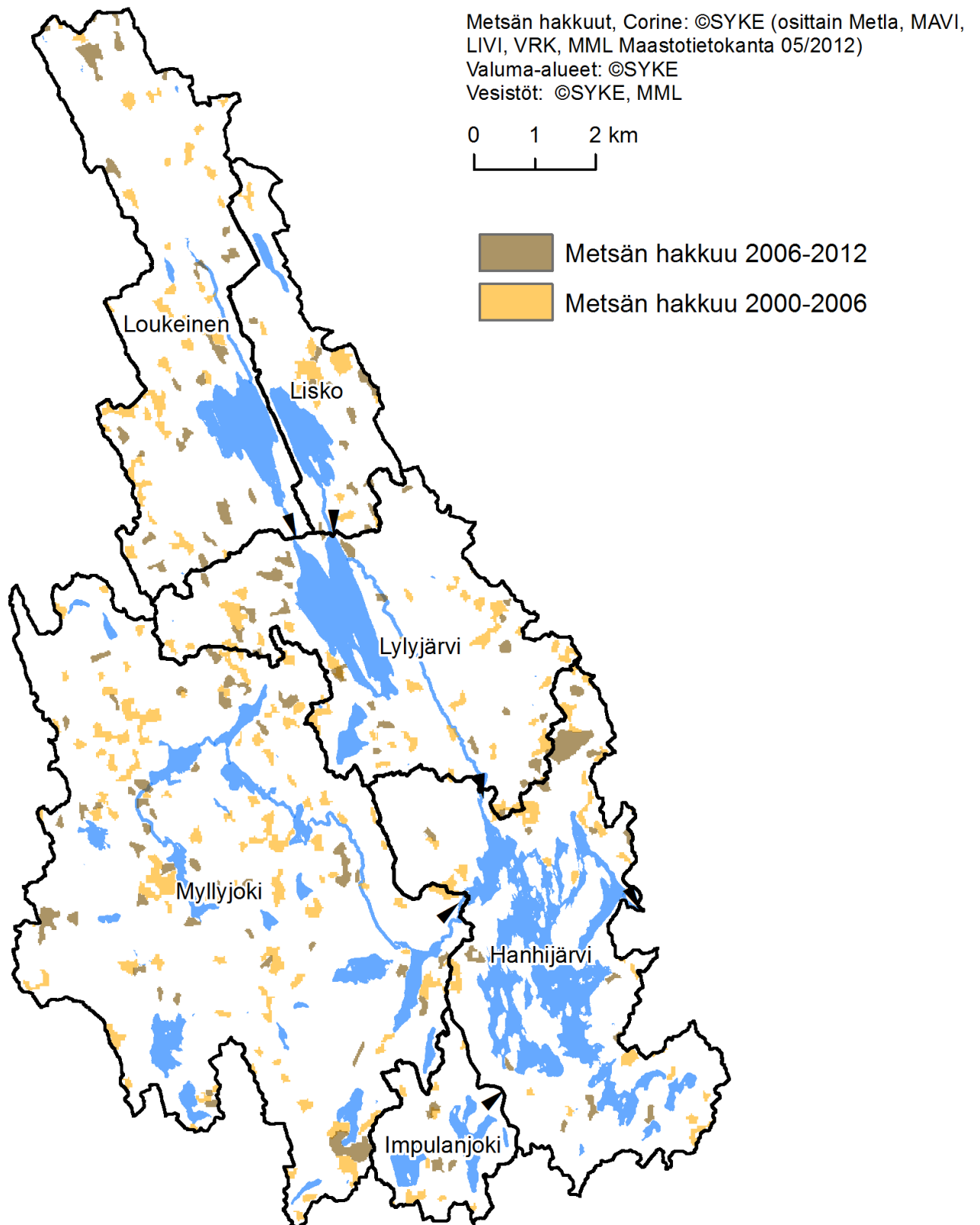


Corine maanpeite 2012 (20m)

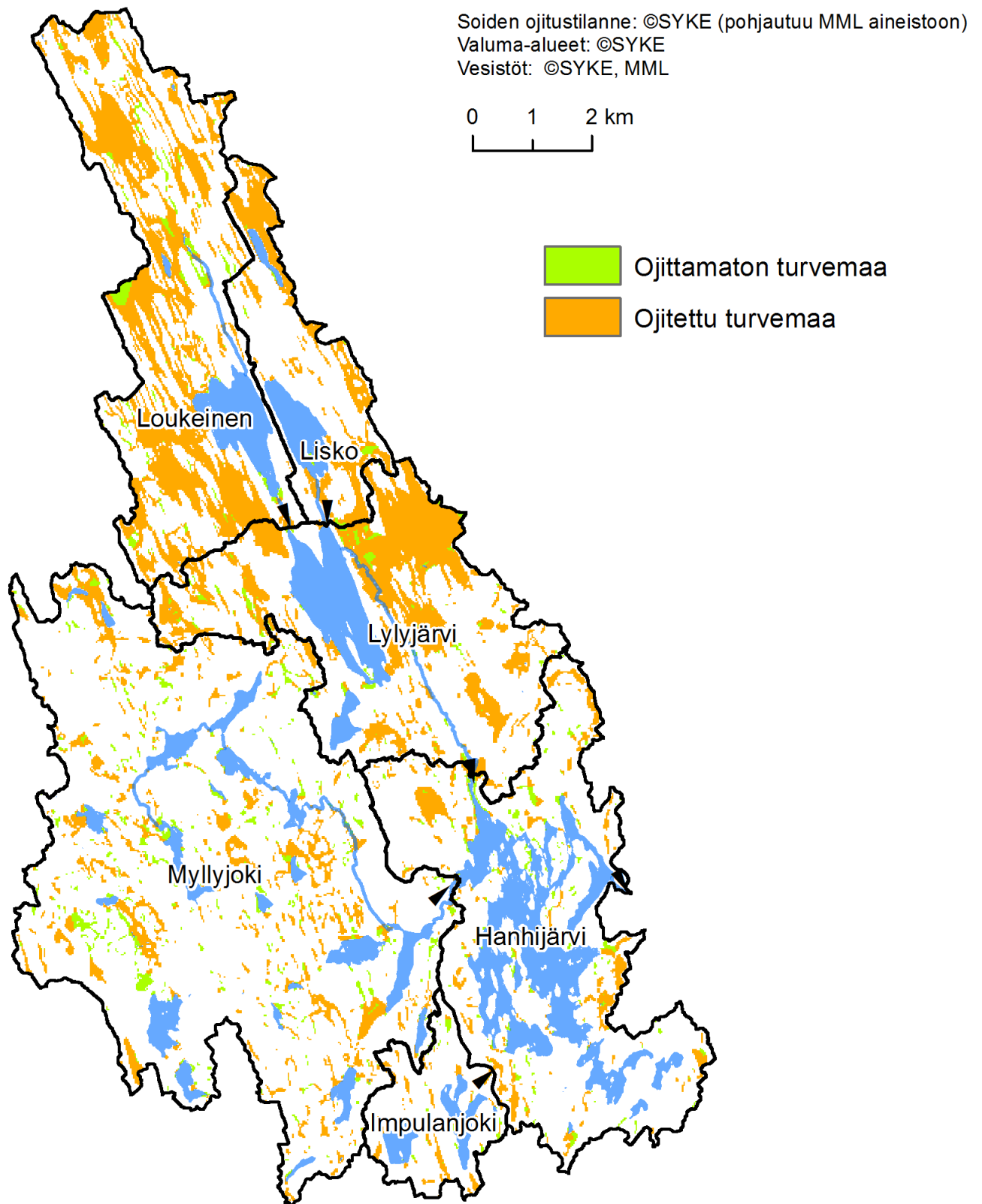
-  Rakennettu alue
-  Maatalousalue
-  Metsät, avoin kangas, kalliomaa
-  Avosuo, kosteikko
-  Vesialue



Kuva 3. Valuma-alueiden maankäyttö (Corine Land Cover 2012).



Kuva 4. Harvapuustoiset alueet valuma-alueilla Corine (2006 ja 2012) –aineistojen mukaan.



Kuva 5. Soiden ojitustilanne valuma-alueilla.

3.2. Vedenlaatu- ja virtaamatulokset

3.2.1 Vedenlaatu ja virtaama vuosina 2014-2015

Havaintopaikkakohtaiset vedenlaatutulokset on koottu taulukkoon 4. Virtaamassa ja vedenlaadussa oli suuria vaihteluita havaintopaikkojen ja –ajankohtien välillä. Virtaamat olivat uomissa suurimpia toukokuussa 2015 ja pienimpiä heinäkuussa 2014. Kokonaisfosforipitoisuudet olivat suurimmillaan heinäkuussa 2014 ja kokonaistyyppipitoisuudet toukokuussa 2015. Kiintoainepitoisuudet olivat yleisesti suurimmat heinäkuussa 2014 (poikkeuksena erit. Impulanjoki). Sameus oli puolestaan suurimmillaan marraskuussa 2014 lukuun ottamatta Soutjokea.

Kemiallinen hapenkulutus oli suurin toukokuussa 2015 samaan aikaan kuin alkaliniteetin arvot olivat alhaisimmat mikä viittaa kevytlivirtaaman aiheuttamaan orgaanisen aineksen kuormitukseen.

Kokonaisfosforin keskipitoisuus oli suurin Liskon laskujoen näytepisteessä. Lähes kaikkien muiden vedenlaatuparametrien arvot olivat korkeimmat Loukeisen valuma-alueelta laskevassa Soutjoessa.

Taulukko 4. Havaintopaikkakohtaiset vedenlaatutulokset näytteenottoajankohdittain v. 2014-2015.

Havainto- paikka	Kokonaisfosfori, µg/l				Kokonaistyyppi, µg/l			
	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015	keski- arvo	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015	keski- arvo
Hanhijärven laskuj. 049	21	15 ⁽¹⁾	14	17	620	570 ⁽¹⁾	690	627
Impulanjoki 124	20	12	21	18	670	590	860	701
Lylyjoki 041	39	28	19	29	730	700	750	727
Soutjoki 002	40	26	18	28	810	790	870	823
Liskon laskujoki 001	50	31	24	35	810	730	780	773
Myllyjoki 110	19	13	12	15	620	640	830	697
Havainto- paikka	Kiintoaine, mg/l				Kemiallinen hapenkulutus, mg/l			
	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015	keski- arvo	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015	keski- arvo
Hanhijärven laskuj. 049	2,8	1,5 ⁽¹⁾	2,0	2,1	21	17 ⁽¹⁾	22	20
Impulanjoki 124	2,3	1,4	3,1	2,3	12	11	12	12
Lylyjoki 041	2,5	3,1	1,8	2,5	27	29	35	30
Soutjoki 002	7,4	1,8	2,1	3,8	36	33	37	35
Liskon laskujoki 001	4,4	3,1	3,0	3,5	22	18	23	21
Myllyjoki 110	1,7	1,2	1,8	1,6	22	17	21	20

Taulukko 4 (jatkoa). Havaintopaikkakohtaiset vedenlaatutulokset näytteenottoajankohdittain v. 2014-2015.

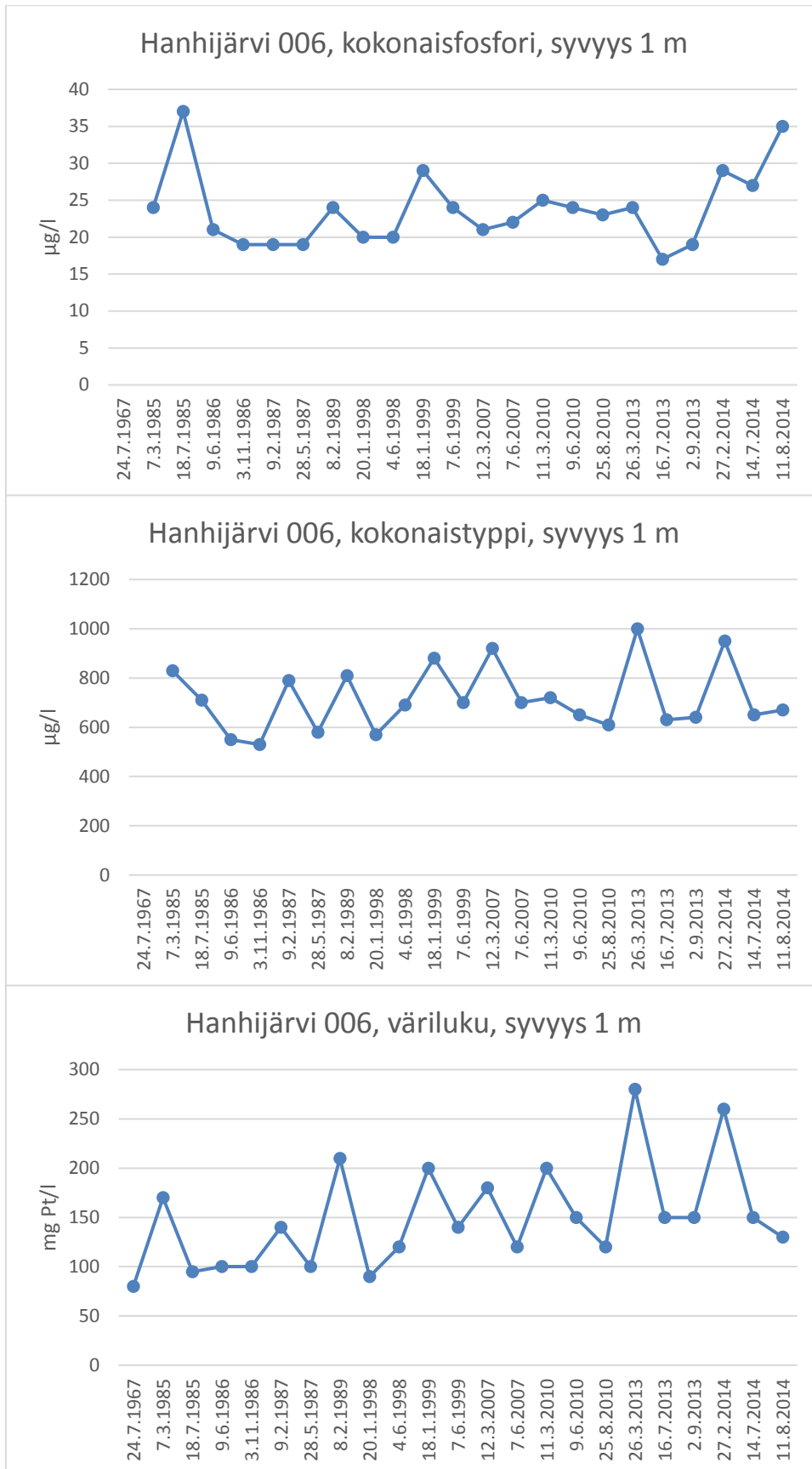
Havainto- paikka	Virtaama, m/s				Sameus, FNU			
	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015	keski- arvo	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015	keski- arvo
Hanhijärven laskuj. 049	0,572	0,880 ⁽¹⁾	4,186	1,879	1,8	3,2 ⁽¹⁾	1,6	2,2
Impulanjoki 124	0,026 ⁽²⁾	0,014	0,128	0,071	1,7	2,4	2,0	2,0
Lylyjoki 041	0,188	0,295	1,177	0,553	1,5	3,3	1,8	2,2
Soutjoki 002	0,090 ⁽²⁾	0,171	0,673	0,422	3,5	2,3	2,1	2,6
Liskon laskujoki 001	0,042 ⁽²⁾	0,0328	0,179	0,106	2,5	3,5	2,2	2,7
Myllyjoki 110	0,245	0,342	1,33	0,639	1,7	2,8	1,6	2,0
Havainto- paikka	Väriluku, mg Pt/l				Sähkönjohtavuus, mS/m			
	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015	keski- arvo	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015	keski- arvo
Hanhijärven laskuj. 049	140	140 ⁽¹⁾	150	143	4,6	4,6 ⁽¹⁾	4,4	4,5
Impulanjoki 124	60	60	60	60	9,1	8,7	8,4	8,7
Lylyjoki 041	230	220	240	230	4,0	3,7	3,6	3,8
Soutjoki 002	330	280	260	290	4,2	4,0	3,9	4,0
Liskon laskujoki 001	160	120	150	143	4,7	4,3	4,0	4,3
Myllyjoki 110	150	140	130	140	5,3	5,5	5,0	5,3
Havainto- paikka	Alkaliniteetti, mmol/l				Rauta, µg/l			
	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015	keski- arvo	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015	keskiarvo
Hanhijärven laskuj. 049	0,121	0,130 ⁽¹⁾	0,109	0,120	670	750 ⁽¹⁾	1100	840
Impulanjoki 124	0,358	0,385	0,363	0,369	130	330	240	233
Lylyjoki 041	0,072	0,051	0,025	0,049	1200	1400	840	1147
Soutjoki 002	0,070	0,061	0,044	0,058	1300	1500	950	1250
Liskon laskujoki 001	0,090	0,080	0,071	0,080	1100	900	680	893
Myllyjoki 110	0,173	0,179	0,140	0,164	570	880	560	670

1) Hanhijärven laskujoki 049 –havaintopaikan sijaan näytteet otettiin 3.11.2014 paikasta Hanhijärven laskujoki 043, joka sijaitsee 150 m alavirtaan päin. 2) Impulanjoesta, Soutjoesta ja Liskon laskujoesta ei mitattu virtaamia 14.7.2014, vaan ne on arvioitu pienten valuma-alueiden valuntatietojen perusteella.

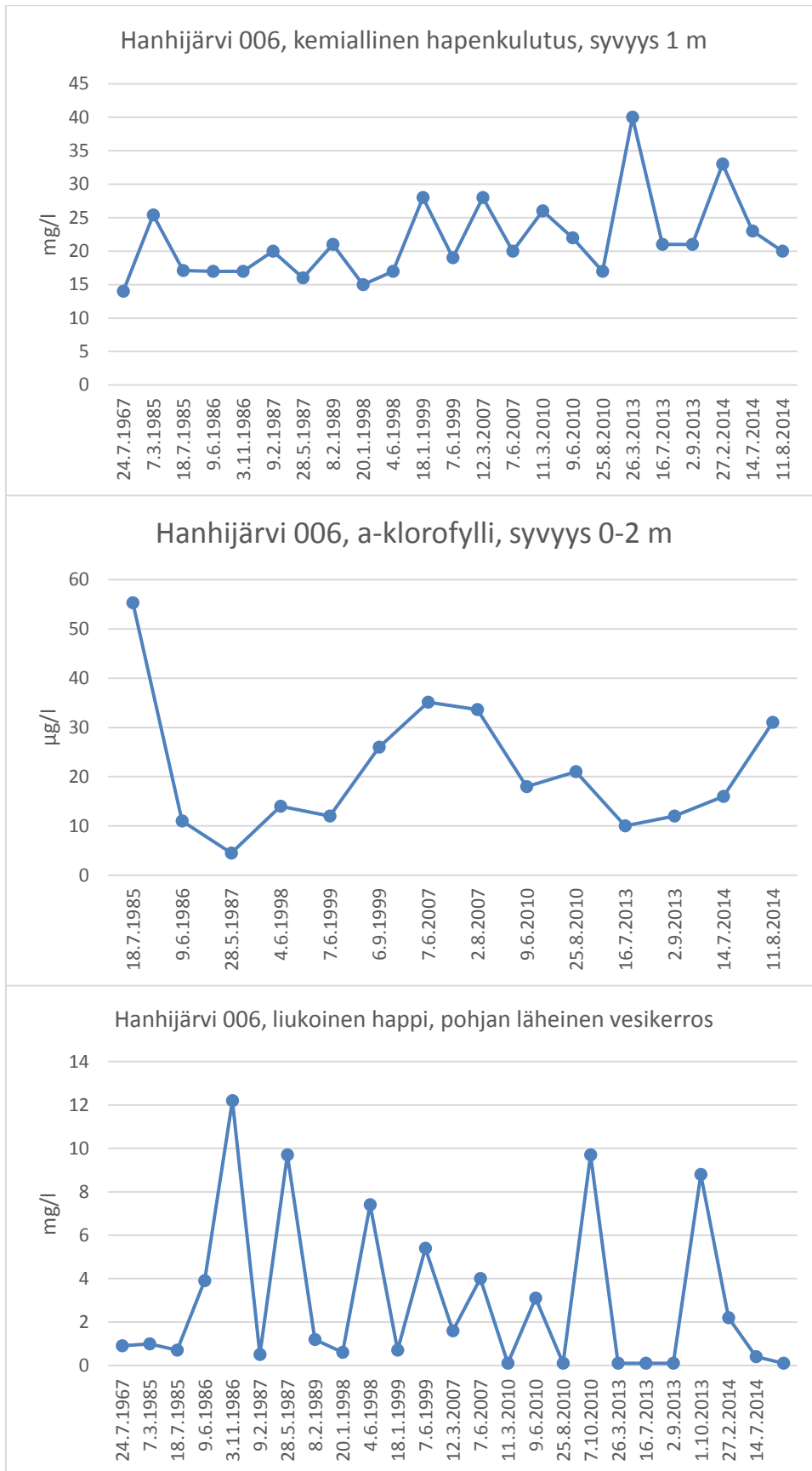
3.2.2. Vedenlaadun kehitys Hanhijärven valuma-alueella pidemmällä aikavälillä

Seuraavilla sivuilla esitetyt vedenlaadun ajalliset viivadiagrammit on tarkasteltava suuntaa-antavina, eivät niinkään trendipohjaisen tarkastelun lähdeaineistoina aineistojen vähäisyydestä ja tiettyihin vuosijaksoihin painottumisesta johtuen. Esimerkiksi 1970 luvun seurantatietoa ei alueelta ole olemassa, ja tuolloin toteutettiin voimakkaita turvemaiden ojituksia. Kuvasarjoissa 6-15 on esitetty Hanhijärven valuma-alueen järvien ja jokien vedenlaadun viivadiagrammit eri vuosikymmeninä. Hanhijärvellä on kokonaisfosforin pitoisuus viime vuosina ollut noususuunnassa. Myös veden väriluvussa ja kemiallisen hapenkulutuksen pitoisuuksissa on ollut yksittäisiä kohonneita arvoja. Vastaavasti tämä on näkynyt mm. näkösyvyyden lievänä alentumisena. Pohjan lähellä vähähappiset tilanteet v. 2013-2014 ovat olleet yleisempiä kuin aiemmin. Etenkin happituloksiin vaikuttaa suuresti näytteenoton ajoittuminen: 2010-luvun näytteenotot osuvat lokakuuta 2013 lukuun ottamatta kerrostuneisuuskausien loppuihin, kun taas 1980-luvun näytteenotoissa esiintyy kevään ja alkukesän tasalämpöisempien vesien sekoittumiskausien näytteenottoja.

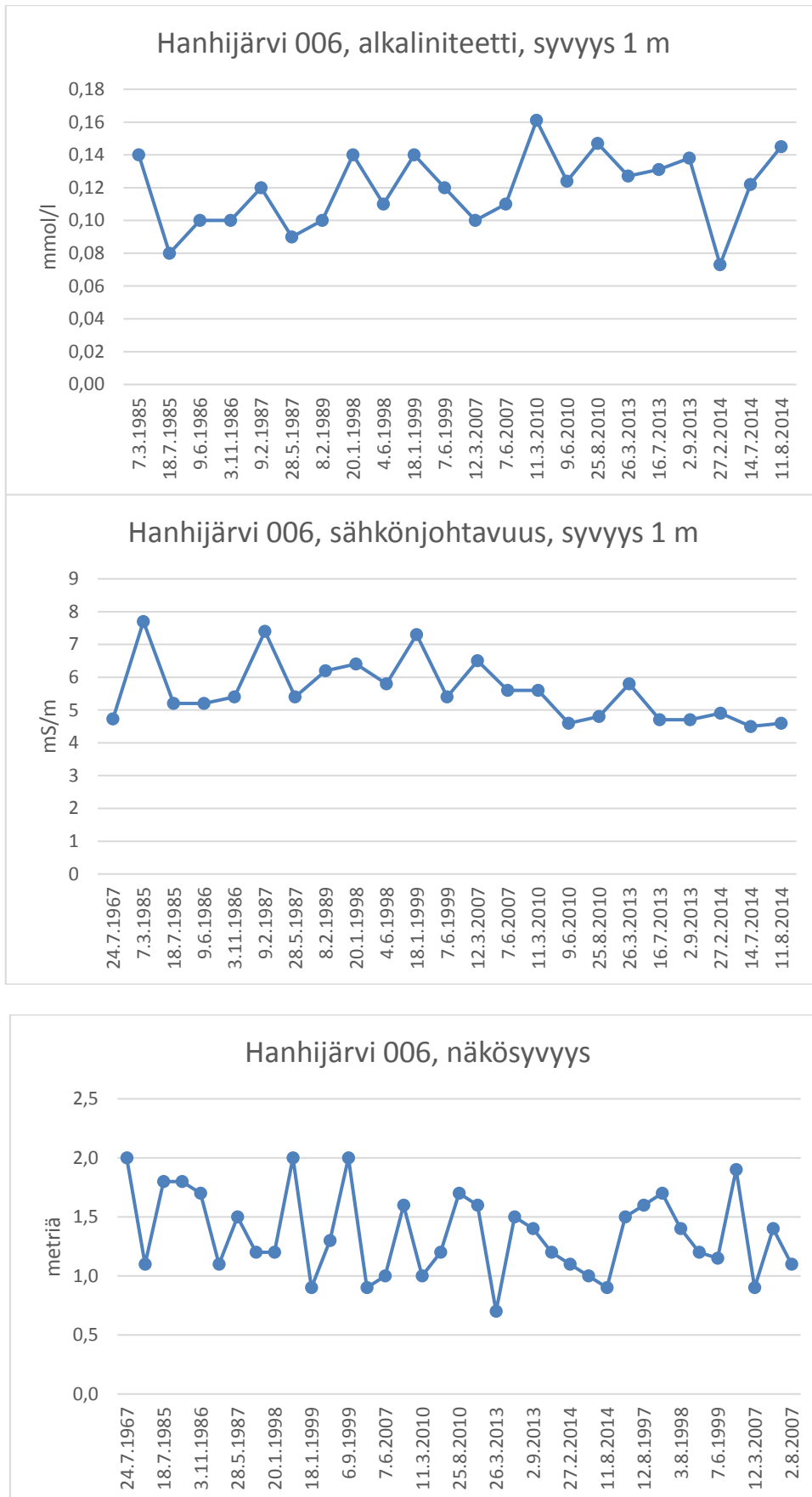




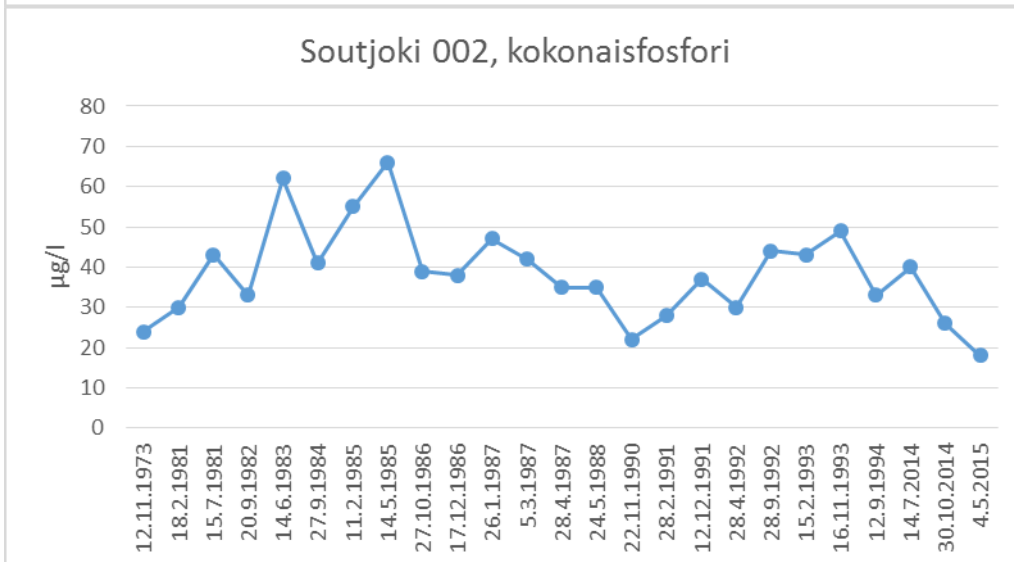
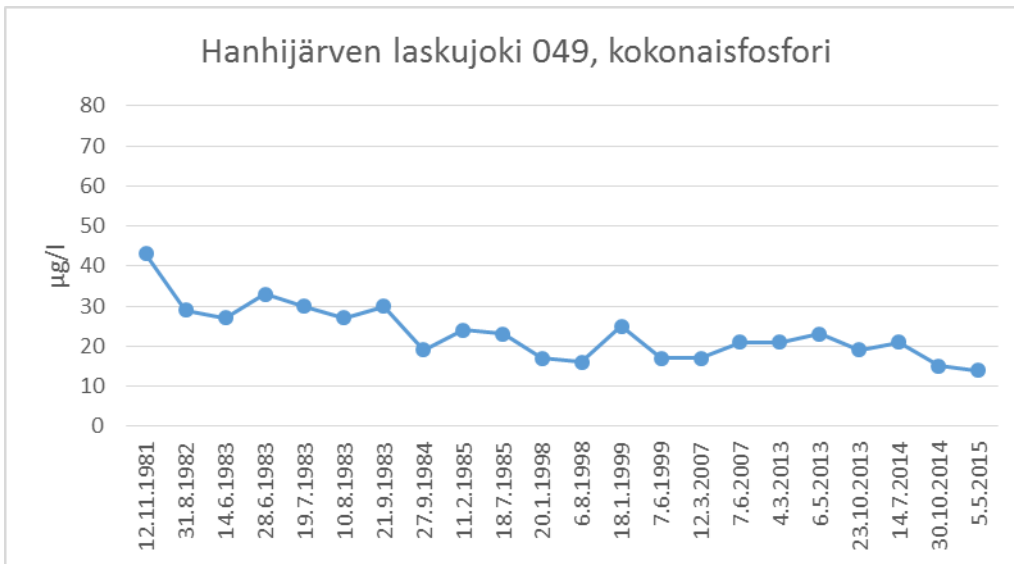
Kuvat 6-9. Hanhijärven vedenlaatutietoja



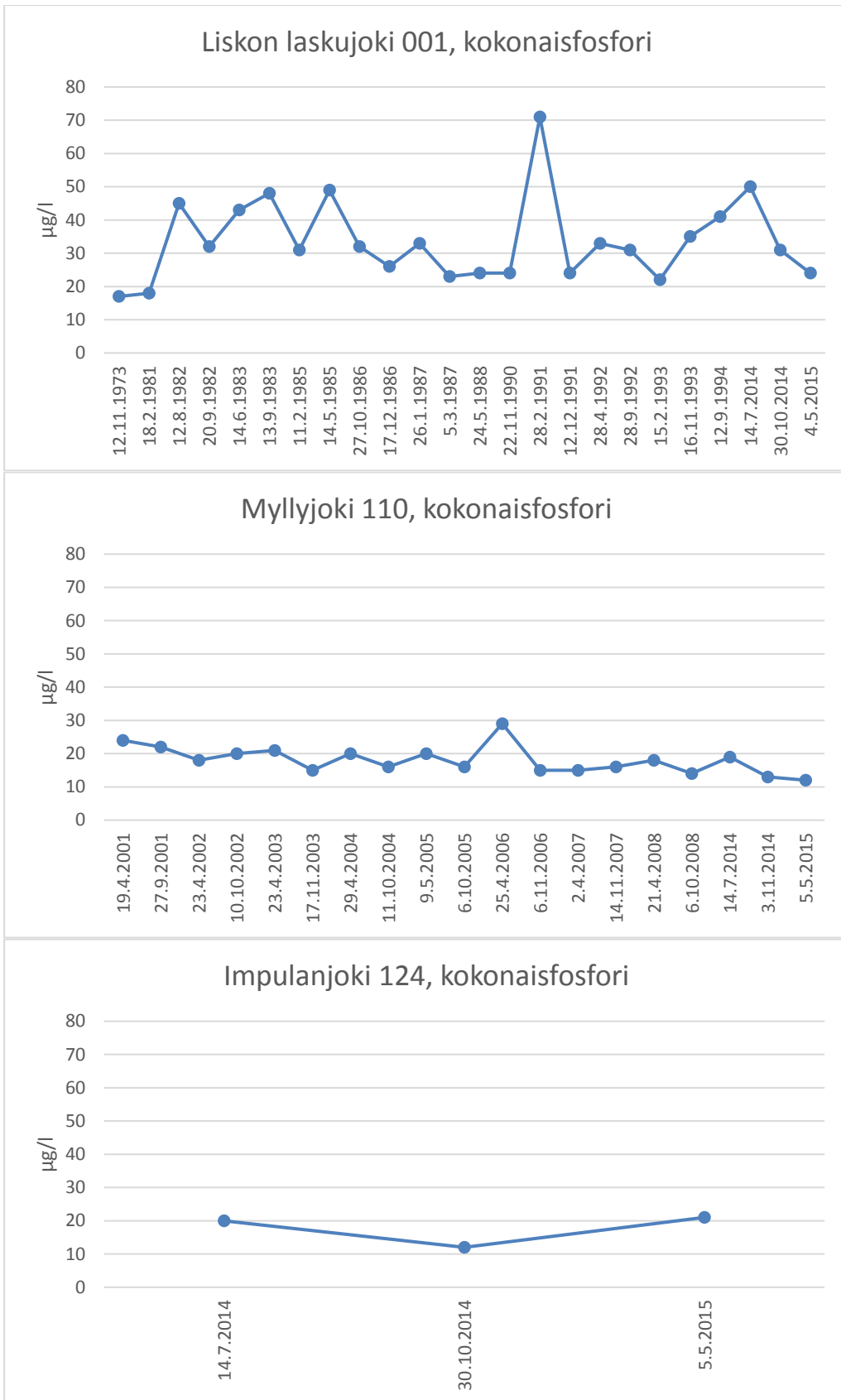
Kuvat 10-12. Hanhijärven vedenlaatutietoja.



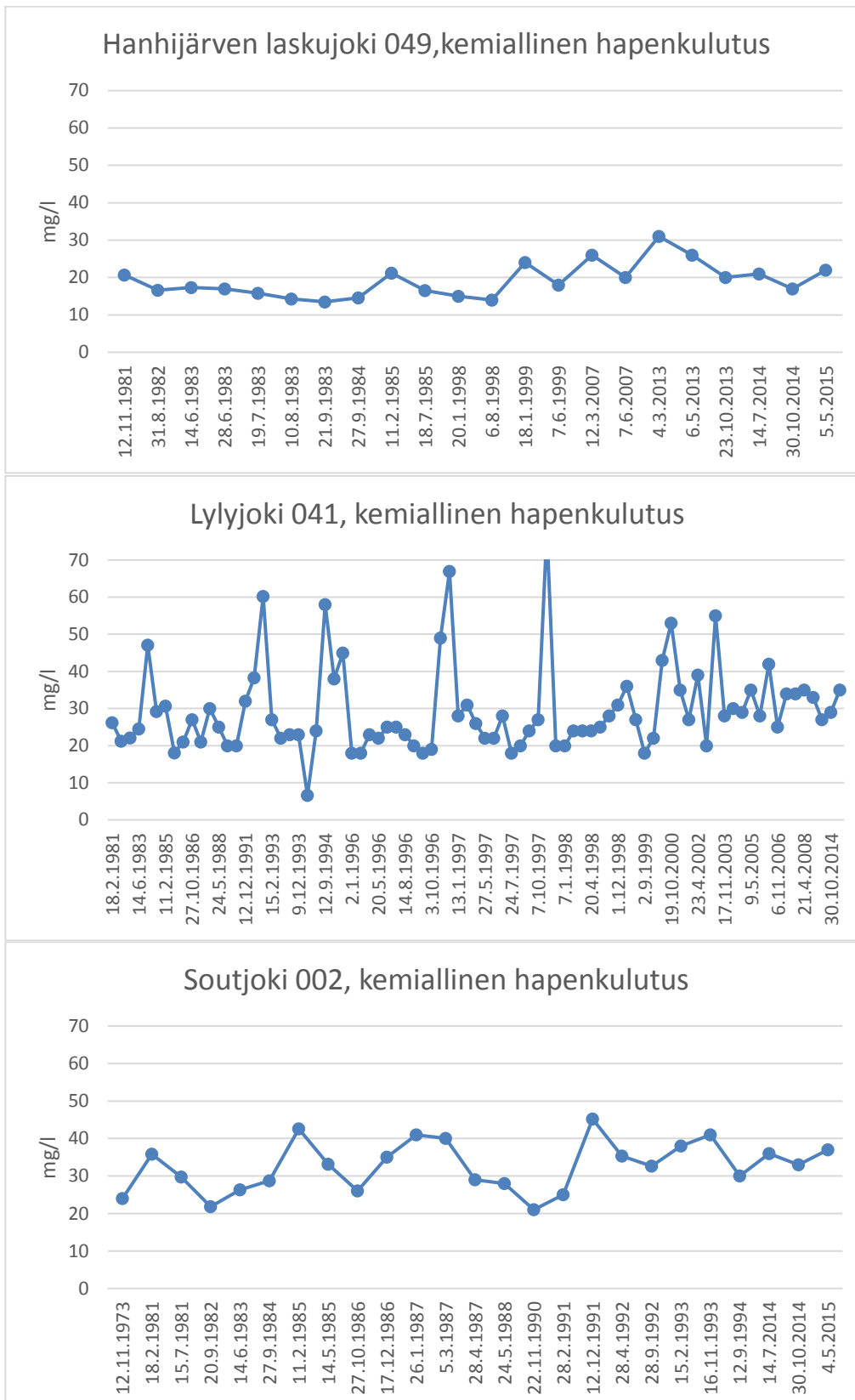
Kuvat 13-15. Hanhijärven vedenlaatutietoja.



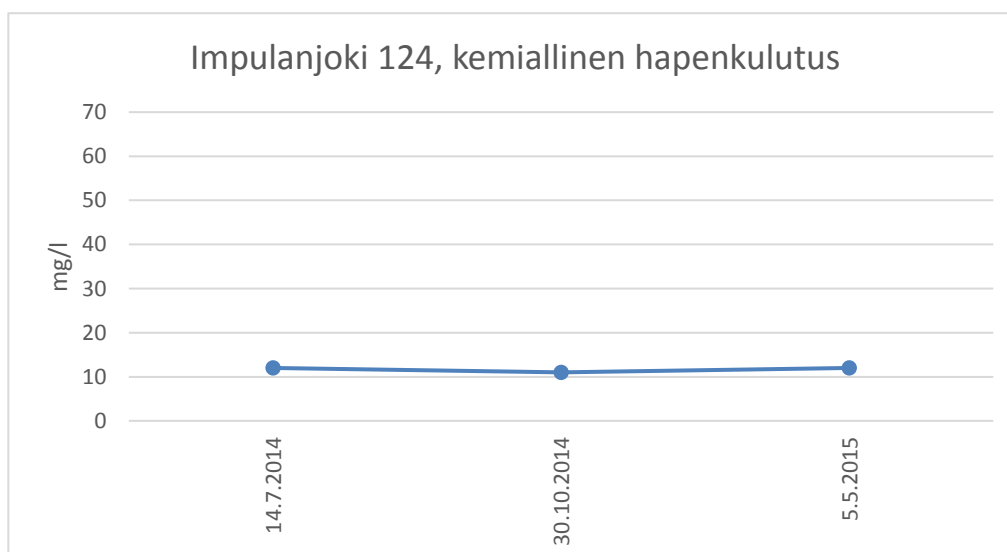
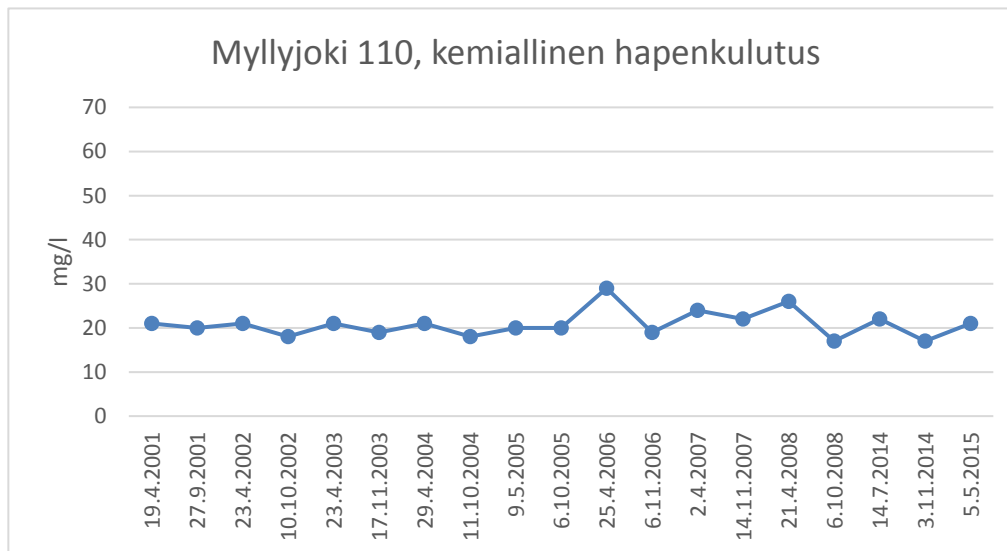
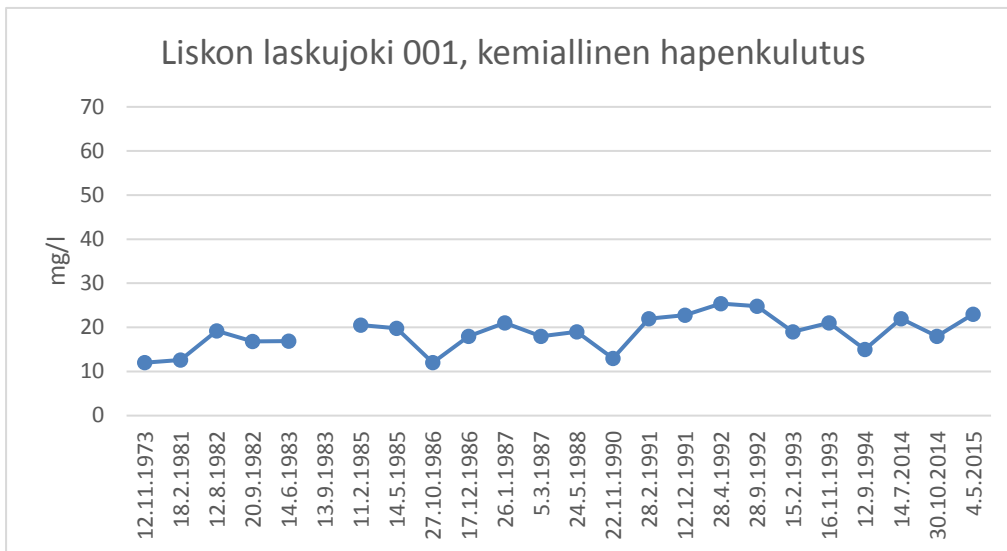
Kuvat 16-18. Hanhijärven laskujoen sekä Hanhijärven laskevien uomien vedenlaatutietoja kokonaisfosforin osalta.



Kuvat 19-21. Hanhijärven laskujen sekä Hanhijärveen laskevien uomien vedenlaatutietoja kokonaisfosforin osalta.



Kuvat 22-25. Hanhijärven laskujoen sekä Hanhijärven laskevien uomien vedenlaatutietoja kemiallisen hapenkulutuksen osalta.



Kuvat 26-28. Hanhijärven laskujoen sekä Hanhijärveen laskevien uomien vedenlaatutietoja kemiallisen hapenkulutuksen osalta.

Hanhijärven laskujoen kokonaisfosforipitoisuus on ollut laskusuunnassa tasosta 30 µg/l tasolle 15-20 µg/l, mutta tulosten ajallista tulkintaa vaikeuttaa näytteenoton ajallinen epätasaisuus (kuva 16). Suurehko osa aikajanan alkupään datamassasta osuu 1980-luvun alkuun. Hanhijärveen tulevien uomien kokonaisfosforipitoisuudessa näkyy vuosikohtaisesti suuri vaihtelu etenkin Lylyjoessa, Soutjoessa ja Liskon laskujoessa. Kemiallinen hapenkulutus on suurimmillaan Lyly- ja Soutjoessa sekä Liskon laskujoessa, joiden valuma-alueilla turvemaiden osuus on suuri. Kemiallisen hapenkulutuksen pitoisuudet (kuvat 22-28) noudattavat myös veden värilukujen vaihtelua.

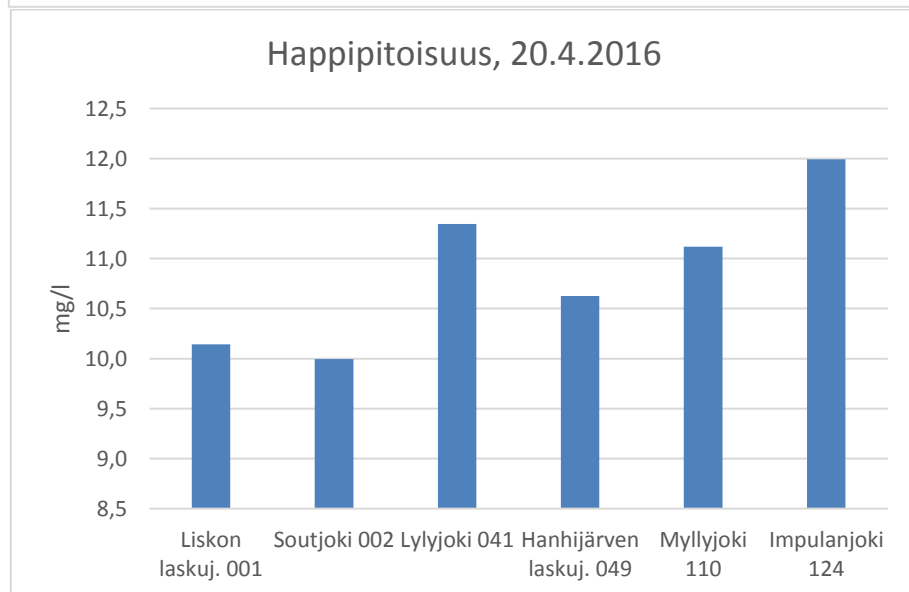
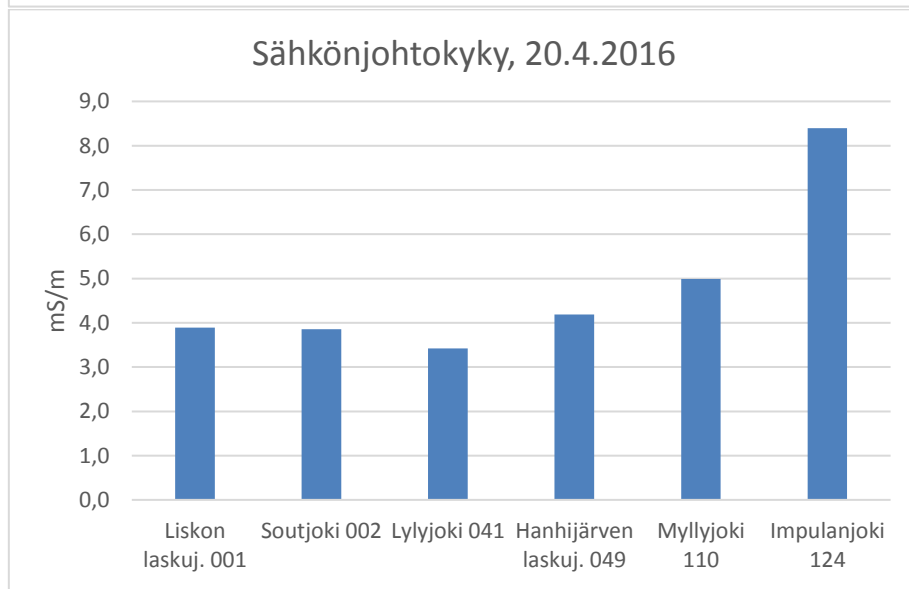
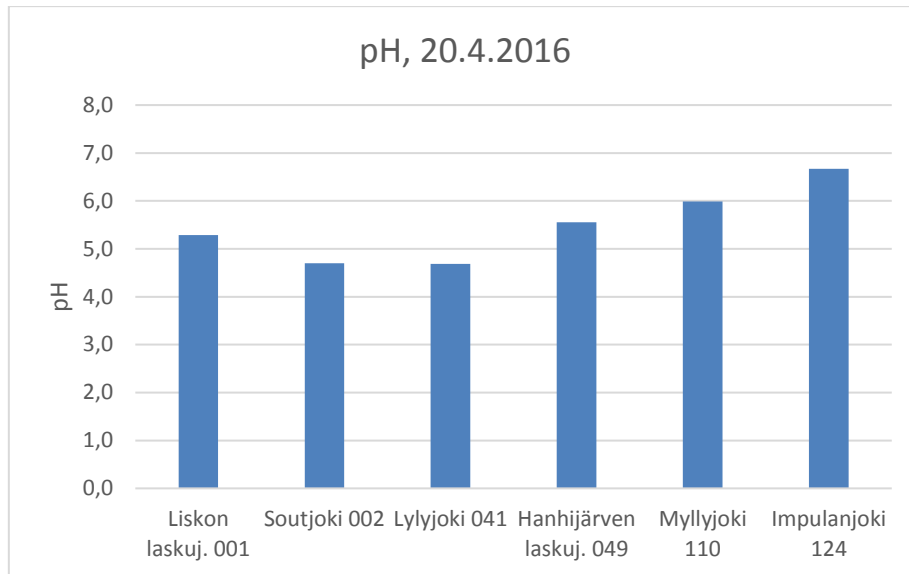
Vedenlaadultaan heikoimmassa kunnossa kokonaisuus huomioiden ovat Soutjoki, Lylyjoki ja Liskon laskujoki. Näistä suurimman vesimäärän omaavissa Soutjoessa ja Lylyjoessa vaikuttaisi kuitenkin, etteivät fosforipitoisuudet ja veden tummuminen ole merkittävästi nousemassa vuosikymmenten aikaskaalaus huomioiden.

3.2.3. Kevätaikaisen pH-minimin kartoitus

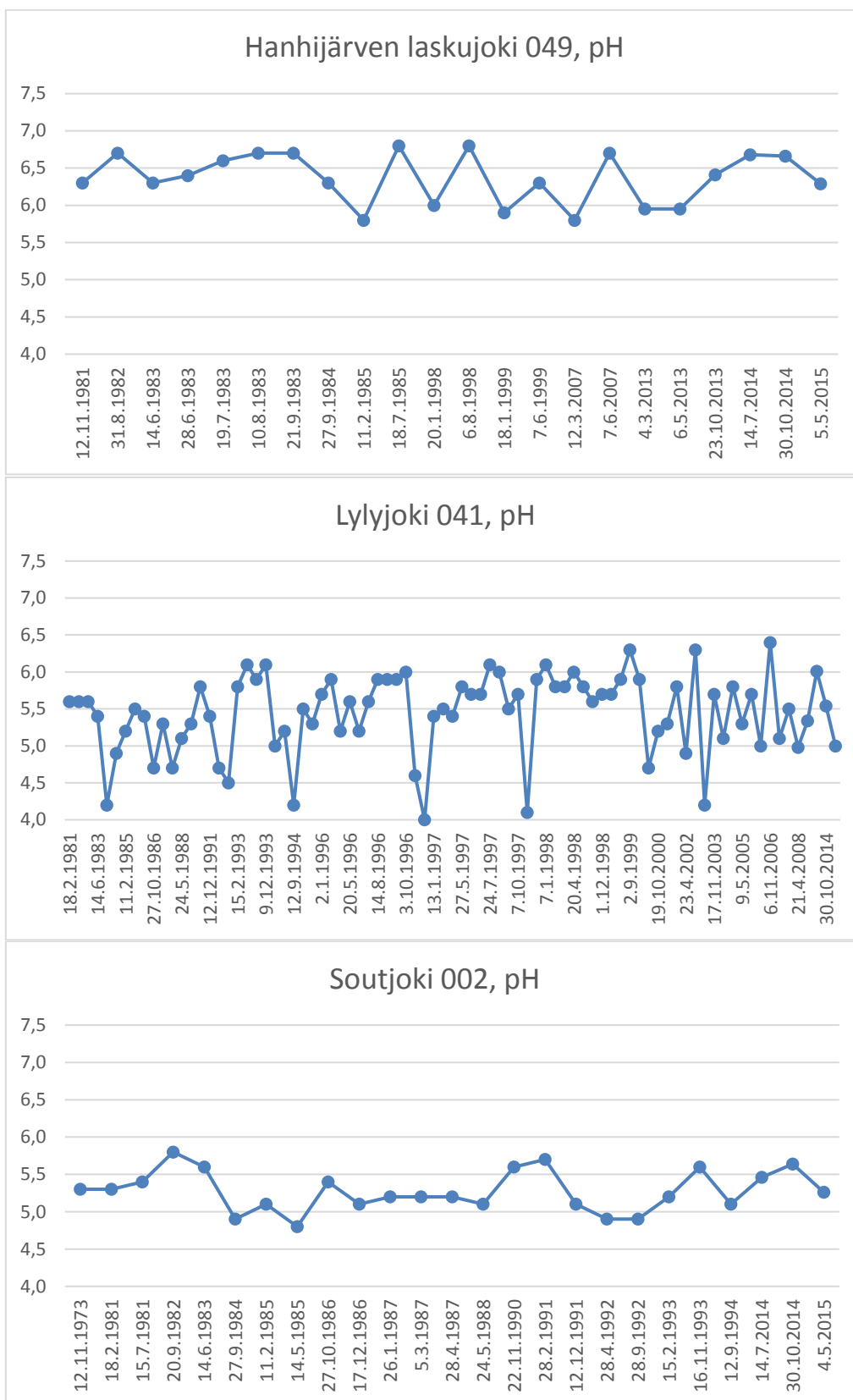
Etelä-Savon ELY-keskus selvitti 20.4.2016 valuma-alueiden purku-uomissa mittauksia YSI-kenttämittarilla. Tavoitteena oli kartoittaa muun muassa kevätylivirtaamatilanteen aikaista pH- tilannetta. Valuma-alueilla lumet olivat jo sulaneet ja järvet osittain vapautuneet jääpeitteestä. Veden lämpötila vaihteli 3,7 (Impulanjoki) ja 4,7 (Liskon laskuj. 001) välillä. Kuvissa 29-31 on esitetty viiden mittauksen keskiarvot havaintopaikoittain. Veden pH-luku vaihteli uomien välillä selvästi (kuva 29). Noin viiden minuutin mittauksessa keskimääräinen pH-luku oli alimmillaan Lylyjoen ja Soutjoen turvemaavaltaisilta latvavaluma-alueilta tulevissa vesissä (pH 4,7). Pienemmän Liskon valuma-alueen vesi oli mittaushetkellä hieman neutraalimpaa (pH 5,3). Myllyjoen (pH 6,0) ja erityisesti Impulanjoen (pH 6,7) vesi oli selvästi muita neutraalimpaa. Hanhijärven laskujoessa pH-keskiarvo oli 5,6, mikä osoittaa happamien vesien laimenemisen suuremmissa järvissä. Pidemmän aikavälin tarkastelussa pH on ollut selvästi alimmillaan Lylyjoessa, jossa alle 4,5 arvoja on ollut usein 1990-luvulla ja myös vuonna 2003 (kuva 33). Tämän kaltaiset pH arvot kertovat huomattavan alhaisen pH:n omaavien vesien, ennen kaikkea lumen sulamisvesien, vaikutuksesta ja olisivat ekologisen luokittelun asteikolla välttäviä ja huonoja. Turvemaatyypin jokivesissä raja-arvo on pH 4,8 ja vuosiminimit ovat merkityksellisiä luokittelun kannalta.

Sähkönjohtavuuden arvot olivat mittaushetkellä alhaisia (< 5 mS/m) mikä kertoo veteen liuenneiden suolojen määrän vähäisyydestä. Tulokset ovat kuitenkin luonnonvesille ja ajankohdalle tyypillisiä. Impulanjoen muita suurempi keskiarvo voi viitata valuma-alueen ominaisuuksiin kuten suurempaan kivennäismaiden osuuteen. Impulanjoessa myös v. 2014 vedenlaatumittauksissa havaittiin, että sähkönjohtavuuden taso (8-9 mS/m) oli kaksi kertaa muita uomia korkeammalla tasolla.

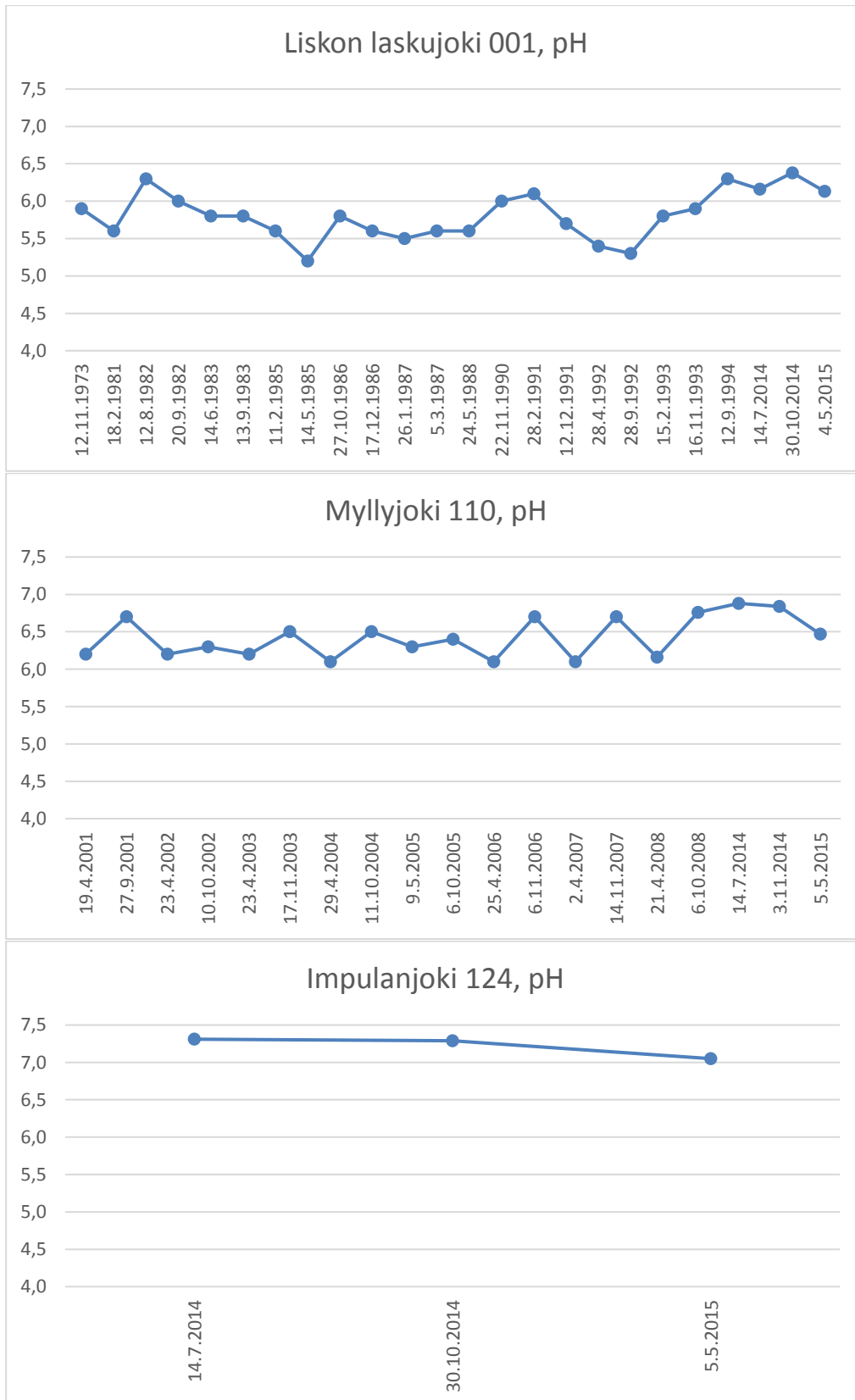
Veden happipitoisuudet vaihtelivat siten, että pienimmillään ne olivat Liskon laskujoessa ja Soutjoessa. Näissä kohteissa myös hapen kyllästysprosentti oli muita alhaisempi. Järvet olivat juuri vapautumassa jääpeitteestä ja todennäköisesti alhaiset arvot viittaavat hapen vähyyteen kerrostuneisuuskauden loppuvaiheessa.



Kuvat 29-31. Hanhijärven laskujoen sekä Hanhijärveen laskevien uomien veden pH, sähkönjohtokyky ja happipitoisuus 20.4.2016 kenttämittarilla mitattuna.



Kuvat 32-34. Hanhijärven valuma-alueen uomien veden pH-aikasarjat.



Kuvat 35-37. Hanhijärven valuma-alueen uomien veden pH-aikasarjat.

3.3. Kuormitustulokset

3.3.1 Kuormitus vedenlaatunäytteiden ja virtaamien perusteella

Hanhijärvestä ja sen osavaluma-alueilta tuleva kuormitus vaihteli voimakkaasti riippuen virtaamasta ja valuntaolosuhteista. Tulokset on koottu taulukkoon 5. Hanhijärvestä vuorokaudessa lähtevä fosforikuorma vaihteli 1-5 kg välillä, typpikuorma n. 30-250 kg välillä, kiintoainekuorma 0,1-0,7 kg välillä ja kemiallisen hapenkulutuksen kuormitus 1-8 kg välillä. Hanhijärveen tulevista valuma-alueista fosforikuormitus on selvästi suurin Lylyjoesta, kun taas typen osalta Myllyjoen valuma-alue on merkittävämpi. Kiintoainekuormitus oli marraskuussa 2014 suurempi Lylyjoessa kun taas toukokuussa 2015 kuormitus oli suurempaa Myllyjoessa. Kemiallisen hapenkulutuksen osalta turveperäinen Lylyjoen valuma-alue tuo suurimman kuorman Hanhijärveen. Kevään mittauskerralla päiväkohtainen kuormitus oli useilla aineilla moninkertainen verrattuna muihin ajankohtiin, mikä johtuu suuremmista virtaamista toukokuussa verrattuna edellisvuoden heinäkuuhun tai marraskuuhun.

Taulukko 5. Havaintoajankohdille lasketut vuorokausikohtaiset kuormitukset.

Valuma- alue	Fosforikuorma kg/d			Typpikuorma kg /d		
	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015
Hanhijärvi	1,04	1,14	5,06	30,6	43,3	249,5
Impulanjoki	0,04	0,02	0,23	1,5	0,7	9,5
Lylyjoki	0,63	0,71	1,93	11,9	17,8	76,3
Loukeinen	0,31	0,38	1,05	6,3	11,7	50,6
Lisko	0,18	0,09	0,37	2,9	2,1	12,1
Myllyjoki	0,40	0,38	1,38	13,1	18,9	95,6
Valuma- alue	Kiintoainekuorma kg/d			Kemiallisen hapenkulutuksen kuorma kg /d		
	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015
Hanhijärvi	0,14	0,11	0,72	1,04	1,3	7,96
Impulanjoki	0,005	0,002	0,03	0,03	0,01	0,13
Lylyjoki	0,04	0,08	0,18	0,44	0,74	3,56
Loukeinen	0,06	0,03	0,12	0,28	0,49	2,15
Lisko	0,02	0,008	0,05	0,08	0,05	0,36
Myllyjoki	0,04	0,04	0,21	0,47	0,50	2,42

Taulukko 6. Vuorokausikohtainen kuormitus havaintoajankohtina suhteessa valuma-alueen pinta-alaan.

Valuma-alue	Fosforikuorma g/d/km ²			Typpikuorma g/d/km ²		
	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015
Hanhijärvi	7,0	7,7	34,2	207,2	293,0	1687,0
Impulanjoki	9,2	3,0	48,3	307,7	148,4	1977,3
Lylyjoki	13,4	15,1	40,8	250,3	376,6	1610,1
Loukeinen	15,3	18,9	51,6	309,8	575,0	2492,0
Lisko	24,8	12,0	50,8	401,7	283,4	1652,5
Myllyjoki	8,8	8,4	30,3	287,3	414,0	2092,6
Valuma-alue	Kiintoainekuorma g/d/km ²			Kemiallisen hapenkulutuksen kuorma g/d/km ²		
	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015	14.7.2014	3.11.2014	4.5.2015
Hanhijärvi	0,9	0,8	4,9	7,0	8,7	53,8
Impulanjoki	1,1	0,4	7,1	5,5	2,8	27,6
Lylyjoki	0,9	1,7	3,9	9,3	15,6	75,1
Loukeinen	2,8	1,3	6,0	13,8	24,0	106,0
Lisko	2,2	1,2	6,4	10,9	7,0	48,7
Myllyjoki	0,8	0,8	4,5	10,2	11,0	52,9

Tässä tarkastelussa Hanhijärven keskeisimpiä fosforikuormittajia ovat Loukeisen valuma-alue sisältäen sen osavaluma-alueet Lylyjoen ja Liskon. Suhteellisesti typpikuormittajina merkittävimpiä ovat Loukeinen ja Myllyjoki. Kiintoainetta suhteellisesti eniten lähtee Loukeisen ja Liskon valuma-alueita, joskin ajoittain Impulanjoella ja Lylyjoella päiväkohtaiset kuormitukset olivat suhteellisesti suurimpia. Loukeisen valuma-alue oli havaintoajankohtina suhteellisesti merkittävin orgaanisen aineksen kuormittaja, mikä näkyy kemiallisen hapenkulutuksen suurena kuormana.

Impulanjoen kokonaiskuorma Hanhijärveen on suhteellisen pieni johtuen erityisesti sen pienestä valuma-alueen koosta. Toisaalta kun tarkastelee kuormitusta suhteessa valuma-alueen kokoon (taulukko 6), Impulanjoen valuma-alueelta tuleva kuormitus on suhteellisesti samaa tasoa erityisesti ravinteiden ja kiintoaineen osalta kuin suuremmilla valuma-alueilla. Myllyjoen suhteellinen merkitys Hanhijärven kuormittajana pienenee kun kuormituksia verrataan valuma-alueen kokoon.

3.3.2. Vemala-kuormitustulokset

VEMALA-kuormitusmallin perusteella suurin osa Hanhijärveen kohdistuvasta ulkoisesta kuormituksesta on peräisin Lylyjoen ja Myllyjoen valuma-alueilta, jotka ovat myös osavaluma-alueista suurimpia. Näiden ns. 3. jakovaiheen kuormitukset on koottu taulukkoon 7. Taulukkoon 8 on koottu järvistä lähtevä kuormitus VEMALA-mallin mukaan.

Taulukko 7. Kolmannen jakovaiheen valuma-alueilta lähtevä kuormitus vesistömallijärjestelmän (VEMALA, V1) mukaan. Luvut ovat keskiarvoja jaksolle 2005-2014.

Järvi	Lähtevä fosforikuorma, kg/v	Lähtevä typpikuorma, t/v	Lähtevä kiintoainekuorma (F3), kg/v	Lähtevä kiintoainekuorma (F6), kg/v	Lähtevä orgaaninen hiilikuorma, t/v
04.164 Lylyjoki	442	14	65	200	116
04.166 Myllyjoki	640	15	88	91	147

Taulukko 8. Suurimmista järvistä lähtevä fosfori-, typpi- ja kiintoainekuorma vesistömallijärjestelmän (VEMALA, V1) mukaan. Luvut ovat keskiarvoja jaksolle 2005-2014. Kuormitus on laskettu järville, joista löytyy pitoisuustietoja.

Järvi	Lähtevä fosforikuorma, kg/v	Lähtevä typpi-kuorma, t/v	Lähtevä kiintoainekuorma (F3), kg/v	Lähtevä kiintoainekuorma (F6), kg/v	Lähtevä orgaaninen hiilikuorma, t/v
Loukeinen	56	3	9	26	25
Lisko	162	4	21	26	26
Lylyjärvi	313	10	44	135	86
Kauhjärvi (Myllyjoen va)	622	15	-	-	-
Hanhijärvi	1153	31	137	225	324

3.3.3. Kuormitus maankäytön mukaan

VEMALAn kuormitustulosten tarkastelussa on huomioitava, että eri maankäyttömuotojen vertailu sisältää virhelähteitä ja yleistyksiä. Mitä pienempiä alueyksiköitä tarkastellaan, sitä merkittävämpi vaikutus lähtötietojen epätarkkuuksilla ja puutteilla on. Metsätalouden kuormitus on laskettu karkealla tasolla ja mallissa ei ole toistaiseksi käytössä esimerkiksi yksityiskohtaisia metsätaloustoimenpiteitä. Vastaavasti maatalouden kuormituksessa esimerkiksi peltolohkojen viljelytoimenpiteistä ei ole täsmällisiä tietoja. Myös haja-asutustiedoissa on puutteita esimerkiksi viemäriverkostoon liittyjätiedoissa.

Myllyjoen valuma-alue 04.166

Myllyjoen alueella suurin yksittäinen kuormittaja on fosforin osalta maatalous ja typen osalta metsien luonnonhuuhtouma. Peltoalaa valuma-alueella on n. 9,5 % ja metsäalaa reilusti eli n. 58 %. Metsätalous ei aiheuta merkittävää fosfori- tai typpi-kuormitusta mutta sen rooli kiintoainekuormituksen, kemiallisen hapenkulutuksen ja humuksen lisääjänä on merkittävä. Vesistömallijärjestelmän mukaan alueella syntyvä fosforikuormitus on keskimäärin n. 1000 kg/a ja typpi-kuormitus n. 20 300 kg/a (2006-2011) (Taulukko 9).

Taulukko 9. Myllyjoen valuma-alueella syntyvä fosfori- ja typpikuorma eri maankäyttömuodoissa vesistömallijärjestelmän (VEMALA) mukaan. Luvut ovat keskiarvoja vuosilta 2006-2011.

Maankäyttömuoto	Fosforikuorma (kg/vuosi)	Typpikuorma (kg/vuosi)
Peltoviljely	545	5 030
Luonnonhuhuhtouma pelloilta	27	590
<i>Pellot yhteensä</i>	<i>572</i>	<i>5 620</i>
Metsätalous	36	970
Luonnonhuhuhtouma metsistä	217	11 150
<i>Metsät yhteensä</i>	<i>253</i>	<i>12 120</i>
Haja-asutus	118	740
Hulevedet	20	80
<i>Asutus yhteensä</i>	<i>138</i>	<i>820</i>
<i>Pistekuormitus</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Laskeuma vesiin</i>	<i>29</i>	<i>1 780</i>
Yhteensä	992	20 340

Valuma-alueen kuormitus päättyy Hanhijärveen pääasiassa Myllyjokea pitkin, jonka vedenlaatua on seurattu 2000-luvun alusta asti. Kokonaisfosforin vaihtelussa suuntaus saattaa olla hieman laskeva fosforin osalta, vaikka vaihtelua esiintyy kuitenkin melkoisesti eri havaintojen välillä (Kuva 20).

Lylyjoen valuma-alue 04.164

Lylyjoen valuma-alueen kautta tulevaa kuormitusta on mielekästä tarkastella Lylyjärven ja siitä lähtevän Lylyjoen kautta, jota pitkin pääasiallinen kuormitus kulkeutuu Hanhijärveen. Lylyjärvi on viimeinen suuri vesistö Hanhijärven yläpuolella ja se kokoaa yläpuolisen valuma-alueen vedet yhteen ennen niiden päätymistä Lylyjokeen.

Lylyjärvi on pinta-alaltaan n. 2 km² suuruinen matala järvi, jonka keskisyvyys on n. 1 metrin verran ja suurin syvyys 2 metriä. Tyypiltään järvi on matala ja runsashumuksinen järvi. Lylyjärven ekologinen tila on tällä hetkellä tyydyttävä. Klorofylli a on 1. suunnittelukaudella ollut keskimäärin 9,6 µg/l ja kokonaisfosfori 29 µg/l kun taas 2. suunnittelukaudella vastaavat arvot klorofylli a:ll ja kokonaisfosforille ovat n. 26 µg/l ja 42,4 µg/l, joten taso on ollut huonompaan suuntaan. 2000-luvulla järven kokonaisfosforipitoisuus on seuratuimmasta näytestä ollut keskimäärin n. 36 µg/l ja klorofylli a n. 20 µg/l. Kokonaisfosfori- ja typpipitoisuudet ovat olleet -80 luvun alkupuolella jonkin verran korkeammat, mitä 2000-luvun lopussa.

Lylyjärvestä ja Lylyjoen valuma-alueelta peräisin olevaa kuormitusta kannattaa tarkastella Lylyjoen vedenlaatua vasten, sillä se kokoaa valuma-alueen vedet ja johtaa ne suoraan Hanhijärven pohjoisosassa sijaitsevaan Uitonlahteen. Keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus Lylyjoen seuratuimmassa havaintopisteessä (Lylyjoki 041) on 2000-luvulla ollut n. 34 µg/l. Kokonaistypen osalta vastaava keskimääräinen pitoisuus on ollut n. 868 µg/l. Keskivirtaamalla (0,35 m³/s) laskettuna Lylyjoen kautta kulkeva vuotuinen ravinnekuormitus on karkeasti arvioituna fosforin osalta n. 375 kg/a ja typen osalta n. 9 580 t/a. Vesistömallijärjestelmän mukaan pelkästään Lylyjärvestä lähtevä kokonaisfosforikuorma on n. 305 kg/a ja kokonaistyppikuorma n. 8 170 kg/a. Lylyjoki kokoaa valuma-alueelta suoraan myös Lylyjärven yläpuolelta tulevia valumavesiä ja esimerkiksi Liskojärven vesiä.

Lylyjoen valuma-alueella suurin yksittäinen kuormittaja on fosforin osalta peltoviljely ja typen osalta metsien luonnonhuhuhtouma. Peltoalaa valuma-alueella on n. 8 % ja metsäalaa n. 61 % alueesta. Metsätalouden aiheuttama ravinnekuormitus ei ole merkittävä peltoviljelyyn verrattuna. Vesistömallijärjestelmän mukaan

alueella syntyvä fosforikuormitus on keskimäärin n. 700 kg/a ja typpikuormitus n. 15 000 kg/a (2006-2011) (Taulukko 10).

Taulukko 10. Lylyjoen valuma-alueella syntyvä fosfori- ja typpikuorma eri maankäyttömuodoissa vesistömallijärjestelmän (VEMALA) mukaan. Luvut ovat keskiarvoja vuosilta 2006-2011.

Maankäyttömuoto	Fosforikuorma (kg/vuosi)	Typpikuorma (kg/vuosi)
Peltoviljely	378	3 160
Luonnonhuuhtouma pelloilta	19	200
<i>Pellot yhteensä</i>	<i>397</i>	<i>3 360</i>
Metsätalous	37	880
Luonnonhuuhtouma metsistä	174	7 780
<i>Metsät yhteensä</i>	<i>211</i>	<i>8 660</i>
Haja-asutus	61	380
Hulevedet	1	20
<i>Asutus yhteensä</i>	<i>62</i>	<i>400</i>
<i>Pistekuormitus</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Laskeuma vesiin</i>	<i>41</i>	<i>2 570</i>
Yhteensä	711	14 990

Lylyjoen valuma-alueella Lylyjärven ja sitä ylempien vesistöjen, kuten Liskon ja Loukeisen vedet päätyvät Lylyjokeen, joka muuttuu lopulta Toivalanjoeksi ennen kuin vedet purkautuvat Hanhijärven Uitonlahteen. Lylyjoen vedenlaatua on seurattu -80 luvulta alkaen ja aivan viime vuosiin saakka, mutta tässäkin kohteessa aineistossa on aukkoisuutta. Typpi- ja fosforipitoisuudet ovat olleet selvässä nousussa -90 luvun puolivälin jälkeen, mutta 2000-luvun lopulle tultaessa pitoisuudet näyttävät hieman laskevan. Kuitenkin seurantajakson mitattujen pitoisuuksien keskiarvoissa ei näy suuria muutoksia suuntaan tai toiseen.

Hanhijärven lähivaluma-alue 04.163

Hanhijärven lähivaluma-alueella ei ole merkittäviä pistekuormituslähteitä. Valuma-alueella eri maankäyttömuodoissa syntyvää kuormitusta on arvioitu vesistömallijärjestelmässä ja se on esitetty taulukossa 11. Kuten kaukovaluma-alueilla, myös Hanhijärven lähivaluma-alueella maatalous on merkittävässä roolissa vesistöjen fosfori- ja typpikuormituksen aiheuttajana. Metsätalouden rooli alueen fosfori- ja typpikuormituksesta on suhteellisen vähäinen, mutta etenkin typpikuormituksen osalta metsien luonnonhuuhtouma on merkittävä ravinnepäästöjen lähde. Toinen kohtalaisen merkittävä typpikuormituksen aiheuttaja valuma-alueella on ilmaperäinen laskeuma, jolle ei toki vesienhoidollisilla toimenpiteillä voida käytännössä vaikuttaa. Vesistömallijärjestelmän mukaan järvestä vallitseva kokonaisfosforipitoisuus on keskimäärin n. 23 µg/l ja kokonaisfosforikuorma n. 1413 kg/a. Kokonaistypen pitoisuus järvestä on keskimäärin n. 0,7 mg/l ja kokonaistypenkuorma n. 37 000 kg/a, arvot ovat keskiarvoja vuosille 2006-2011.

Taulukko 11. Hanhijärven lähivaluma-alueella syntyvä fosfori- ja typpikuorma eri maankäyttömuodoissa vesistömallijärjestelmän (VEMALA) mukaan. Luvut ovat keskiarvoja vuosilta 2006-2011.

Maankäyttömuoto	Fosforikuorma (kg/vuosi)	Typpikuorma (kg/vuosi)
Peltoviljely	598	6 560
Luonnonhuuhtouma pelloilta	24	740
<i>Pellot yhteensä</i>	<i>622</i>	<i>7 300</i>
Metsätalous	37	1 080
Luonnonhuuhtouma metsistä	228	12 450
<i>Metsät yhteensä</i>	<i>265</i>	<i>13 530</i>
Haja-asutus	111	620
Hulevedet	1	40
<i>Asutus yhteensä</i>	<i>112</i>	<i>660</i>
<i>Pistekuormitus</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Laskeuma vesiin</i>	<i>150</i>	<i>9 340</i>
Yhteensä	1 149	30 830

3.3.4. Sisäinen kuormitus

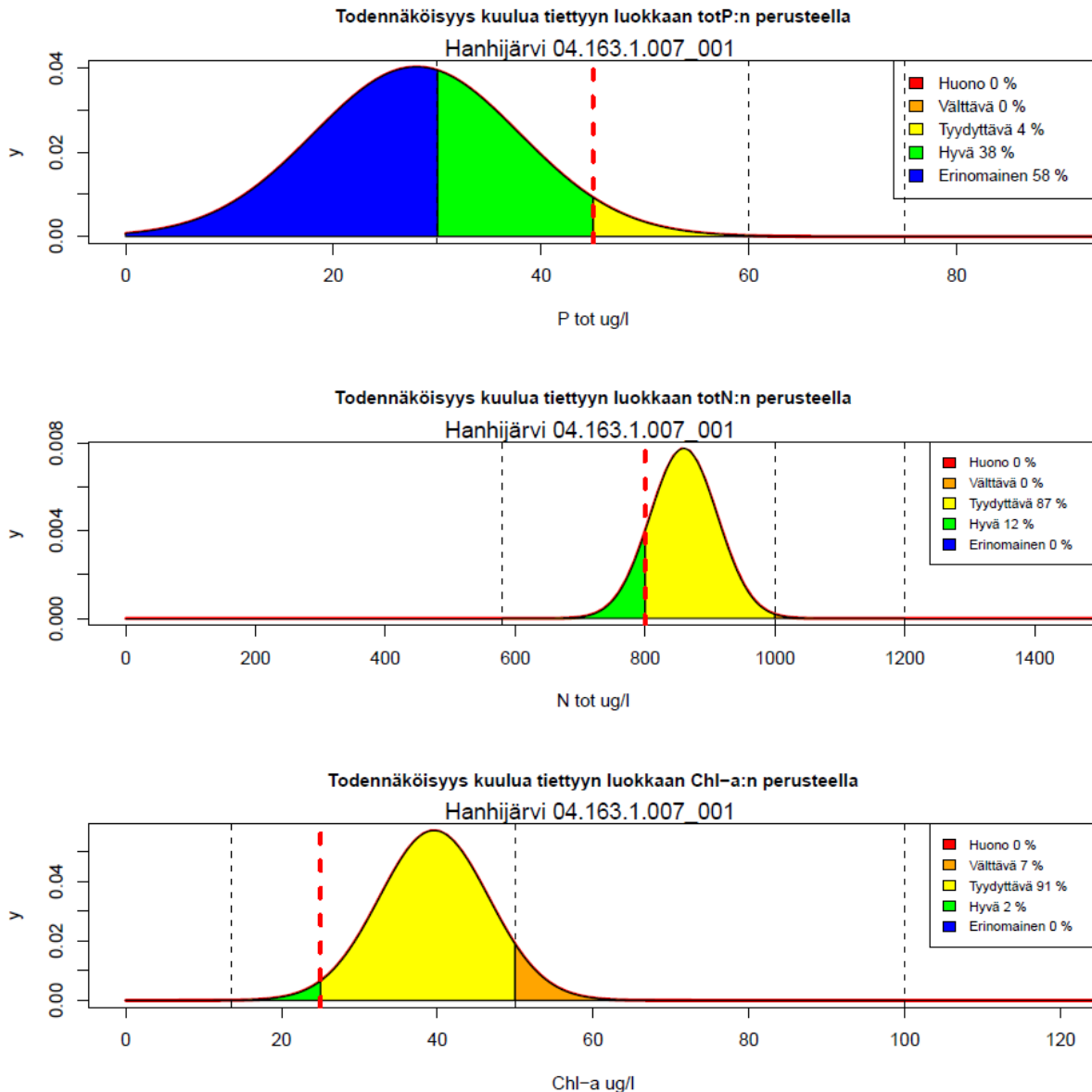
Järven sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan tilannetta, jossa järven pohjasedimenttiin sitoutuneet ravinteet lähtevät uudelleen kiertoon ja siten levien käyttöön. Fosforin vapautuminen kiihtyy pohjasedimentistä silloin, kun pohjanläheinen happi on kulunut loppuun. Fosforin vapautumista kiihdyttää myös kalojen ravinnon etsiminen pohjalta. Särkikalojen pohjan pölyttäminen nostaa ravinteita takaisin kiertoon. Fosforia vapautuu myös sedimentistä, kun pH-arvo on noussut reilusti emäksisen puolelle. Varsinkin rehevissä järvissä runsas yhteytystoiminta voi nostaa pH:n emäksisen puolelle.

Järven sisäisen kuormituksen arvioiminen on vaikeaa, sillä sen laskemiseen tarvittaisiin tieto järven sedimentaationopeudesta. Sisäisen kuormituksen määrä voidaan kuitenkin arvioida välillisesti, laskemalla tulevan ulkoisen kuormituksen avulla järven keskimääräinen fosforipitoisuus. Tätä pitoisuutta voidaan verrata mittauksilla havaittuun pitoisuuteen ja mikäli havaittu pitoisuus on suurempaa, voi järvi kärsiä sisäisestä kuormituksesta. Mikäli järveen tulevaa ulkoista kuormitusta on saatu pienennettyä eikä järven tila ala paranemaan, voidaan myös arvella järven kärsivän sisäisestä kuormituksesta. Kuormituksen perusteella laskettava keskimääräinen fosforipitoisuus voidaan laskea Friskin (1978) kaavalla: $c = (1-R) \cdot L / Q$, jossa c = keskimääräinen fosforipitoisuus ($\mu\text{g/L}$), R = sedimentaatiokerroin (0,370), L = järveen tuleva ulkoinen kuormitus (mg/s), ja Q = virtaama (m^3/s). Hanhijärvelle keskimääräisellä virtaamalla ($Q = 1,25\text{m}^3/\text{s}$) ja vesistömallijärjestelmän arvioiman tulevan kuormituksen arvoilla ($L = 43 \text{ mg/s}$) vesipatsaan keskimääräiseksi fosforipitoisuudeksi saadaan $34 \mu\text{g/L}$. Järven seuratuimman näytepisteen (Hanhijärvi 006) vedenlaatu näytteistä kaikilta syvyyksiltä vuosilta 1999-2014 saadaan keskimääräiseksi kokonaisfosforipitoisuudeksi n. $24,1 \mu\text{g/l}$.

Friskin kaavalla laskettu keskimääräinen fosforipitoisuus on hieman suurempi kuin mitattu fosforipitoisuus, joten sisäistä kuormitusta voi esiintyä järvessä. Vesistömallijärjestelmän laskema sisäinen kuormitus on noin 34 kg fosforia vuodessa, mikä olisi noin $2,5 \%$ ulkoisesta kuormasta. Sisäisen kuormituksen laskeminen perustuu fosforiainetaseen jäännökseen ja se voi olla hieman karkea ja epätarkka arvio.

3.4. LLR-työkalun tulokset

Lake Load Response -mallityökalun perusteella Hanhijärvestä fosforikuorman vähennystarvetta ei suoranaisesti esiinny fosforin raja-arvoihin nähden. Fosforipitoisuuden tavoite ekologisen luokittelun näkökulmasta on saavutettu ja järvi on fosforin osalta hyvässä tilassa (kuva 38). Fosforikuorman vähennystarve on kuitenkin 29 % ja typpikuorman vähennystarve 2 %, jotta päästäisiin a-klorofyllin osalta hyvän tilan tavoitteeseen. Typpipitoisuuden hyvän tilan raja-arvon saavuttaminen edellyttäisi typpikuormituksen vähentämistä nykytasostaan noin 7 %.



Kuva 38. Hanhijärven todennäköisyys kuulua tiettyyn ekologiseen luokkaan kokonaisfosforin (tot P), -typen (tot N) ja a-klorofyllin perusteella (Suomen ympäristökeskus, LLR-malli). Mitä enemmän todennäköisyysmassasta on punaisen pystyviivan vasemmalla puolella, sitä todennäköisemmin järvi voi saavuttaa hyvän tilan. Väri, jota kuvassa on eniten, kuvaa tilaa, jossa järvi todennäköisimmin on.

4. Yhteenveto kuormituksesta ja jatkotoimenpiteistä

Hanhijärveen tulevaa fosforikuormaa tulisi vähentää nykytasosta, jotta vedenlaadun osalta hyvän ekologisen tilan tavoite täyttyisi. Järvi on tällä hetkellä hyvän ja tyydyttävän tilan rajalla. Valuma-alueella tyydyttävässä tilassa ovat myös Lylyjärvi, Lisko ja Loukeinen. Hajakuormitus on selkein järvien tilaa heikentävä tekijä.

Vesistömallin tulosten sekä kenttähavaintojen perusteella merkittävimmät osavaluma-alueet kuormituksen osalta ovat Hanhijärveen pohjoisesta laskevat Lylyjoen, Liskon ja Loukeisen valuma-alueet. Nämä ovat myös orgaanisen kuormituksen osalta merkittävimpiä.

Metsätalouden osalta kunnostusojitusten nykyistä tehostetumpi vesiensuojelu ja eroosiohaittojen torjunta vähentäisivät osaltaan metsien käytöstä peräisin olevaan kuormitusta. Myös vesiensuojelukoulutus ja neuvonta alueen metsänomistajille ja urakoitsijoille voisivat olla tarpeen. Nämä toimenpiteet on nähty tärkeiksi erityisesti turvamaavaltaisilla valuma-alueilla, jotka kuuluvat Etelä-Savon vesienhoidon toimenpideohjelman mukaisesti metsätalouden vesiensuojelun painopistekohteisiin (Kotanen ym. 2016). Edellä mainitut alueet on nostettu myös Etelä-Savon luonnonhoidon alueelliseen toteutusohjelmaan 2016-2020 (Suomen metsäkeskus 2016). Siinä tavoitteena on jatkaa metsätalouden vesistövaikutusten pienentämiseen tähtääviä valuma-aluekohtaisia hankkeita ja kehittää valuma-alueen vesiensuojelun suunnittelua keskeisimmissä kohteissa.

Maatalouden kuormituksen osalta voidaan vähentää mm. estämällä pintavalumien syntyminen ja maan aineksen kulkeutuminen vesistöön esimerkiksi suojavyöhykkeillä, laskeutuslaitteilla ja kosteikoilla. Näitä on esitetty kohdekuvausaineen aiemmin laaditussa vesiensuojelusuunnitelmassa (Lähteenmäki 1997). Kohteiden soveltuvuutta olisi syytä tarkastella lähemmin maastotyönä. Monet vesiensuojelutoimet kuuluvat maatalouden ympäristökorvausjärjestelmän piiriin ja niiden toteutumista kannattaisi edistää alueella yhteistyössä viljelijöiden kanssa.

Hanhijärvestä ja erityisesti pohjoisen valuma-alueen järvissä olisi hyödyllistä tehdä koeverkkojalastukset mahdollisen poistokalastustarpeen selvittämiseksi. Koekalastuksia on tehty Lähteenmäen (1997) raportin mukaan ainakin vuonna 1995 mutta kalaston nykytilanne ei ole tiedossa. Hanhijärven umpeen kasvaneet lahtialueet ovat todennäköisesti osin menettäneet merkityksensä kalavetenä (Lähteenmäki 1997) ja soveltuvatkin paremmin vesilinnustolle. Niiden hyödyntäminen valuma-alueilta tulevien ravinteiden pidättäjänä olisi hyvä selvittää. Vesikasvien niitto voi olla valuma-alueen järvissä paikoin perusteltua, joskin niittotoiminnan vesienhoidolliset hyödyt jäävät usein vaatimattomiksi.

Hanhijärven valuma-alueella vesialueita hallinnoivien osakaskuntien yhdistäminen suuremmiksi kokonaisuuksiksi mahdollistaisi niiden toiminnan kehittämisen vesienhoidossa muun muassa hanketoiminnan kautta.

Lähteet

Kotanen, J., Manninen, P., Huttunen, M., Petäjä-Ronkainen, A., Haapala, A., Sojakka, P. 2016. Vesien tila hyväksi yhdessä. Etelä-Savon vesienhoidon toimenpideohjelma vuosiksi 2016-2021. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen raportteja 4/2016. 135 s.

http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/120004/Raportteja_4_2016.pdf?sequence=2

Lautamäki, J. 2012. Niittotarvekartoitus: Mikkelin Hanhijärvi. Etelä-Savon ELY-keskus. 7

s. https://esvesienhoito.files.wordpress.com/2014/10/hanhijarvi_niittotarvekartoitus_2012.pdf

Lähteenmäki, R. 1997. Hanhijärven Lylylahteen laskevien vesireittien vesiensuojelusuunnitelma. Etelä-Savon ympäristökeskuksen moniste 5. 46 sivua +

liitteet. <https://esvesienhoito.files.wordpress.com/2014/10/hanhijarven-lylylahteen-laskevien-vesireittin-vesiensuojelusuunnitelma.pdf>

Suomen Metsäkeskus 2016. Etelä-Savon luonnonhoidon alueellinen toteutusohjelma 2016-2020.

<http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/totelma-etela-savo.pdf>

Linkkejä

Etelä-Savon vesienhoito: <https://esvesienhoito.wordpress.com/>

Etelä-Savon ELY-keskuksen vesienhoidon sivut: www.ymparisto.fi/vesienhoito/etela-savo

Vesikartta: <http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikartta>

Vedenlaatutiedot ympäristötietojärjestelmissä: http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat

Vesistökuunnostusverkosto: www.ymparisto.fi/vesistokunnostusverkosto

Vesienhoitohankkeiden rahoitusmahdollisuudet: <http://rahatpintaan.fi>

Julkaisusarjan nimi ja numero Raportteja 21/2018					
Tekijät Juho Kotanen Jukka Hirvonen Jani Pulkkinen Antti Haapala		Julkaisuaika Maaliskuu 2018			
		Julkaisija Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus			
		Hankkeen rahoittaja/toimeksiantaja			
Julkaisun nimi Hanhijärven valuma-alueen vedenlaatu- ja kuormitus selvitys					
Tiivistelmä <p>Tämä raportti pyrkii selventämään Mikkelin Hanhijärven ja sen valuma-alueen vesistöjen vedenlaatua ja kuormitusta vesienhoidon jatkotoimenpiteitä varten. Hanhijärven tila on heikentynyt ja tilassa ei pidemmällä aikavälillä ole ollut havaittavissa parantumisen merkkejä. Tulosten perusteella Hanhijärvessä tulee fosforikuormaa vähentää nykytasosta, jotta vedenlaadun osalta hyvän ekologisen tilan tavoite täytyisi. Tyydyttävässä tilassa ovat myös Lylyjärvi, Lisko ja Loukeinen.</p> <p>Kuormitusmallin tulosten perusteella merkittävimmät osavaluma-alueet ravinteiden ja orgaanisen kuormituksen osalta ovat Hanhijärveen pohjoisesta laskevat Lylyjoen, Liskon ja Loukeisen valuma-alueet. Hajakuormitus on selkein järvien tilaa heikentävä tekijä. Valuma-alueilla on tarpeen huomioida nykyistä tarkemmin metsätalouden vesiensuojelu muun muassa kunnostusojituksissa ja turvemaidella tehtävissä metsähakkuissa. Maatalouden kuormitusta voidaan pienentää vähentämällä pintavalumien syntymistä ja maa-aineksen kulkeutumista vesistöön esimerkiksi peltojen talviaikaisella kasvipeitteisyydellä, suojavaähykkeillä, laskeutusaltailta ja kosteikoilla. Vesiensuojeluratkaisuja olisi syytä tarkastella lähemmin maastotyön ja suunnittelun avulla. Valuma-alueen maanomistajille sekä maa- ja metsätalouden toimijoille suositellaan vesiensuojelukoulutusta ja –neuvontaa.</p> <p>Vesialueita hallinnoivien osakaskuntien yhdistäminen suuremmiksi kokonaisuuksiksi mahdollistaisi niiden toiminnan kehittämisen muun muassa vesienhoidon hanketoiminnassa.</p>					
Asiasanat Hanhijärvi, valuma-alue, vedenlaatu, kuormitus, vesienhoito					
ISBN (PDF) 978-952-314-683-9	ISBN (painettu)	ISSN-L 2242-2846	ISSN (verkkojulkaisu) 2242-2854	ISSN (painettu)	URN URN:ISBN:978-952-314-683-9
Kokonaissivumäärä 38		Kieli		Hinta (sis. alv 8%)	
Julkaisun myynti/jakaja Julkaisu on saatavana vain verkossa: www.ely-keskus.fi/julkaisut sekä www.doria.fi					
Julkaisun kustantaja					
Painopaikka ja -aika					

Tämä raportti pyrkii selvittämään Mikkelin Hanhijärven ja sen valuma-alueen vesistöjen vedenlaatua ja kuormitusta vesienhoidon jatkotoimenpiteitä varten. Hanhijärven tila on heikentynyt ja tilassa ei pidemmällä aikavälillä ole ollut havaittavissa parantumisen merkkejä. Tulosten perusteella Hanhijärven tulossa fosforikuormaa vähentää nykytasosta, jotta vedenlaadun osalta hyvän ekologisen tilan tavoite täyttyisi. Tyydyttävässä tilassa ovat myös Lylyjärvi, Lisko ja Loukeinen.

Kuormitusmallin tulosten perusteella merkittävimmät osavaluma-alueet ravinteiden ja orgaanisen kuormituksen osalta ovat Hanhijärven pohjoisesta laskevat Lylyjoen, Liskon ja Loukeisen valuma-alueet. Hajakuormitus on selkein järvien tilaa heikentävä tekijä. Valuma-alueilla on tarpeen huomioida nykyistä tarkemmin metsätalouden vesiensuojelu muun muassa kunnostusohjelmassa ja turvemailla tehtävissä metsähakkuissa. Maatalouden kuormitusta voidaan pienentää vähentämällä pintavalumien syntymistä ja maa-aineksen kulkeutumista vesistöön esimerkiksi peltojen talviaikaisella kasvipeitteisyydellä, suojavyöhykkeillä, laskeutuslaitteilla ja kosteikoilla. Vesiensuojeluratkaisuja olisi syytä tarkastella lähemmin maastotyön ja suunnittelun avulla. Valuma-alueen maanomistajille sekä maa- ja metsätalouden toimijoille suositellaan vesiensuojelukoulutusta ja -neuvontaa. Vesialueita hallinnoivien osakaskuntien yhdistäminen suuremmiksi kokonaisuuksiksi mahdollistaisi niiden toiminnan kehittämisen muun muassa vesienhoidon hanketoiminnassa.

RAPORTTEJA 21 | 2018

HANHIJÄRVEN VALUMA-ALUEEN VEDENLAATU- JA KUORMITUSSELVITYS

Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

ISBN 978-952-314-683-9 (PDF)

ISSN-L 2242-2846

ISSN 2242-2854 (verkkójulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-683-9

www.doria.fi/ely-keskus