HANHIKANKAAN POHJAVESIALUEEN suojelusuunnitelma 2021

LIITTEET

MIKKELIN SEUDUN YMPÄRISTÖPALVELUT

RAiNMAN

CBC 2014-2020 SOUTH-EAST FINLAND - RUSSIA

Funded by the European Union, the Russian Federation and the Republic of Finland.

LIITE 1

Tiedossa olevat Hanhikankaan pohjavesialueella tehdyt tutkimukset

Tutkimuksen tekijä	Vuosi	Tavoite/työn nimi
Oy Yleinen Insinööritoimisto	1956	Kaupungin lisävesitarve
Oy Vesi-Hydro Ab	1960	Pohjavesikaivopaikan selvitys ja vanhan kaivon uusimismenetelmä, uusien kaivojen rakentamismahdollisuudet
Vesi-Hydro Jäämies & Co	1965	Pohjavesitutkimus, siiviläkaivojen (5 kpl) paikat vesilaitoksen pohjoispuolelta
Vesi-Hydro Oy	1966	Hanhikankaan suoja-aluetutkimus
Mikkelin vesipiirin vesitoimisto	1971	Pohjavesitutkimus 3–4 km kaupungin pohjoispuolella, tekopohjaveden muodostamismahdollisuudet, TN:o 972 Mi 4. Pohjavesitutkimus Mikkelin seudulla syyskaudella 1971
Geoteknillinen Insinööritoimisto E. Hilpi	1972	Lausunto maaperästä Koulukeskuksen alueella. 1130 Lausunto maaperästä Koulukeskuksen alueella. 1121..
Mikkelin kaupunki	1975–78	Imeytyskokeita vedenottamon pohjoispuolisella harjuosuudella.
Suunnittelukeskus Oy	1977	Tekopohjavesitutkimus vedenottamon pohjoispuolisella harjuosuudella
Geotek Oy	1977	Mikkelin kaupungin vesilaitos. Hanhikankaan tekopohjavesialue. Työ no. 6151. 1977-10-31
Vesi-Hydro Oy	1986	Hanhikankaan pohjavedenottamo, koepumppaus, MM/av 11869
Suomen Pohjavesitekniikka Oy	1996	Hanhikankaan pohjavesitutkimus
Juha Tikka	1998	Mikkelin kaupungin raakavedenoton kannalta tärkeiden vesistöjen laatu vuosina 1995–1997
Mikkelin seudun ympäristökeskuksen julkaisuja 1/2000	2000	Öljysäiliöiden riskikartoitus
Savolab Oy	2000?	Mikkelin kaupungin raakavedenoton kannalta tärkeiden vesistöjen veden laatu vuosina 1998–2000
Mikkelin kaupunki 27.3.2007	2007	Hanhijoen Tampinkosken settipadon korvaaminen uudella pohjapadolla. Hakemussuunnitelmaselostus, Mikkelin kaupunki.
Pöyry Environment Oy	2008	Pohjaveden määrä ja laatu, koepumppaus, Mikkelin vesilaitos Hanhikankaan pohjavedenoton kehittäminen, pohjavesitutkimukset 2006–2007. 67050378.EG
GTK	2015	Hanhikankaan rakennetutkimus ja virtausmallinnus. GTK:n arkistoraportti 2/2016
GTK	2019	Mikkelin Likolammen ja Hanhilammen sedimenttitutkimukset CBC RAINMAN -projektissa, GTK:n työraportti 74/2019
Ramboll Finland Oy	2020	POAKORI, Kemiallisesti huonossa tilassa olevien pohjavesialueiden kokonaisvaltainen riskienhallinta.

GTK	2021	Mikkelin Hanhikankaan pohjavesialueen pohjavesi-pintavesi vuorovaikutustutkimus CBC RAINMAN -projektissa, GTK:n työraportti 61/2020
GTK	2021	Pohjavesimuodostuman haavoittuvuusanalyysi DRASTIC-menetelmällä – tutkimuskohteina Mikkelin Hanhikangas ja Lahti. GTK:n työraportti 59/2021
GTK	2021	Mikkelin Hanhikankaan pohjavesialueen virtausmalli ja ilmastonmuutoksen vaikutusten mallintaminen alueen pohjavedenpintoihin aikaväleillä 2021–2050 ja 2072–2100. GTK:n työraportti 48/2021

LIITE 2

1 SÄÄHAVAINNOT 1931-2020

1.1 Lämpötila

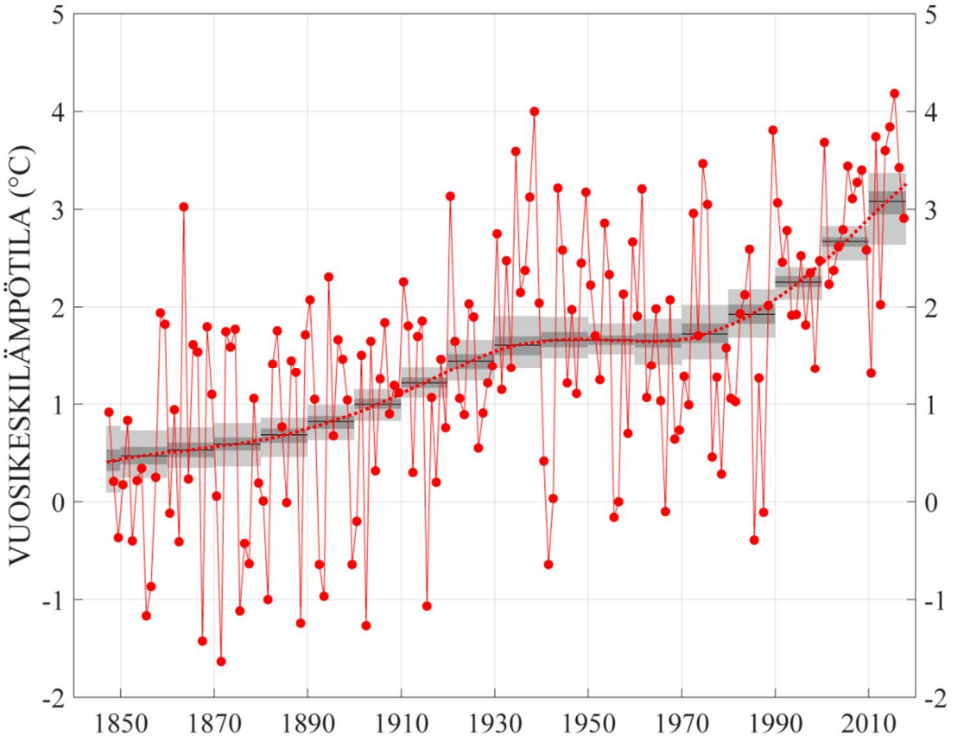
Taulukosta 1 voidaan havaita Mikkelin kuukausikohtaisia keskilämpötiloja. (Häkkinen, 1993, 7.) Keskimääräinen vuosilämpötila välillä 1991-2020 on ollut 4,2 °C. Vuosikeskilämpötilan nousu suhteessa ajanjaksoihin 1931-1960 ja 1961-90 on ollut + 1-1,1 °C. 30 viime vuoden aikana vuosikeskilämpötila on siis noussut Mikkelissä noin 1 °C verran. Taulukosta nähdään, että lämpötilan kasvu on ollut suurinta joulu-, tammi- ja helmikuussa ja pienintä touko-, kesä- ja lokakuussa. (Häkkinen, 1993, 7, Ilmatieteenlaitos, 2021a, Nikander, 2021.)

Ilmatieteenlaitoksen sivuilta ladattavista Mikkelin lentoaseman sääasemalta mitatuista lämpötiloista puuttuu osa kuukausikeskilämpötiloista ajanjaksolta 1991-2020 (1993 tammikuu, 2003 helmikuu, 2006 joulukuu, 2007 tammi- ja maaliskuu, 2008 elokuu ja joulukuu, 2009 heinäkuu ja 2010 helmikuu sekä 2011 touko ja kesäkuu. 1993 tammikuun tieto on saatu Seppo Häkkisen julkaisusta ja 2011 tiedot on saatu LUKE:sIta saaduista lämpötilatiedoista. Nämä tiedot ovat peräisin Mikkelin Rantakylän säähavaintoasemalta. Muut puuttuvat päiväkohtaiset keskilämpötilatiedot Ilmatieteenlaitos korvasi lähisääasemien tiedoista.

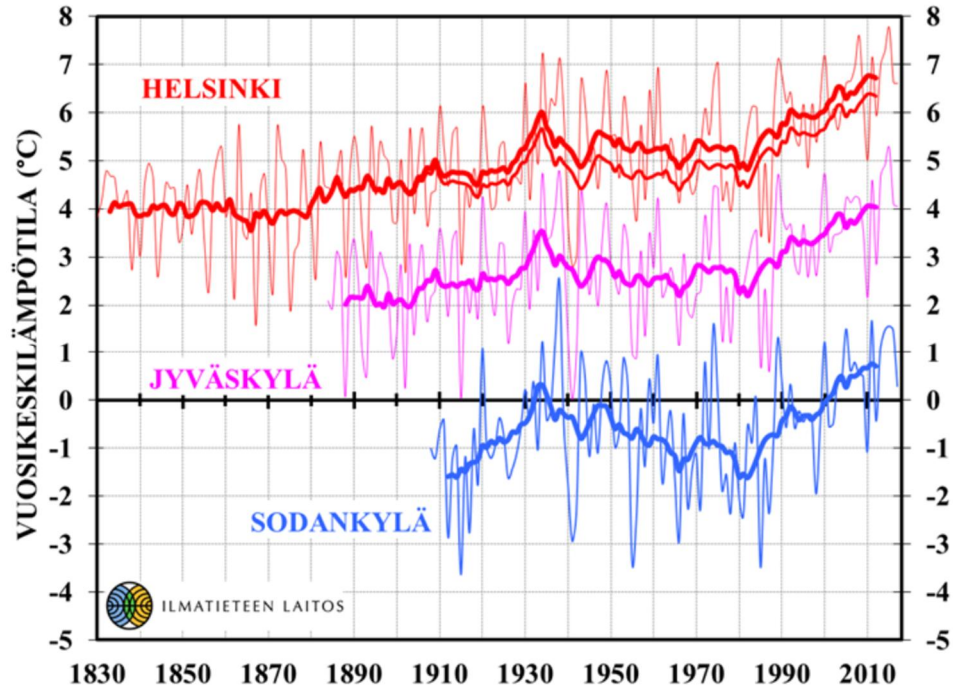
Taulukko 1. Keskilämpötilat [°C] kuukausi ja vuosi tasolla ajanjaksoina 1931-60 ja 1960-90 sekä pienimmät ja suurimmat keskilämpötilat [°C] ajanjaksoilla. (Häkkinen, 1993, 7, Ilmatieteenlaitos, 2021a, Nikander, 2021.)

Keskiarvo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	vuosi
1931-60	-9,1	-9,2	-5,3	1,8	8,6	13,9	16,7	14,6	9,4	3,6	-1,1	-5,4	3,2
1961-90	-9,9	-9,1	-4,1	1,9	9,4	14,4	16,1	14,1	8,8	3,8	-1,7	-6,9	3,1
1991-2020	-7,4	-7,2	-3,3	3,0	9,6	14,4	17,0	15,0	9,8	4,0	-0,6	-4,7	4,2
Pienin arvo	-20,9 (1987)	-17,5 (1985)	-11,4 (1963)	-2,7 (1929)	5,2 (1955)	10,3 (1982)	13,4 (1928)	11,0 (1987)	5,0 (1993)	-2,0 (1992)	-11,5 (1965)	-15,9 (1978)	0,3 (1941)
Suurin arvo	-1,4 (1930)	7,6 (1990)	0,2 (1989)	5,3 (1990)	13,0 (1984)	17,4 (1936)	20,0 (1941)	17,3 (1939)	12,8 (1938)	7,6 (1961)	2,9 (1938)	0,6 (1932)	5,3 (1934/1989)

Mikkelin sään kaltainen lämpötilan kehitys on nähtävissä koko Suomen vuosikeskilämpötiloissa ilmasto-opas.fi -sivustoilta saatavista kuvaajista. Kuvassa 9 nähdään kuinka 1930-1990 lukujen välillä Suomen vuosikeskilämpötilat on pysyneet miltei samana, kun taas 1990 -luvun jälkeen vuosikeskilämpötila on lähtenyt jyrkkään nousuun. Kuvan 2 perusteella muutos näyttäisi alkaneen selkeämmin jo 1980 -luvun alkupuolella.



Kuva 1. Suomen vuosikeskilämpötila välillä 1847-2017 (punainen pistekatkoviiva). Vuosittaiset arvot (punaiset ympyrät) perustuvat koko Suomen kattavaan hila-aineistoon. Punainen pisteviiva kertoo tilastomalliin perustuvan keskimääräisen vuosikeskilämpötilan kulun. Ilmastollisen vuosikeskiarvon avulla lasketut vuosikymmenkohtaiset keskiarvot on esitetty mustalla viivalla ja näille on laskettu 50 % ja 95 %:n epävarmuusrajat tumman ja vaalean harmailla palkeilla. (Ilmasto-opas.fi, 2021.)



Kuva 2. Vuosikeskilämpötilat vuosilta 1830-2017 Helsingistä, Jyväskylästä ja Sodankylästä. Kymmenen vuoden liukuva keskiarvo on merkitty paksulla viivalla ja vuotuiset arvot ohuella viivalla. Helsingin lämpötiloissa keskipaksu viiva kuvaa arvioituja lämpötiloja tilanteessa, että kaupungin kasvu ei olisi vaikuttanut lämpötiloihin. (Ilmasto-opas.fi, 2021.)

1.2 Sadanta

Säähavaintojen perusteella vuosina 1931-60 satoi keskimäärin 585 mm vettä vuodessa. Suurimmillaan sateen määrä tuona ajanjaksona oli 797,7 mm vuonna 1943 ja pienimmillään vuonna 1941 341,7 mm. Vuosina 1961-1990 satoi keskimäärin 643 mm vettä vuodessa. Suurimmillaan sateen määrä tuona ajanjaksona oli 893,4 mm vuonna 1974 ja pienimmillään 471,7 mm vuonna 1978. Kasvu keskimääräisissä sademäärissä näiden ajanjaksojen välillä on 58 mm. Taulukossa 2 on esitetty ajanjaksojen keskimääräiset kuukausi sateet ja lisäksi pienimmät ja suurimmat sateet eri ajankohtina. Taulukosta voidaan nähdä, että sademäärän kasvu ajanjaksojen välillä on painottunut talveen ja syksyyn. Sadepäiviä on ollut vuodessa keskimäärin 190 kpl/v ajanjaksolla 1931-1960 ja 210 kpl/v ajanjaksolla 1961-1990. (Häkkinen, 1993, 29-31, 35.) Sademäärä ajanjaksona 1991-2020 on ollut keskimäärin 645 mm vuodessa. Sademäärässä ei ole tapahtunut juurikaan muutosta suhteessa ajanjaksoon 1961-1990. Suurimmillaan sateen määrä ajanjakson 1991-2020 on ollut 840 mm vuonna 2008 ja pienimmillään 476 mm vuonna 2018. (Ilmatieteenlaitos, 2021b.)

Taulukko 2. Sademäärät [mm]kuukausi- ja vuositasolla ajanjaksoina 1931-60 ja 1960-90 sekä pienimmät ja suurimmat keskimääräiset sademäärät [mm] em. ajanjaksoilla. (Häkkinen, 1993, 29-31, Ilmatieteenlaitos, 2021b.)

Keskiarvo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	vuosi
1931-60	42	30	28	33	40	57	69	73	61	61	48	43	585
1961-90	45	32	36	36	40	55	68	88	68	62	61	53	643
1991-2020	50	38	36	33	42	68	78	70	53	66	57	55	645
Pienin arvo	5,0 (1941)	7,1 (1954)	2,0 (1969)	8,0 (1987)	6,2 (1972)	10,8 (1986)	4,1 (1973)	20,3 (1950)	10,6 (1949)	8,0 (1946)	15,2 (1945)	7,9 (1953)	341,7 (1941)
Suurin arvo	97 (1984)	89,0 (1990)	65,3 (1971)	86,5 (1973)	91,9 (1927)	149,2 (1987)	190,2 (1934)	181,4 (1974)	125,6 (1973)	138,3 (1934)	106,2 (1974)	102,5 (1974)	893,4 (1974)

LÄHDELUETTELO

Nikander, Hannele. 2021. Luonnonvarakeskus (LUKE). [sähköpostiviesti 20.1.2021]
Ilmasto-opas.fi. 2021. [Internet-sivut]. [viitattu 20.1.2021] Saatavissa: https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/16266ad3-e5f5-4987-8760-2b74655182d5/suomen-ilmasto-on-lammennyt.html
Ilmatieteenlaitos. 2021a. [Internet-sivut]. [viitattu 22.1.2021] Saatavissa: https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus
Ilmatieteenlaitos. 2021b. [Internet-sivut]. [viitattu 20.1.2021] Saatavissa: https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus
Häkkinen Seppo. 1993. Sadetta, poutaa, hellettä ja pakkasta. Säähavaintoja Etelä-Savon tutkimusasemalla Mikkelissä 1926-1993. Maataloudentutkimuskeskus. 39 s.
Suomen ympäristökeskus. 2021. [Internet-sivut]. [viitattu 6.4.2021] Saatavissa: http://wwwi3.ymparisto.fi/i3/tilanne/FIN/routa/ESA.htm

LIITE 3

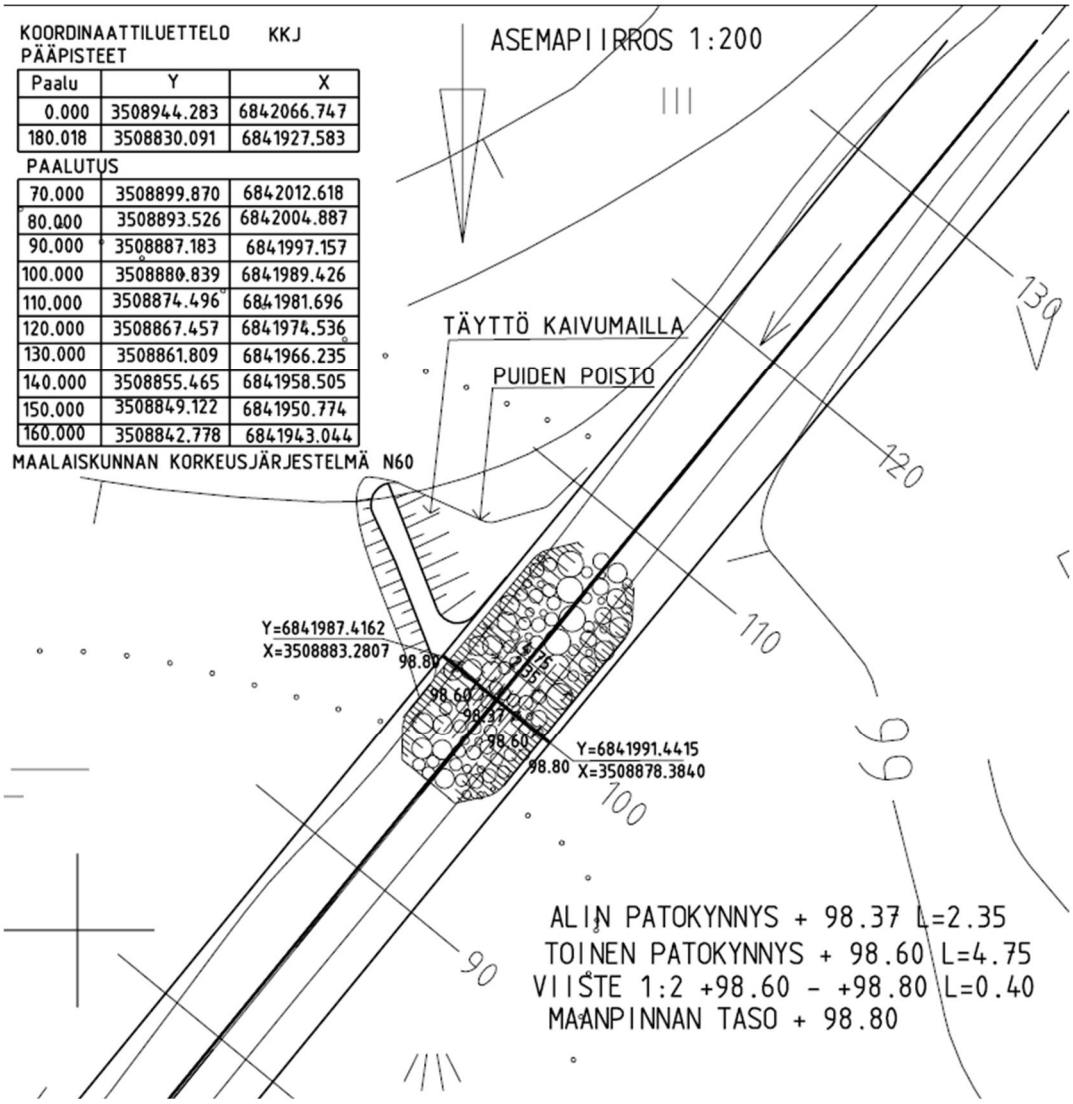
Pohjapadot Hanhilammen valuma-alueella

Hanhilammesta pois virtaavan veden määrään on säädelty Hanhilammen luusuassa sijaitsevalla pohjapadolla. Patoa kutsutaan myös Tampinkoskenpadoksi. Hanhilampeen virtaavan veden määrää on puolestaan säädelty Naistingin pohjapadolla ja Iso-Vuolingon ja Alaisen välisellä pohjapadolla. Seuraavissa kappaleissa on kuvattu pohjapadot tarkemmin.

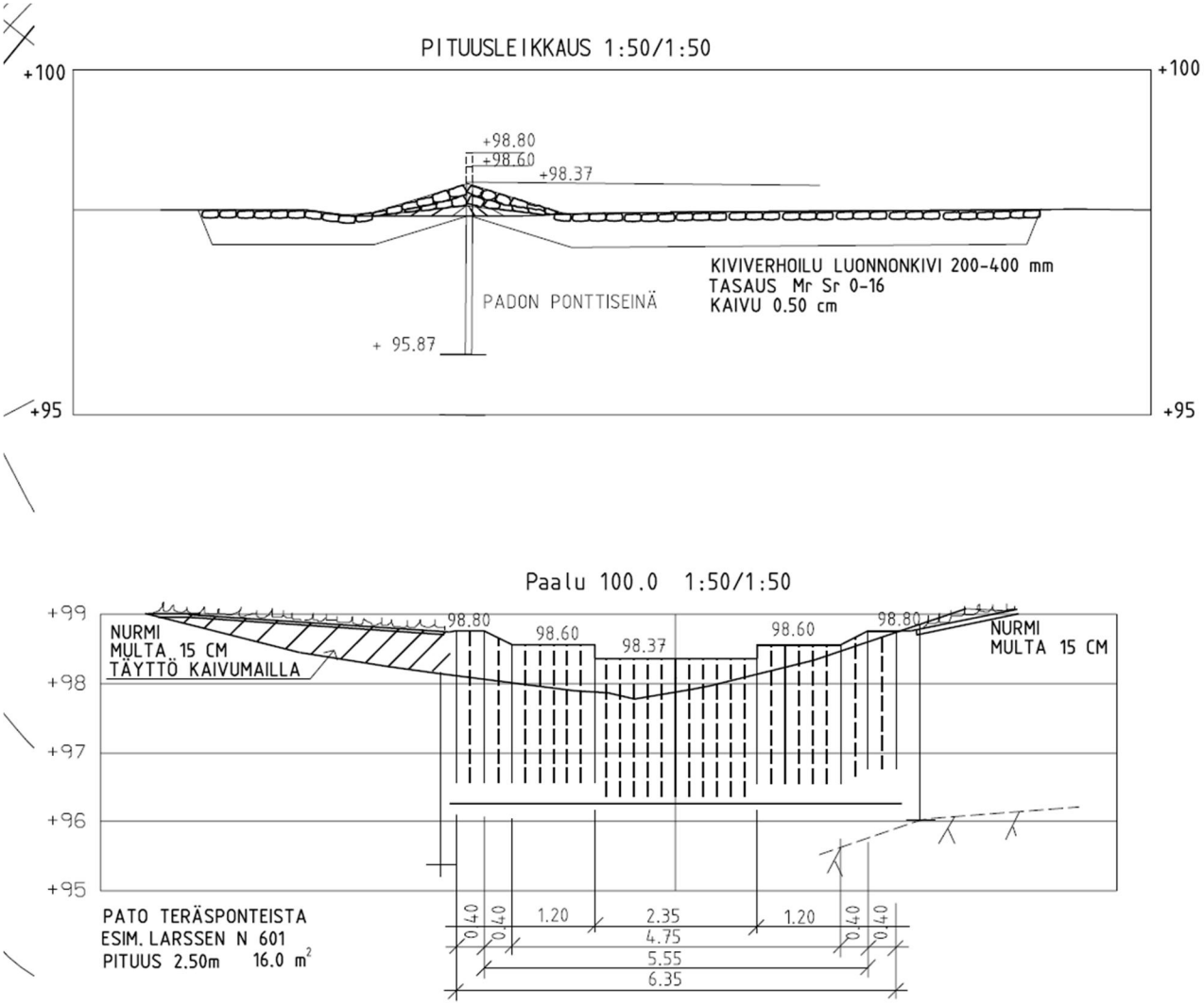
1. Iso Vuolingon ja Alaisen välinen pohjapato

Noin 50 % Iso-Vuolingon vesistä laskee Pienisalmen kautta Pieni-Vuolinkoon ja siitä Isosalmen kautta Alaiseen ja noin 50 % laskee suoraan kuivatusuomaa pitkin Alaiseen. 1930 -luvulla kaivetun kuivatusuoman tarkoituksena oli laskea Iso-Vuolingon vedenkorkeutta. Vuonna 2012 kuivatusuomaan rakennettiin teräsponteista pohjapato, jonka tarkoituksena oli lisätä veden vaihtuvuutta Pieni-Vuolingossa ja nostaa sekä Iso- että Pieni-Vuolingon alivedenkorkeutta. Pato kynnyksen leveys on 2,35 m. Padon kynnys on rakennettu tasoon 98,37 (N60). Ennen padon rakentamista virtaamasta noin 70 % kulki Iso-Vuolingon ja Alaisen kuivatusuoman kautta ja noin 30 % Pieni-Vuolingon kautta. Ennen pohjapadon rakentamista kuivatusuomaa oli padottu luonnon estein (puiden ja risujen avulla). Laskennallinen viipymä Iso-Vuolingossa on noin 0,6 vuotta eli 7,4 kk. Iso-Vuolinko on tyypiltään melko sokkeloinen läpivirtausjärvi. (Itä-Suomen Aluehallintovirasto, 2012.) Kuvassa 1 on esitetty pohjapato luonnossa ja kuvissa 2-3 padon rakennuspiirustukset.

Kuva 1. Pohjapato (Miettinen, 2013)



Kuva 2. Iso-Vuolingon ja Alaisen välisen pohjapadon asemapiirustus (Kotajärvi, 2011).



Kuva 3. Iso-Vuolingon ja Alaisen välisen pohjapadon pituus- ja poikkileikkaus (Kotajärvi, 2011).

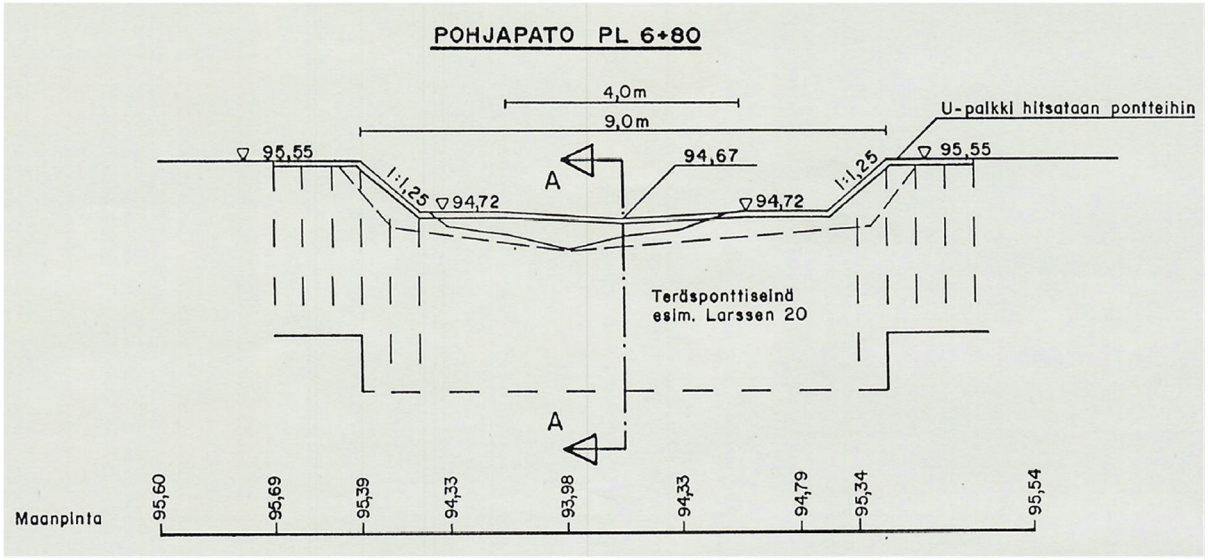
2 Naistingin pohjapato

Vuonna 1993 Naistingin lampea kunnostettiin rakentamalla Naistingin luusuaan pohjapato ja niittämällä vesikasvillisuutta. Kunnostuksen tarkoituksena oli pysäyttää lammen umpeenkasvu ja säilyttää lammen linnustollinen arvo. Kunnostuksella oli tarkoitus lisätä lammen vesisyvyyttä nostamalla lammen alivedenkorkeuksia ja lisätä lammen avovesialueita niittämällä. Ylivedenkorkeus säilytettiin entisellään. (ISY-1993-Y-286, 1993, 1.)

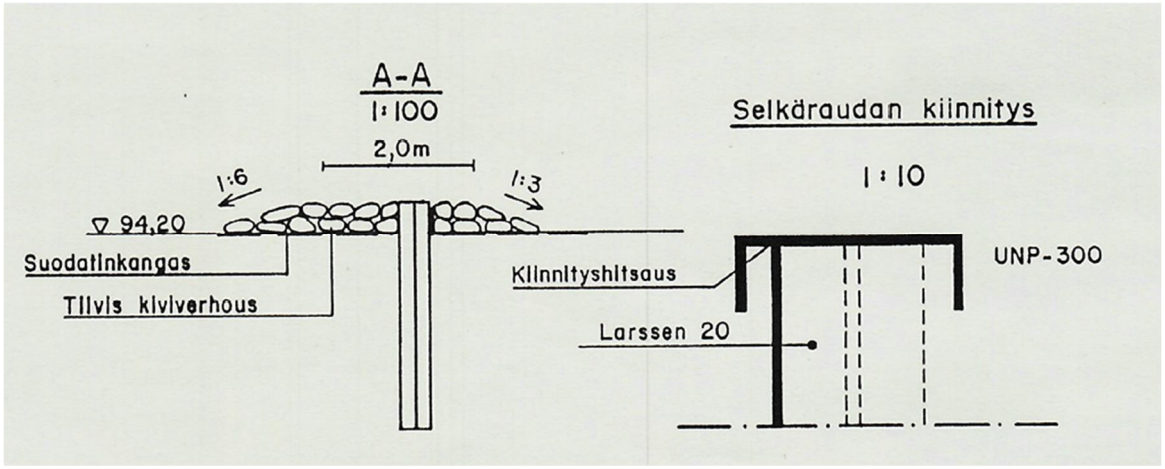
Ennen vuoden 1993 kunnostustoimenpiteitä vedenpinnankorkeuden vaihteluiksi oli arvioitu seuraavaa: HW = +95,55 m (N60), MW = +94,70-94,80 m (N60), NW=+94,39 m (N60).

Pohjapadon jälkeisiksi vedenpinnankorkeuden vaihteluiksi esitetty vuoden 1993 vesiluvassa HW = +95,55 m (N60), MW = +94,80 m (N60), NW=+94,74 m (N60). Ylivedenkorkeus säilytettiin entisellään, keskivedenkorkeus nousee 0-10 cm ja alivedenkorkeus 35 cm. Padon harja on toteutettu siten, että se mahdollistaa kalojen nousun lampeen. (ISY-1993-Y-286, 1993, 2.) Naistingin pohjapato luonnossa on esitetty kuvassa 4 ja padon piirustukset kuvissa 5-7.

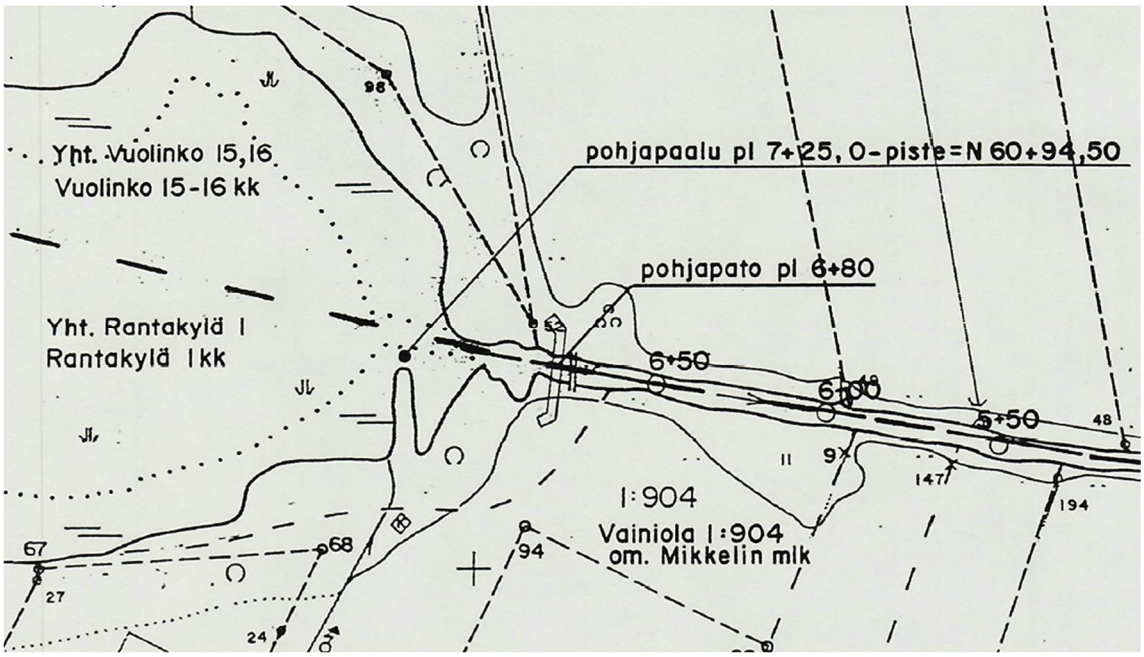
Kuva 4. Naistingin pohjapato syksy 2020.



Kuva 5. Naistingin pohjapato. (ISY-1993-Y-286, 1993).



Kuva 4. Naistingin pohjapato. (ISY-1993-Y-286, 1993).



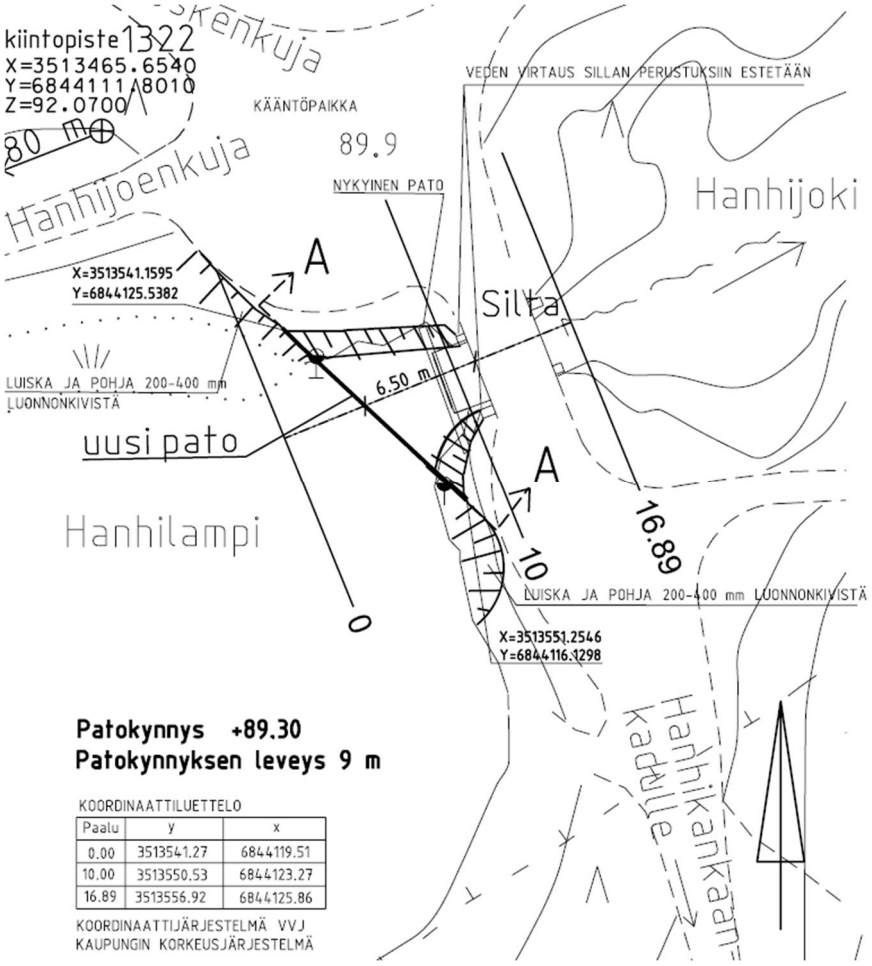
Kuva 5. Naistingin pohjapadon sijainti (ISY-1993-Y-286, 1993).

3. Hanhilammenpato

Ensimmäinen Hanhilammenpato kansankielessä Tampinkoskenpato on rakennettu Hanhilammen luusuaan jo 1900 luvun alkupuolella. Pato on ollut purettuna 1930-1940 luvulla Hanhijoen perkaamisen jälkeen. Vuonna 1940 pato on rakennettu jälleen kun sen huomattiin vaikuttavan pohjavedenpintoihin. Rakentamalla pato uudestaan voitiin vedensaanti turvata. (Leikas,1981,s32.)

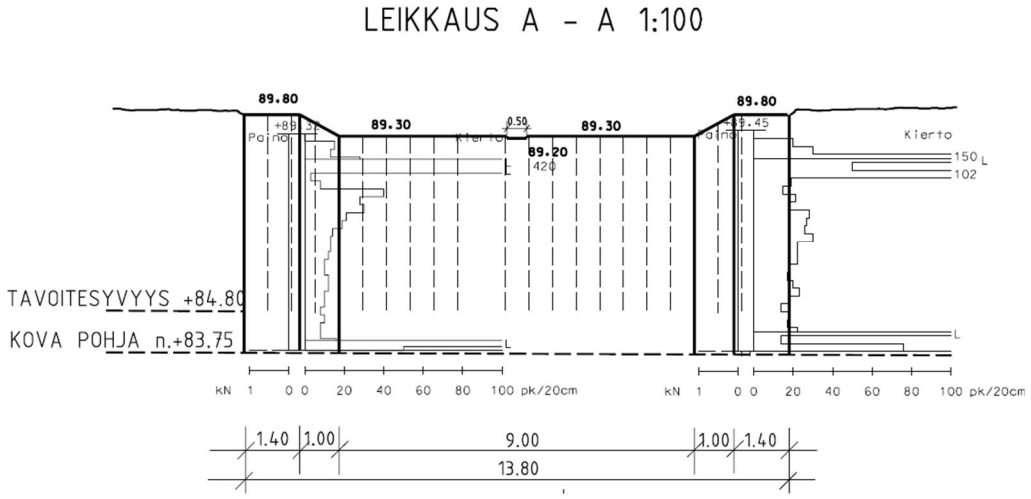
Vuonna 1978 pato on uusittu settipadolla. Vuonna 2007 pato uusittiin jälleen. Uusimisen tarkoituksena oli korvata hankalasti säädettävissä oleva settipato vähemmän huoltoa vaativalla ja varmatoimisella padolla, jolla saataisiin vakaampi vedenkorkeus Hanhilampeen. Uusimisen yhteydessä oli pyrkimyksenä säilyttää luonnonolosuhteet entisellään. N60 – Kaupungin korkeus = 140,8 mm. (ISY-2007-Y-112, 2007.) Kuvassa 6 Tampinkoskenpato ja kuvissa 7-9 Tampinkoskenpadon rakennuspiirustukset.

Kuva 6. Tampinkoskenpato vasemmalla.

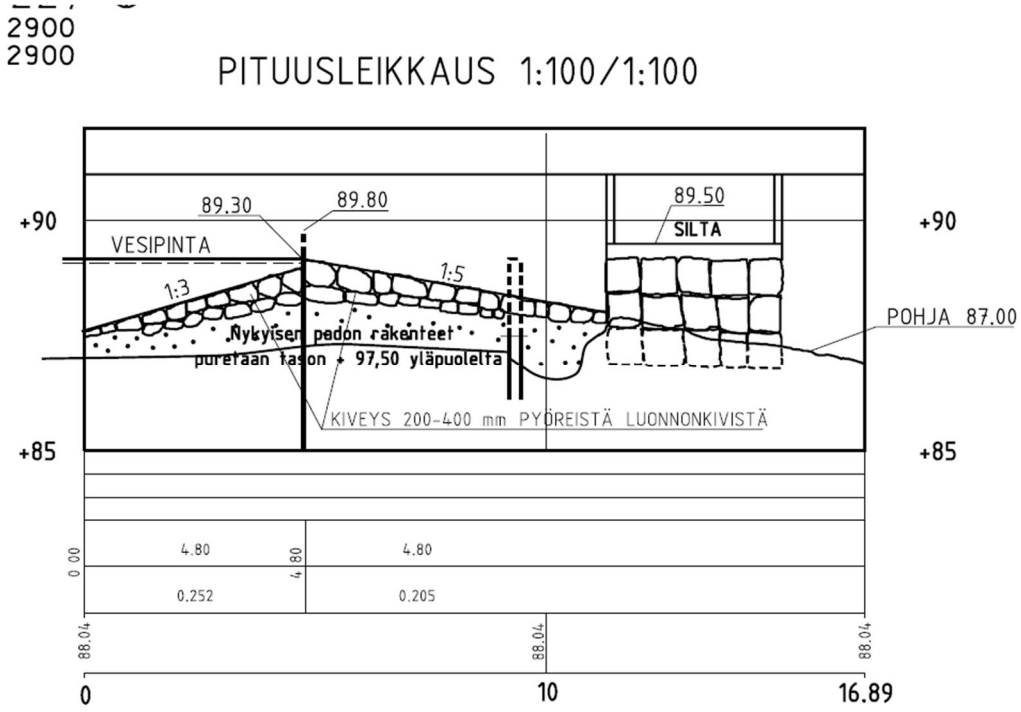


Paalu	y	x
0.00	3513541.27	6844119.51
10.00	3513550.53	6844123.27
16.89	3513556.92	6844125.86

Kuva 7. Asemapiirustus, lupakuvat. N60 – Kaupungin korkeus = 140,8 mm (Kotajärvi, 2007).



Kuva 8. Hanhilammenpadon leikkauspiirustus (Kotajärvi, 2007).



Kuva 9. Pituusleikkaus Hanhilammenpadosta (Kotajärvi, 2007).

Lähteet:

ISY-1993-Y-286. 1993. Itä-Suomen vesioikeuden päätös. Naistingin lammen kunnostaminen. 7 s.

ISY-2007-Y-112. 2007. Itä-Suomen ympäristölupaviraston päätös. Hanhijoen Tampinkosken settipadon korvaaminen uudella pohjapadolla. 9 s.

Kotajärvi, Matti. 2007. Rakennuspiirustukset; Tampinkoskenpato, piirustusnro 1813. Mikkelin kaupungin tekninen toimi, ydyskuntatekniikka ja ypäristö.

Kotajärvi, Matti. 2011. Asemapiirustus: Iso-Vuolinko-Alainen järvien välisen kuvatusojan pato, piirustusnro 1814. Mikkelin kaupungin tekninen toimi, kaupunkiympäristö.

Leikas, Jaana. 1981. Mikkelin kaupungin vesi- ja viemärilaitos 1911-1981, Historiikki. 63 s.

Miettinen, Olli. 2013. Katselmusmuistio 23.9.2013. Iso-Vuolinko -Alainen järvien kuivatusojan pato. Laatutie Oy.

LIITE 4

Päästöskenaariot

Päästöskenaarioita on olemassa kolme eri-asteista päästösekenaariota

- **RCP2.6B:** alhainen ilmastonmuutosskenaario
- **RCP4.5B:** keskimääräinen ilmastonmuutosskenaario
- **RCP8.5B:** voimakas ilmastonmuutosskenaario

RCP tulee sanoista Representative Concentration Pathway ja kuvaa ilmastonmuutoksen aiheuttamaa sätelypakotetta (w/m2) vuonna 2100 (IPCC 2021). Mitä suurempi säteilypakote on sitä suurempi on ilmastonmuutoksen vaikutus. (Huttunen & al, 2021.)

RCP 2.6 skenaario vastaa kutakuinkin Pariisin ilmastosopimusta, jossa päästöt kääntyvät nopeaan laskuun jo lähivuosina ja lämpötilan globaali nousu jää alle kahden asteen esiteolliseen aikaan nähden. (Huttunen & al, 2021.)

RCP 8.5 skenaariossa taas päästöjen kasvu jatkuu koko 2000-luvun ajan ja lämpötilojen nousu on vuosisadan loppupuolella hyvin suurta. Sen toteutumista voidaan pitää tämän hetkisen tiedon valossa melko epätodennäköisenä, mutta se toimii pahimpana mahdollisena skenaariona. (Huttunen & al, 2021.)

Keskimmäisessä RCP4.5 skenaariossä päästöt kasvavat hitaasti vielä noin kymmenen vuotta ja kääntyvät laskuun vuosisadan puolivälin tienoilla. Se vastaa gloobalissa lämpötilan nousussa noin 2,5-3 asteen lämpenemistä ja se on näistä skenaarioista lähimpänä tämänhetkistä päästöjen kehitystä ja arviota päästöjen kehityksestä jo sovitut ilmastonmuutoksen hillintätoimet huomioiden. (Huttunen & al, 2021.)

Lämpötilan nousu eri skenaarioissa alkaa merkittävästi erota toisistaan vasta noin vuoden 2050 jälkeen. Vuosisadan lopulla erot eri päästöskenaarioissa ovat suuria, mutta lähitulevaisuudessa päästöskenaariota enemmän vaikuttavat valittu ilmastomalli ja luontainen vaihtelu. (Huttunen & al, 2021.)

Lähde:

Huttunen, Markus; Vento, Tiia; Veijalainen, Noora. 2021. SYKE. Loppuraportti. Virtaama-, kuormitus- ja onnettomuustilannemalli Emolanjoen valuma-alueelle.

Pohjavedestä mitatut suureet 1991 - 2020	Näytteenottopisteet																																								
Lähde: Hertta-tietojärjestelmä, versio 5.7. Pohjavedet. Hertta-tietojärjestelmä on osa Suomen Ympäristökeskuksen Avoin Tieto -ympäristötietojärjestelmää. Luettu 19.03.2021 osoitteessa https://wwwp2.ymparisto.fi/scripts/hearts/welcome.asp	Hanhilampi	Rantaimeyty-misalue			Hanhikangas										Hautausmaa	Kaivot						Ottamon hana	Raviradantien entinen kyllästämö			Ristimäenkatu	Shell Savilahti																
	H1	H0106	H0306	H0506	E0214	H0206	H0406	H0606	51	52	53	H0706	H0806	H0906	E0114	K1	K2	K3	K4	K5	H25	54	55	56	HK3-05	MW1	MW2	MW3	MW4	MW5	MW6	MW7	MW8	MW9	MW10	MW11						
1,1,1,2-tetrakloorietaani					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,1,1-trikloorietaani					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,1,2,2-tetrakloorietaani					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,1,2-trikloorietaani					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,1-dikloorietaani					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,1-dikloorieteeni					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,1-diklooripropeeni					x	x			x		x											x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,2,3,4- ja 1,2,4,5-Tetraklooribentseeni									x																																	
1,2,3,4-Tetraklooribentseeni									x																																	
1,2,3,5-Tetrametyylibentseeni																									x	x						x			x							
1,2,3-triklooribentseeni					x	x			x		x											x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,2,3-triklooripropaani					x	x			x		x											x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,2,4-triklooribentseeni					x	x			x		x										x	x	x	x		x		x			x	x	x			x					
1,2,3-Trimetyylibentseeni																									x	x		x					x			x					
1,2,4-Trimetyylibentseeni					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x			x		x	x	x			x					
1,2,4,5-Tetrametyylibentseeni																									x	x							x			x					
1,2-Dibromi-3-klooripropaani					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,2-Dibromietaani					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,2-Dietyylibentseeni																									x	x							x			x					
1,2-diklooribentseeni					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x								
1,2-Dikloorietaani					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,2-Diklooripropaani					x	x			x		x											x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,3,5-triklooribentseeni									x												x				x	x							x								
1,3,5-trimetyylibentseeni					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x			x					
1,3-Dietyylibentseeni																									x	x							x			x					
1,3-diklooribentseeni					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,3-diklooripropaani					x	x			x		x											x	x	x	x	x		x			x	x	x			x					
1,3-Diklooripropeenit (summa cis- ja trans-)						x			x		x																															

1,4-dietyylibentseeni																								x	x						x			x
1,4-diklooribentseeni					x	x			x		x											x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
1,4-dioksaani																								x	x							x					x
1,7-Dimetyyliksantiini																								x		x											
1-Hekseeni																								x	x							x					x
1-Kloorinaftaleeni									x																												
1-Metyyli-3-etyylibentseeni																								x	x							x					x
1-Okteeni																								x	x							x					x
2,2-diklooripropaani					x	x			x		x											x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
2,3- + 3,5-Dimetyylifenoli + 4-Etyylifenoli									x																												
2,3,4,5-tetrakloorifenoli									x																												
2,3,4,6- + 2,3,5,6-Tetrakloorifenoli									x																												
2,3,4-trikloorifenoli									x																												
2,3,5- + 2,4,5-Trikloorifenoli									x																												
2,3,6-trikloorifenoli									x																												
2,3-dikloorifenoli									x																												
2,3-Dikloorinitrobentseeni									x																												
2,4- + 2,5-dikloorifenoli									x																												
2,4,5-trikloorifenoksietikkahappo														x					x																	
2,4-dikloorifenoksietikkahappo														x																						
2,4-dikloorifenoli														x																						
2,4-DP														x																						
2,4,6-trikloorifenoli									x																												
2,4-Dikloorinitrobentseeni									x																												
2,4-Dimetyylifenoli									x																												
2,5-Dikloorinitrobentseeni									x																												
2,5-Dimetyylifenoli									x																												
2,6-dikloorifenoli									x																												
2,6-Dimetyylifenoli									x																												
2-Butanoli																								x	x							x					x
2-Etyylifenoli									x																												
2-etyyliheksanoli																								x	x							x					x
2-Etyylitolueeni																								x	x							x					x
2-Kloorifenoli									x																												
2-Klooritolueeni					x	x			x		x											x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
2-Metyylipentaani																								x	x							x					x
2-Pentanoli																								x	x							x					x

2-Sykloheksen-1-oni																									x	x						x			x
3,4,5-trikloorifenoli									x																												
3,4-dikloorifenoli									x																												
3,4-Dikloorinitrobentseeni									x																												
3,4-Dimetyylifenoli									x																												
3,5-dikloorifenoli									x																												
3,5-Dikloorinitrobentseeni									x																												
3-etoksi-1-propanoli																									x	x						x			x
3-Etyylifenoli									x																												
3-Kloorifenoli									x																												
3-Metyylipentaani																									x	x						x			x
3-Pentanoli																									x	x						x			x
4,4-DDT + 2,4-DDT									x																												
4,4´-DDM														x																						
4,4´-DDMU														x																						
4-kloori-2-metyylifenoli														x																						
4-kloori-3-metyylifenoli									x					x																						
4-Etyylitolueeni																									x	x						x			x
4-Kloorifenoli									x																												
4-Klooritolueeni					x	x			x		x										x	x	x	x		x		x			x	x	x			x
5-metyyli-2-heksanoni (metyyli-isoamyyliketoni)																									x	x						x			x
8-Hydroksibentatsoni																					x															
Adenovirus														x													x									
Aklonifeeni														x							x															
Akryylinitriili																									x	x						x			x
Alakloori														x							x															
Aldriini									x					x							x															
Alfa-endosulfaani									x					x							x															
Alfa-Heksakloorisykloheksaani									x					x																						
Alfa-klordaani									x					x																						
Alfa-pineeni																									x	x						x			x
Alfa-Sypermteriini																					x															
Alkaliniteetti		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x						x			x
Alletriini (-D)														x																						
Alumiini														x																						
Ametryyni									x																											
Amidosulfuroni														x							x															

Aminopyralidi															x																						
Ammonium	x					x		x	x		x																									
Ammonium typpenä	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x				x	x	x			x
Amyyliasetaatti																										x	x						x				x
Antimoni					x	x			x						x						x		x	x			x					x	x	x			
Antraseeni									x														x	x	x		x										
Arseeni					x	x			x						x						x		x	x	x		x					x	x	x			x
Asenafteeni									x														x	x	x		x										
Asenaftyleeni									x														x	x	x		x										
Asesulfaami K																										x		x									
Asetamipridi															x																						
Asetoni									x																	x	x						x				x
Atratsiini									x						x						x																
Atsoksistropiini															x						x																
Atsinofossi-etyyli									x																												
BAM (2,6-diklooribentsoamidi)															x						x																
Barium									x						x						x		x	x	x												
Bentatsoni															x						x																
Bentseeni					x	x			x		x										x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bentso(a)antraseeni									x														x	x	x		x										
Bentso(a)pyreeni									x														x	x	x		x										
Bentso(b)fluoranteeni																							x	x	x		x										
Bentso(b/k)fluoranteeni									x																												
Bentso(ghi)peryleeni									x														x	x	x		x										
Bentso(k)fluoranteeni																							x	x	x		x										
Beryllium					x	x			x						x								x	x			x					x	x	x			
Beta-endosulfaani															x						x																
Beta-Heksakloorisykloheksaani									x						x																						
beta-Pineeni																										x	x						x				x
Bifenatsaatti															x																						
Bifentriini									x																												
Bifenoksi															x																						
Bifenyyli									x																												
Bisfenoli A									x																												
Bitertanoli															x																						
Boori					x	x			x						x								x	x			x					x	x	x			
Boskalidi															x																						

Bromasiili														x						x																
Bromibentseeni					x	x			x		x									x	x	x	x	x		x			x	x	x			x	
Bromidikloorimetaani					x	x			x		x									x	x	x	x	x		x			x	x	x			x	
Bromikloorimetaani					x	x			x		x									x	x	x	x	x		x			x	x	x			x	
Bromimetaani					x				x												x	x	x	x		x			x	x	x			x	
Bromoformi					x	x			x		x									x	x	x	x	x		x			x	x	x			x	
Bromofossi-etyyli									x																										
Bromoksiniili														x																					
Bronopoli														x																					
Buprofetsiini														x																					
Butyyliasetaatti																							x	x					x					x	
Butyylibentseeni					x															x			x	x		x			x	x	x			x	
Butyyliglykoli																							x	x							x			x	
Bromofossi-metyyli									x																										
cis-1,2-dikloorieteeni					x	x			x		x									x	x	x	x	x		x			x	x	x			x	
cis-1,3-diklooripropeeni					x	x			x		x										x	x	x	x		x			x	x	x			x	
Cumafos									x																										
Dalaponi														x						x															
DDT-yhdisteet, kokonaismäärä									x																										
DEDIA (atratsiini, -desetyyli- desisopropyyli)														x						x															
Dekaani																							x	x						x					x	
Dekametyylisyklopentasiloksaani D5																							x	x						x					x	
Dekametyylitetrasiloksaani																							x	x						x					x	
delta-Kareeni																							x	x						x					x	
Delta-Heksakloorisykloheksaani									x					x																					
Deltametriini									x					x						x															
Demetoni-S/Demetoni-O-etyyli									x																										
Desetyyliatratsiini														x						x															
Desisopropyyliatratsiini														x																					
Desmetryyni									x																										
Diatsinoni									x																										
Dibentso(a,h)antraseeni									x												x	x	x		x										
Dibentsofuraani									x																										
Dibromikloorimetaani					x	x			x		x									x	x	x	x	x		x			x	x	x			x	
Dibromimetaani					x	x			x											x	x	x	x	x		x			x	x	x			x	
Dieldriini									x					x						x															
Difenokonatsoli														x																					

| | | |

Etyylibutyylieetteri																								x	x						x				x
Etyylikloridi					x				x													x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Etyyliparationi									x					x						x																
Etyylitertbutyylieetteri					x	x			x		x											x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x
Famoksadoni														x																						
Fekaaliset enterokokit, tark.														x													x								
Fenamidoni														x																						
Fenantreeni									x													x	x	x		x										
Fenheksamidi														x																						
Fenitrotioni									x					x						x																
Fenoksaproppi-p-etyyli														x																						
Fenoli									x																											
Fention									x																											
Fenvaleraatti														x						x																
Flamproppi-isopropyyli														x																						
Flamproppi-M-isopropyyli																				x																
Flonikamidi														x																						
Florasulami														x						x																
Fluatsifoppi-p-butyyli														x						x																
Fluatsinami														x						x																
Fludioksoniili														x																						
Fluoranteeni									x													x	x	x		x										
Fluoreeni									x													x	x	x		x										
Fluroksipyyri														x						x																
Flutolaniili														x																						
Fosfaatti fosforina					x				x					x										x	x					x	x	x			x
F-spesifiset kolifaagit														x												x									
Furatiokarbi														x						x															
Furfuraali																								x	x						x			x
Gammaklordaani									x																											
Haihtuvat hiilivedyt, C4-C10						x			x		x															x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hapen kyllästysaste	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x			x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Happi, liukoinen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Heksaani																								x	x						x			x
Heksaklooribentseeni									x					x						x															
Heksaklooributadieeni						x			x		x			x						x				x	x		x				x			x
heksakloorietaani																								x	x						x			x

Heksakloorisykloheksaani									x																												
Heksametyylidisiloksaani																									x	x							x			x
Heksametyylisyklotrisiloksaani D3																									x	x							x			
Heksatsinoni														x						x																
Heksytiatsoksi														x																						
Heptaani																									x	x							x			x
Heptakloori									x					x						x																
Heptaklooriepoksidi									x																											
Heterotrofiset bakteerit														x	x	x	x	x	x								x									
Hiilidioksidi															x	x	x	x	x		x	x	x													
Hiilitetrakloridi					x	x			x		x									x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Hiilivedyt, C10 - C12						x			x		x																									
Hiilivedyt, C10 - C40						x			x		x																									
Hiilivedyt, C12 - C16						x			x		x																									
Hiilivedyt, C16 - C21						x			x		x																									
Hiilivedyt, C21 - C30						x			x		x																									
Hiilivedyt, C30 - C35									x																											
Hiilivedyt, C35 - C40						x			x		x																									
Hiilivedyt, C5-C10						x			x		x																									
Hopea					x	x			x					x							x	x			x					x	x	x			
Hydroksiklordaani														x																						
Hymeksatsoli														x																						
Imatsaliili																				x																
Imidaklopridi														x																						
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni									x												x	x	x		x											
Iprodioni														x						x																
Irgaroli														x																						
Isoamyyliasetaatti																									x	x							x			x
Isobutanoli																									x	x							x			x
Isobutyyliasetaatti																									x	x							x			x
Isodriini									x					x																						
Isoksabeeni														x																						
Isopropanoli																									x	x							x			x
Isopropyyliasetaatti																									x	x							x			x
Isopropyylibentseeni					x	x			x		x									x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Isoproturoni														x						x																
Jodosulfuroni-metyyli														x																						

Kadmium					x	x			x						x						x	x	x	x	x	x					x	x	x			x
Kalium															x																						
Kalsium															x																						
Kalsium + magnesium		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																	
Kampylobakteerit															x												x										
Kaptaani															x																						
Karbaryyli									x																												
Karboksiini																					x																
Karfentratsoni-etyyli															x																						
Kemiall. hapen kulutus CODMn	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x		x			x	x	x			x
Kinoklamiini															x																						
Kinometionaatti															x																						
Klooribentseeni					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Klooripyrifossi-etyyli									x																												
Klooripyrifossi-metyyli									x																												
Klooritolueenit (summa 2- ja 4-Klooritolueeni)									x																												
Klopyralidi															x						x																
Klordaanit (summa)									x																												
Klordekoni															x																						
Klorfensoni															x						x																
Klorfenvinfossi															x						x																
Kloridatsoni															x																						
Kloridi	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x		x			x	x	x			x
Klormefossi															x						x																
Kloroformi					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x		x	x
Kloroksiuroni															x						x																
Kloropropylaatti															x																						
Klorotaloniili															x						x																
Klorprofaami															x						x																
Klorpyrifossi															x						x																
Klorsulfuroni															x						x																
Klotianidiini															x																						
Koboltti					x	x			x						x						x	x	x	x		x					x	x	x			x
Kofeiini																									x		x										
Koliformiset bakteerit, kok.määrä	x			x		x		x	x		x				x	x	x	x	x	x							x										
Kotiniini																									x		x										
kresoksimmi-metyyli															x																						

Kromi					x	x			x						x						x	x	x	x		x					x	x	x			x
Kryseeni									x													x	x	x		x										
Ksyleeni																												x								x
Ksyleenit (summa orto- meta- ja para-Ksyleeni)									x																	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
Kupari					x	x			x						x						x	x	x	x		x					x	x	x			x
Kvinmerakki															x																					
Kvinoksifeeni															x																					
Kvintotseeni															x						x															
Kvitsalofoppi-etyyli															x						x															
Lambda-syhalotriini															x						x															
Lenasiili															x																					
Limoneeni																									x	x						x				x
Lindaani, Gamma-HCH									x						x						x															
Linuroni									x						x						x															
Litium					x	x			x						x							x	x			x					x	x	x			
Lyijy					x	x			x						x						x	x	x	x		x					x	x	x			x
Lämpötila	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x			x	x	x			x
m/p-Ksyleenit					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Magnesium															x																					
Malationi									x						x						x															
Mandipropamidi															x																					
Mangaani	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x		x			x	x	x			x
MCPB															x																					
Mekoproppi																					x															
Mekoproppi + mekoproppi-p															x																					
Mepanipyriimi															x																					
Metabentstiatsuroni															x						x															
Metalaksyyli															x						x															
Metamitroni															x						x															
Metamitroni-desamino															x						x															
Metanoli																									x	x						x				x
Metatsakloori															x																					
Metiokarbi															x																					
Metkonatsoli															x																					
Metoksiuroni															x						x															
Metoksipropanoli																									x	x						x				x
Metolakloori-s															x																					

Metributsiini														x						x															
Metributsiini-desamino														x																					
Metributsiini-desaminodiketo														x																					
Metributsiini-diketo														x																					
Metsulfuroni-metyyli														x						x															
Metyyliasetaatti																							x	x						x				x	
Metyyliatsinofossi								x						x						x															
Metyylietyyliketoni																							x	x						x				x	
Metyyli-isobutyyliketoni																							x	x						x				x	
Metyylikloorifenoksietikkahappo														x						x															
Metyylikloridi					x	x			x		x										x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Metyyliparationi								x						x						x															
Metyylisyklopentaani																							x	x						x				x	
Metyyli-tert.butyylieetteri					x	x			x		x									x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mevinfossi														x						x															
Mineraaliöljy						x			x		x												x	x						x				x	
Mineraaliöljy, C10 - C21					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mineraaliöljy, suurempi kuin C21 - C40					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mireksi														x																					
m-Kloorinitrobentseeni								x																											
m-Kresoli								x																											
Molybdeeni					x	x			x					x							x	x			x				x	x	x				
Monokloorifenolit (summa 2-, 3- ja 4-Kloorifenoli)								x																											
Monokloorinitrobentseeni (summa orto- meta- para-)								x																											
N,N-dietyyli-m-toluamidi, DEET														x																					
Naftaleeni					x	x			x		x									x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Napropamidi														x																					
Natrium														x																					
Natrium perfluoro-1-heksaanisulfonaatti																				x															
n-Butanoli																							x	x						x				x	
n-Butyylibentseeni						x			x		x										x	x	x												
Nikkeli					x	x			x					x						x	x	x	x		x					x	x	x			x
Nikotiini																							x		x										
Niobium								x																											
Nitraatti	x				x	x		x	x		x			x																				
Nitraatti typpenä	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x				x	x	x			x
Nitriitti	x				x	x		x	x		x			x																					

Nitriitti typpenä	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x				x	x	x			
Nitrobentseeni									x																x	x						x			x	
Nonaani																									x	x						x			x	
Nonyylifenoli, tekninen seos									x																											
Nonyylifenolidietoksylaatti									x																											
Nonyylifenolimonoetoksylaatti									x																											
Norovirus														x												x										
n-Pentanoli																									x	x						x			x	
n-Propyylibentseeni					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
o,p´-DDD (o,p'-Diklooridifenyylidikloorietaani)									x					x																						
o,p'-DDE (o,p'-Diklooridifenyylidikloorieteeni)									x					x																						
o,p'-DDT (o,p'-Diklooridifenyylitrikloorietaani)														x						x																
o/p-Kloorinitrobentseeni									x																											
o-Kresoli									x																											
o-Ksyleeni					x	x			x		x									x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Oktaani																									x	x						x			x	
Oktametyylisyklotetrasiloksaani																									x	x						x			x	
Oktametyylitrisiloksaani																									x	x						x			x	
Oktyylifenoli									x																											
Oktyylifenolidietoksylaatti									x																											
Oktyylifenolimonoetoksylaatti									x																											
Ometoaatti																				x																
Orgaaninen kokonaishiili		x	x	x		x	x	x				x			x	x	x	x	x		x	x	x												
p,p-DDD (p,p'-Diklooridifenyylidikloorietaani)														x						x																
p,p-DDE (p,p'-Diklooridifenyylidikloorieteeni)									x					x						x																
p,p-DDT (p,p'-Diklooridifenyylitrikloorietaani)									x					x						x																
PAH (summa 10 Dutch VROM)									x																											
PAH (summa 16 US EPA)									x																											
Pakloputratsoli														x																						
Palladium					x	x			x					x							x	x			x				x	x	x				
para-tert-oktyylifenoli									x																											
PCB (summa 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)									x																											
PCB (summa 28, 52, 101, 153, 138, 180)									x																											
PCB-101, 2,2',4,5,5'-pentaklooribifenyyli									x																											
PCB-118, 2,3',4,4',5-pentaklooribifenyyli									x																											
PCB-138, 2,2',3,4,4',5'-heksaklooribifenyyli									x																											
PCB-153, 2,2',4,4',5,5'-heksaklooribifenyyli									x																											

PCB-180, 2,2',3,4,4',5,5'-heptaklooribifenyyli									x																													
PCB-28, 2,4,4'-triklooribifenyyli									x																													
PCB-52, 2,2',5,5'-tetraklooribifenyyli									x																													
Pendimetaliini															x																							
Penkonatsoli															x							x																
Pentaani																										x	x							x			x	
Pentakloorianisoli															x							x																
Pentaklooribentseeni									x						x																							
Pentakloorifenoli									x																													
Perfluori-1-butaanisulfonihappo																						x																
Perfluori-1-oktaanisulfonihappo																						x																
Perfluoributaanihappo																						x																
Perfluoridekaanisulfonihappo																						x																
Perfluoridodekaanihappo																						x																
Perfluoriheksadekaanihappo																						x																
Perfluoriheptaanihappo																						x																
Perfluori-n-dekaanihappo																						x																
Perfluori-n-heksaanihappo																						x																
Perfluori-n-oktaanihappo																						x																
Perfluorinonaanihappo																						x																
Perfluori-n-pentaanihappo																						x																
Perfluorioktadekaanihappo																						x																
Perfluoritetradekaanihappo																						x																
Perfluoritridekaanihappo																						x																
Perfluoriundekaanihappo																						x																
Permetriini															x							x																
Permetriini (summa A+B)									x																													
Permetriini A									x																													
Permetriini B									x																													
pH	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Pikloraami															x							x																
Pikoksistrobiini															x																							
Pinoksadeeni															x																							
Piperonyylibutoksidi															x																							
Pirimikarbi															x							x																
p-Isopropyylitolueeni					x	x			x		x											x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
p-Kresoli									x																													

Platina					x	x			x						x							x	x			x					x	x	x			
Primsulfuroni-metyyli															x						x																
Prokloratsi															x						x																
Prometryyni									x						x						x																
Propakloori									x						x						x																
Propakvitsafoppi															x						x																
Propanoli																								x	x						x				x	
Propatsiini									x						x						x																
Propikonatsoli															x						x																
Propyleeniglykolietyylieetteri																								x	x						x				x	
Propyyliasetaatti																								x	x						x				x	
Prosulfokarbi															x																						
Pyraklostrobiini															x						x																
Pyratsofossi									x																												
Pyreeni									x													x	x	x		x										
Pyretriini 1															x																						
Pyridaatti															x						x																
Pyrimetaniili															x						x																
Pyroksilaami															x																						
Rauta	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x		x			x	x	x			x
Redox-potentiaali																						x	x	x													
Rikkihiili																								x	x						x				x	
Rimsulfuroni															x						x																
Rubidium					x	x			x						x							x	x			x					x	x	x			
Sakariini																										x										
Sameus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x			x
Sameus; yksikkö tuntematon									x																												
sec-Butyylibentseeni					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Seleeni					x	x			x						x							x	x			x					x	x	x			x
Simatsiini									x						x						x																
Sinkki					x	x			x						x						x	x	x	x		x					x	x	x			x
Somaattiset kolifaagit															x												x									
Spirodiklofeeni															x																					
Strontium															x																					
Styreeni					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Sukraloosi																								x		x										
Sulfaatti	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x		x	x	x	x	x	x				x	x					x	x	x			x

Sulfosulfuroni															x						x																
Sulfoteppi															x																						
Syanitsiini									x																												
Syatsofamidi															x						x																
Syflutriini															x																						
Syklaamihappo																									x		x										
Sykloheksaani																									x	x						x			x		
Sykloheksanoni																									x	x						x			x		
Symoksaniili															x						x																
Sypermetriini									x						x																						
Syprodiniili															x																						
Syprokonatsoli															x																						
Sähkönjohtavuus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
TAEE, Tert.amyylietyylieetteri					x	x			x		x											x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Tallium					x	x			x						x							x	x			x					x	x	x			
Tau-fluvalinaatti															x																						
Tebukonatsoli															x																						
Tedion									x																												
Teknatseeni															x						x																
Telodriini									x																												
teofylliini																									x		x										
Tepraloksidimmi															x																						
Terbasiili															x						x																
Terbutryyni									x						x						x																
Terbutylatsiini									x						x						x																
Terbytylatsiini, -desetyyli															x																						
Tert.amyylimetyylieetteri					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tert-Butanoli						x			x		x														x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
tert-butyylibentseeni					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Tetrahydrofuraani																									x	x							x			x	
Tetrahydrotiofeeni																									x	x							x			x	
Tetraklooribentseenit (summa 1,2,3,4- 1,2,4,5- ja 1,3,4,5-)									x																												
Tetrakloorietaanit (summa 1,1,1,2- ja 1,1,2,2-)						x			x		x																										
Tetrakloorietyleeni					x	x			x		x										x	x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Tetrakloorifenoli									x																												
Tetrametyylisilaani																									x	x							x			x	
Thifensulfuronimetyyli															x						x																

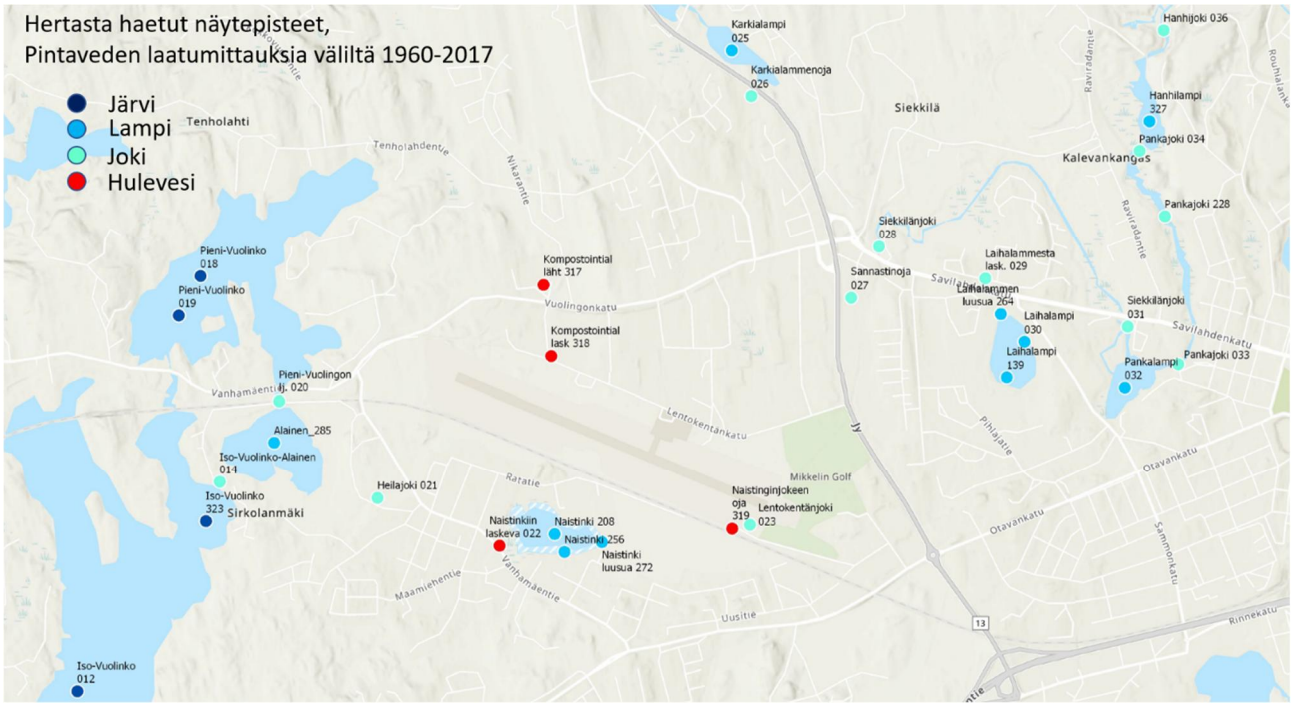
Tiaklopridi														x																						
Tiametoksaami														x																						
Tina					x	x			x					x							x	x			x					x	x	x			
Titaani														x																						
Tolklofossi-metyyli														x																						
Tolueeni					x	x			x		x									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tolyylifluanidi														x																						
Tralkoksidimmi														x						x															
trans-1,2-dikloorieteeni					x	x			x		x									x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
trans-1,3-Diklooripropeeni					x	x			x		x										x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
trans-klordaani														x																						
Trans-nonakloori														x																						
Triadimefoni														x						x															
Triadimenoli														x						x															
Triasofossi									x																											
Triasulfuroni														x																						
Trifloksistrobiini														x																						
Trifluraliini									x					x						x															
Triflusulfuroni-metyyli														x						x															
Triklooribentseenit									x																											
Trikloorietaanit (summa 1,1,1- ja 1,1,2-Trikoorietaani)						x			x		x																									
Trikloorietyleeni					x	x			x		x									x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Trikloorifenoli									x																											
Trikloorifluorimetaani (CFC-11)					x	x			x		x										x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Triklosaani														x																						
Trineksapakki-etyyli														x						x															
Tritikonatsoli														x																						
Tritosulfuroni														x																						
Tsoksamidi														x																						
Tymol									x																											
Uraani					x	x			x					x							x	x			x					x	x	x			x
Vanadiini					x	x			x					x						x	x	x	x		x					x	x	x			x
Vinklotsoliini														x																						
Vinyyliasetaatti																								x	x							x			x
Vinyylikloridi					x	x			x		x										x	x	x	x	x		x			x	x	x			x
Väriluku	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x					x	x	x			x

LIITE 6

Vesistöjen vedenlaatu vuosina 1966–2019

Tarkasteluun on otettu mukaan Iso-Vuolinko, Pieni-Vuolinko, Alainen, Naistinki, Karkialampi, Laihalampi, Pankalampi ja Hanhilampi. Aineisto on haettu Hertta-tietokannasta keväällä 2021. Näytteenotto ajanjaksolla 1966–2019 ei ole ollut tasaista, suurimman osan näytteenottokerroista painottuessa 2000-luvulle. Tuloksia ei ole tässä tarkastelussa jaoteltu näytteenottoajankohdan tai virtaamatilanteen mukaan vaan tarkastelussa on kaikki Hertasta löytyneet näytekerrat.

HUOM! Akseleita ei ole yhdenmukaistettu, eli samankin suureen esim. pinta- ja pohjakuvaajissa voi olla eri asteikko y-akselilla!



Kuva 1. Pintavesianalyyseja varten Hertasta haetut näytepisteiden sijainti.

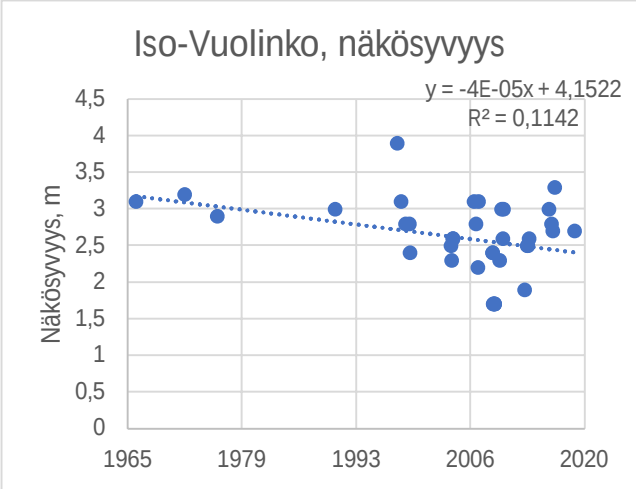
Iso-Vuolinko

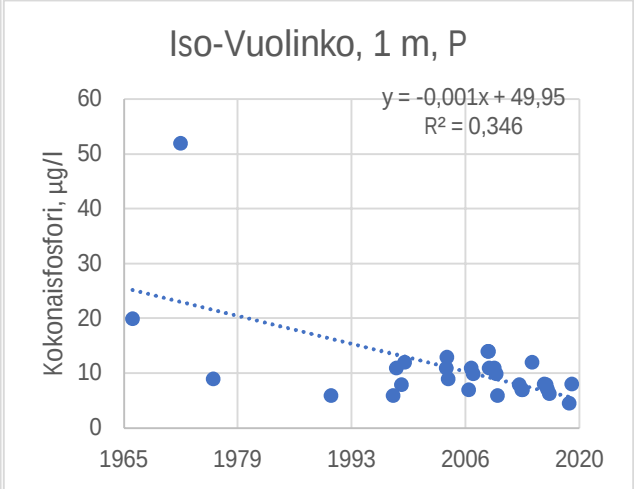
Näytteenotto on aloitettu vuonna 1966 ja viimeisimmät näytteet ovat vuosilta 2016 ja 2019. Näytteet on otettu pisteistä 012 ja 323 (ks. kuva 1).

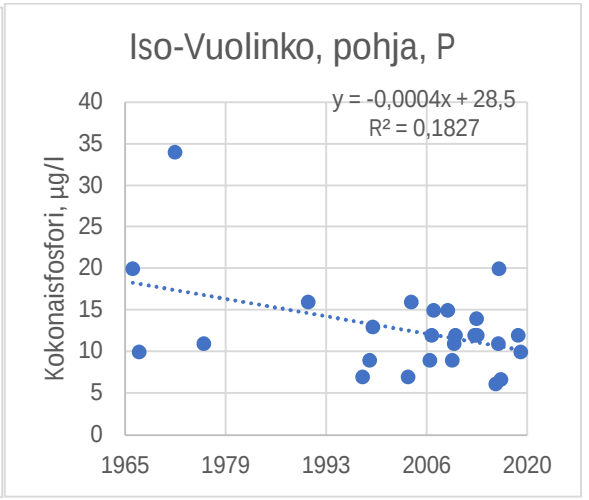
1 m -kuvaajissa on käytetty kaikkia mittaushistorian näytteenottokertoja yhden metrin syvyydestä ja pohja -kuvaajissa on käytetty kaikkia näytteenottokertoja noin metrin pohjan yläpuolella.

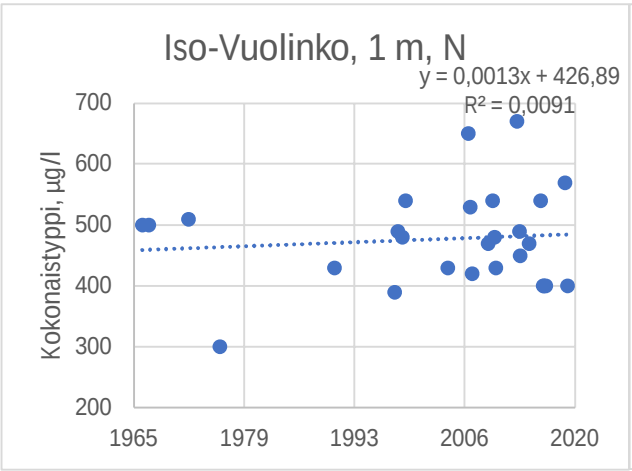
Mitatusta muuttajasta riippuen näytetulosten määrä vaihtelee, koska kaikkia suureita ei ole mitattu kaikilta syvyyksiltä. Myös mittaustulosten ajankohta vaihtelee. Mittauskertoja on muuttujasta riippuen 26–34 ja näistä 7 keväällä, 2 talvella (tammikuu), 5 syksyllä ja loput kasvukaudella (vaihtelee hieman suureittain).

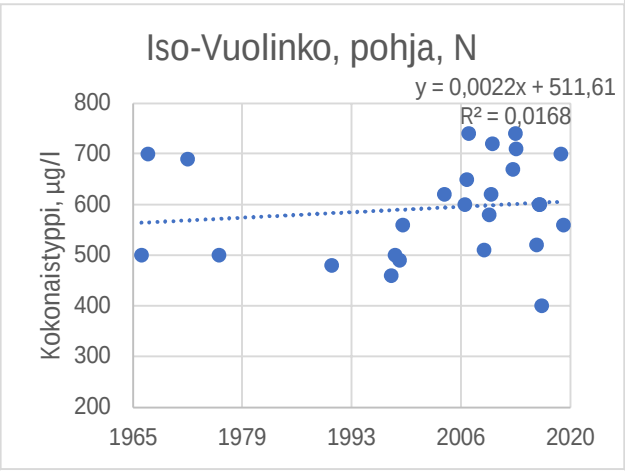
Mittausajankohta vaikuttaa esimerkiksi pohjan happipitoisuuteen ja huuhtouman kautta aineiden pitoisuuksiin.

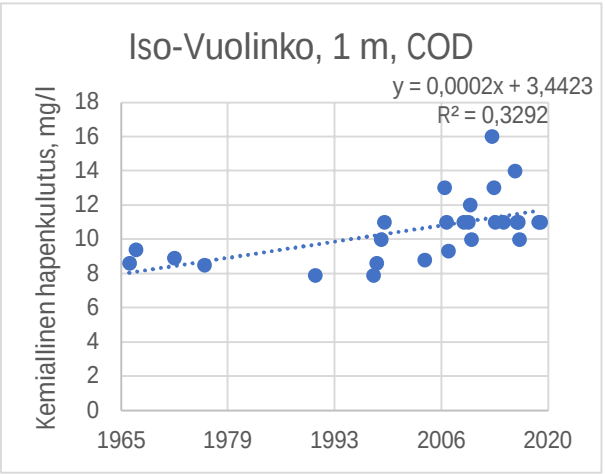

Iso-Vuolinko, näkösyvyys
y = -4E-05x + 4,1522
R² = 0,1142
Näkösyvyys, m
4,5
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
1965
1979
1993
2006
2020

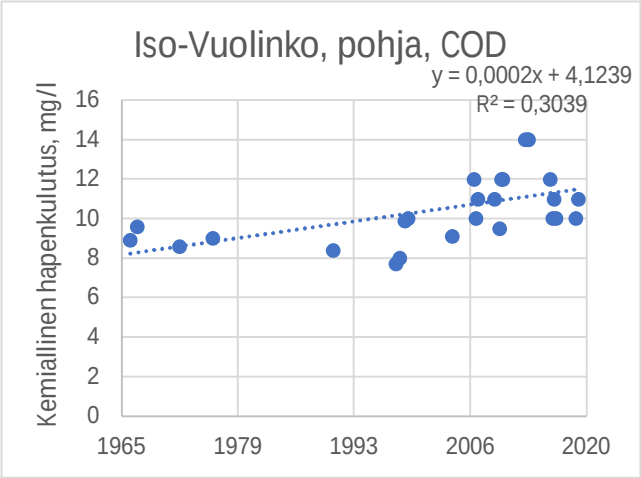

Iso-Vuolinko, 1 m, P
y = -0,001x + 49,95
R² = 0,346
Kokonaisfosfori, µg/l
60
50
40
30
20
10
0
1965
1979
1993
2006
2020

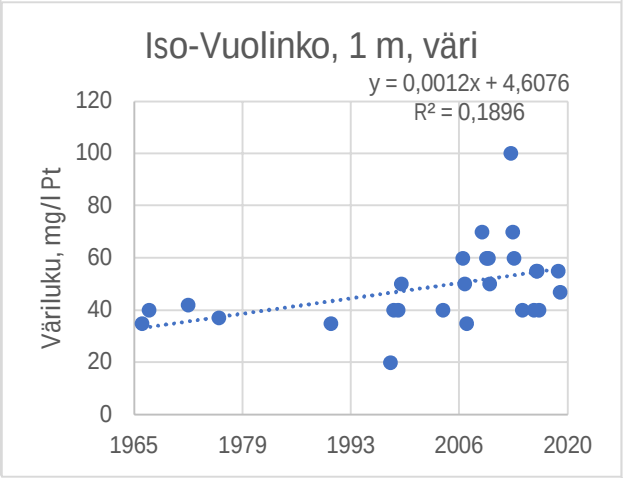

Iso-Vuolinko, pohja, P
y = -0,0004x + 28,5
R² = 0,1827
Kokonaisfosfori, µg/l
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1965
1979
1993
2006
2020

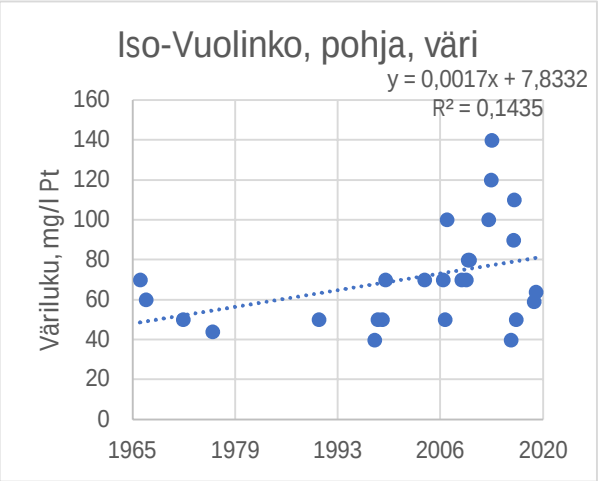

Iso-Vuolinko, 1 m, N
y = 0,0013x + 426,89
R² = 0,0091
Kokonaistyppi, µg/l
700
600
500
400
300
200
1965
1979
1993
2006
2020

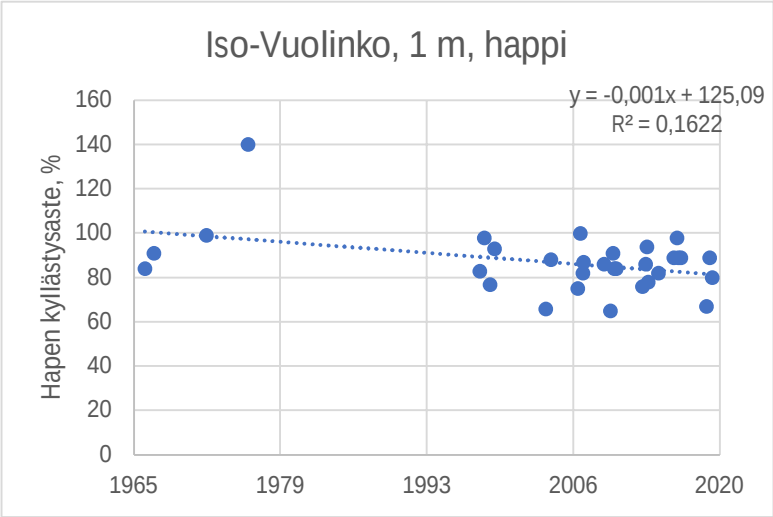

Iso-Vuolinko, pohja, N
y = 0,0022x + 511,61
R² = 0,0168
Kokonaistyppi, µg/l
800
700
600
500
400
300
200
1965
1979
1993
2006
2020

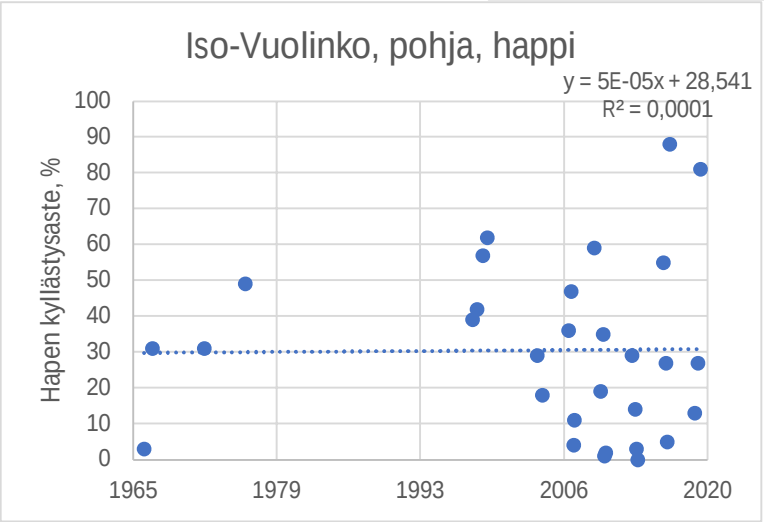

Iso-Vuolinko, 1 m, COD
y = 0,0002x + 3,4423
R² = 0,3292
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1965
1979
1993
2006
2020


Iso-Vuolinko, pohja, COD
y = 0,0002x + 4,1239
R² = 0,3039
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
0
2
4
6
8
10
12
14
16
1965
1979
1993
2006
2020


Iso-Vuolinko, 1 m, väri
y = 0,0012x + 4,6076
R² = 0,1896
Väriluku, mg/l Pt
0
20
40
60
80
100
120
1965
1979
1993
2006
2020


Iso-Vuolinko, pohja, väri
y = 0,0017x + 7,8332
R² = 0,1435
Väriluku, mg/l Pt
0
20
40
60
80
100
120
140
160
1965
1979
1993
2006
2020

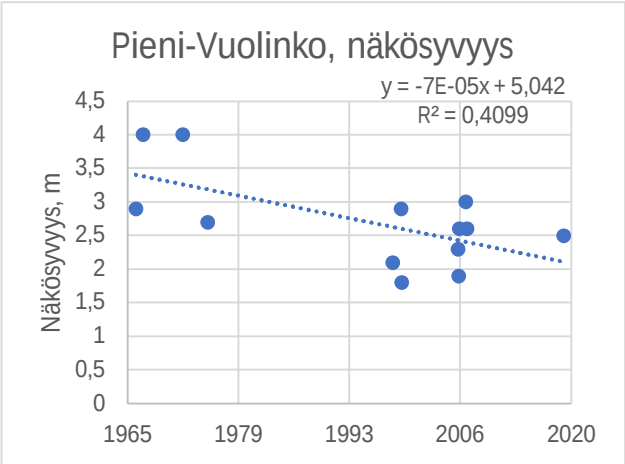

Iso-Vuolinko, 1 m, happi
y = -0,001x + 125,09
R² = 0,1622
Hapen kyllästysaste, %
0
20
40
60
80
100
120
140
160
1965
1979
1993
2006
2020

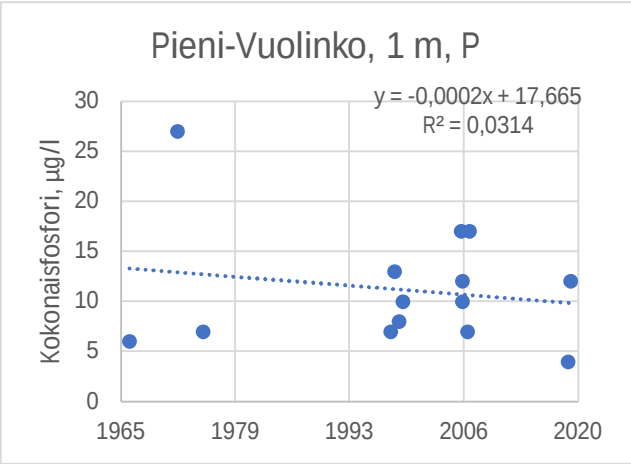

Iso-Vuolinko, pohja, happi
y = 5E-05x + 28,541
R² = 0,0001
Hapen kyllästysaste, %
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
1965
1979
1993
2006
2020

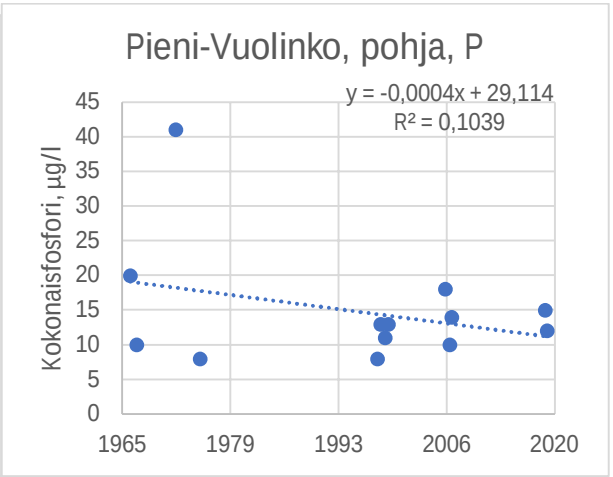
Pieni-Vuolinko

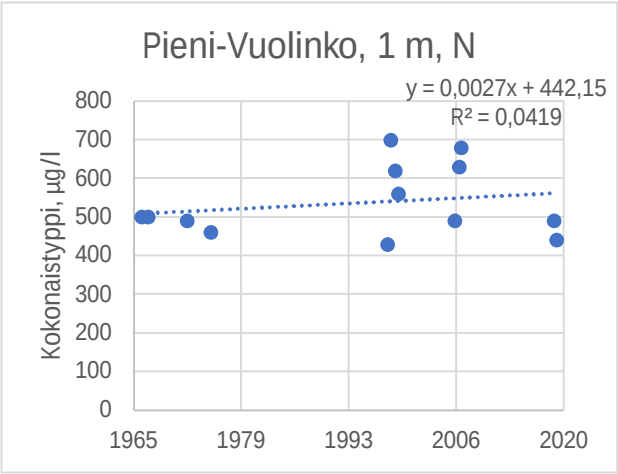
Näytteenotto on aloitettu vuonna 1966 ja viimeisimmät näytteet ovat vuosilta 2007 ja 2019. Näytteet on otettu pisteistä 018 ja 019 (ks. kuva 1).

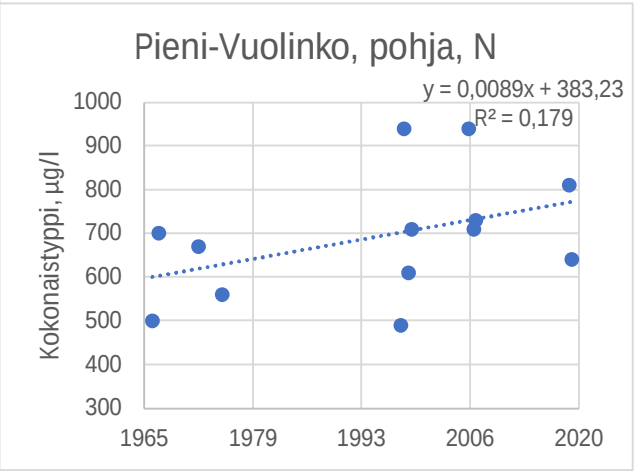
1 m -kuvaajissa on käytetty kaikkia näytteenottokertoja yhden metrin syvyydestä ja pohja -kuvaajissa on käytetty kaikkia näytteenottokertoja noin metrin pohjan yläpuolella. Näytteenottokertoja on yhteensä 13–15 (muuttujasta riippuen), joista 2 keväällä, 2 talvella ja loput kasvukaudella.

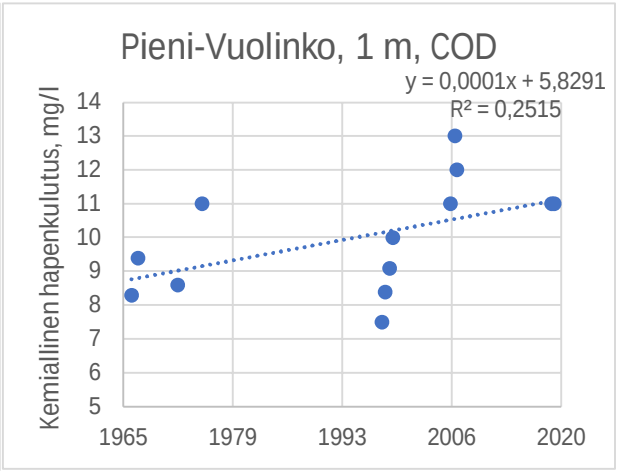

Pieni-Vuolinko, näkösyvyys
y = -7E-05x + 5,042
R² = 0,4099
Näkösyvyys, m
4,5
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
1965
1979
1993
2006
2020

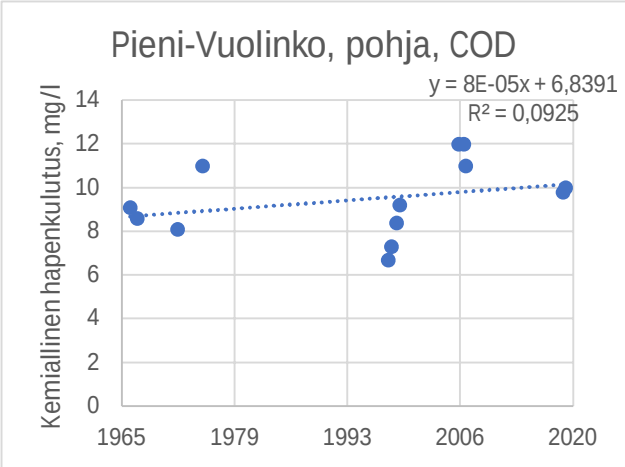

Pieni-Vuolinko, 1 m, P
y = -0,0002x + 17,665
R² = 0,0314
Kokonaisfosfori, µg/l
30
25
20
15
10
5
0
1965
1979
1993
2006
2020

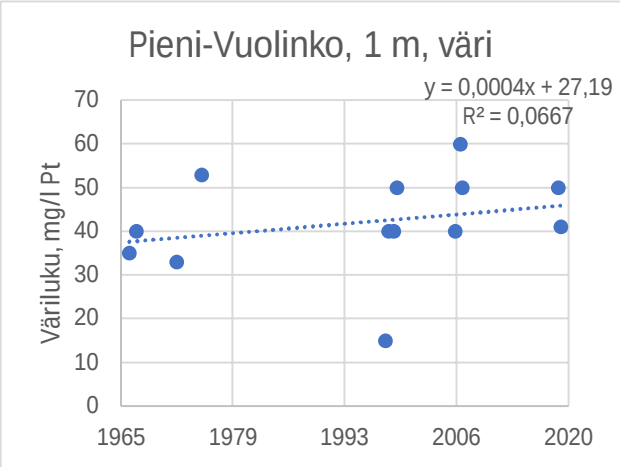

Pieni-Vuolinko, pohja, P
y = -0,0004x + 29,114
R² = 0,1039
Kokonaisfosfori, µg/l
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1965
1979
1993
2006
2020

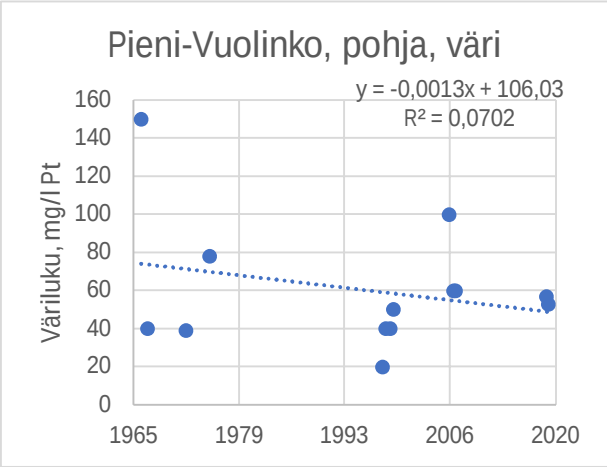

Pieni-Vuolinko, 1 m, N
y = 0,0027x + 442,15
R² = 0,0419
Kokonaistyppi, µg/l
800
700
600
500
400
300
200
100
0
1965
1979
1993
2006
2020

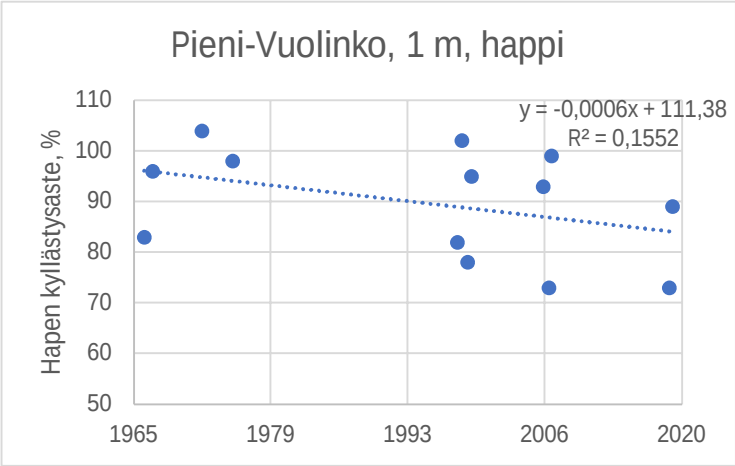

Pieni-Vuolinko, pohja, N
y = 0,0089x + 383,23
R² = 0,179
Kokonaistyppi, µg/l
1000
900
800
700
600
500
400
300
1965
1979
1993
2006
2020

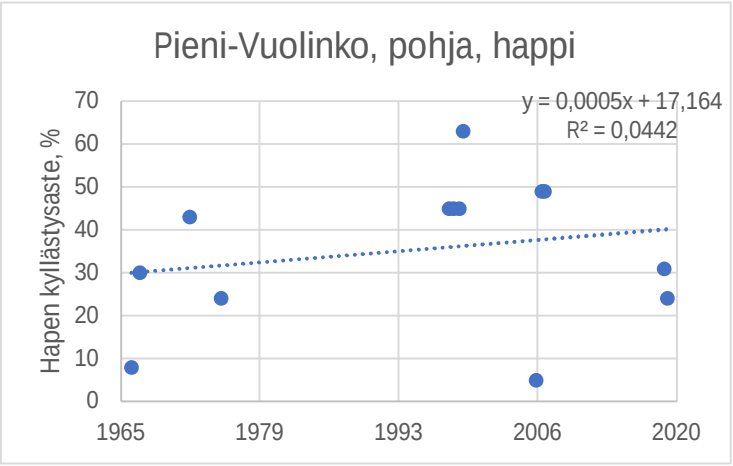

Pieni-Vuolinko, 1 m, COD
y = 0,0001x + 5,8291
R² = 0,2515
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
1965
1979
1993
2006
2020


Pieni-Vuolinko, pohja, COD
y = 8E-05x + 6,8391
R² = 0,0925
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
0
2
4
6
8
10
12
14
1965
1979
1993
2006
2020


Pieni-Vuolinko, 1 m, väri
y = 0,0004x + 27,19
R² = 0,0667
Väriluku, mg/l Pt
0
10
20
30
40
50
60
70
1965
1979
1993
2006
2020


Pieni-Vuolinko, pohja, väri
y = -0,0013x + 106,03
R² = 0,0702
Väriluku, mg/l Pt
0
20
40
60
80
100
120
140
160
1965
1979
1993
2006
2020


Pieni-Vuolinko, 1 m, happi
y = -0,0006x + 111,38
R² = 0,1552
Hapen kyllästysaste, %
50
60
70
80
90
100
110
1965
1979
1993
2006
2020

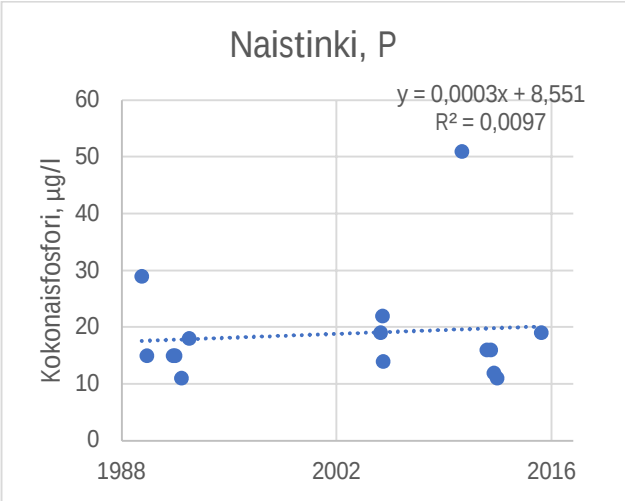

Pieni-Vuolinko, pohja, happi
y = 0,0005x + 17,164
R² = 0,0442
Hapen kyllästysaste, %
0
10
20
30
40
50
60
70
1965
1979
1993
2006
2020

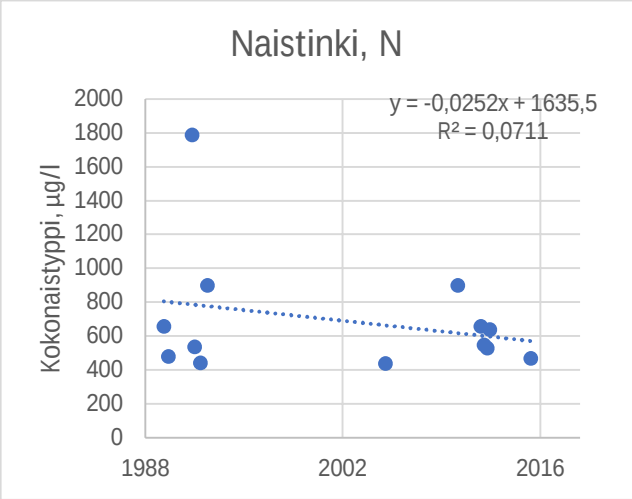
Alainen

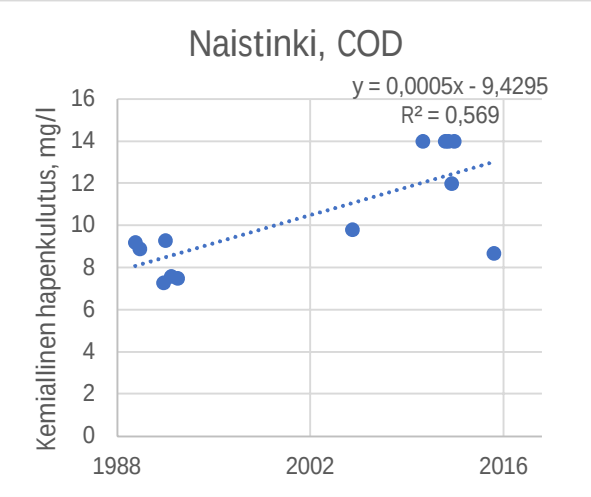
Alaisesta on vain yksi näytteenottokerta vuodelta 1990. Mitatut arvot ovat olleet samaa luokkaa kuin läheisellä Iso-Vuolingolla. Vesistössä tapahtunutta muutosta ei voida arvioida.

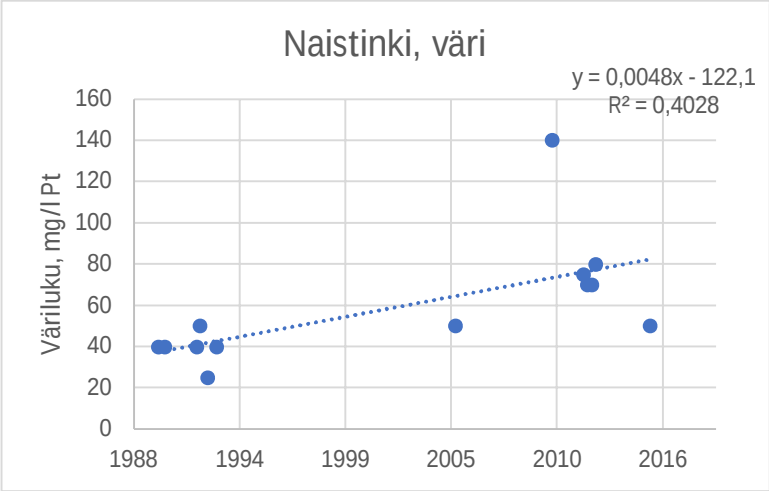
Naistinki

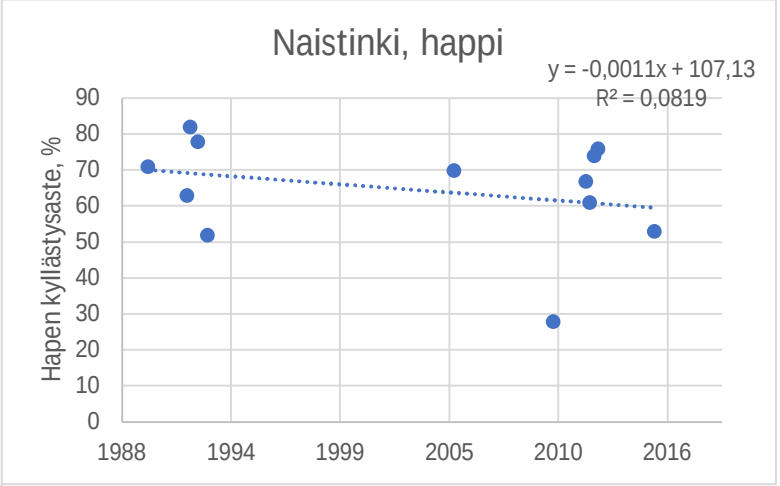
Näytteenotto on aloitettu vuonna 1990. Viimeisimmät Herttaan tallennetut näytteet ovat vuosilta 2012 ja 2015. Näytteet on otettu pisteistä 208, 256 ja luusua 272 (ks. kuva 1). Kuvaajissa on käytetty kaikkia näytteenottokertoja ja kaikkia syvyyksiä. Näytteenottokertoja on yhteensä 15, joista 5 kevätkaudella, 2 syyskaudella ja loput kasvukaudella. Syvyydet vaihtelevat välillä 0–0,5 m.


Naistinki, P
y = 0,0003x + 8,551
R² = 0,0097
Kokonaisfosfori, µg/l
60
50
40
30
20
10
0
1988
2002
2016


Naistinki, N
y = -0,0252x + 1635,5
R² = 0,0711
Kokonaistyppi, µg/l
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
1988
2002
2016

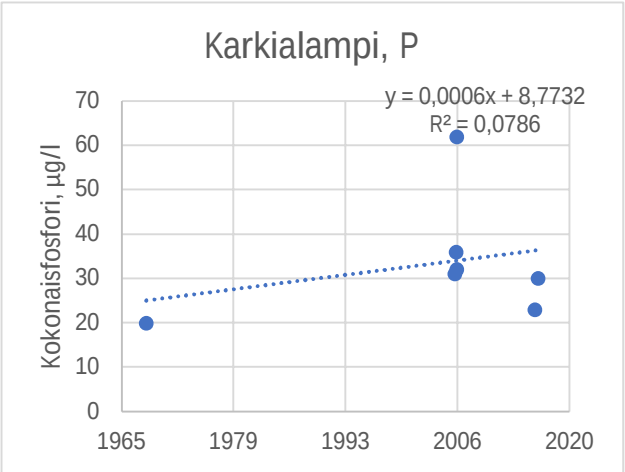

Naistinki, COD
y = 0,0005x - 9,4295
R² = 0,569
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1988
2002
2016

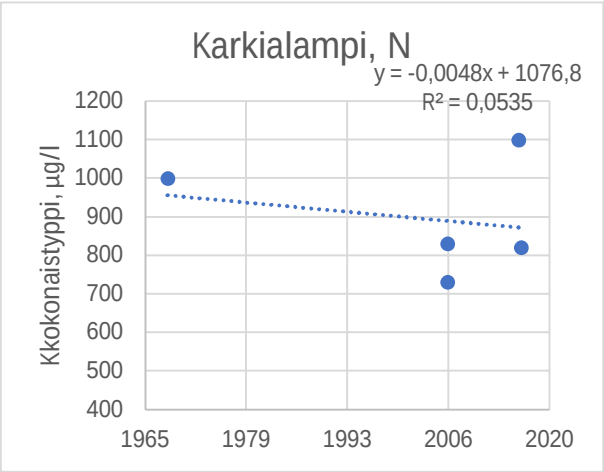

Naistinki, väri
y = 0,0048x - 122,1
R² = 0,4028
Väriluku, mg/l Pt
160
140
120
100
80
60
40
20
0
1988
1994
1999
2005
2010
2016

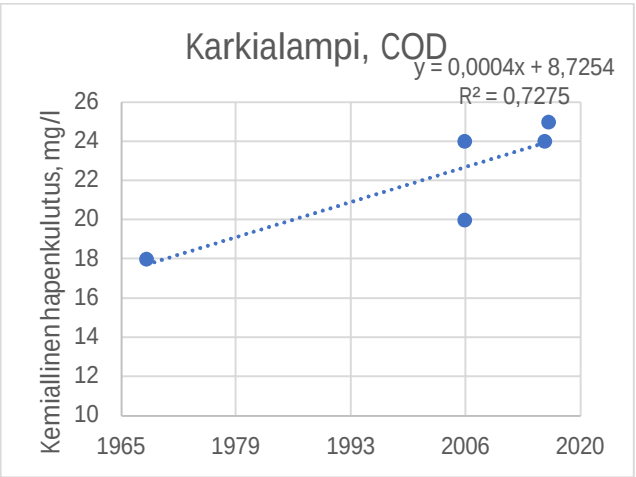

Naistinki, happi
y = -0,0011x + 107,13
R² = 0,0819
Hapen kyllästysaste, %
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1988
1994
1999
2005
2010
2016

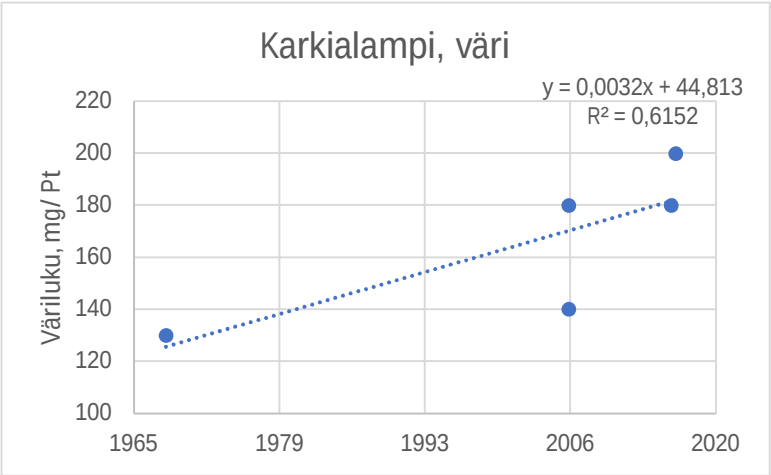
Karkialampi

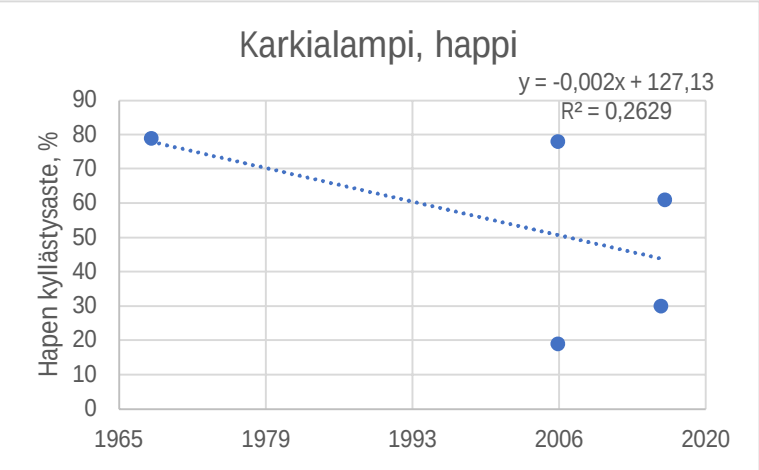
Karkialammessa näytteenotto on aloitettu vuonna 1968. Seuraavat näytteet Karkialammesta on otettu 2006 ja viimeisimmät 2016. Näytteet on otettu pisteestä 025. Kuvaajissa on käytetty kaikkia näytteenottokertoja ja kaikkia syvyyksiä. Näytteenottokertoja on yhteensä 5–6, joista 1 kevätkaudella ja loput kasvukaudella. Syvyydet vaihtelevat välillä 1–2 m.


Karkialampi, P
y = 0,0006x + 8,7732
R² = 0,0786
Kokonaisfosfori, µg/l
70
60
50
40
30
20
10
0
1965
1979
1993
2006
2020


Karkialampi, N
y = -0,0048x + 1076,8
R² = 0,0535
Kkokonaistyppi, µg/l
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
1965
1979
1993
2006
2020

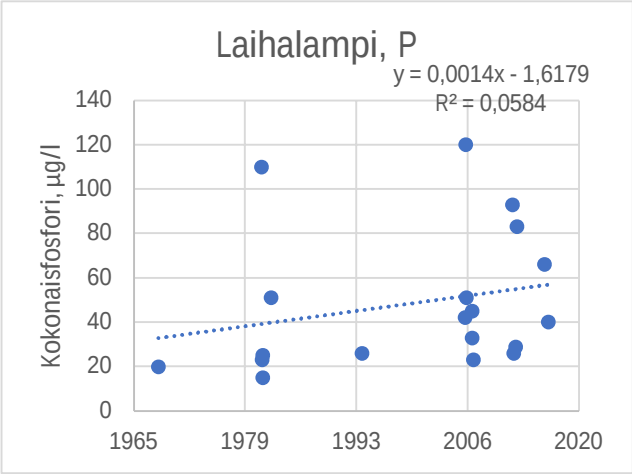

Karkialampi, COD
y = 0,0004x + 8,7254
R² = 0,7275
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
26
24
22
20
18
16
14
12
10
1965
1979
1993
2006
2020

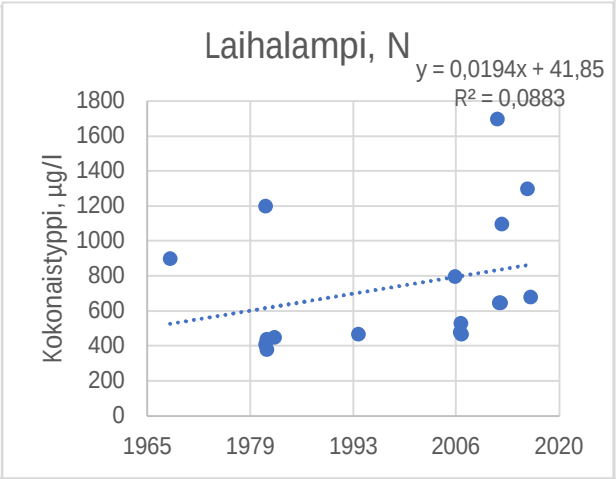

Karkialampi, väri
y = 0,0032x + 44,813
R² = 0,6152
Väriluku, mg/ Pt
220
200
180
160
140
120
100
1965
1979
1993
2006
2020

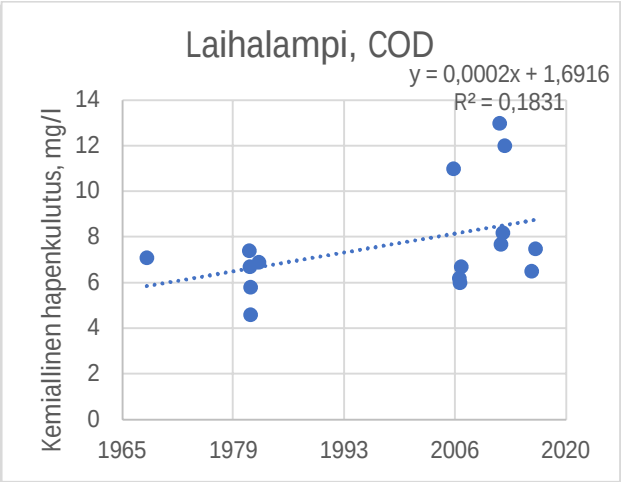

Karkialampi, happi
y = -0,002x + 127,13
R² = 0,2629
Hapen kyllästysaste, %
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1965
1979
1993
2006
2020

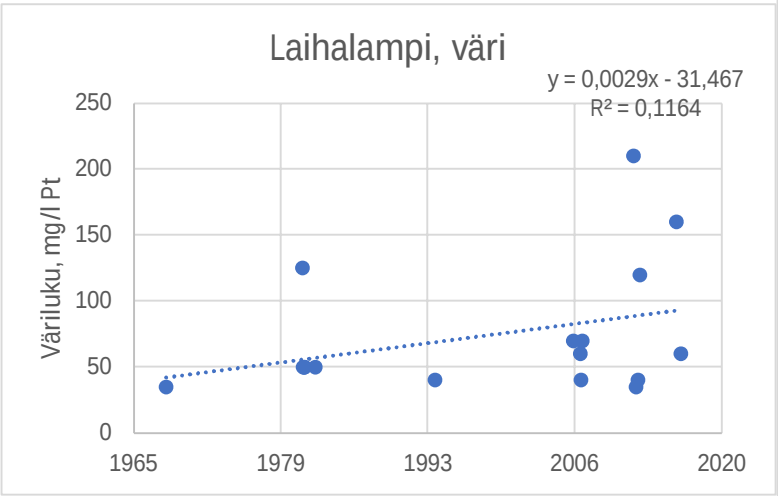
Laihalampi

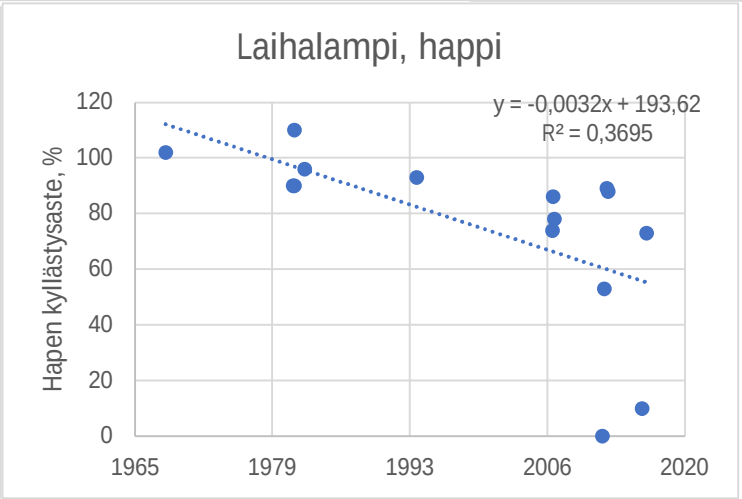
Laihalammella näytteenotto on aloitettu 1968. Viimeisimmät näytteet on otettu 2006, mutta Laihalammen luusuasta on otettu näytteitä vielä 2012 ja 2016. Happinäyteitä on 2000-luvulla saatavissa vain luusuasta. Näytteet on otettu pisteistä 030, 139 ja luusua 264 (ks. kuva 1). Kuvaajissa käytetty kaikkia näytteenottokertoja ja kaikkia syvyyksiä. Näytteenottokertoja on yhteensä 18 kpl, joista 5 kevätkaudella, 2 syyskaudella ja loput kasvukaudella. Syvyydet vaihtelevat välillä 0,1–1,0 m.


Laihalampi, P
y = 0,0014x - 1,6179
R² = 0,0584
Kokonaisfosfori, µg/l
140
120
100
80
60
40
20
0
1965
1979
1993
2006
2020


Laihalampi, N
y = 0,0194x + 41,85
R² = 0,0883
Kokonaistyppi, µg/l
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
1965
1979
1993
2006
2020

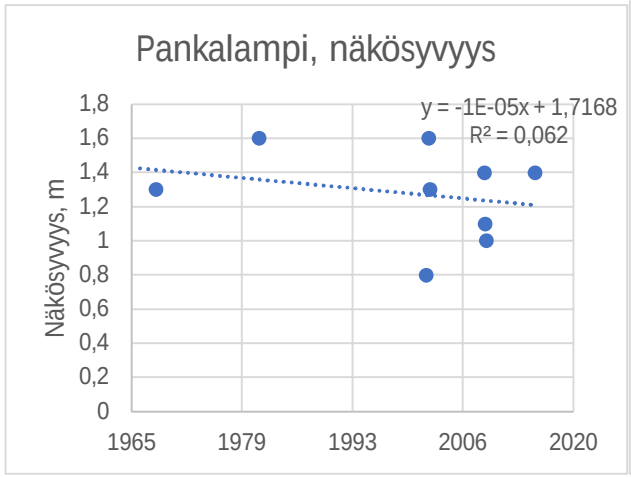

Laihalampi, COD
y = 0,0002x + 1,6916
R² = 0,1831
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
14
12
10
8
6
4
2
0
1965
1979
1993
2006
2020

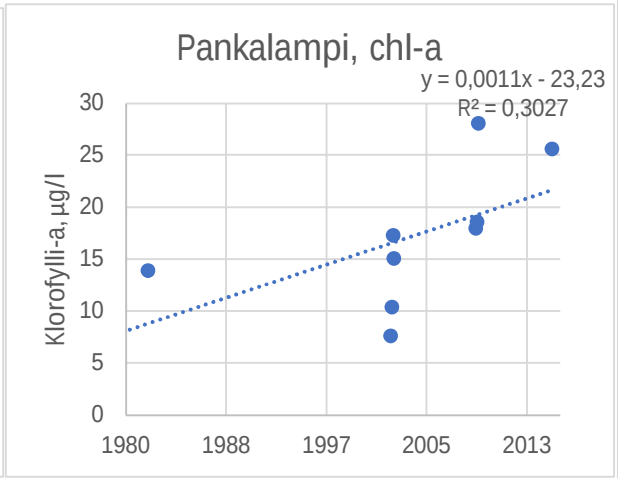

Laihalampi, väri
y = 0,0029x - 31,467
R² = 0,1164
Väriluku, mg/l Pt
250
200
150
100
50
0
1965
1979
1993
2006
2020

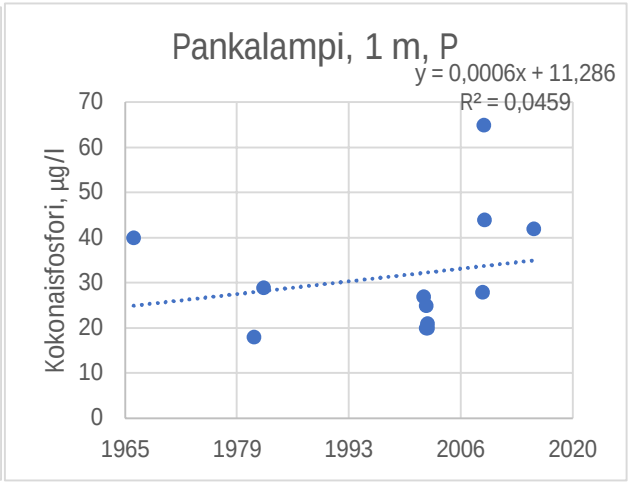

Laihalampi, happi
y = -0,0032x + 193,62
R² = 0,3695
Hapen kyllästysaste, %
120
100
80
60
40
20
0
1965
1979
1993
2006
2020

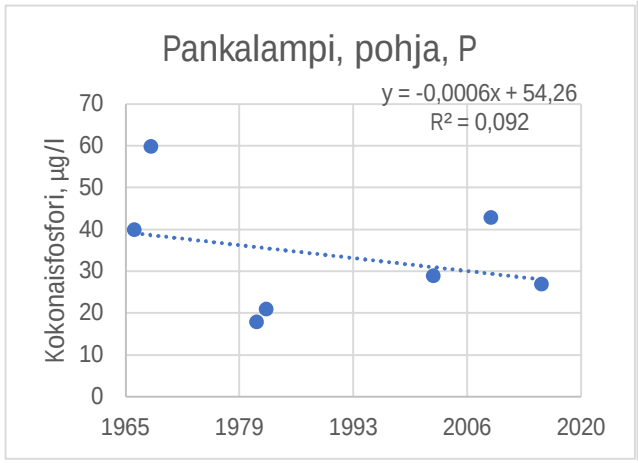
Pankalampi

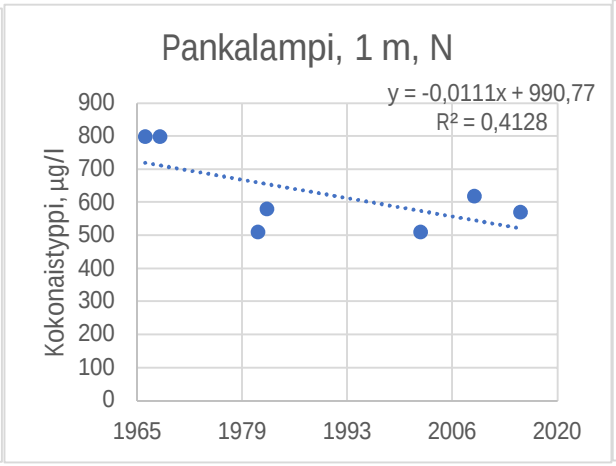
Näytteenotto on aloitettu 1966. Viimeisimmät näytteet on otettu vuosina 2009 ja 2015. Näytteet on otettu pisteestä 032 (ks. kuva 1).1 m -kuvaajissa on käytetty kaikkia näytteenottokertoja yhden metrin syvyydestä ja pohja -kuvaajissa on käytetty kaikkia näytteenottokertoja noin metrin pohjan yläpuolella. Näytteenottokertoja on yhteensä 11 kpl, joista 1 keväällä ja loput kasvukaudella. Alusveden näytteet on otettu aluksi matalammasta paikasta, myöhemmin n. 10 metrisestä syvänteestä. Tämä voi tuoda virhettä muutoksen tulkintaan.

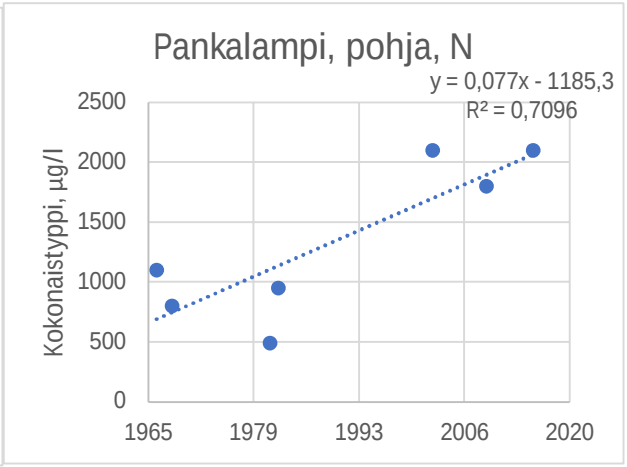

Pankalampi, näkösyvyys
y = -1E-05x + 1,7168
R² = 0,062
Näkösyvyys, m
1,8
1,6
1,4
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1965
1979
1993
2006
2020

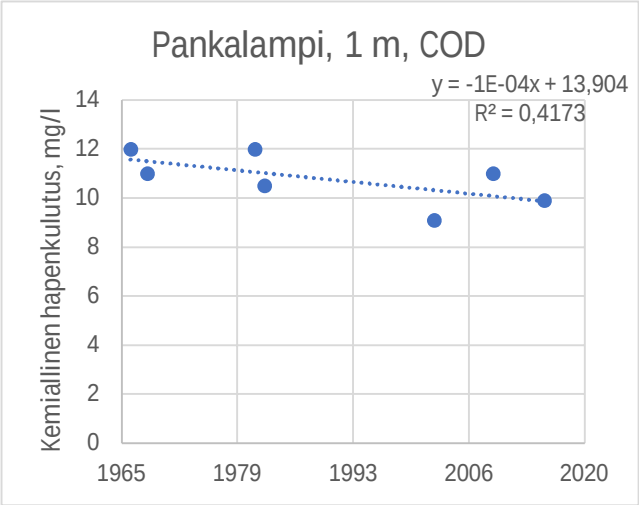

Pankalampi, chl-a
y = 0,0011x - 23,23
R² = 0,3027
Klorofylli-a, µg/l
30
25
20
15
10
5
0
1980
1988
1997
2005
2013

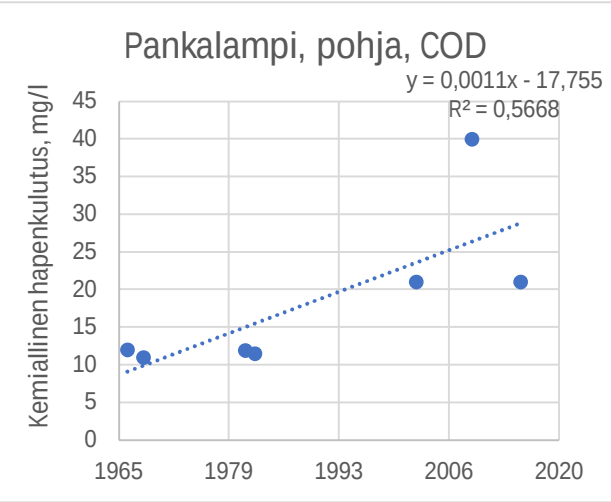

Pankalampi, 1 m, P
y = 0,0006x + 11,286
R² = 0,0459
Kokonaisfosfori, µg/l
70
60
50
40
30
20
10
0
1965
1979
1993
2006
2020

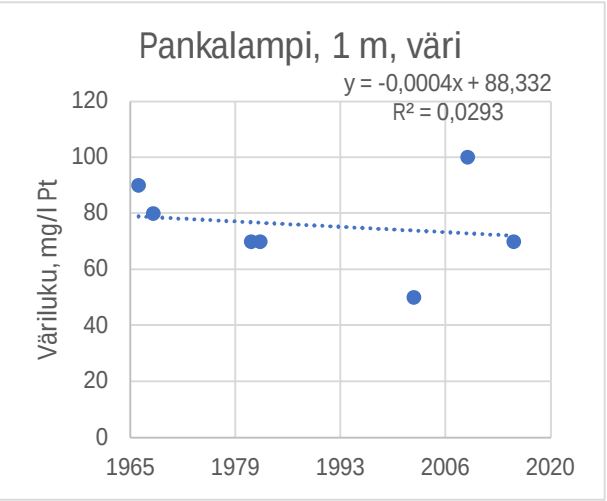

Pankalampi, pohja, P
y = -0,0006x + 54,26
R² = 0,092
Kokonaisfosfori, µg/l
70
60
50
40
30
20
10
0
1965
1979
1993
2006
2020

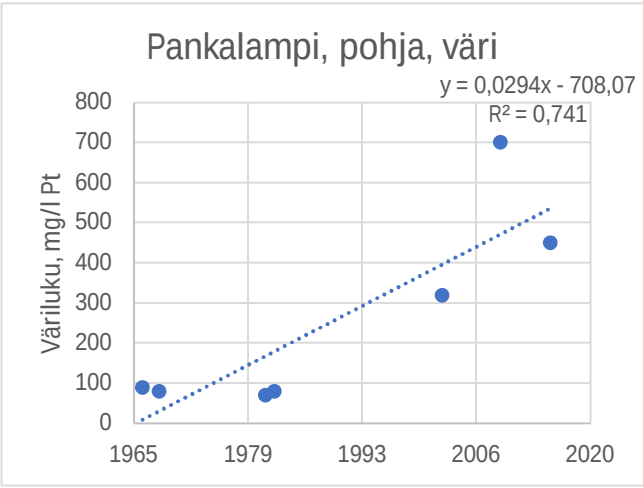

Pankalampi, 1 m, N
y = -0,0111x + 990,77
R² = 0,4128
Kokonaistyppi, µg/l
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
1965
1979
1993
2006
2020

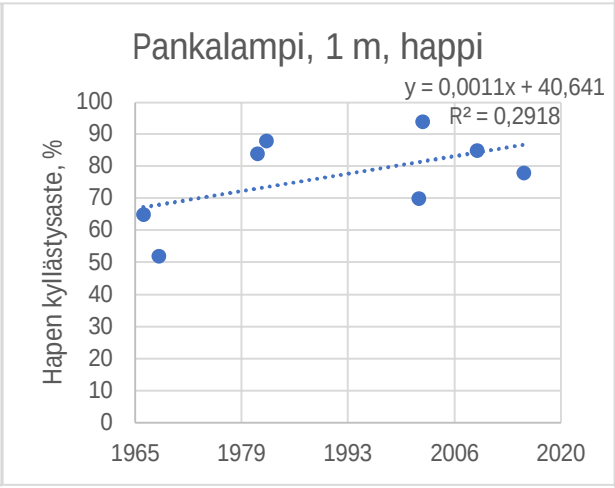

Pankalampi, pohja, N
y = 0,077x - 1185,3
R² = 0,7096
Kokonaistyppi, µg/l
2500
2000
1500
1000
500
0
1965
1979
1993
2006
2020

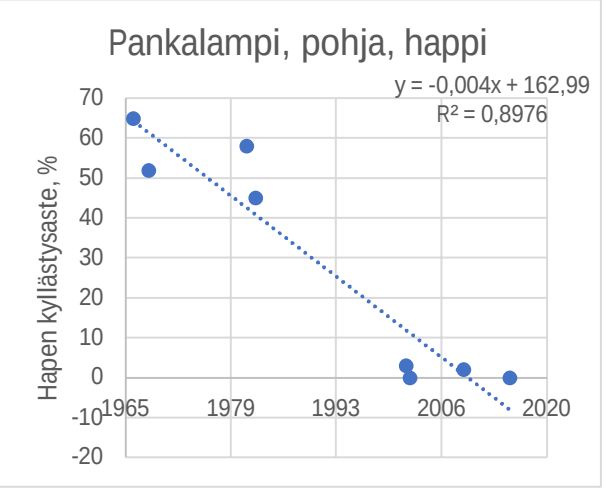

Pankalampi, 1 m, COD
y = -1E-04x + 13,904
R² = 0,4173
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
14
12
10
8
6
4
2
0
1965
1979
1993
2006
2020


Pankalampi, pohja, COD
y = 0,0011x - 17,755
R² = 0,5668
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1965
1979
1993
2006
2020


Pankalampi, 1 m, väri
y = -0,0004x + 88,332
R² = 0,0293
Väriluku, mg/l Pt
120
100
80
60
40
20
0
1965
1979
1993
2006
2020

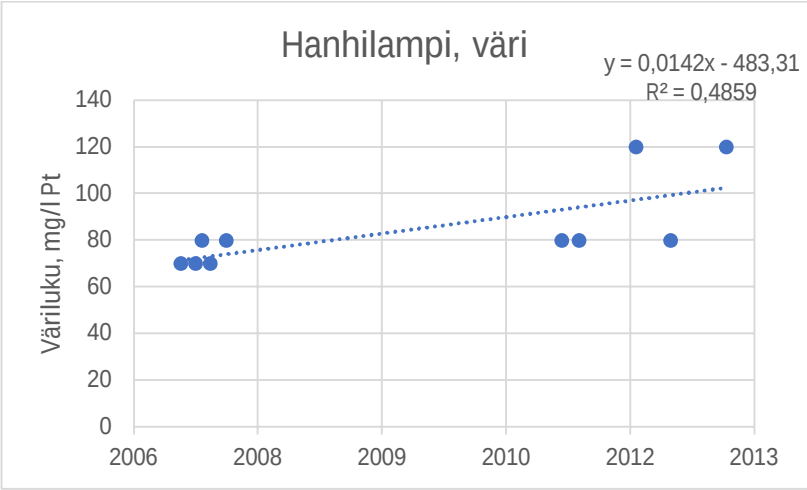

Pankalampi, pohja, väri
y = 0,0294x - 708,07
R² = 0,741
Väriluku, mg/l Pt
800
700
600
500
400
300
200
100
0
1965
1979
1993
2006
2020

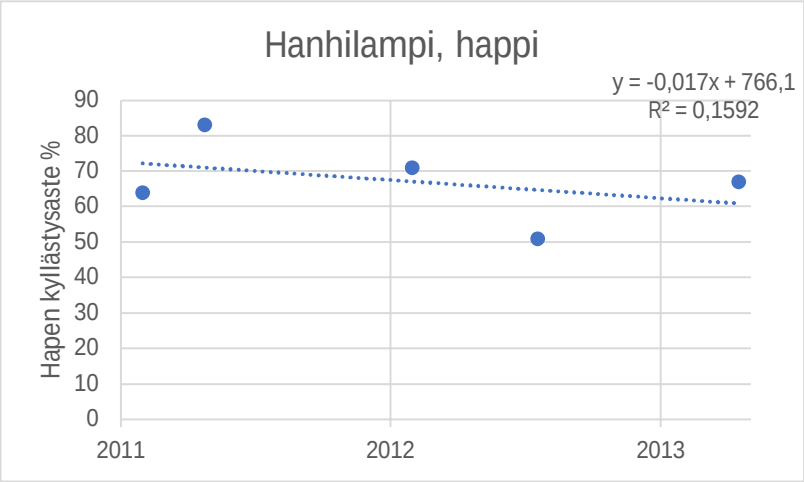

Pankalampi, 1 m, happi
y = 0,0011x + 40,641
R² = 0,2918
Hapen kyllästysaste, %
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1965
1979
1993
2006
2020


Pankalampi, pohja, happi
y = -0,004x + 162,99
R² = 0,8976
Hapen kyllästysaste, %
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
-20
1965
1979
1993
2006
2020

Hanhilampi

Hanhilammella näytteenotto on aloitettu vuonna 2004 ja viimeisimmät näytteet ovat vuodelta 2013. Näytteet on otettu pisteestä 327 (ks. kuva 1). Kuvaajissa käytetty kaikkia näytteenottokertoja (10 kpl, joista 3 kevätkaudella, 1 syyskaudella ja loput kasvukaudella) ja kaikkia syvyyksiä (syvyydet vaihtelevat välillä 0–0,5 m). Ravinnepitoisuuksia tai kemiallista hapenkulutusta ei ole juuri mitattu, eikä monia muitakaan veden tilaan viittaavia suureita.

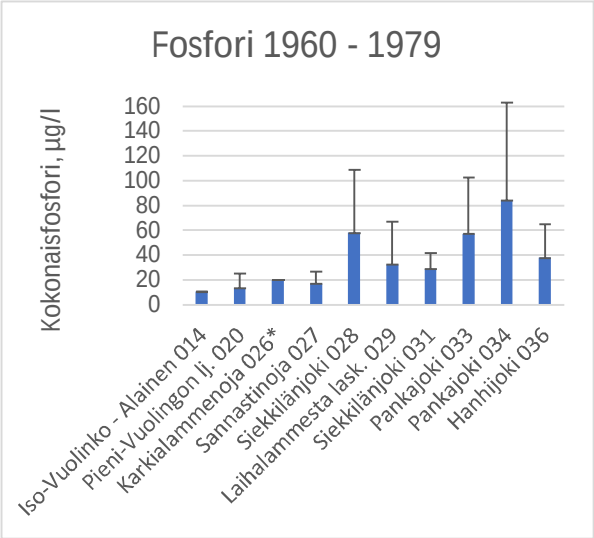

Hanhilampi, väri
y = 0,0142x - 483,31
R² = 0,4859
Väriluku, mg/l Pt
140
120
100
80
60
40
20
0
2006
2008
2009
2010
2012
2013

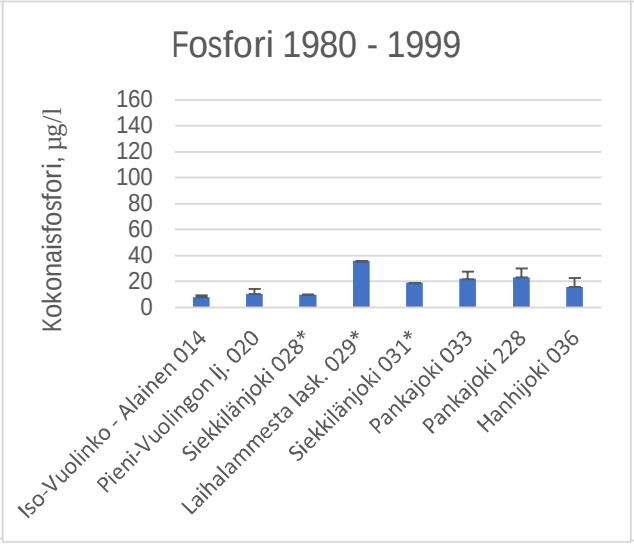

Hanhilampi, happi
y = -0,017x + 766,1
R² = 0,1592
Hapen kyllästysaste %
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
2011
2012
2013

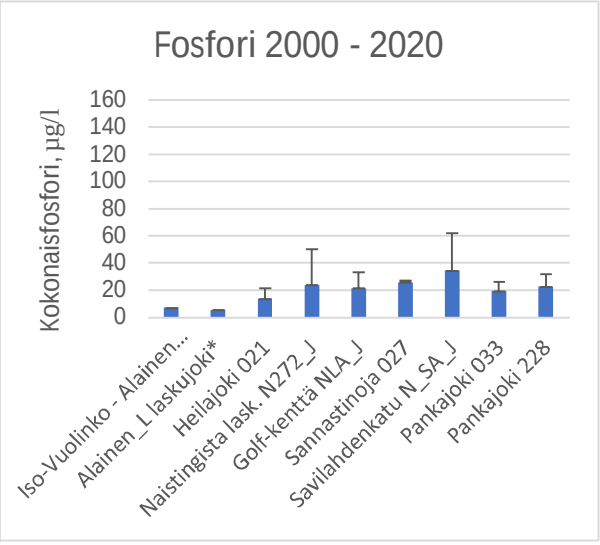
LIITE 7

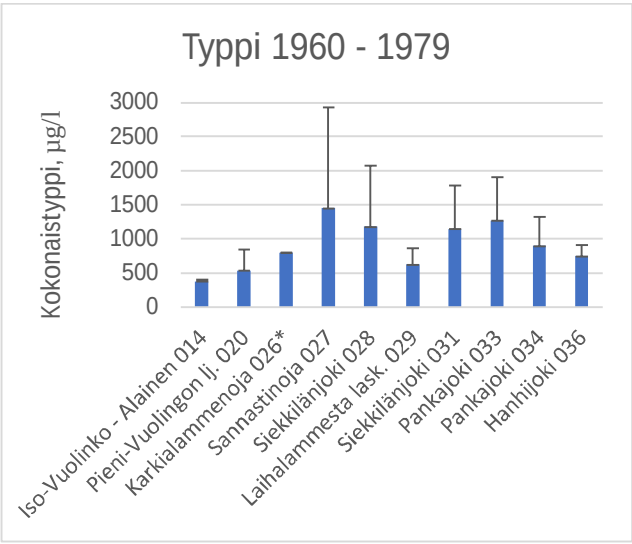
Seitsennimisen joen tilan muutos 1960–2020

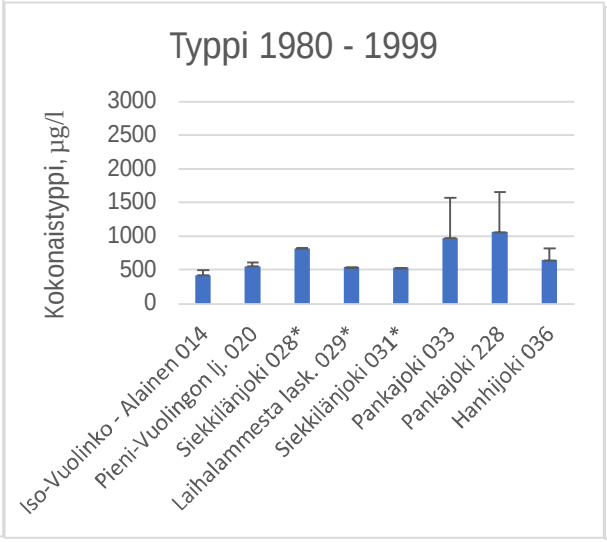
Seitsennimisen joen vesinäytteistä mitattujen suureiden keskiarvot ja keskihajonnat eri vuosikymmeninä yläjuoksulta alajuoksulle päin. Aineisto on haettu Hertta – tietokannasta keväällä 2021. Vain yhden näytteenottokerran sisältävät pisteet on merkattu * -merkillä, ja niistä puuttuvat keskihajonnat. Muissa pisteissä näytteenottoja on vähintään kaksi. Mittauspaikoissa ja -ajankohdissa on vuosien välillä vaihtelua, minkä vuoksi tiukkoja johtopäätöksiä ei aineiston perusteella voida vetää. Suuruusluokkia ja muutosten suuntia voidaan kuitenkin arvioida.

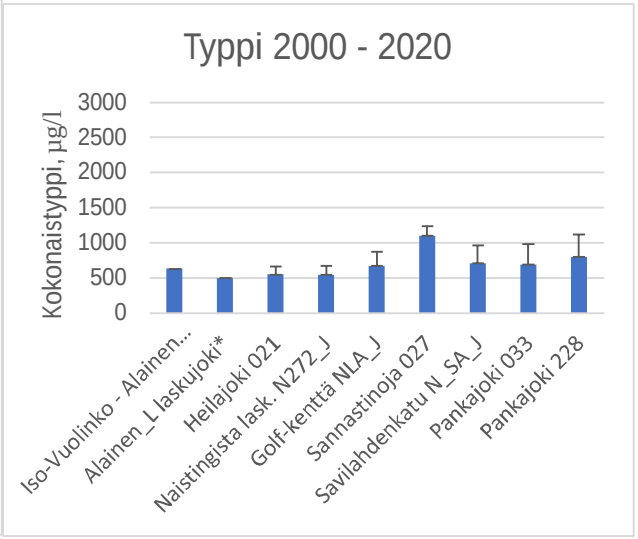

Fosfori 1960 - 1979
Kokonaisfosfori, µg/l
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014
Pieni-Vuolingon lj. 020
Karkialammenoja 026*
Sannastinoja 027
Siekkiänjoki 028
Laihalammesta lask. 029
Siekkiänjoki 031
Pankajoki 033
Pankajoki 034
Hanhijoki 036

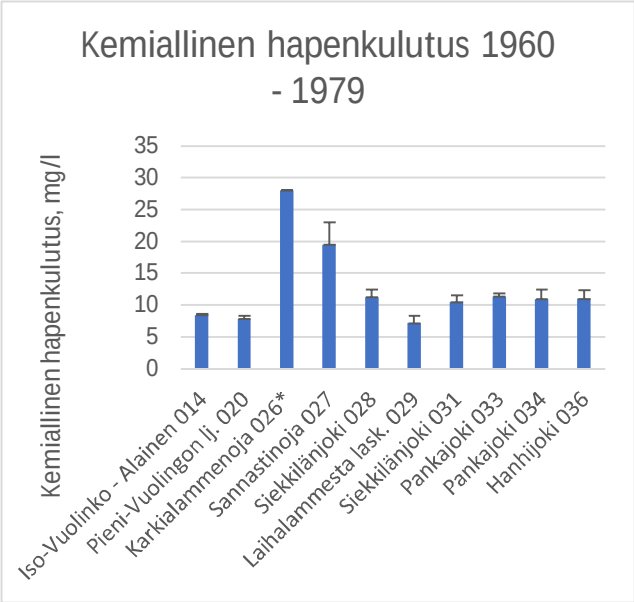

Fosfori 1980 - 1999
Kokonaisfosfori, µg/l
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014
Pieni-Vuolingon lj. 020
Siekkiänjoki 028*
Laihalammesta lask. 029*
Siekkiänjoki 031*
Pankajoki 033
Pankajoki 228
Hanhijoki 036

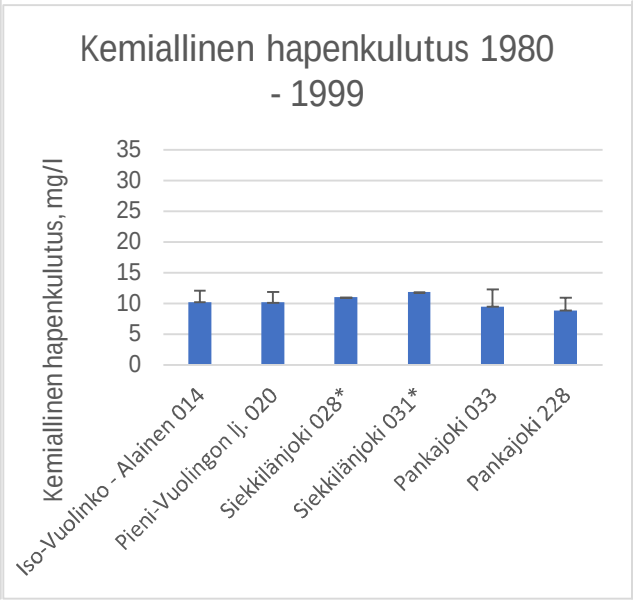

Fosfori 2000 - 2020
Kokonaisfosfori, µg/l
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Iso-Vuolinko - Alainen...
Alainen_L laskujoki*
Heilajoki 021
Naistingista lask. N272_J
Golf-kenttä NLA_J
Sannastinoja 027
Savilahdenkatu N_SA_J
Pankajoki 033
Pankajoki 228

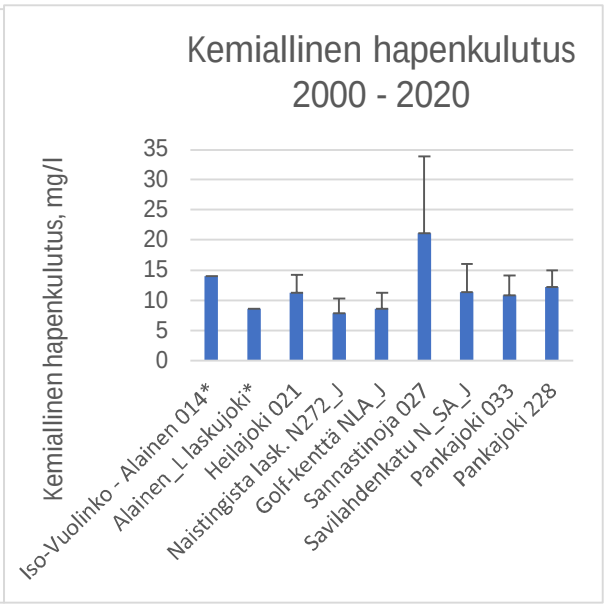

Typpi 1960 - 1979
Kokonaistyppi, µg/l
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014
Pieni-Vuolingon lj. 020
Karkialammenoja 026*
Sannastinoja 027
Siekkiänjoki 028
Laihalammesta lask. 029
Siekkiänjoki 031
Pankajoki 033
Pankajoki 034
Hanhijoki 036

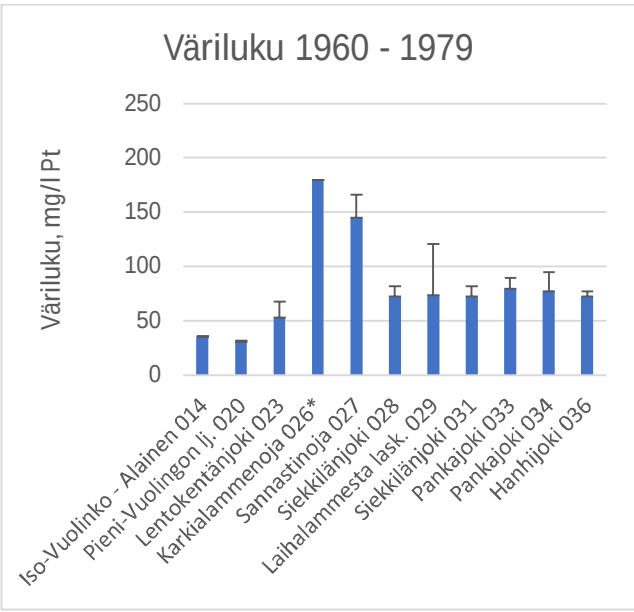

Typpi 1980 - 1999
Kokonaistyppi, µg/l
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014
Pieni-Vuolingon lj. 020
Siekkiänjoki 028*
Laihalammesta lask. 029*
Siekkiänjoki 031*
Pankajoki 033
Pankajoki 228
Hanhijoki 036

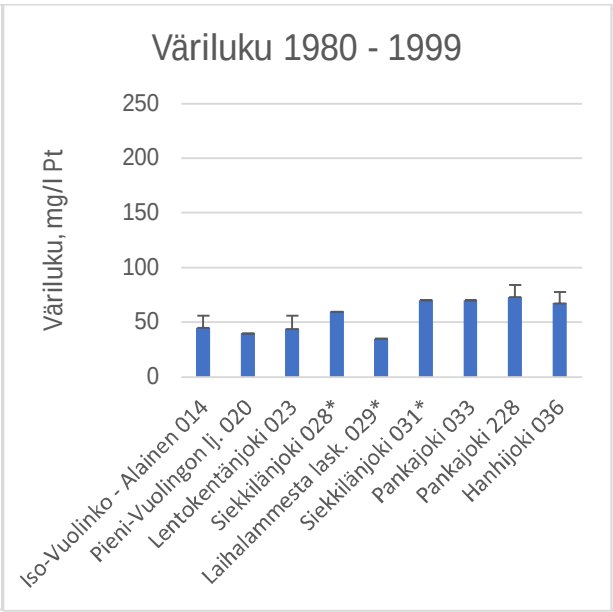

Typpi 2000 - 2020
Kokonaistyppi, µg/l
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
Iso-Vuolinko - Alainen...
Alainen_L laskujoki*
Heilajoki 021
Naistingista lask. N272_J
Golf-kenttä NLA_J
Sannastinoja 027
Savilahdenkatu N_SA_J
Pankajoki 033
Pankajoki 228

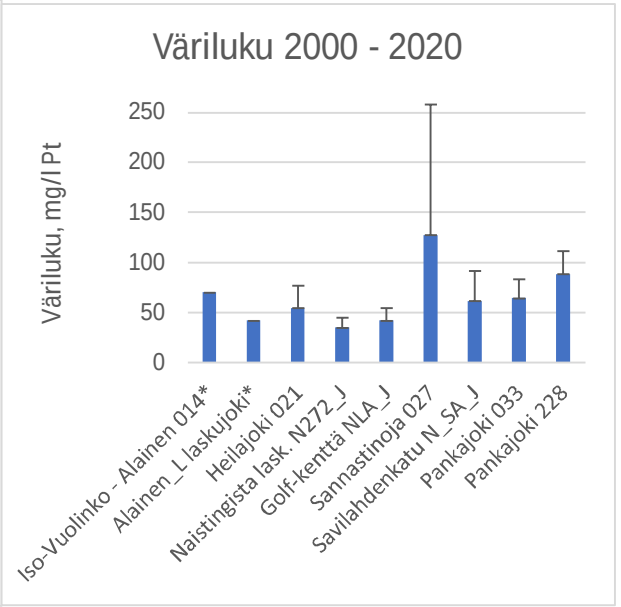

Kemiallinen hapenkulutus 1960 - 1979
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
35
30
25
20
15
10
5
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014
Pieni-Vuolingon lj. 020
Karkialammenoja 026*
Sannastinoja 027
Siekkilänjoki 028
Laihalammesta lask. 029
Siekkilänjoki 031
Pankajoki 033
Pankajoki 034
Hanhijoki 036

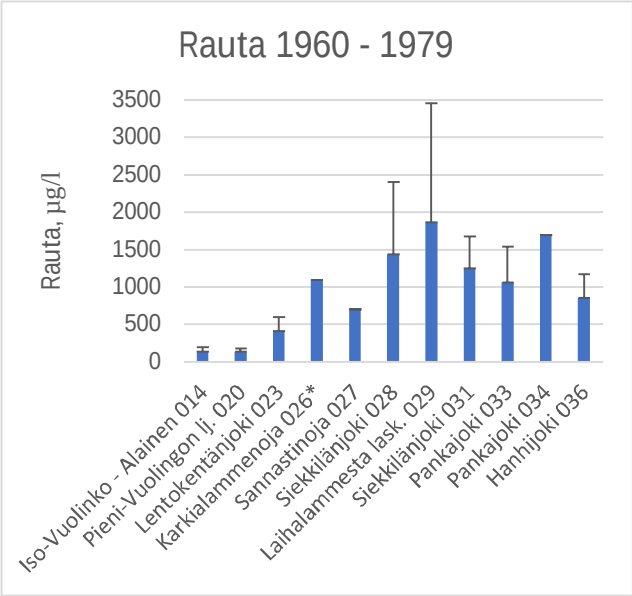

Kemiallinen hapenkulutus 1980 - 1999
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
35
30
25
20
15
10
5
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014
Pieni-Vuolingon lj. 020
Siekkilänjoki 028*
Siekkilänjoki 031*
Pankajoki 033
Pankajoki 228

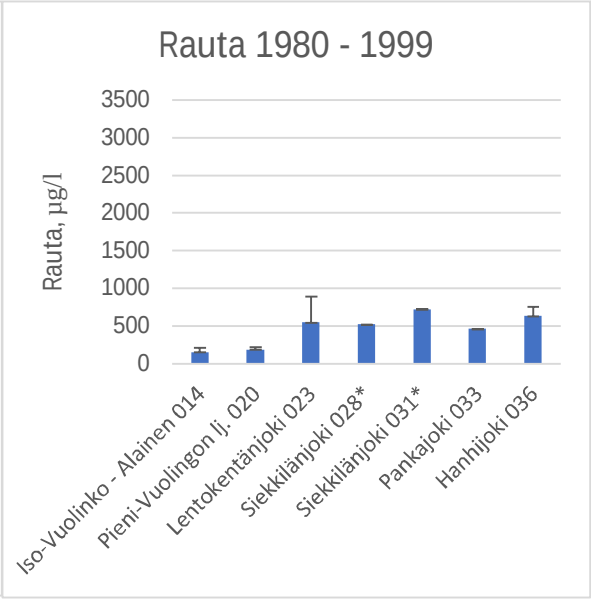

Kemiallinen hapenkulutus 2000 - 2020
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
35
30
25
20
15
10
5
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014*
Alainen_L laskujoki*
Heilajoki 021
Naistingista lask. N272_J
Golf-kenttä NLA_J
Sannastinoja 027
Savilahdenkatu N_SA_J
Pankajoki 033
Pankajoki 228

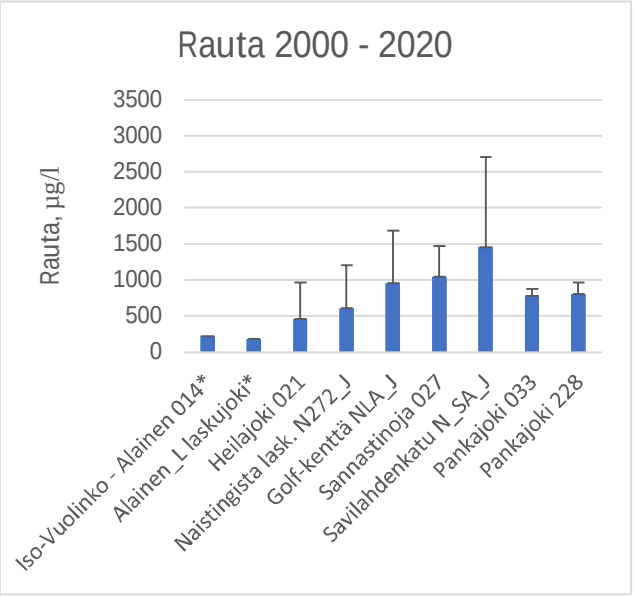

Väriluku 1960 - 1979
Väriluku, mg/l Pt
250
200
150
100
50
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014
Pieni-Vuolingon lj. 020
Lentokentänjoki 023
Karkialammenoja 026*
Sannastinoja 027
Siekkilänjoki 028
Laihalammesta lask. 029
Siekkilänjoki 031
Pankajoki 033
Pankajoki 034
Hanhijoki 036

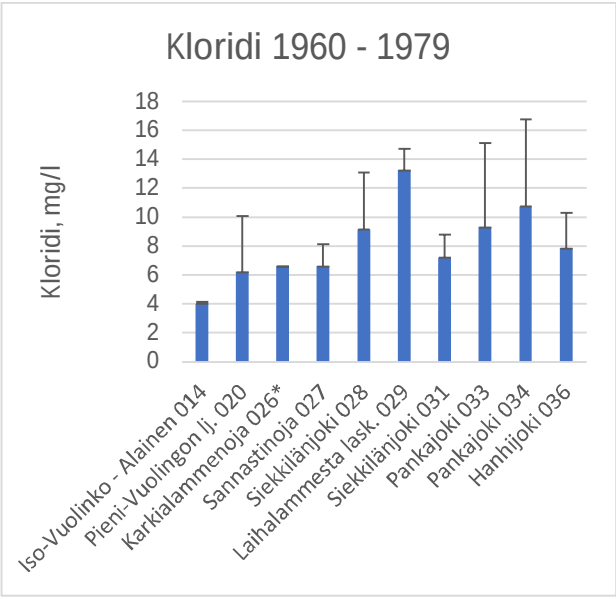

Väriluku 1980 - 1999
Väriluku, mg/l Pt
250
200
150
100
50
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014
Pieni-Vuolingon lj. 020
Lentokentänjoki 023
Siekkilänjoki 028*
Laihalammesta lask. 029*
Siekkilänjoki 031*
Pankajoki 033
Pankajoki 228
Hanhijoki 036

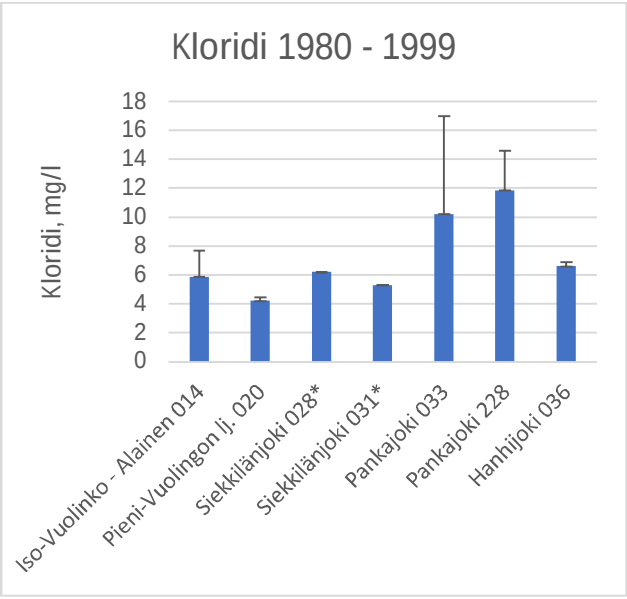

Väriluku 2000 - 2020
Väriluku, mg/l Pt
250
200
150
100
50
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014*
Alainen_L laskujoki*
Heilajoki 021
Naistingista lask. N272_J
Golf-kenttä NLA_J
Sannastinoja 027
Savilahdenkatu N_SA_J
Pankajoki 033
Pankajoki 228

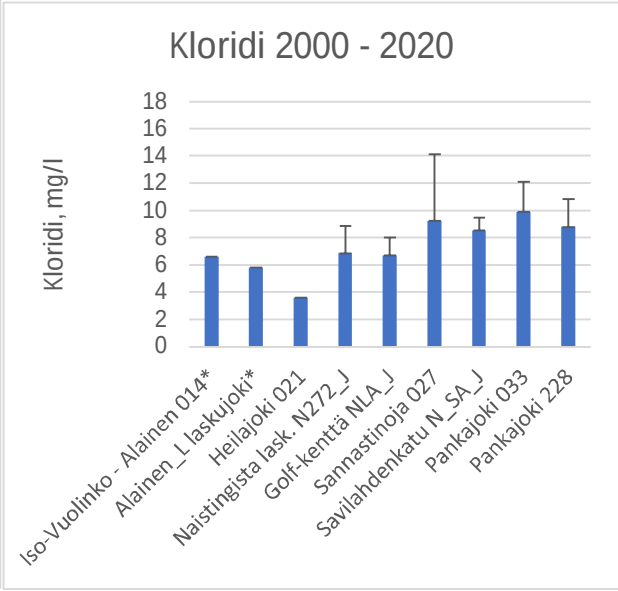

Rauta 1960 - 1979
Rauta, µg/l
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014
Pieni-Vuolingon lj. 020
Lentokentänjoki 023
Karkialammenoja 026*
Sannastinoja 027
Siekkilänjoki 028
Laihalammesta lask. 029
Siekkilänjoki 031
Pankajoki 033
Pankajoki 034
Hanhijoki 036

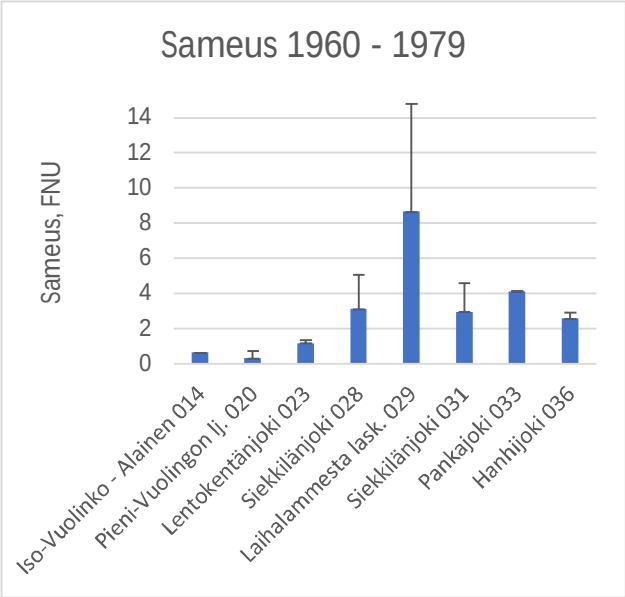

Rauta 1980 - 1999
Rauta, µg/l
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014
Pieni-Vuolingon lj. 020
Lentokentänjoki 023
Siekkilänjoki 028*
Siekkilänjoki 031*
Pankajoki 033
Hanhijoki 036

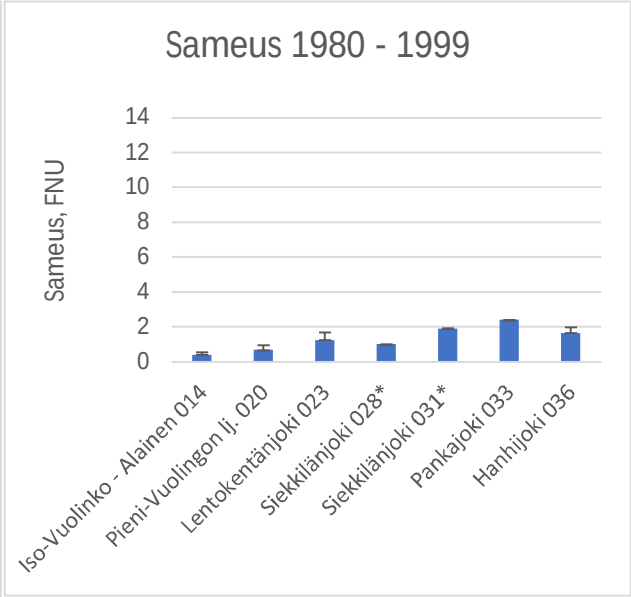

Rauta 2000 - 2020
Rauta, µg/l
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014*
Alainen_L laskujoki*
Heilajoki 021
Naistingista lask. N272_J
Golf-kenttä NLA_J
Sannastinoja 027
Savilahdenkatu N_SA_J
Pankajoki 033
Pankajoki 228

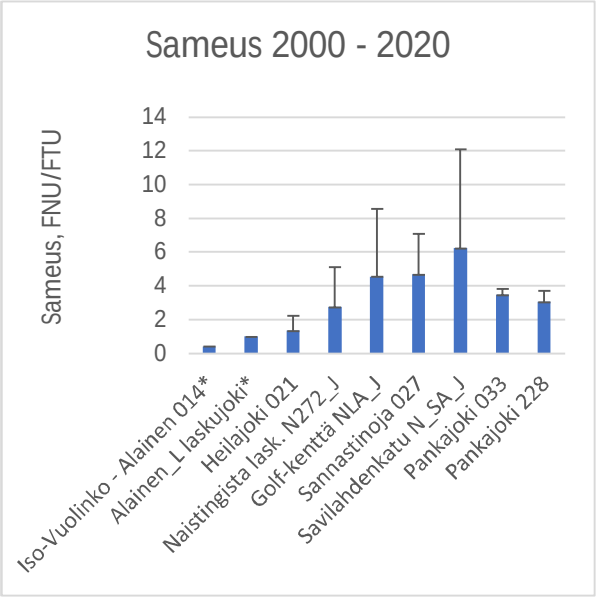

Kloridi 1960 - 1979
Kloridi, mg/l
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014
Pieni-Vuolingon lj. 020
Karkialammenoja 026*
Sannastinoja 027
Siekkilänjoki 028
Laihalammesta lask. 029
Siekkilänjoki 031
Pankajoki 033
Pankajoki 034
Hanhijoki 036

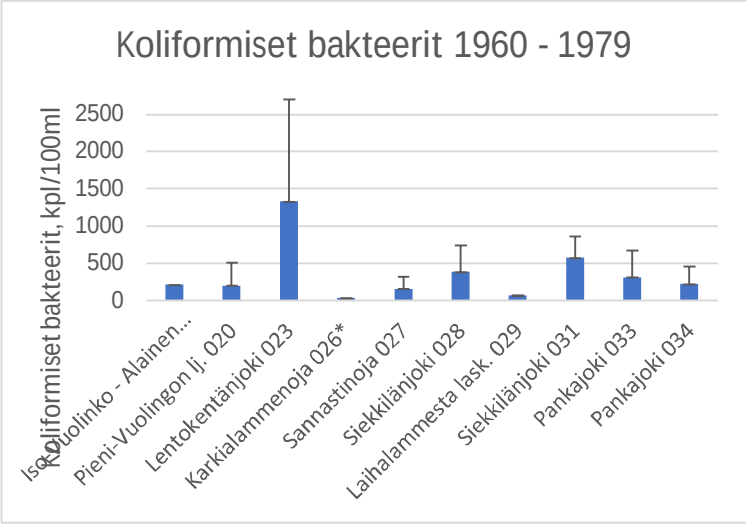

Kloridi 1980 - 1999
Kloridi, mg/l
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014
Pieni-Vuolingon lj. 020
Siekkilänjoki 028*
Siekkilänjoki 031*
Pankajoki 033
Pankajoki 228
Hanhijoki 036

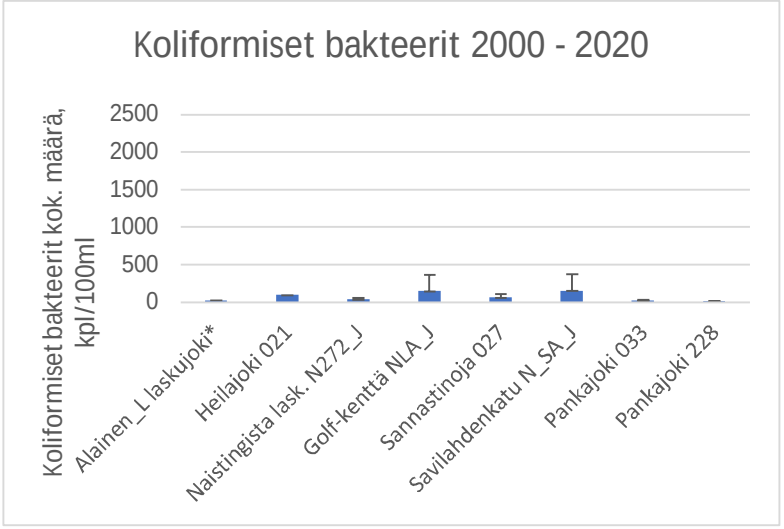

Kloridi 2000 - 2020
Kloridi, mg/l
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Iso-Vuolinko - Alainen 014*
Alainen_L laskujoki*
Heilajoki 021
Naistingista lask. N272_J
Golf-kenttä NLA_J
Sannastinoja 027
Savilahdenkatu N_SA_J
Pankajoki 033
Pankajoki 228











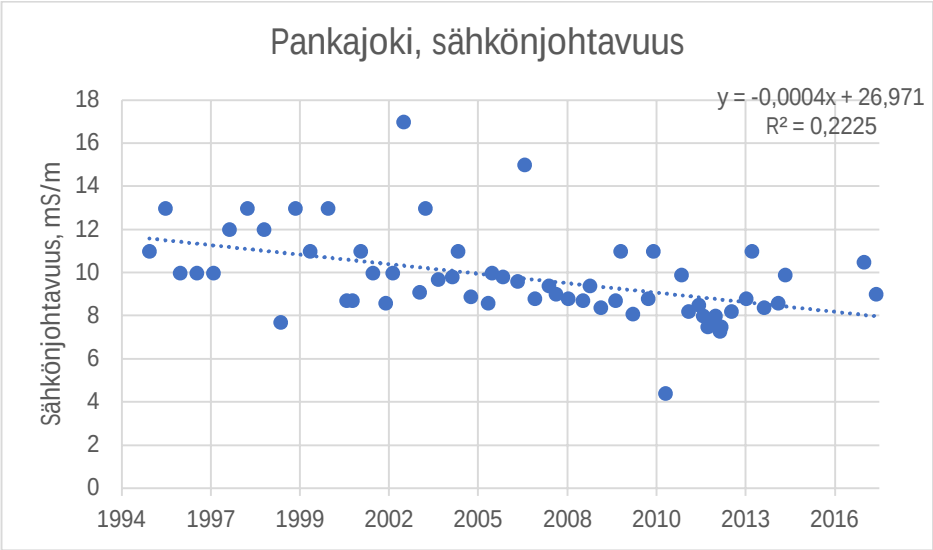
Koliformisia bakteereja on mitattu vuosina 1980–1999 vain kahdesti: 2.4.1990 Pieni-Vuolingon lj. 020, jolloin koliformisia bakteereja ei löydetty sekä 11.10.1999 Pankajoki 033, jolloin niitä löydettiin 32 kpl/ 100 ml.

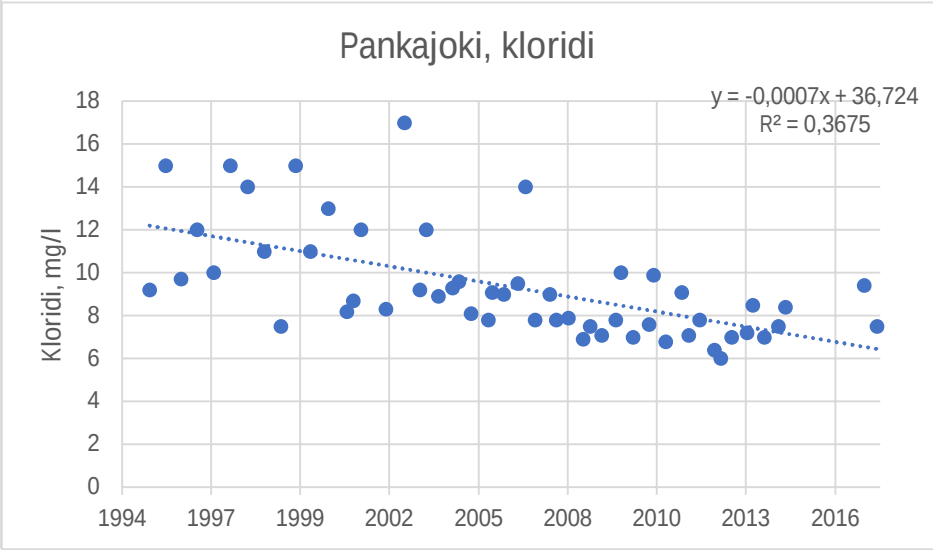
LIITE 7

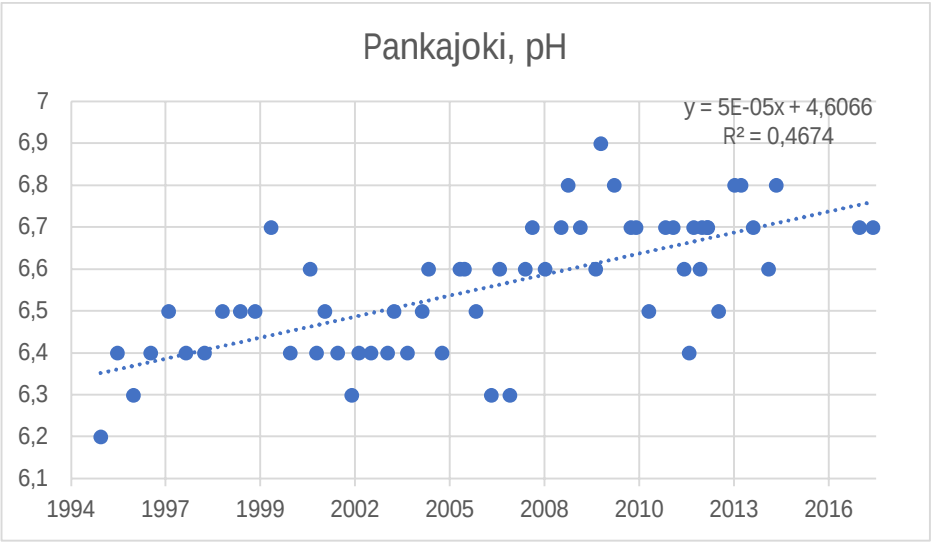
LIITE 8

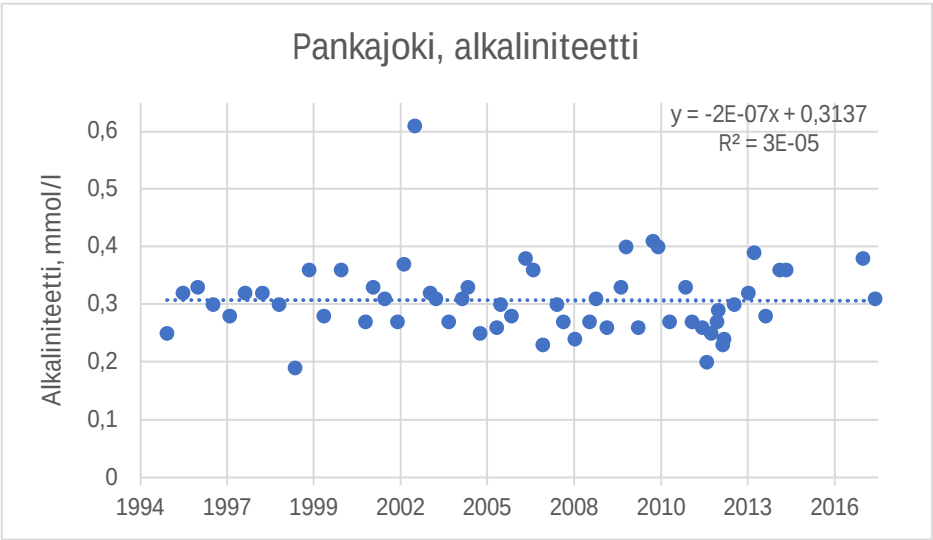
Pankajoen vedenlaadun muutokset 1995–2017 (näytepiste 228)

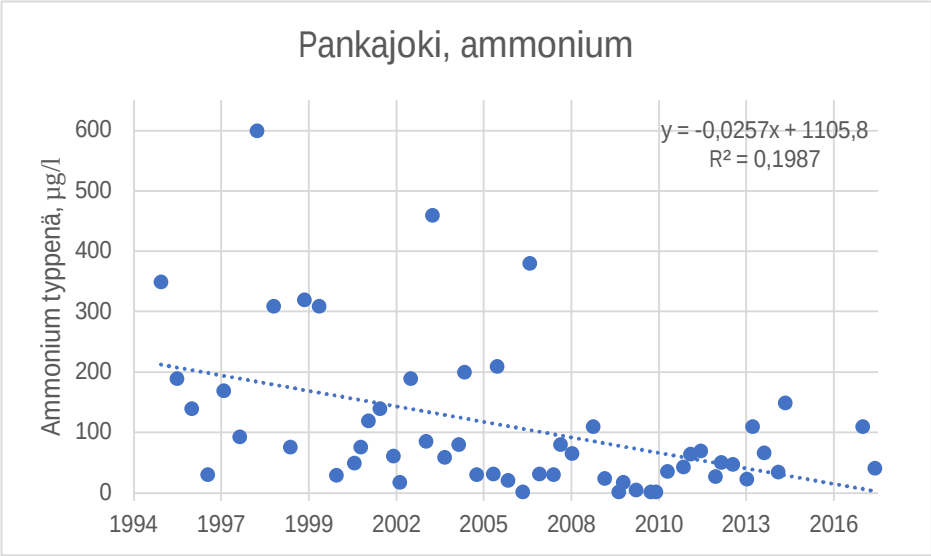
Havaintopisteestä Pankajoki 228 on otettu näytteitä vuodesta 1995 vuoteen 2017 asti 2–6 kertaa vuodessa lähes joka vuosi. Suureesta riippuen näytteenottokertoja on yhteensä noin 54–64. Aineisto on haettu Hertta – tietokannasta keväällä 2021.

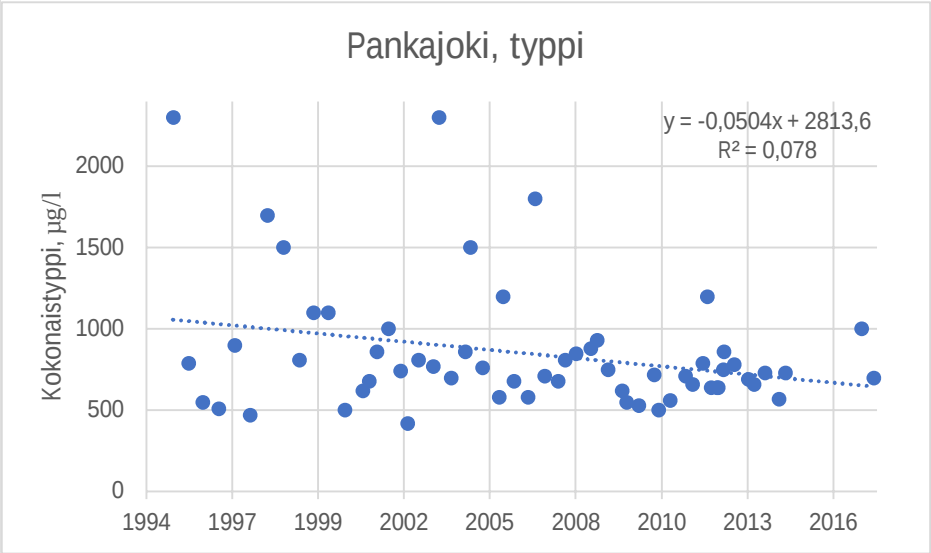

Pankajoki, sähkönjohtavuus
y = -0,0004x + 26,971
R² = 0,2225
Sähkönjohtavuus, mS/m
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1994
1997
1999
2002
2005
2008
2010
2013
2016

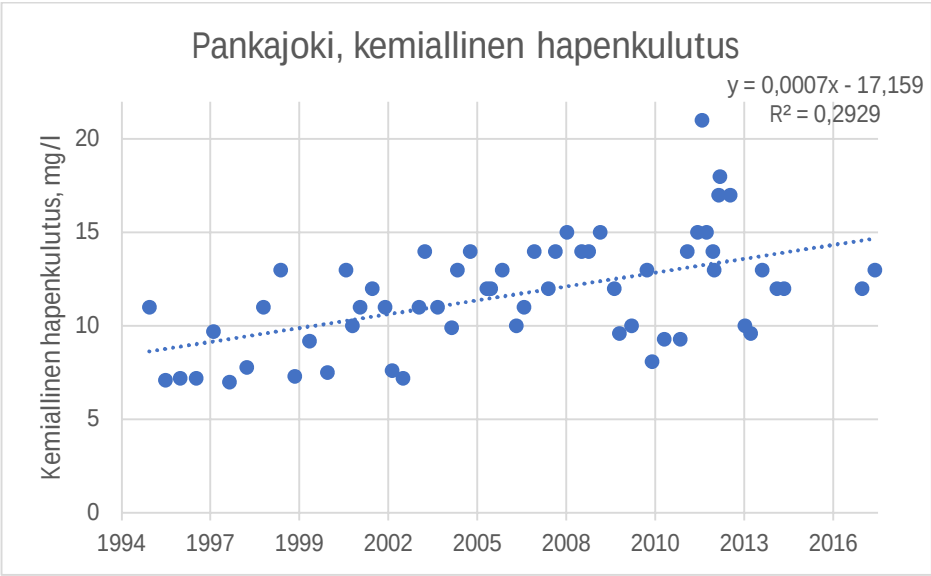

Pankajoki, kloridi
y = -0,0007x + 36,724
R² = 0,3675
Kloridi, mg/l
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1994
1997
1999
2002
2005
2008
2010
2013
2016

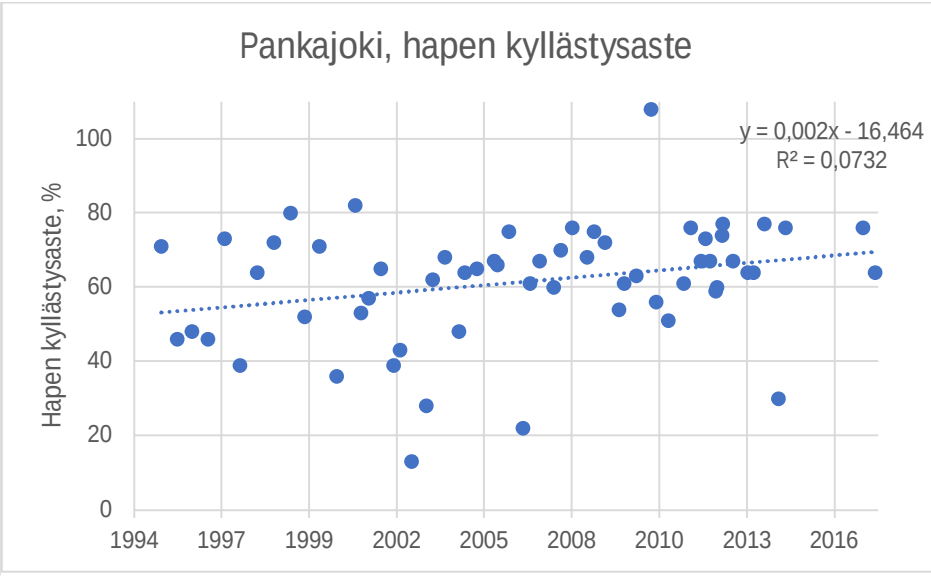

Pankajoki, pH
y = 5E-05x + 4,6066
R² = 0,4674
7
6,9
6,8
6,7
6,6
6,5
6,4
6,3
6,2
6,1
1994
1997
1999
2002
2005
2008
2010
2013
2016

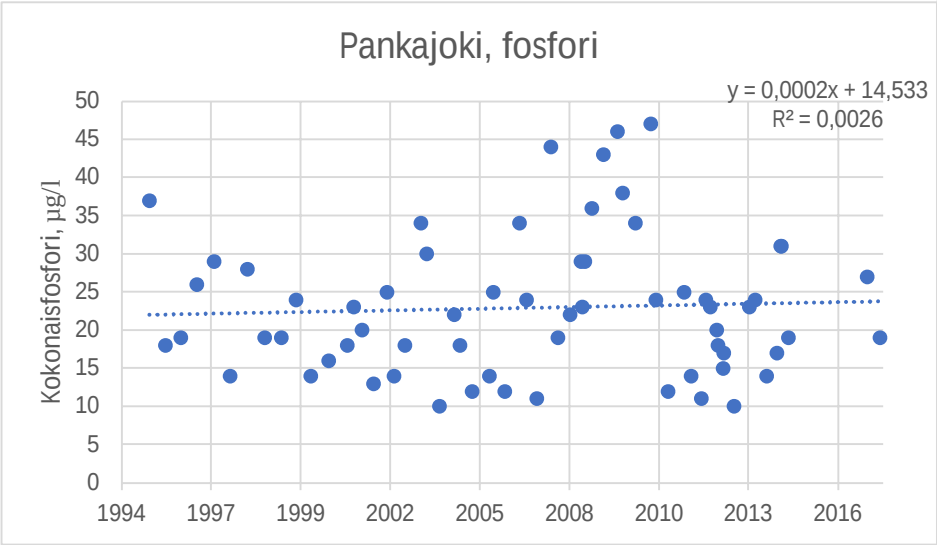

Pankajoki, alkaliniteetti
y = -2E-07x + 0,3137
R² = 3E-05
Alkaliniteetti, mmol/l
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
1994
1997
1999
2002
2005
2008
2010
2013
2016

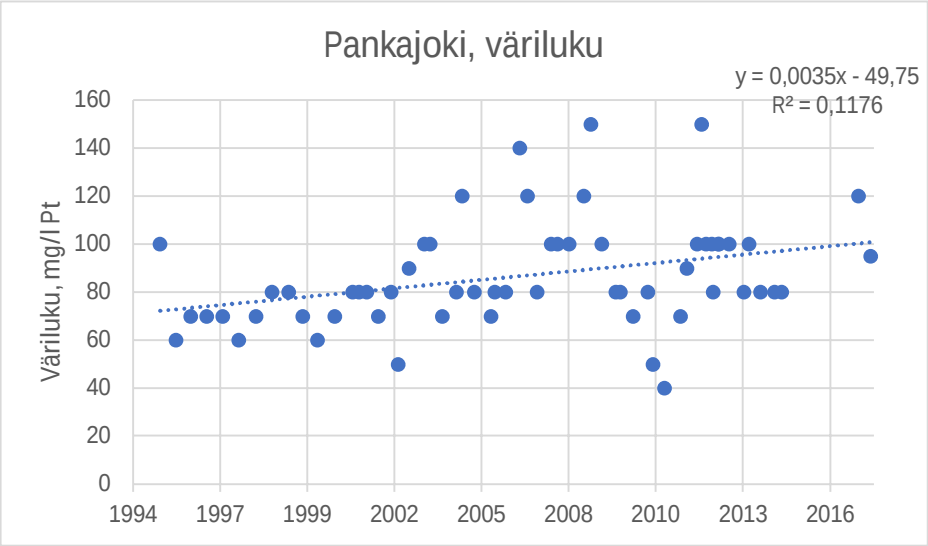

Pankajoki, ammonium
y = -0,0257x + 1105,8
R² = 0,1987
Ammonium typpenä, µg/l
600
500
400
300
200
100
0
1994
1997
1999
2002
2005
2008
2010
2013
2016


Pankajoki, typpi
y = -0,0504x + 2813,6
R² = 0,078
Kokonaistyppi, µg/l
2000
1500
1000
500
0
1994
1997
1999
2002
2005
2008
2010
2013
2016


Pankajoki, kemiallinen hapenkulutus
y = 0,0007x - 17,159
R² = 0,2929
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
20
15
10
5
0
1994
1997
1999
2002
2005
2008
2010
2013
2016


Pankajoki, hapen kyllästysaste
y = 0,002x - 16,464
R² = 0,0732
Hapen kyllästysaste, %
100
80
60
40
20
0
1994
1997
1999
2002
2005
2008
2010
2013
2016


Pankajoki, fosfori
y = 0,0002x + 14,533
R² = 0,0026
Kokonaisfosfori, µg/l
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1994
1997
1999
2002
2005
2008
2010
2013
2016


Pankajoki, väriluku
y = 0,0035x - 49,75
R² = 0,1176
Väriluku, mg/l Pt
160
140
120
100
80
60
40
20
0
1994
1997
1999
2002
2005
2008
2010
2013
2016

LIITE 9

Pankajoen vedenlaadun muutokset kausittain 1995–2017 (näytepiste 228)

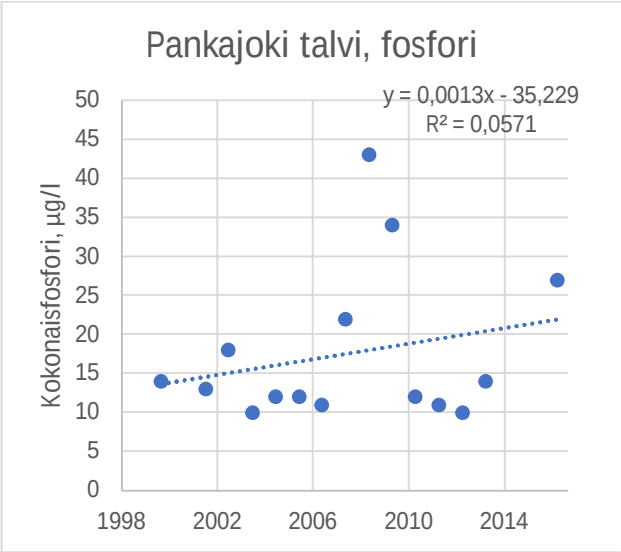
Havaintopisteestä Pankajoki 228 on otettu näytteitä vuodesta 1995 vuoteen 2017 asti 2–6 kertaa vuodessa lähes joka vuosi. Aineisto on haettu Hertta – tietokannasta keväällä 2021.

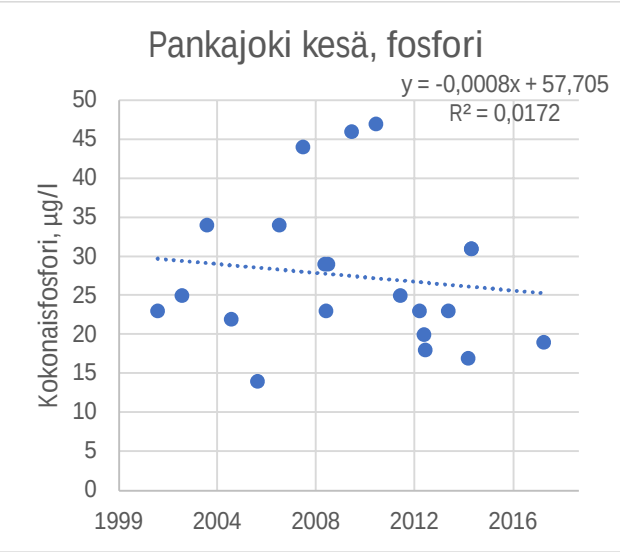
Tulokset on tarkempaa tarkastelua varten jaoteltu kausittain:

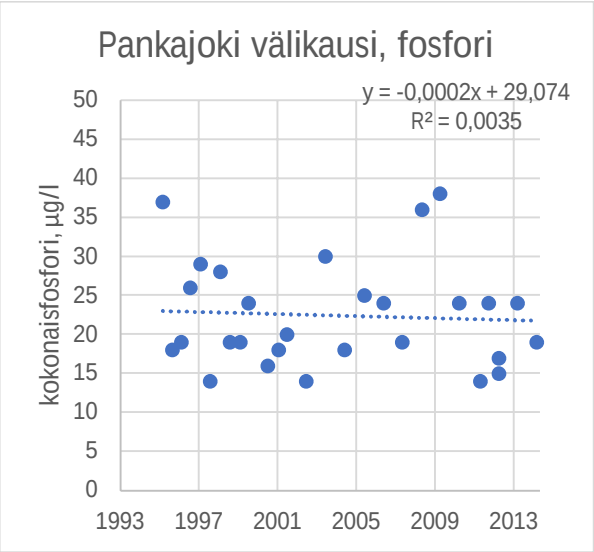
- Talvikausi sisältää näytteet helmi – maaliskuulta (joulu- ja tammikuulta ei lainkaan näytteitä),
- Kesäkausi sisältää näytteet kesä – syyskuulta ja
- Välikausi sisältää huhti – toukokuun ja loka – marraskuun näytteet.

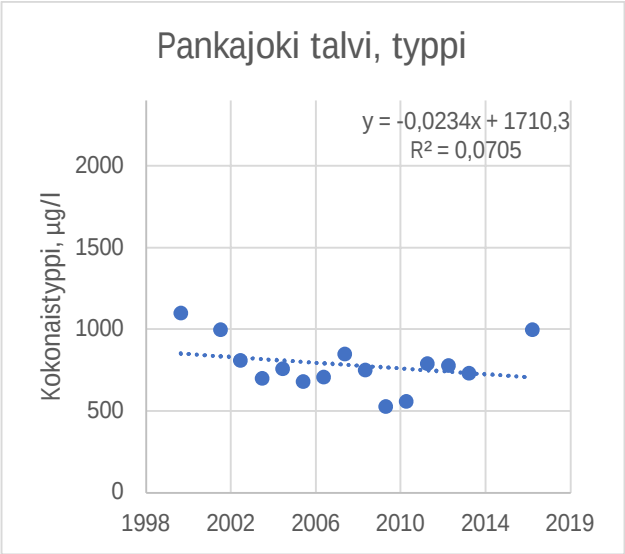
Kausittainen tarkastelu on tehty kahdesta syystä, että

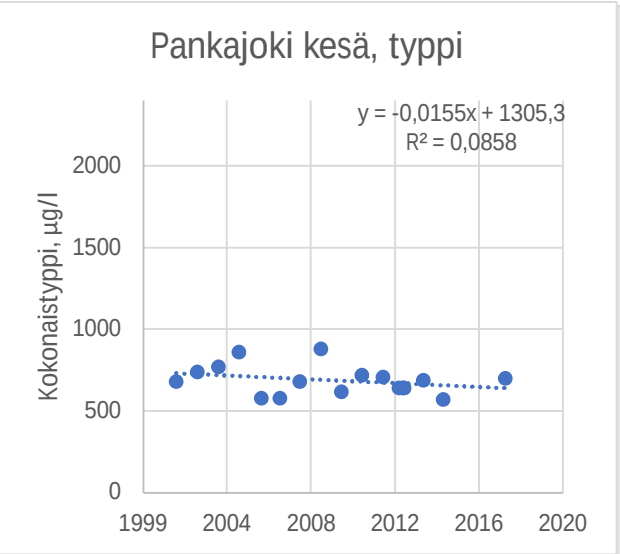
1. Näytteenoton alussa 1990 – luvulla näytteenottokerrat ovat painottuneet välikauteen, ja talvi- ja kesäkaudet ovat tulleet mukaan vasta 2000-luvun puolella. Myöhemmin taas näytteenotto on joidenkin suureiden osalta painottunut kesäkauteen. Vuodenaika vaikuttaa huuhtouman ja valunnan kautta esimerkiksi ravinteiden pitoisuuksiin, ja siten näytteenottoajankohdan muutokset voisivat näkyä tuloksissa.
2. Tarkastelulla haluttiin selvittää, eroavatko kehityssuunnat kausittain, ja näkyykö tuloksissa ilmastonmuutoksen aiheuttamaa kehitystä.

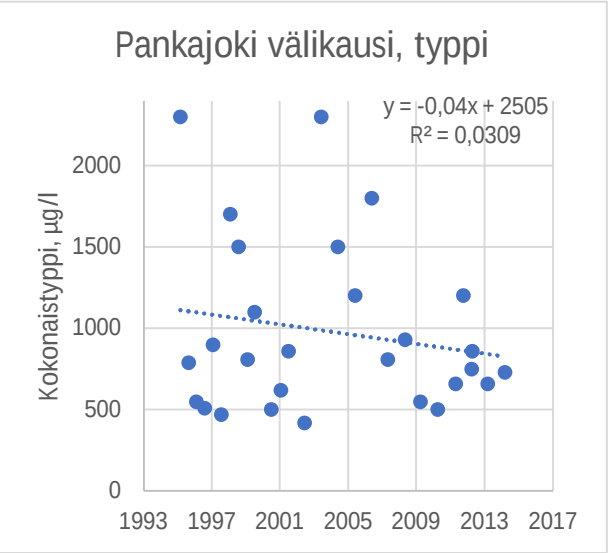

Pankajoki talvi, fosfori
y = 0,0013x - 35,229
R² = 0,0571
Kokonaisfosfori, µg/l
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
1998
2002
2006
2010
2014

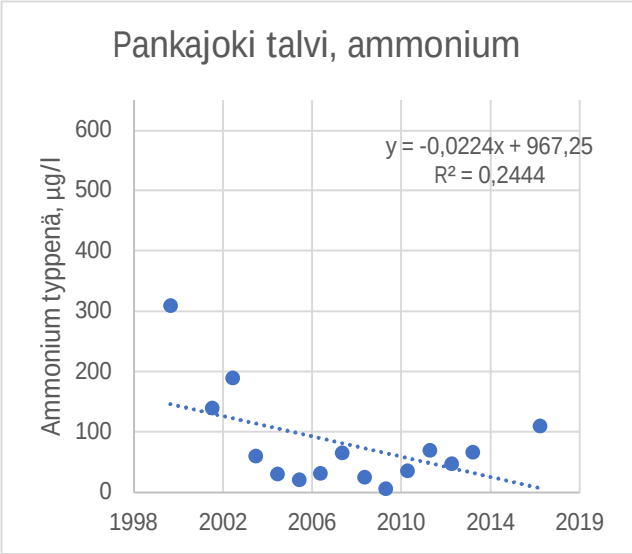

Pankajoki kesä, fosfori
y = -0,0008x + 57,705
R² = 0,0172
Kokonaisfosfori, µg/l
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
1999
2004
2008
2012
2016

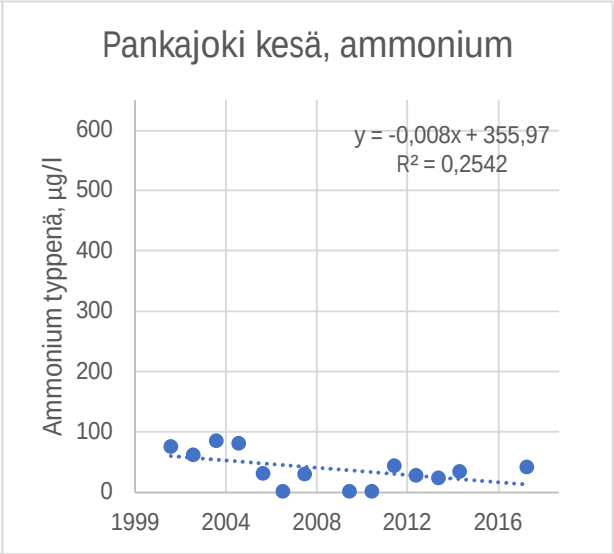

Pankajoki välikausi, fosfori
y = -0,0002x + 29,074
R² = 0,0035
kokonaisfosfori, µg/l
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
1993
1997
2001
2005
2009
2013

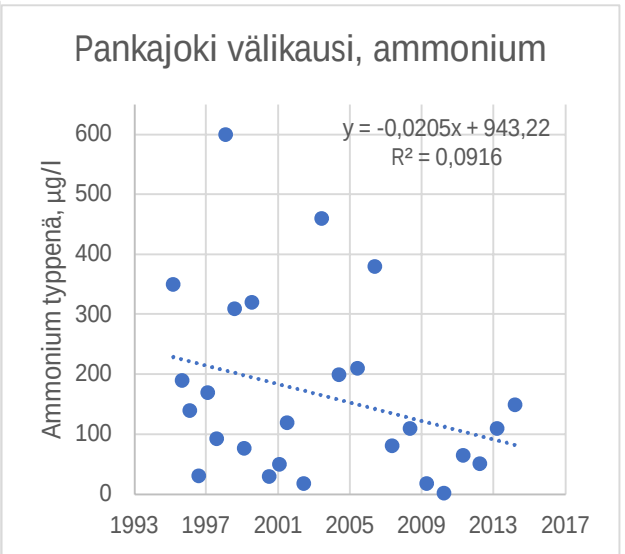

Pankajoki talvi, typpi
y = -0,0234x + 1710,3
R² = 0,0705
Kokonaistyppi, µg/l
0
500
1000
1500
2000
1998
2002
2006
2010
2014
2019

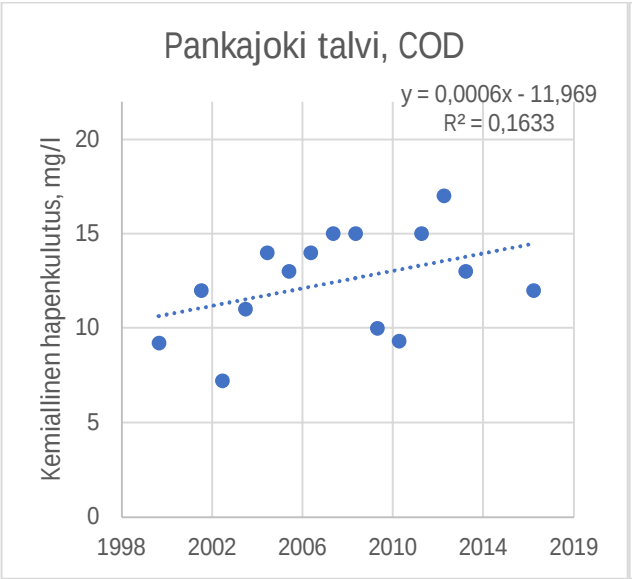

Pankajoki kesä, typpi
y = -0,0155x + 1305,3
R² = 0,0858
Kokonaistyppi, µg/l
0
500
1000
1500
2000
1999
2004
2008
2012
2016
2020

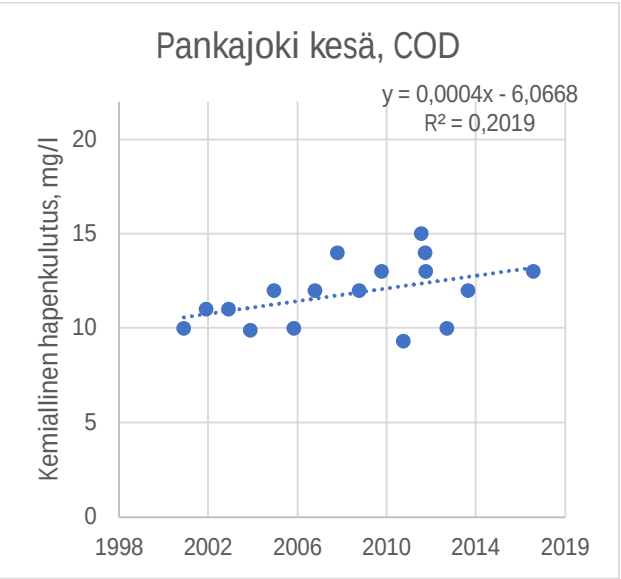

Pankajoki välikausi, typpi
y = -0,04x + 2505
R² = 0,0309
Kokonaistyppi, µg/l
0
500
1000
1500
2000
1993
1997
2001
2005
2009
2013
2017

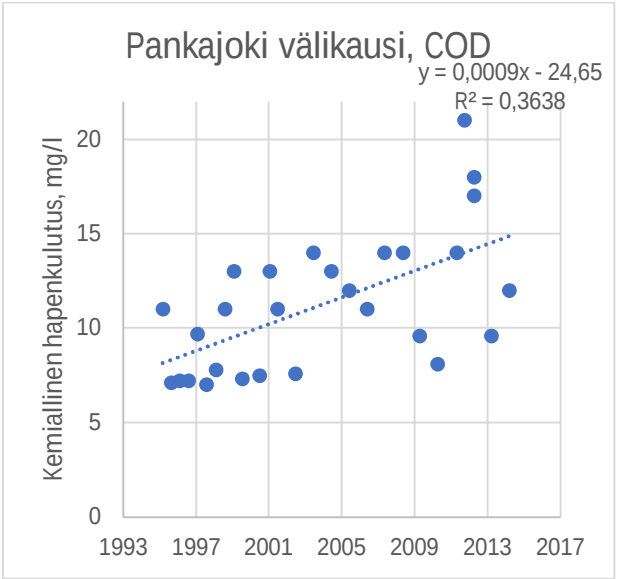

Pankajoki talvi, ammonium
y = -0,0224x + 967,25
R² = 0,2444
Ammonium typpenä, µg/l
600
500
400
300
200
100
0
1998
2002
2006
2010
2014
2019

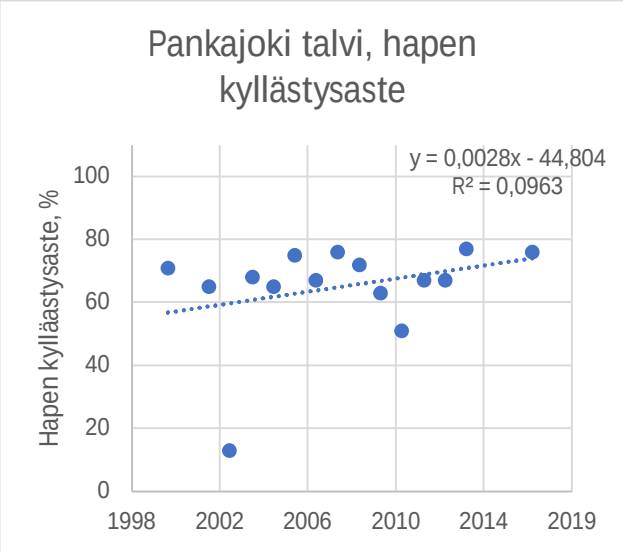

Pankajoki kesä, ammonium
y = -0,008x + 355,97
R² = 0,2542
Ammonium typpenä, µg/l
600
500
400
300
200
100
0
1999
2004
2008
2012
2016

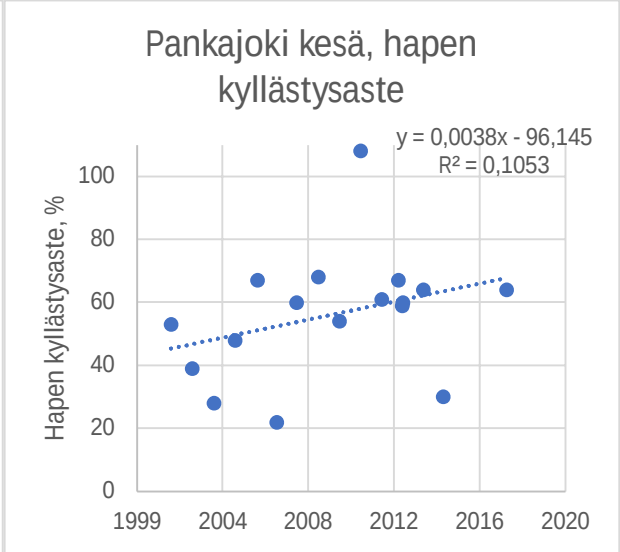

Pankajoki välikausi, ammonium
y = -0,0205x + 943,22
R² = 0,0916
Ammonium typpenä, µg/l
600
500
400
300
200
100
0
1993
1997
2001
2005
2009
2013
2017

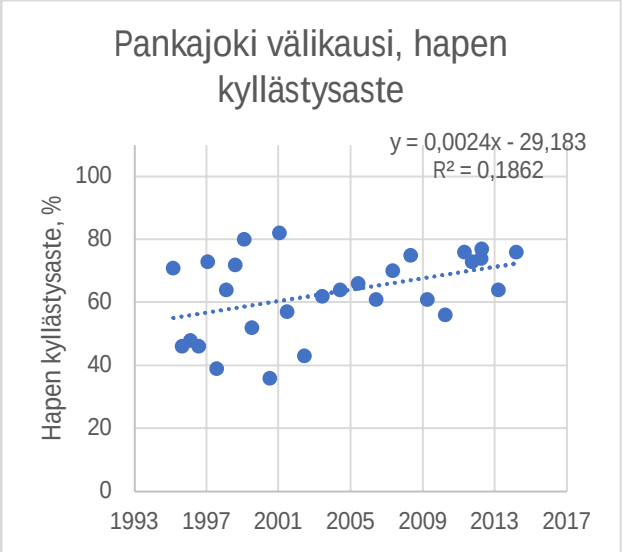

Pankajoki talvi, COD
y = 0,0006x - 11,969
R² = 0,1633
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
20
15
10
5
0
1998
2002
2006
2010
2014
2019

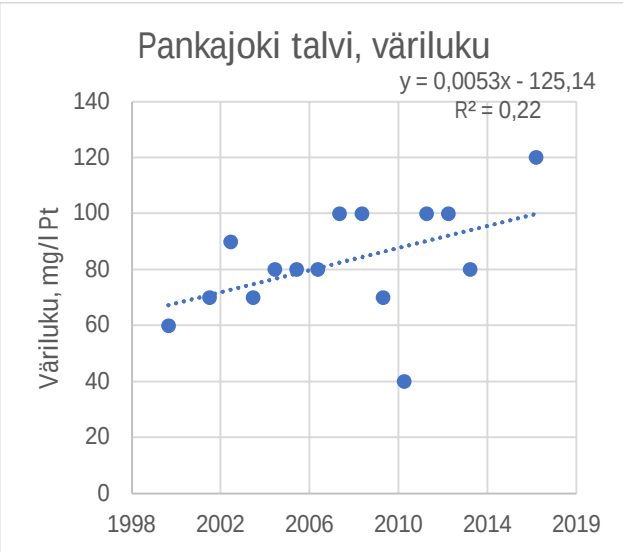

Pankajoki kesä, COD
y = 0,0004x - 6,0668
R² = 0,2019
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
20
15
10
5
0
1998
2002
2006
2010
2014
2019

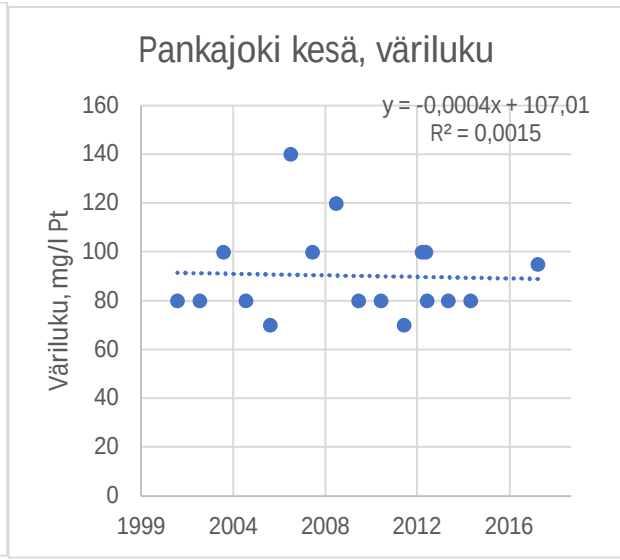

Pankajoki välikausi, COD
y = 0,0009x - 24,65
R² = 0,3638
Kemiallinen hapenkulutus, mg/l
20
15
10
5
0
1993
1997
2001
2005
2009
2013
2017

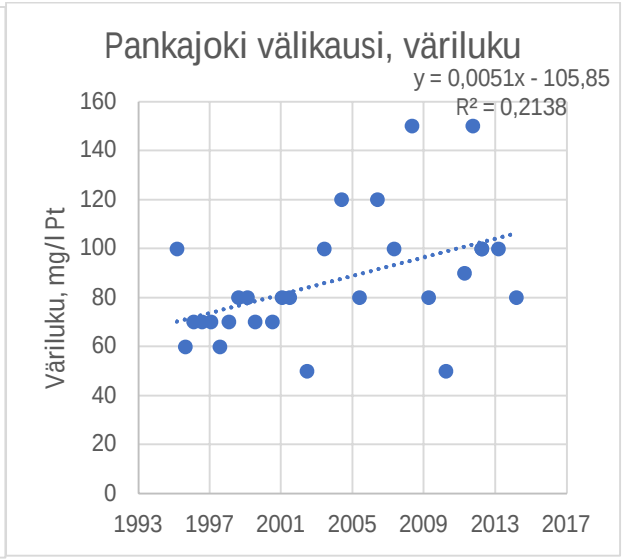

Pankajoki talvi, hapen kyllästysaste
y = 0,0028x - 44,804
R² = 0,0963
Hapen kylläastysaste, %
0
20
40
60
80
100
1998
2002
2006
2010
2014
2019

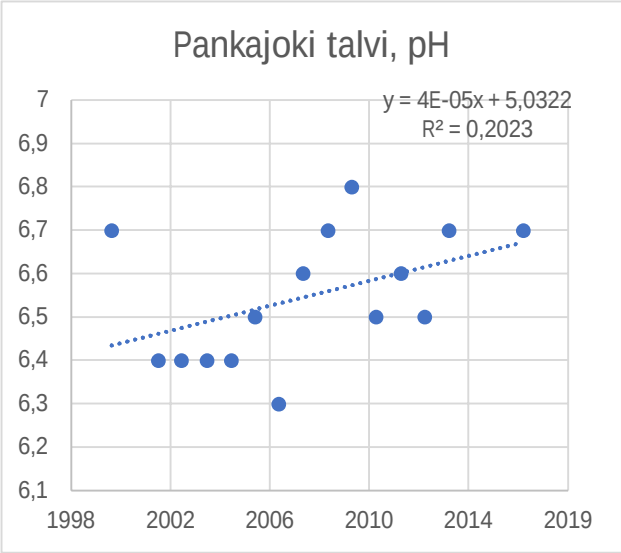

Pankajoki kesä, hapen kyllästysaste
y = 0,0038x - 96,145
R² = 0,1053
Hapen kyllästysaste, %
0
20
40
60
80
100
1999
2004
2008
2012
2016
2020

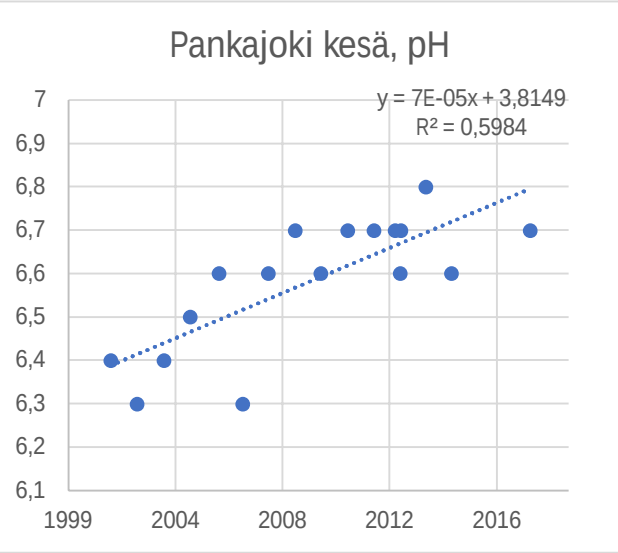

Pankajoki välikausi, hapen kyllästysaste
y = 0,0024x - 29,183
R² = 0,1862
Hapen kyllästysaste, %
0
20
40
60
80
100
1993
1997
2001
2005
2009
2013
2017

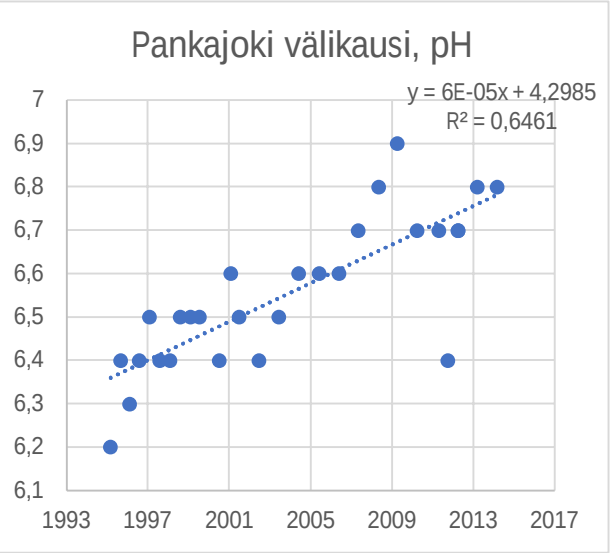

Pankajoki talvi, väriluku
y = 0,0053x - 125,14
R² = 0,22
Väriluku, mg/l Pt
0
20
40
60
80
100
120
140
1998
2002
2006
2010
2014
2019

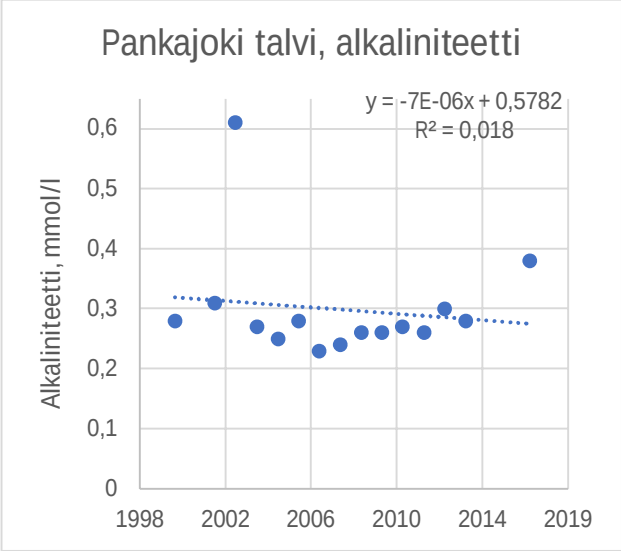

Pankajoki kesä, väriluku
y = -0,0004x + 107,01
R² = 0,0015
Väriluku, mg/l Pt
0
20
40
60
80
100
120
140
160
1999
2004
2008
2012
2016

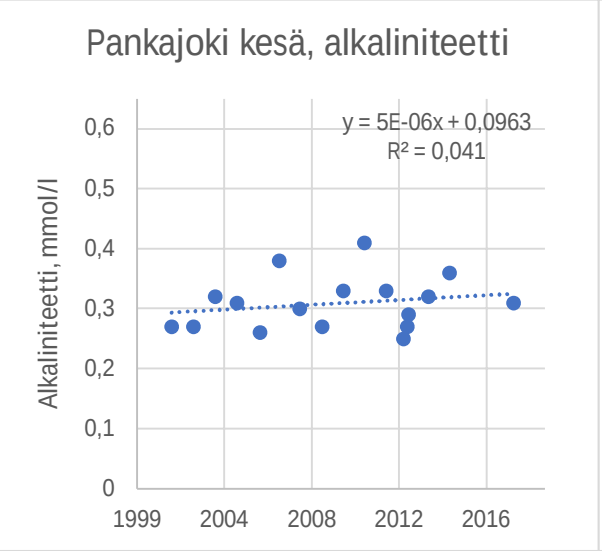

Pankajoki välikausi, väriluku
y = 0,0051x - 105,85
R² = 0,2138
Väriluku, mg/l Pt
0
20
40
60
80
100
120
140
160
1993
1997
2001
2005
2009
2013
2017

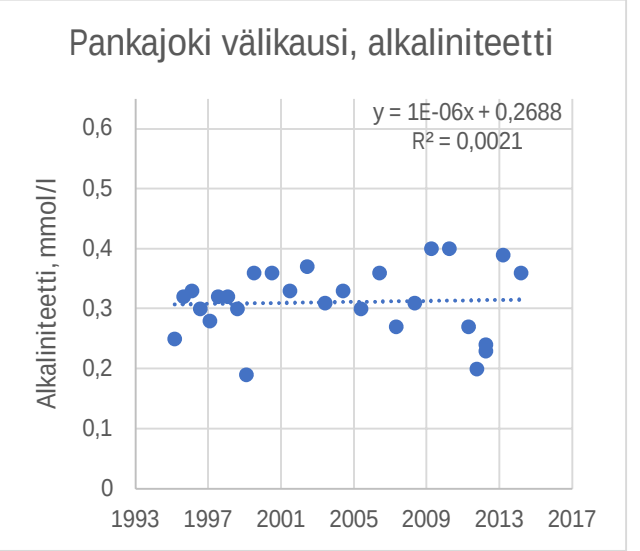

Pankajoki talvi, pH
y = 4E-05x + 5,0322
R² = 0,2023
7
6,9
6,8
6,7
6,6
6,5
6,4
6,3
6,2
6,1
1998
2002
2006
2010
2014
2019

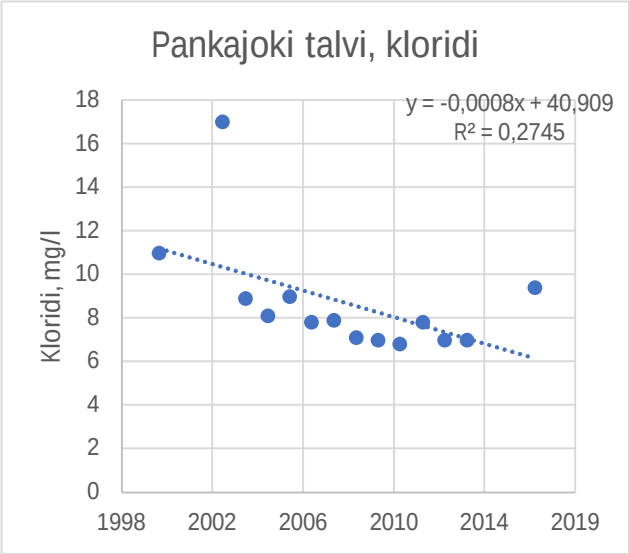

Pankajoki kesä, pH
y = 7E-05x + 3,8149
R² = 0,5984
7
6,9
6,8
6,7
6,6
6,5
6,4
6,3
6,2
6,1
1999
2004
2008
2012
2016

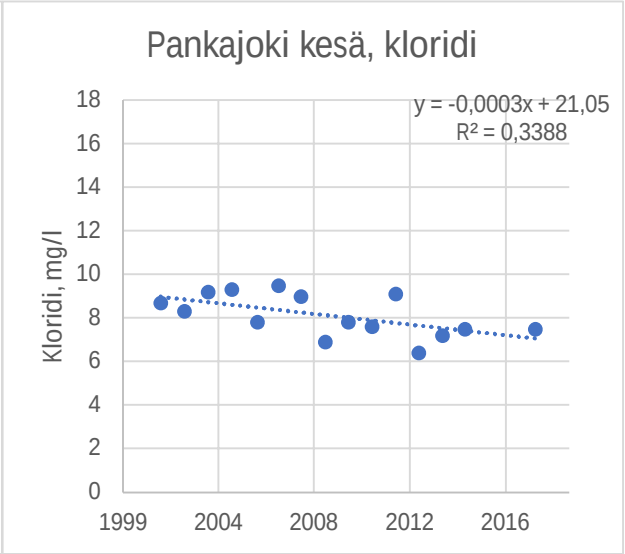

Pankajoki välikausi, pH
y = 6E-05x + 4,2985
R² = 0,6461
7
6,9
6,8
6,7
6,6
6,5
6,4
6,3
6,2
6,1
1993
1997
2001
2005
2009
2013
2017

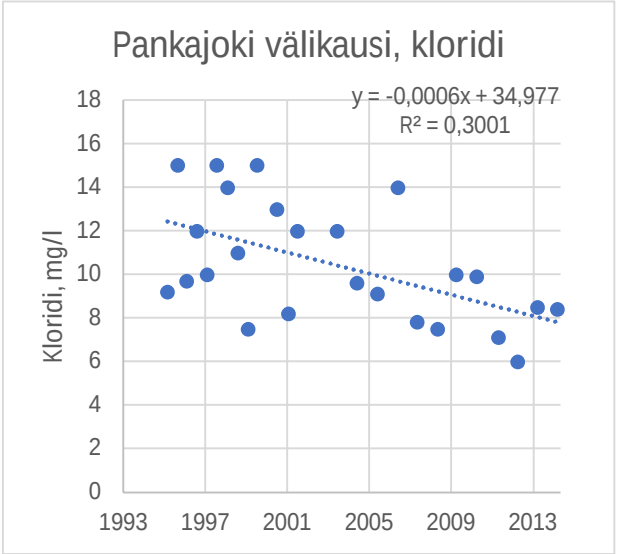

Pankajoki talvi, alkaliniteetti
y = -7E-06x + 0,5782
R² = 0,018
Alkaliniteetti, mmol/l
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
1998
2002
2006
2010
2014
2019

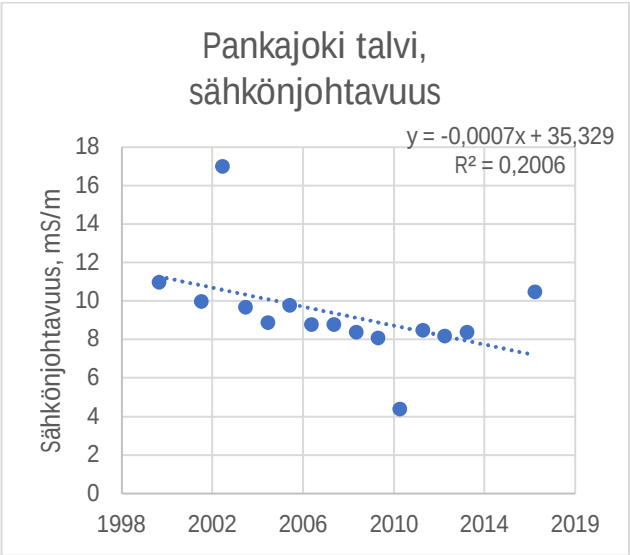

Pankajoki kesä, alkaliniteetti
y = 5E-06x + 0,0963
R² = 0,041
Alkaliniteetti, mmol/l
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
1999
2004
2008
2012
2016

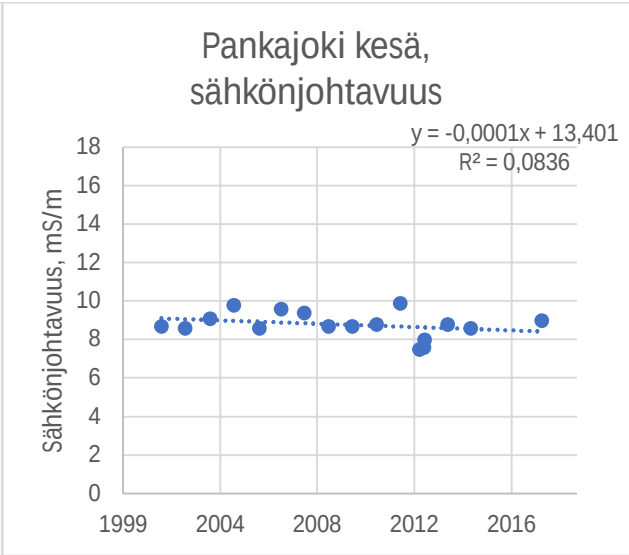

Pankajoki välikausi, alkaliniteetti
y = 1E-06x + 0,2688
R² = 0,0021
Alkaliniteetti, mmol/l
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
1993
1997
2001
2005
2009
2013
2017

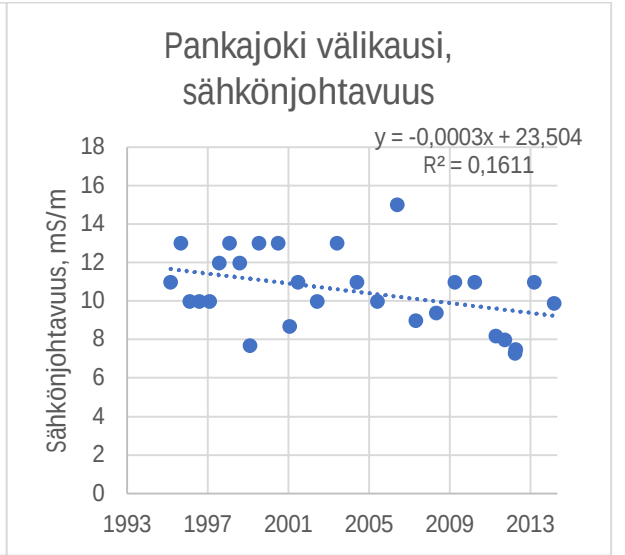

Pankajoki talvi, kloridi
y = -0,0008x + 40,909
R² = 0,2745
Kloridi, mg/l
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1998
2002
2006
2010
2014
2019


Pankajoki kesä, kloridi
y = -0,0003x + 21,05
R² = 0,3388
Kloridi, mg/l
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1999
2004
2008
2012
2016


Pankajoki välikausi, kloridi
y = -0,0006x + 34,977
R² = 0,3001
Kloridi, mg/l
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1993
1997
2001
2005
2009
2013


Pankajoki talvi,
sähkönjohtavuus
y = -0,0007x + 35,329
R² = 0,2006
Sähkönjohtavuus, mS/m
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1998
2002
2006
2010
2014
2019


Pankajoki kesä,
sähkönjohtavuus
y = -0,0001x + 13,401
R² = 0,0836
Sähkönjohtavuus, mS/m
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1999
2004
2008
2012
2016


Pankajoki välikausi,
sähkönjohtavuus
y = -0,0003x + 23,504
R² = 0,1611
Sähkönjohtavuus, mS/m
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1993
1997
2001
2005
2009
2013

LIITE 10

Esimerkkki menetelmästä pohjavedenlaadun parantamiseksi

Hanhikankankaan pohjaveden laatua on ehkä mahdollista parantaa pohjavesialueella ennen veden pumppausta ylös vedenottamolle. AFRY Finland Oy on kehittänyt maaperän tehohapetustekniikan, jossa maaperään/pohjaveteen syötetään ylen määrin happea. Lisääntynyt pohjaveden happipitoisuus saa raudan ja mangaanin saostumaan kaivoalueen maaperään, mikä parantaa huomattavasti kaivojen raakaveden laatua ja helpottaa raakaveden käsittelylaitoksen puhdistusprosessia.

Hapen lisäystä maaperään voitaisiin kokeilla Ikäheimon mukaan kaivoalueen lisäksi myös Hanhikankaan pohjavesialueella esimerkiksi luomalla ns. hapetusverho, jonka läpi Hanhilammesta rantaimeytyvä vesi kulkisi. AFRY Finland Oy:n johtavan pohjavesiasiantuntijan Jukka Ikäheimon mukaan maaperän/pohjaveden tehohapetus olisi kaivoalueella helposti toteutettavissa ja varma lopputulokseltaan, eikä sillä ole haittavaikutuksia pohjavesialueelle tai vedenotolle. Hapetusverhon luominen Hanhilammen rantaan vaatisi lisätutkimuksia ja suurempia panostuksia mm. useita uusia vedenotto/vedenimeytys kaivopareja. Afryn luoma tehohapetustekniikka on jo käytössä mm. Pursialan pohjavesialueella tehtävässä kloorifenolipilaantuman puhdistuksessa ja lukuisilla muilla vedenottamoilla (Ikäheimo, 2021).

Mikäli tätä ratkaisua harkittaisiin vakavammin, tulisi selvittää voiko pohjaveden tehohapetuksen seurauksena sakkautuvat rauta ja mangaani tukkia pohjavedenvirtausreittejä. Toisaalta pohjavedenlaatua voitaisiin mahdollisesti parantaa myös muodostamalla tekopohjavettä vähemmän humusta sisältävästä raakavedestä esimerkiksi Iso Vuolingon vedestä. Jälkimmäinen vaihtoehto voisi tulla erityisesti kysymykseen, jos rantaimeytymällä muodostuvan pohjaveden määrä meinaisi ilmastonmuutoksen myötä vähentyä pitkäksi aikaa (kesän pitkittyvä kuiva jakso) ja sen laatu merkittävästi heikentyä.

Ottokaivojen toiminnan tehostaminen
Kaivoista pumpattavan pohjaveden sisältämä rauta ja mangaani saostuvat osittain jo kaivojen ympäristössä ja kaivon siivilärakenteisiin ja pumppuihin, mikä johtaa vähitellen kaivojen hyötysuhteen pienenemiseen kaivojen siivilöiden tukkeutuessa. Näitä tukkeutumia on perinteisesti poistettu happokäsittelyillä. Afry on yhdessä Maanrakennus Jokinen Oy:n kanssa tuonut Saksasta, Suomessa vielä uuden tekniikan puhdistaa kaivoja ensin tehtävää mekaanista puhdistusta täydentävällä kemiallisella puhdistuksella, epäorgaanisella suolakäsittelyllä. Käsittelyssä ei tarvita ollenkaan haitallisia happoja eikä orgaanisia aineita. Sen lisäksi, että AFRYn yhteistyökumppaneineen toteuttama käsittely on aiempaa turvallisempi, sen on todettu parhaimmillaan lisäävän kaivojen ominaisantoisuutta jopa 900 % (Ikäheimo, 2021).

Lähde

Ikäheimo, Jukka 2021. Johtava pohjavesiasiantuntija. AFRY Finland Oy. [puhelinhaastattelu 28.5.2021]

TALOUSVEDEN LAATU VUONNA 2020

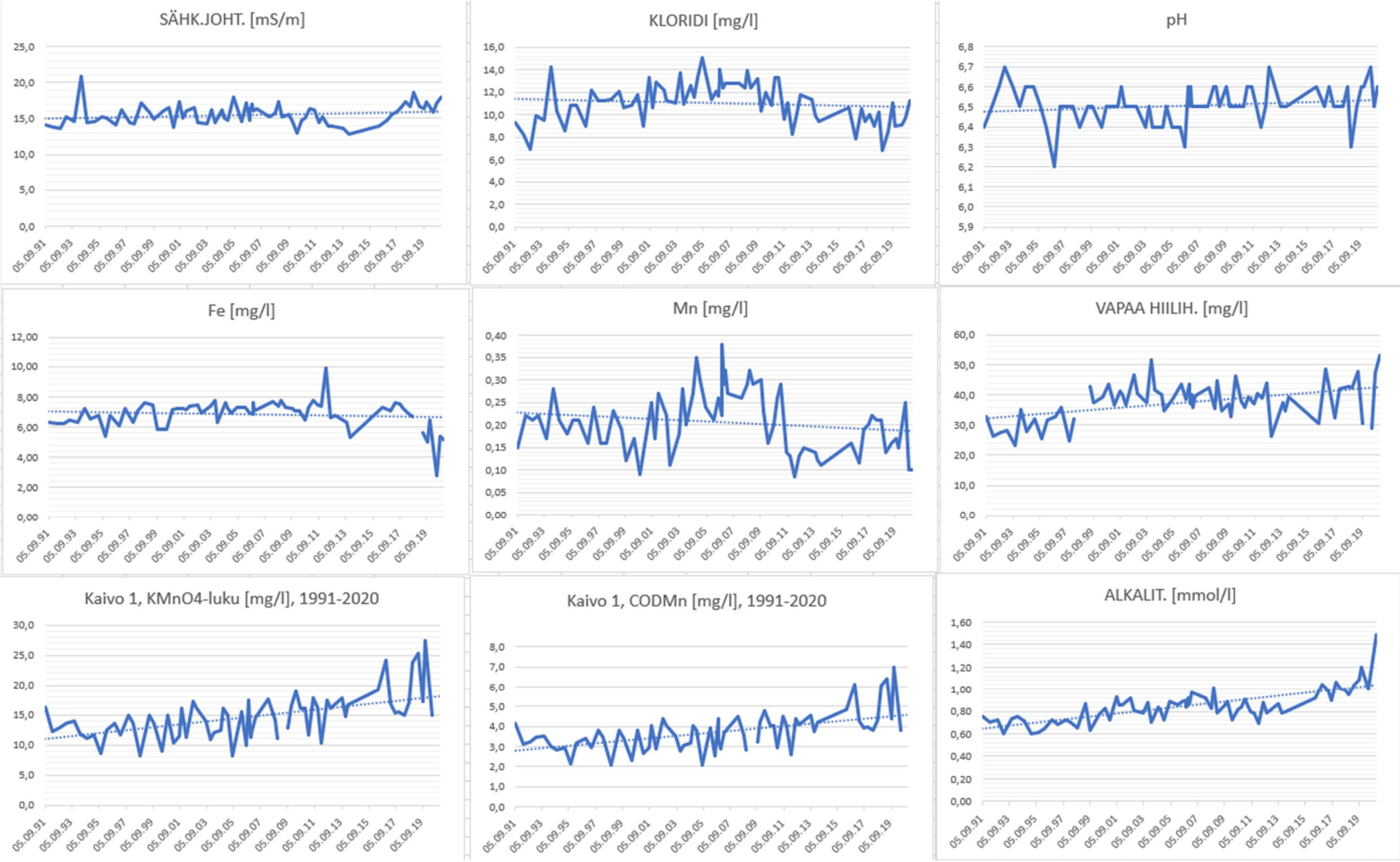
Analyysi	Mikkelin verkosto	Tuukkalan verkosto	Anttolan verkosto	Haukivuoren verkosto	Ristiinan verkosto	Suomenniemen verkosto	V=vaatimus T=tavoite	Talousvesiasetus (1352/2015)
Escherichia coli (pmy/100 ml)	0	0	0	0	0	0	V	0 pmy/ 100 ml
Koliformiset bakteerit (pmy/100 ml)	0	0	0	0	0	0	T	0 pmy/ 100 ml
Pesäkkeiden lukumäärä (22 °C) (pmy/100 ml)	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	T	ei epätavallisia muutoksia
Clostridium perfringens, itiöt mukaan lukien (pmy/100 ml)	0	–	0	–	–	–	T	0 pmy/ 100 ml
Enterokokit (pmy/100 ml)	0	0	0	–	0	–	V	0 pmy/ 100 ml
Haju	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	T	ei epätavallisia muutoksia
Maku	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	T	ei epätavallisia muutoksia
Sameus	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	ei muutoksia	T	hyväksyttävissä
Väri (mg Pt/l)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	T	ei epätavallisia muutoksia
pH	8,3	8,3	8,1	7,7	7,8	7,4	V/T	6,5 - 9,5
Sähkönjohtavuus (µS/m)	225	383	252	119	139	180	T	< 2500 µS/cm
Rauta (µg/l)	51	<10	23	<10	76	22	T	< 200 µg/l
Mangaani (µg/l)	1	<1	<1	<1	2,4	<1	T	< 50 µg/l
Hapettuvuus (COD_{Mn}) mg/l	1,5	0,8	1,2	0,5	<0,50	<0,50	T	< 5,0 mg/l
Alumiini (µg/l)	7	0	0	0	5,8	22	T	< 200 µg/l
Ammonium (mg/l)	0	0	0	0	0	0	T	< 0,50 mg/l
Arseeni (µg/l)	0	0	0	0	0	0	V	10 µg/l
Elohopea (µg/l)	0	0	0	0	0	0	V	1,0 µg/l
Fluoridi (mg/l)	0,1	0,1	0,2	<0,1	<0,1	0,45	V	1,5 mg/l
Kadmium (µg/l)	0	0	0	0	0	0	V	5,0 µg/l
Kloridi (mg/l)	15	13	18	1	3,4	3,1	T	< 250 mg/l
Kromi (µg/l)	0	0	0	0	0	0	V	50 µg/l
Kupari (mg/l)	0	0	0	0,04	0,02	0,01	V	2,0 mg/l
Lyijy (µg/l)	0	0	0	0,16	0,1	0,18	V	10 µg/l
Natrium (mg/l)	9	24	11	23	21	3,4	T	< 200 mg/l
Nikkeli (µg/l)	1	0	1	0,3	0,77	0,34	V	20 µg/l
Nitraatti (mg/l)	<1	<1	<1	<1	4	<1	V	50 mg/l
Nitriitti (mg/l)	0	0	0	0	0	0	V	0,50 mg/l
Sulfaatti (mg/l)	37	46	40	11	8	14	T	< 250 mg/l

Talousveden laatua tutkitaan talousvesiasetuksen (1352/2015) mukaisen ja terveydensuojeluviranomaisen hyväksymän valvontatutkimusohjelman edellyttämällä tavalla.

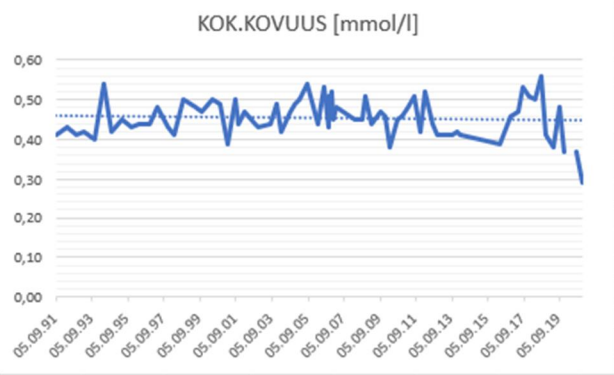
Tutkittavien analyysien määrä vaihtelee vuosittain. Kaikkia analyysejä ei tarvitse tehdä joka vuosi.

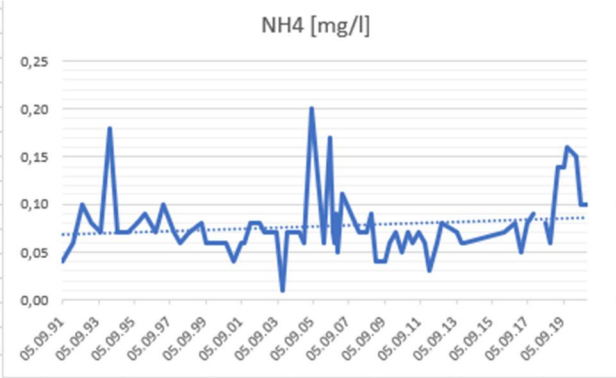
LIITE 12

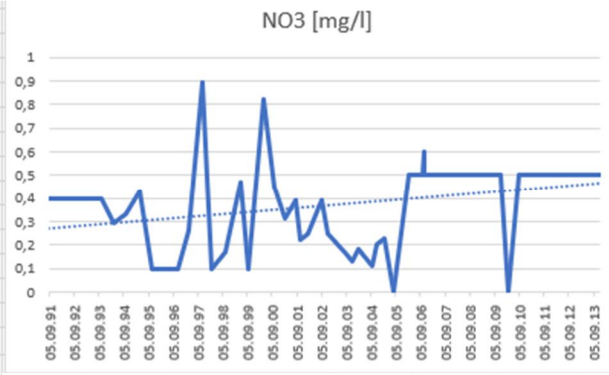
Vedenottamon kaivosta nro 1 mitattujen suureiden kehitys ajanjaksolla 1991-2019

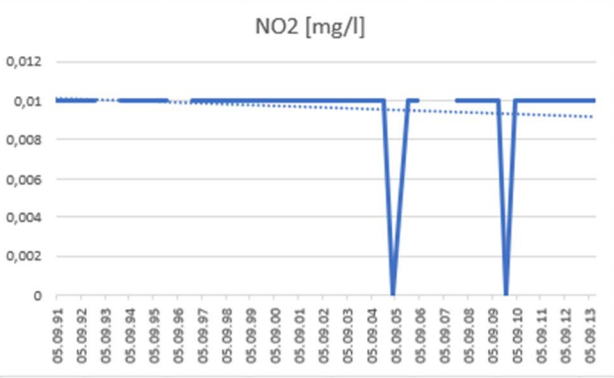


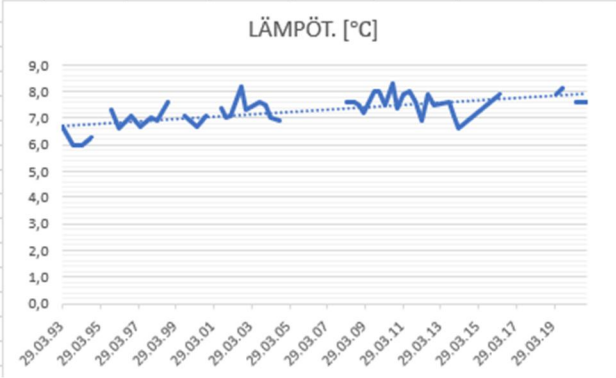
Vedenottamon kaivosta nro 1 mitattujen suureiden kehitys ajanjaksolla 1991-2019



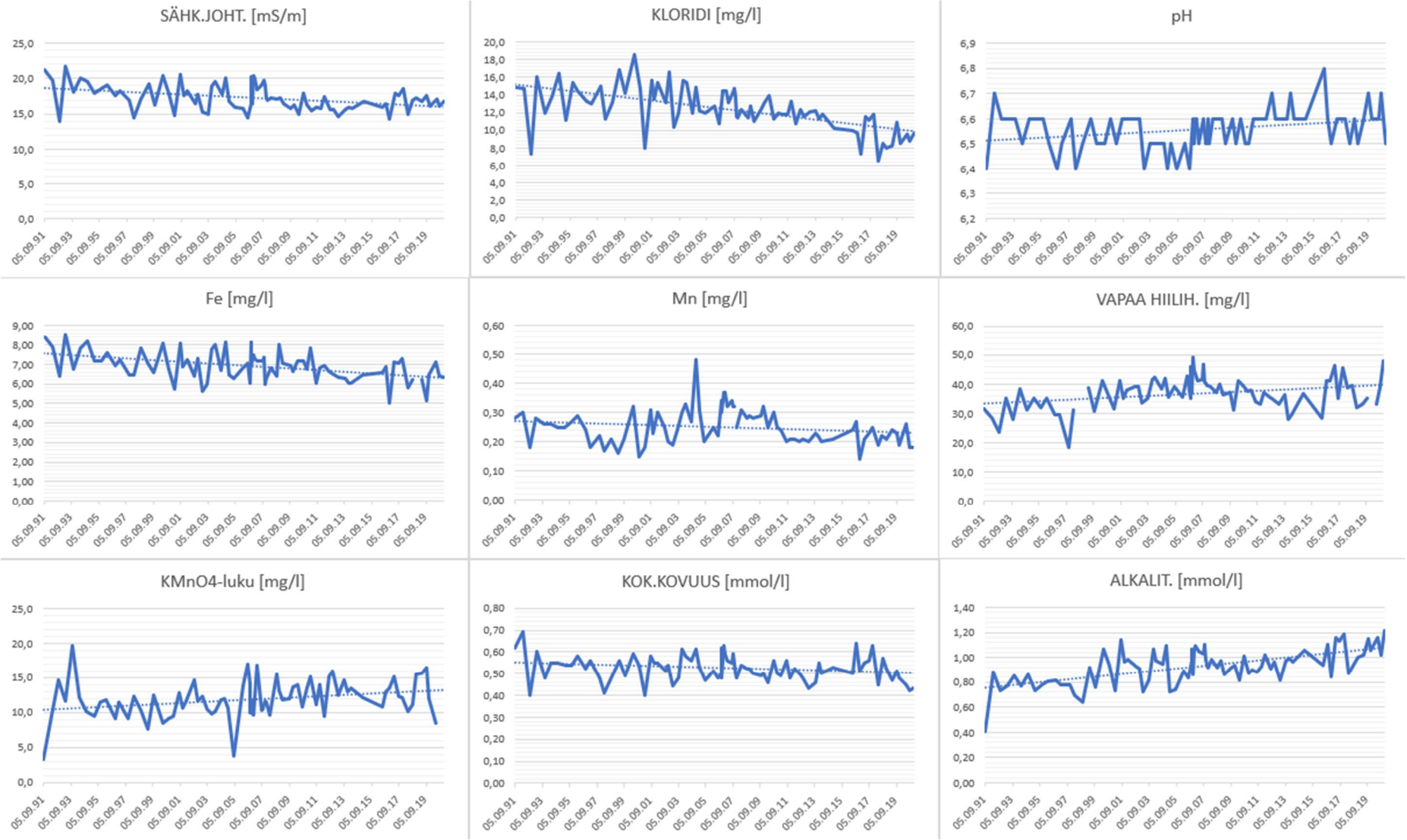




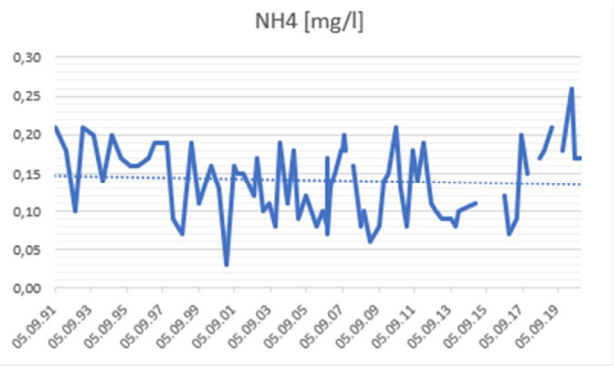


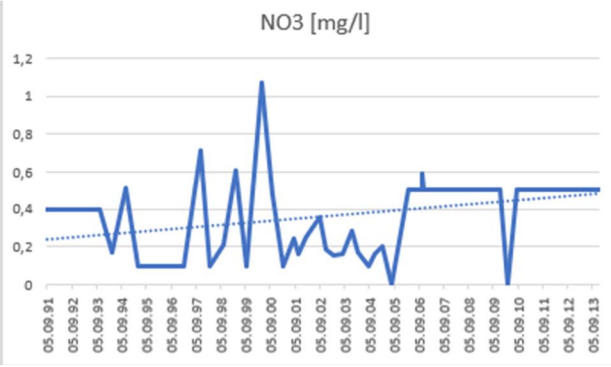


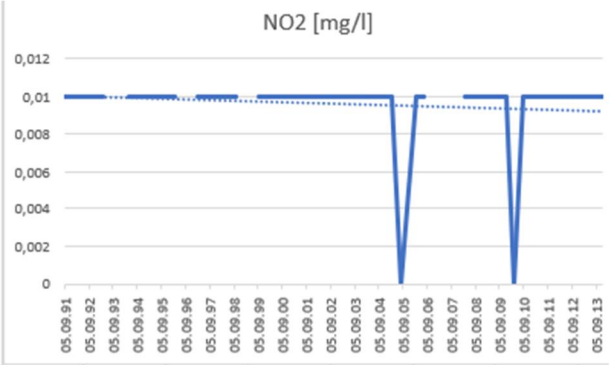
Vedenottamon kaivosta nro 2 mitattujen suureiden kehitys ajanjaksolla 1991-2019

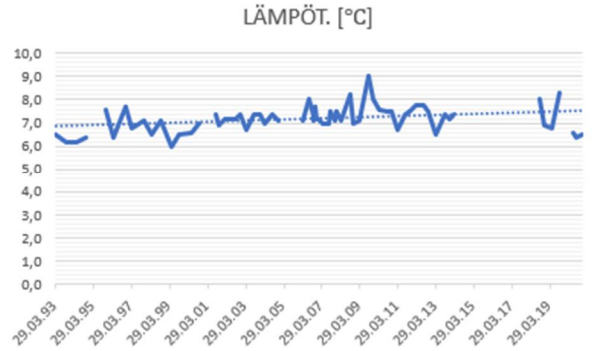


Vedenottamon kaivosta nro 2 mitattujen suureiden kehitys ajanjaksolla 1991-2019

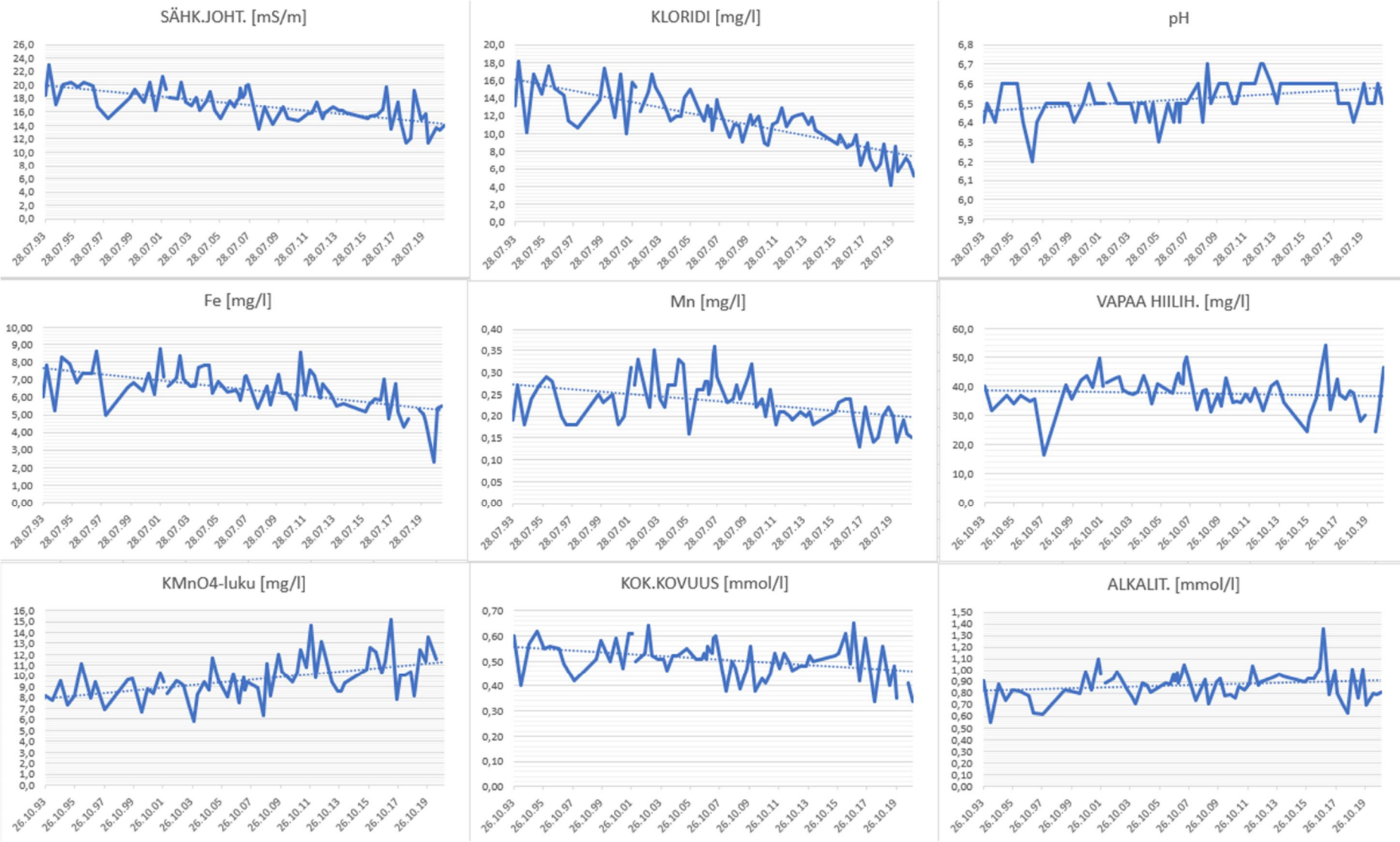




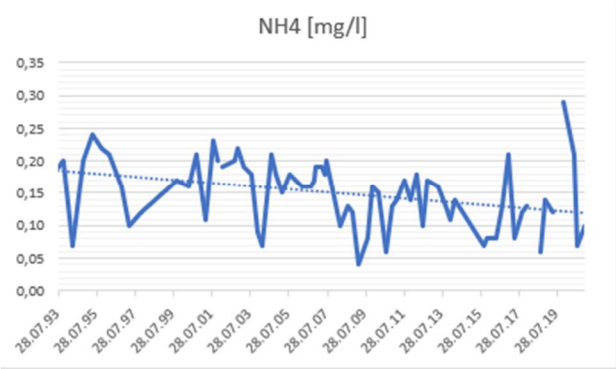


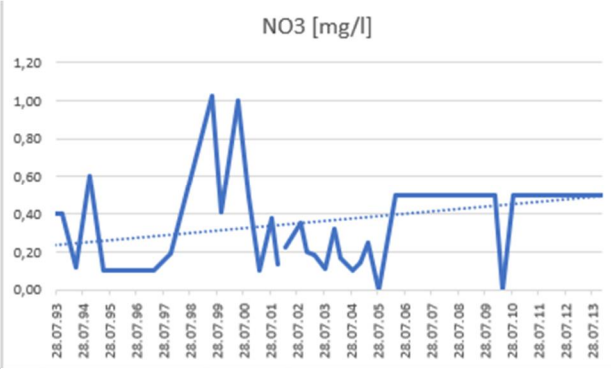


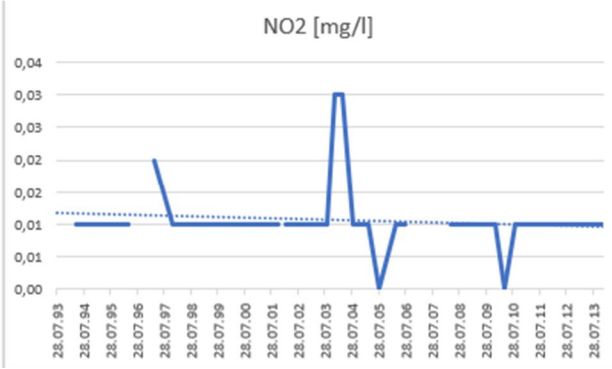
Vedenottamon kaivosta nro 3 mitattujen suureiden kehitys ajanjaksolla 1991-2019

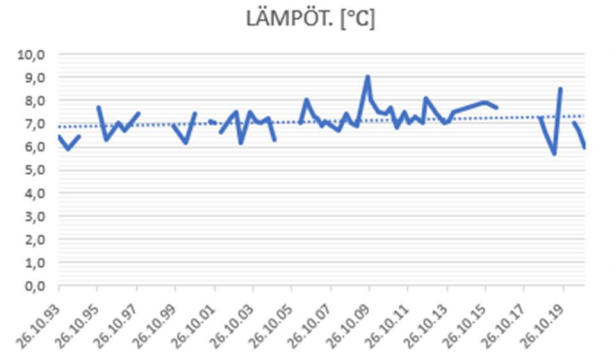


Vedenottamon kaivosta nro 3 mitattujen suureiden kehitys ajanjaksolla 1991-2019

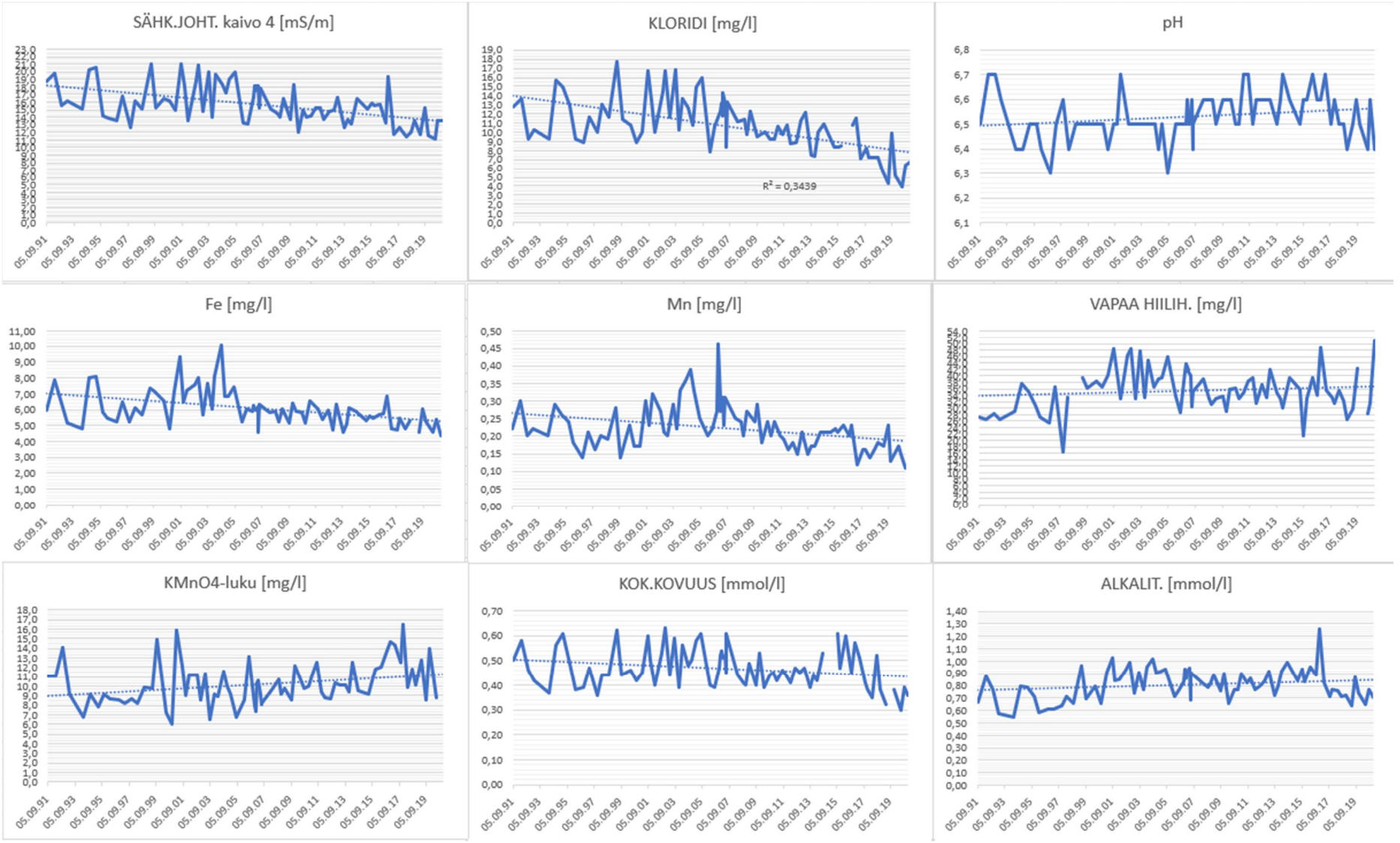




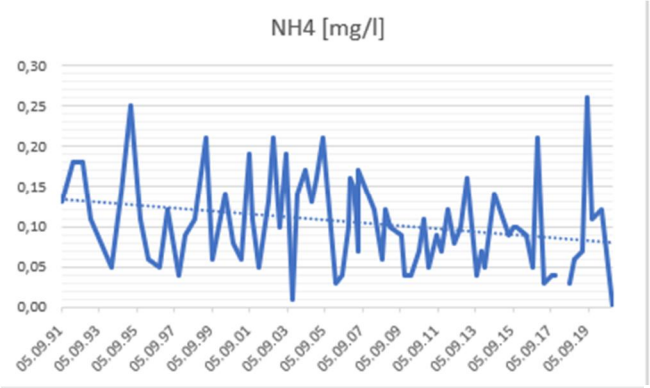


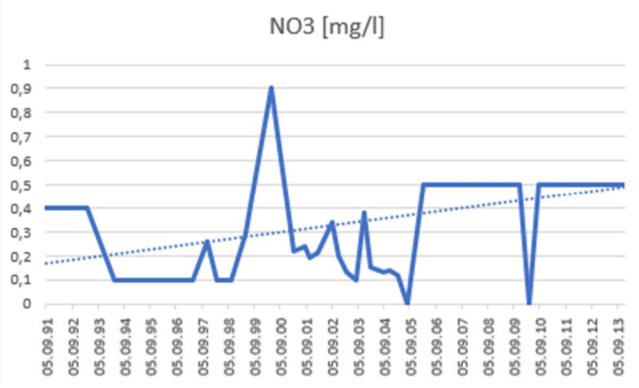


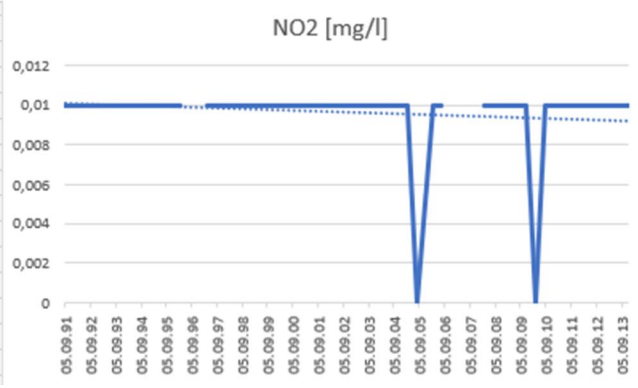
Vedenottamon kaivosta nro 4 mitattujen suureiden kehitys ajanjaksolla 1991-2019

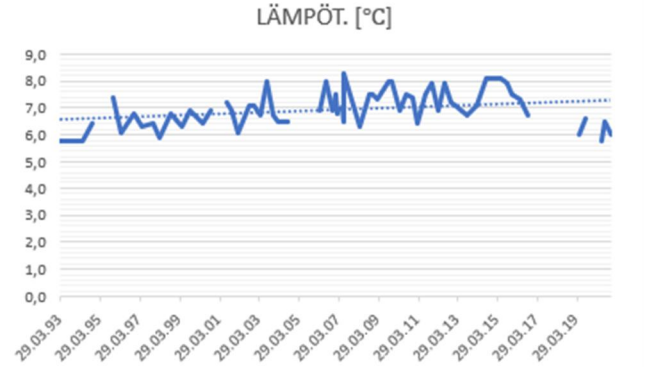


Vedenottamon kaivosta nro 4 mitattujen suureiden kehitys ajanjaksolla 1991-2019

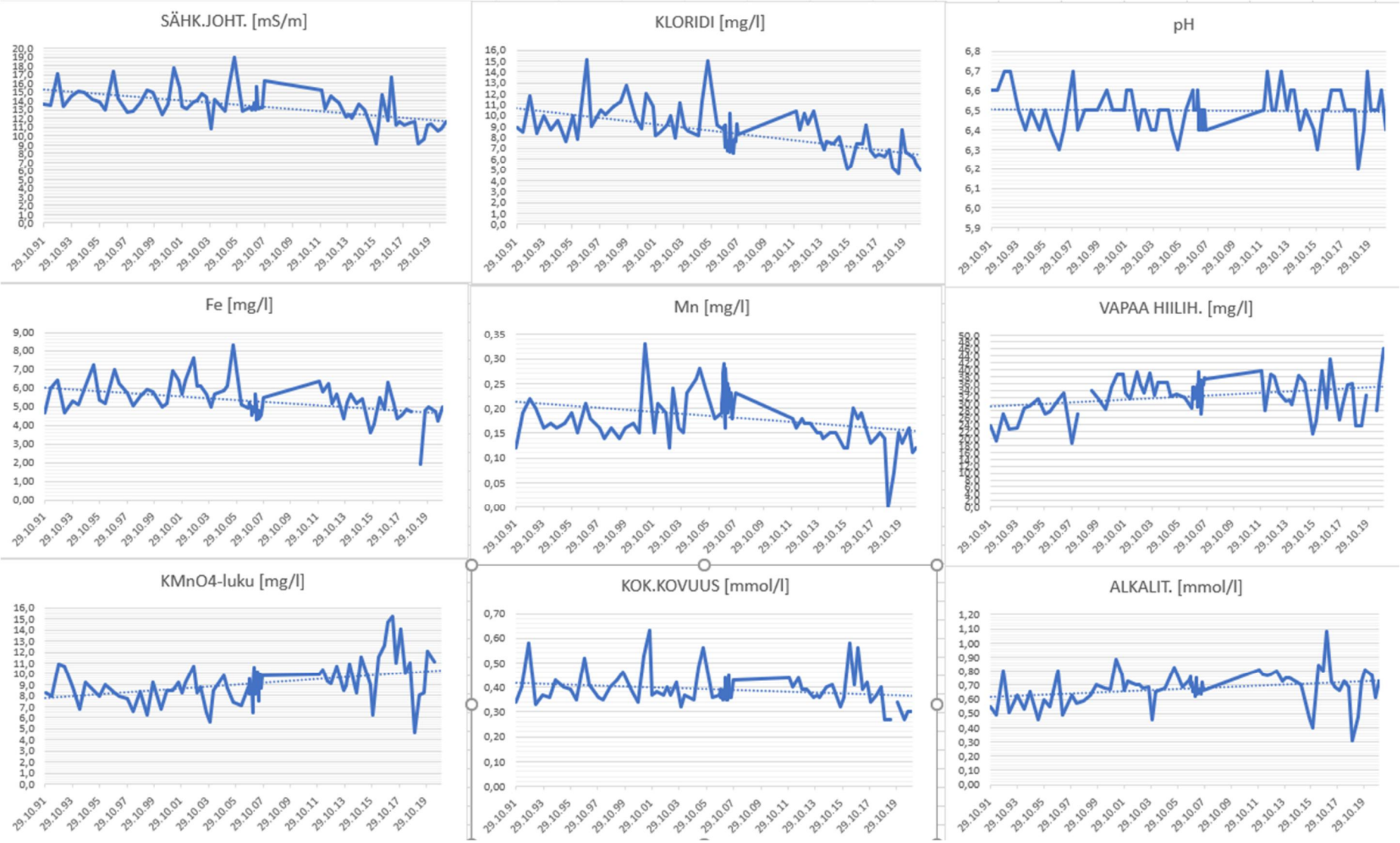




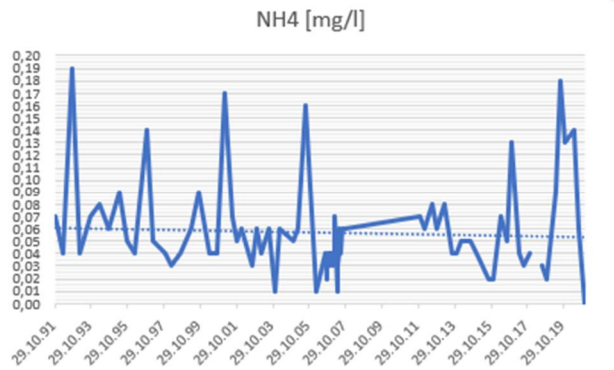


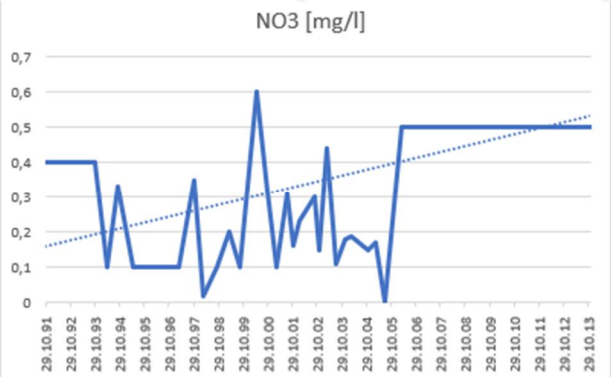


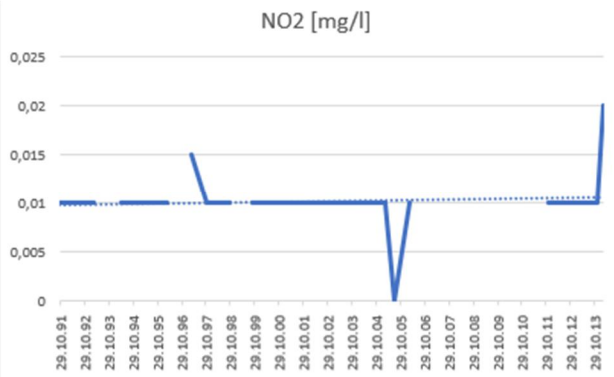
Vedenottamon kaivosta nro 5 mitattujen suureiden kehitys ajanjaksolla 1991-2019

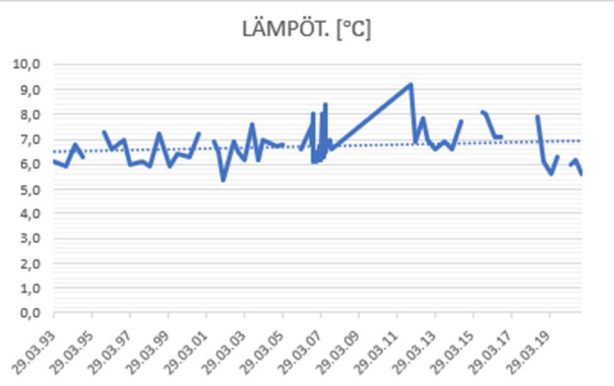


Vedenottamon kaivosta nro 5 mitattujen suureiden kehitys ajanjaksolla 1991-2019









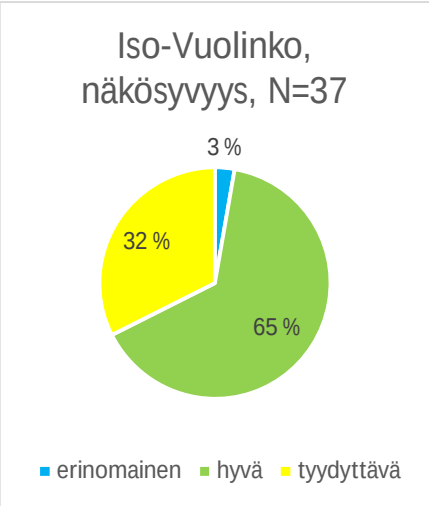
LIITE 13. Iso-Vuolingon, Pienen Vuolingon ja Pankalammen soveltuvuus raakavedeksi näytehistorian tulosten perusteella 1966–2020

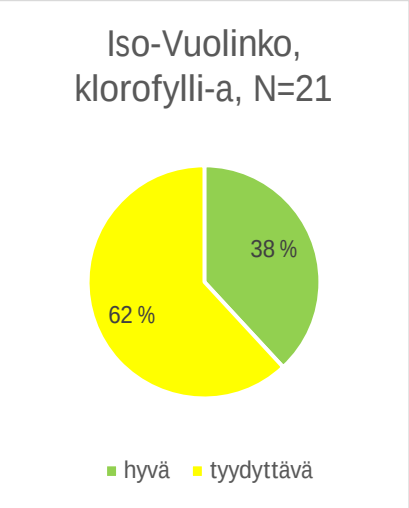
Pankajoen ja Hanhilammen lisäksi vesistöjen soveltuvuutta raakavedeksi ja raakaveden tilaa on tarkasteltu yläjuoksulta Iso-Vuolingosta ja Pieni-Vuolingosta sekä alajuoksulta Pankalammesta. Tarkastelun tavoitteena oli arvioida vesistöjen soveltuvuutta raakavedeksi, ja arvioida soveltuvuuden muutoksia yläjuoksulta alajuoksulle. Mitattuja suureita on tarkasteltu Vesi- ja ympäristöhallituksen (1988) julkaisussa (Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 20. Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen) annettujen raja-arvojen avulla. Luokituksessa suureille on annettu raja-arvot, joiden perusteella ne on jaettu viiteen laatuluokkaan, jotka on nimetty erinomaiseksi, hyväksi, tyydyttäväksi, huonoksi ja sopimattomaksi. Aineistosta on tehty kuvaajat havainnollistamaan, kuinka usein kyseisen vesistön tila on mitattujen suureiden perusteella luokiteltu tiettyyn luokkaan. Aineisto on haettu Hertta – tietokannasta keväällä 2021.

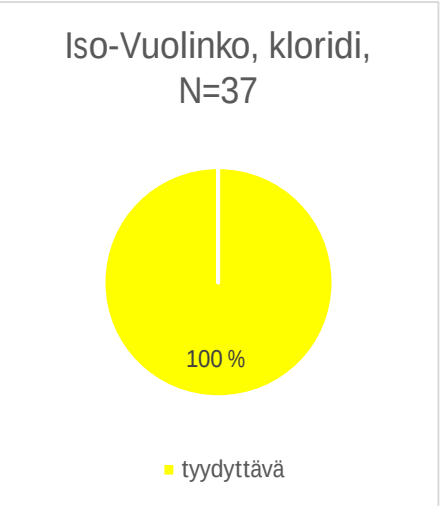
Kuvaajissa 1 m tarkoittaa metri vedenpinnan alapuolelta otettuja näytteitä ja vastaavasti pohja tarkoittaa noin metri pohjan yläpuolelta otettuja näytteitä. Näkösyvyys ja klorofylli on mitattu vain pinnalta. Kloridipitoisuudestakin on jokaiselle järvelle vain yksi kuvaaja, koska se oli kaikkialla ja kaikissa syvyyksissä tyydyttävä (tai vähintään tyydyttävä, koska hyvän ja erinomaisen raja-arvoja ei ollut määritelty). Myös joistakin muista muuttujista on vain yksi kuvaaja, silloin kun se on ollut kaikissa syvyyksissä sama. Näytteenottokertojen määrä on merkattu N-kirjaimella.

Iso-Vuolinko

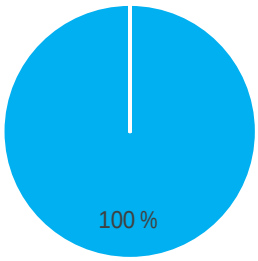
Iso-Vuolingosta on otettu näytteitä vuodesta 1966 vuoteen 2019. Näkösyvyyden ja klorofylli-a -pitoisuuden perusteella vesistön soveltuvuus raakavedeksi on hyvä tai tyydyttävä. Pinnassa veden kelpoisuus on sameuden, raudan ja fosforipitoisuuden perusteella pääasiassa erinomainen, väriluvun, ammoniumtypen ja hapen kyllästysasteen perusteella pääasiassa hyvä ja kemiallisen hapenkulutuksen perusteella tyydyttävä. Pohjassa veden soveltuvuus on fosforipitoisuuden perusteella hyvä, kemiallisen hapenkulutuksen, raudan, ammoniumtypen ja väriluvun perusteella hyvä tai tyydyttävä, sameuden perusteella muu kuin erinomainen ja hapen kyllästysasteen perusteella pääasiassa sopimaton. Välivedessä viiden metrin syvyydessä hapen kyllästysaste sijoittuu pääasiassa luokkaan tyydyttävä, mutta ajoittaisia sopimattomiakin arvoja esiintyy.



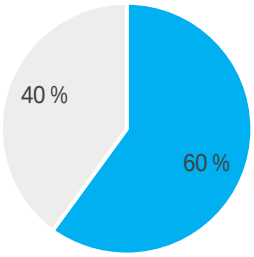




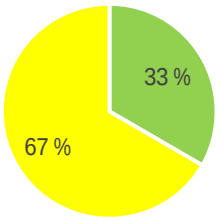
Iso-Vuolinko, kolibakteerit, N=7



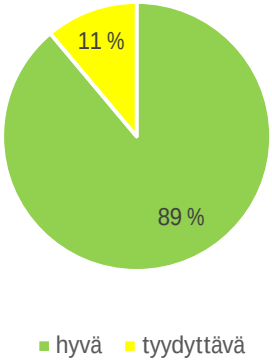
Iso-Vuolinko 1 m, sameus, N=25



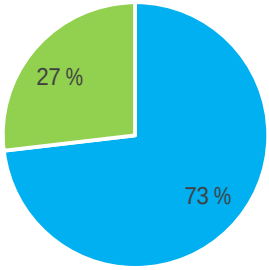
Iso-Vuolinko 1 m, kemiallinen hapenkulutus, N=27



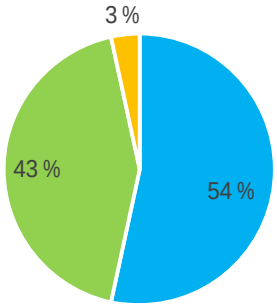
Iso-Vuolinko 1 m, väriluku, N=27



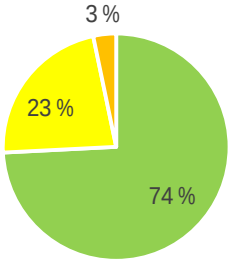
Iso-Vuolinko 1 m, rauta, N=26



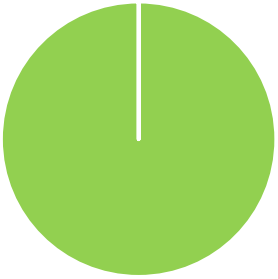
Iso-Vuolinko 1 m, fosfori, N=30



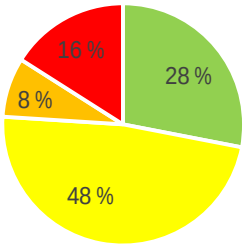
Iso-Vuolinko 1 m, hapen kyllästysaste, N=31

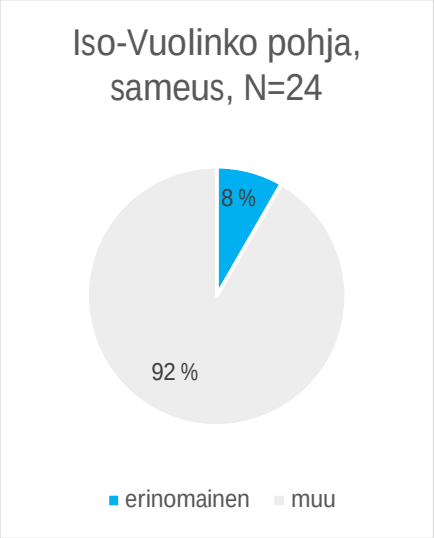


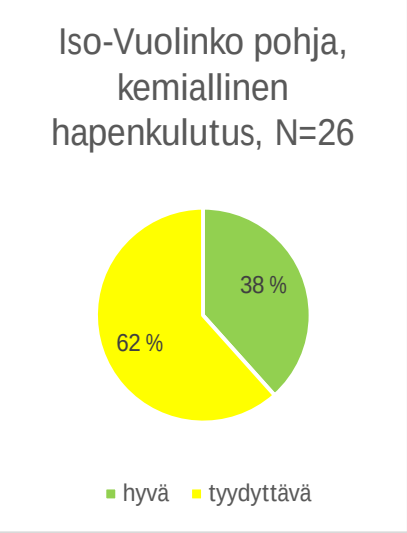
Iso-Vuolinko 1 m, ammonium, N=13

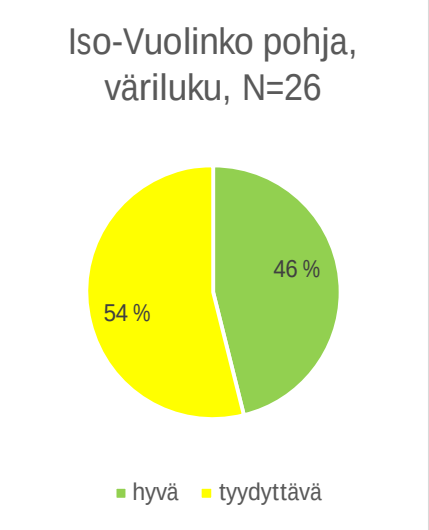


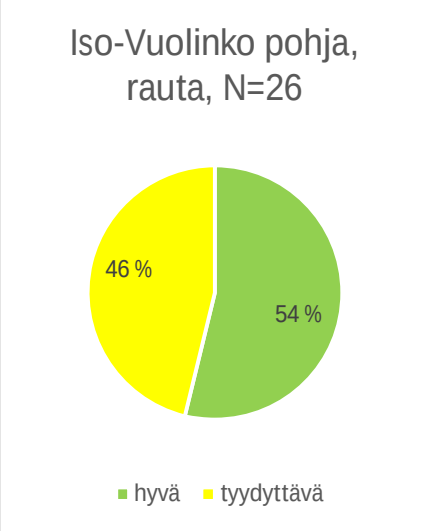
Iso-Vuolinko 5 m, hapen kyllästysaste, N=25

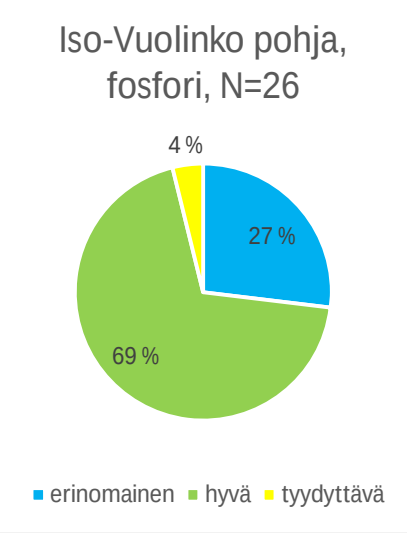



Iso-Vuolinko pohja, sameus, N=24
8 %
92 %
erinomainen
muu


Iso-Vuolinko pohja, kemiallinen hapenkulutus, N=26
38 %
62 %
hyvä
tyydyttävä


Iso-Vuolinko pohja, väriluku, N=26
46 %
54 %
hyvä
tyydyttävä


Iso-Vuolinko pohja, rauta, N=26
46 %
54 %
hyvä
tyydyttävä

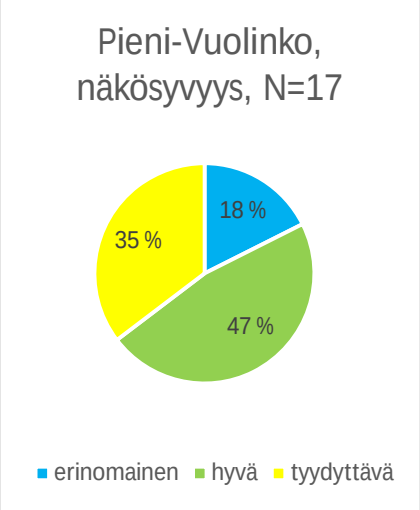

Iso-Vuolinko pohja, fosfori, N=26
4 %
27 %
69 %
erinomainen
hyvä
tyydyttävä

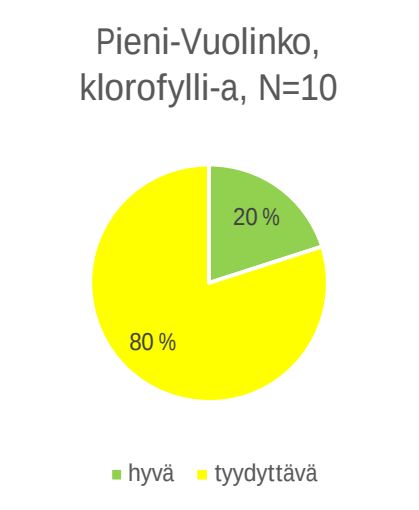
Iso-Vuolinko pohja, hapen kyllästysaste, N=30
7 %
7 %
16 %
70 %
hyvä
tyydyttävä
huono
sopimaton

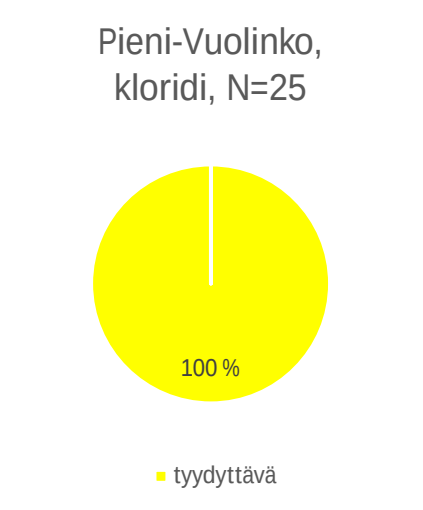
Iso-Vuolinko pohja, ammonium, N=13
hyvä
tyydyttävä

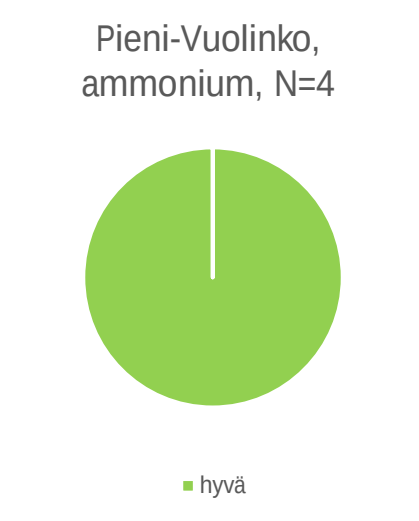
Pieni-Vuolinko

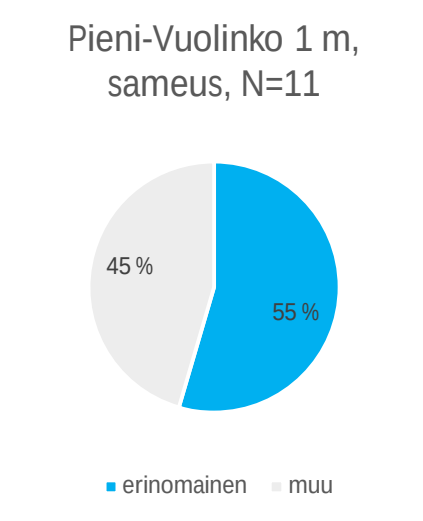
Pieni-Vuolingosta on otettu näytteitä vuodesta 1966 vuoteen 2019 asti. Näkösyvyyden ja klorofylli-a -pitoisuuden perusteella soveltuvuus raakavedeksi on hyvä tai tyydyttävä. Pinnassa veden kelpoisuus on sameuden ja raudan perusteella pääasiassa erinomainen, fosforin perusteella hyvä tai erinomainen, väriluvun, ammoniumtypen pitoisuuden ja hapen kyllästysasteen perusteella pääasiassa hyvä ja kemiallisen hapenkulutuksen perusteella tyydyttävä tai hyvä. Pohjassa veden soveltuvuus on kemiallisen hapenkulutuksen, väriluvun, raudan, ja fosforipitoisuuden perusteella pääasiassa hyvä, sameuden perusteella muu kuin erinomainen ja hapen kyllästysasteen perusteella pääasiassa huono tai sopimaton. Välivedessä viiden metrin syvyydessä hapen kyllästysaste saa lähinnä tyydyttäviä, mutta myös sopimattomia arvoja.



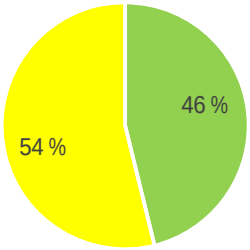




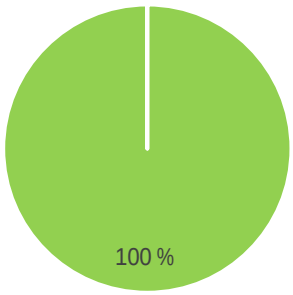




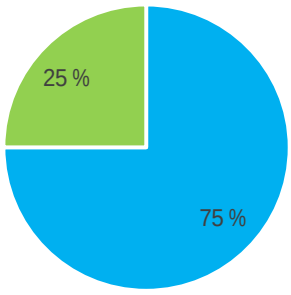
Pieni-Vuolinko 1 m, kemiallinen hapenkulutus, N=13



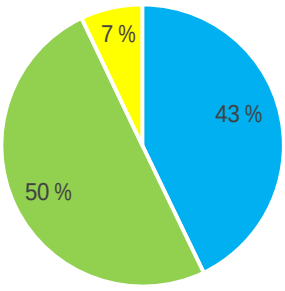
Pieni-Vuolinko 1 m, väriluku, N=13



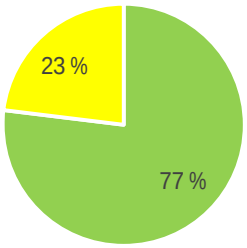
Pieni-Vuolinko 1 m, rauta, N=12



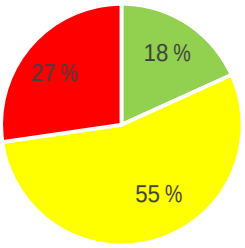
Pieni-Vuolinko 1 m, fosfori, N=14



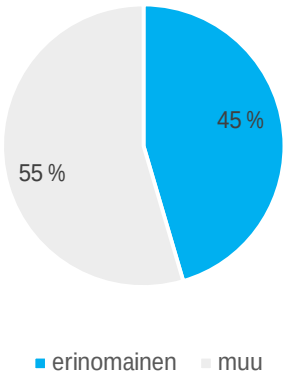
Pieni-Vuolinko 1 m, hapen kyllästysaste, N=13



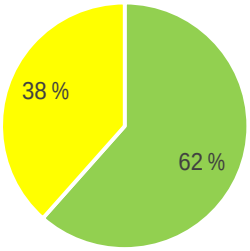
Pieni-Vuolinko 5 m, hapen kyllästysaste, N=11



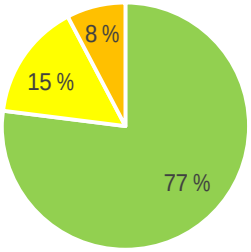
Pieni-Vuolinko pohja, sameus, N=11

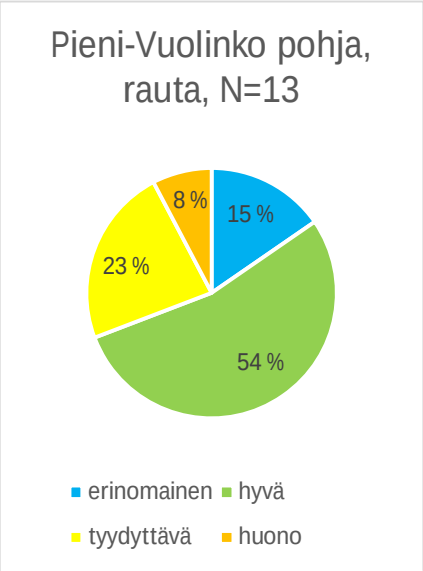


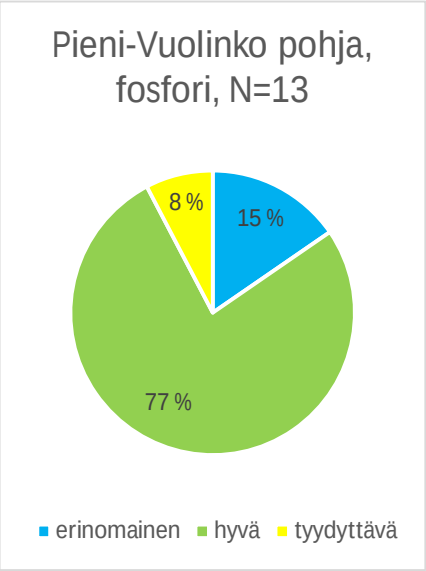
Pieni-Vuolinko pohja, kemiallinen hapenkulutus, N=13

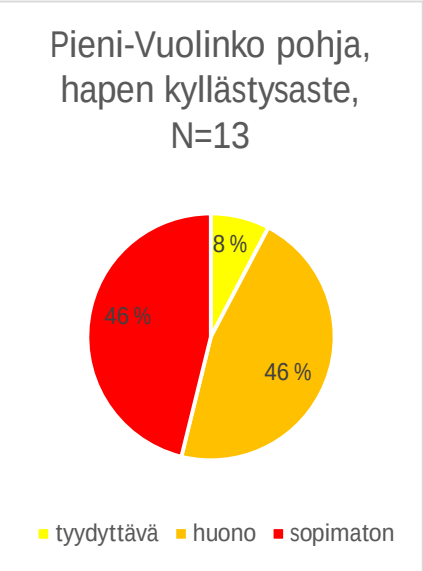


Pieni-Vuolinko pohja, väriluku, N=13



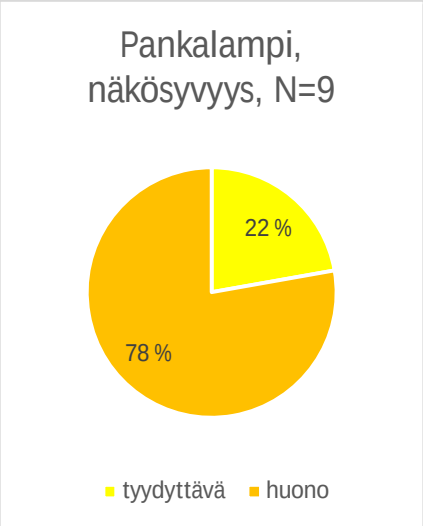


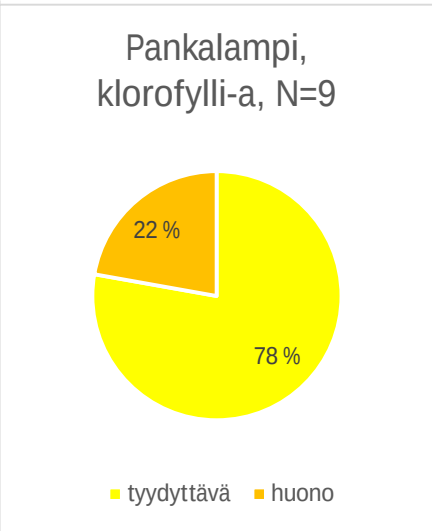


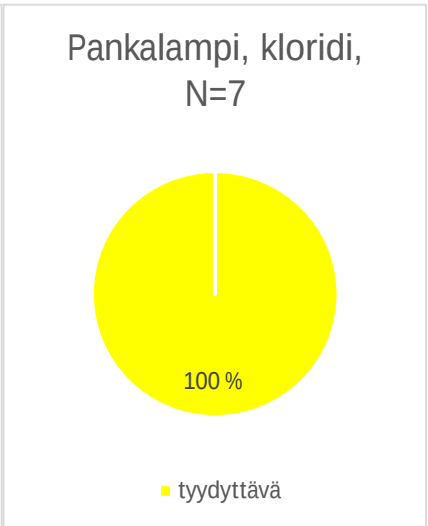


Pankalampi

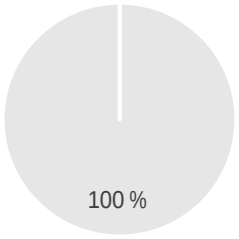
Pankalammesta on otettu näytteitä vuodesta 1966 vuoteen 2015. Näkösyvyyden ja klorofylli-a -pitoisuuden perusteella soveltuvuus raakavedeksi on tyydyttävä tai huono ja sameuden perusteella muu kuin erinomainen. Pinnassa veden kelpoisuus on ammoniumtypen pitoisuuden perusteella hyvä, hapen kyllästysasteen perusteella pääasiassa hyvä, mutta ajoittain jopa huono, ja väriluvun, raudan, kemiallisen hapenkulutuksen ja fosforipitoisuuden perusteella pääasiassa tyydyttävä. Pohjassa veden soveltuvuus on fosforin ja kemiallisen hapenkulutuksen perusteella pääasiassa tyydyttävä, mutta vaihtelee paljon, väriluvun perusteella tyydyttävä tai sopimaton ja hapen kyllästysasteen sekä ammoniumtypen perusteella pääasiassa sopimaton. Pohjassa rautapitoisuus saa tyydyttäviä tai mitta-asteikon ylittäviä eli reilusti huonon raja-arvoa suurempia arvoja. Välivedessä viiden metrin syvyydessä vesi saa sopimattomia arvoja hapen kyllästysasteen osalta.



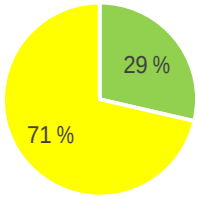




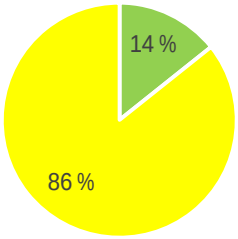
Pankalampi, sameus, N=11



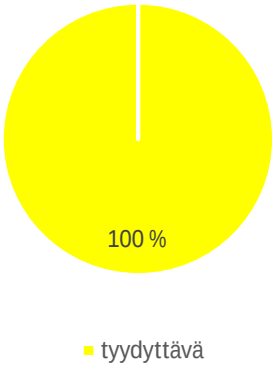
Pankalampi 1 m, kemiallinen hapenkulutus, N=7



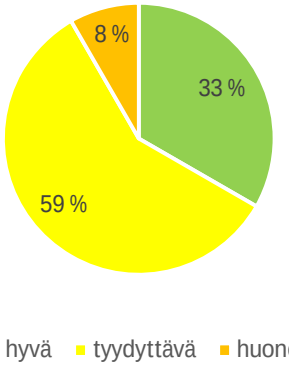
Pankalampi 1 m, väriluku, N=7



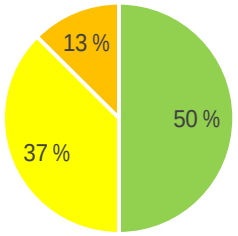
Pankalampi 1 m, rauta, N=6



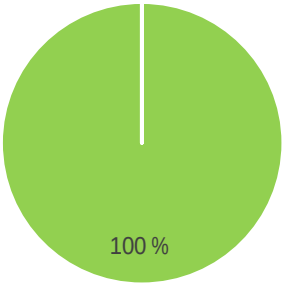
Pankalampi 1 m, fosfori, N=12



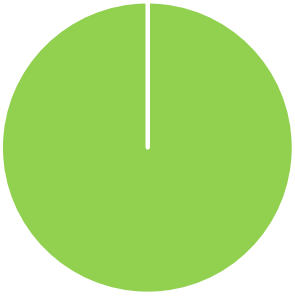
Pankalampi 1 m, hapen kyllästysaste, N=8



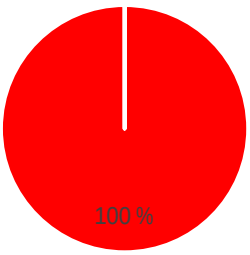
Pankalampi 1 m, kolibakteerit, N=3

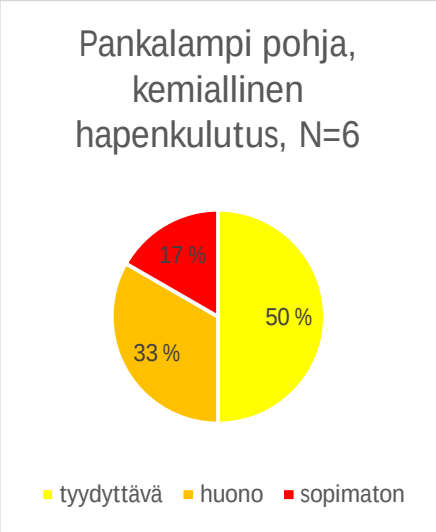


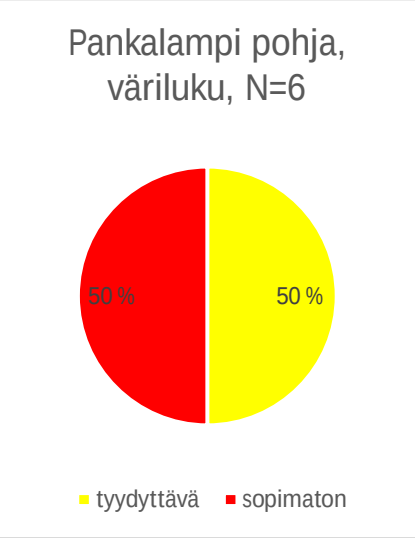
Pankalampi 1 m, ammonium, N=1

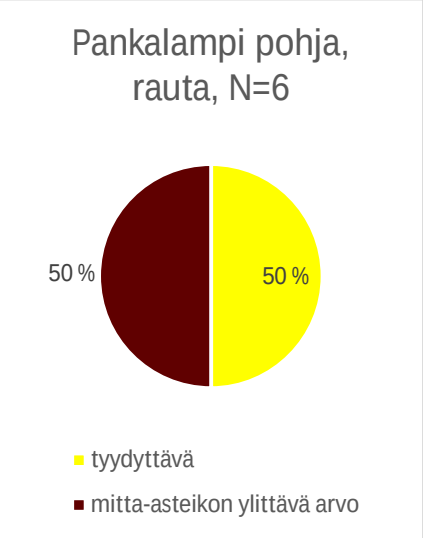


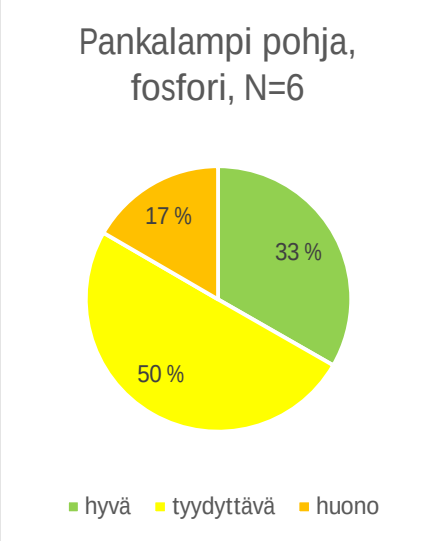
Pankalampi 5 m, hapen kyllästysaste, N=4

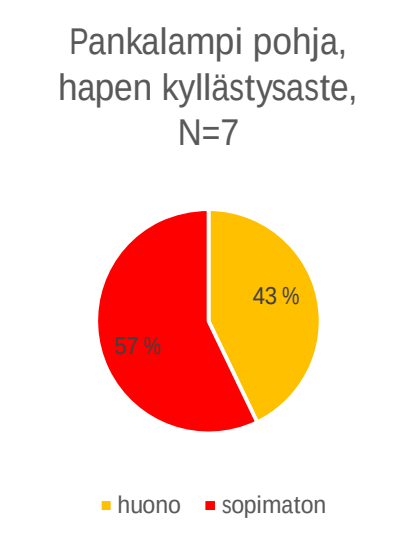


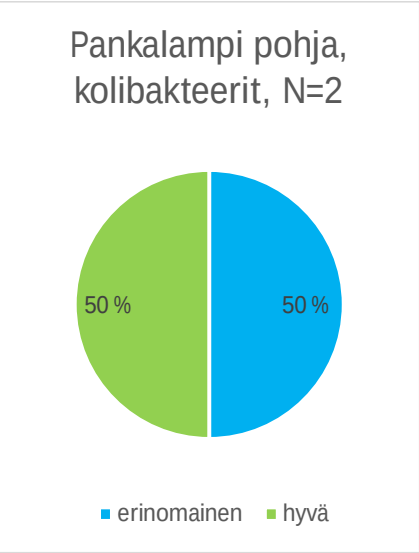

Pankalampi pohja, kemiallinen hapenkulutus, N=6
17 %
50 %
33 %
tyydyttävä
huono
sopimaton


Pankalampi pohja, väriluku, N=6
50 %
50 %
tyydyttävä
sopimaton


Pankalampi pohja, rauta, N=6
50 %
50 %
tyydyttävä
mitta-asteikon ylittävä arvo


Pankalampi pohja, fosfori, N=6
17 %
33 %
50 %
hyvä
tyydyttävä
huono


Pankalampi pohja, hapen kyllästysaste, N=7
43 %
57 %
huono
sopimaton


Pankalampi pohja, kolibakteerit, N=2
50 %
50 %
erinomainen
hyvä

Pankalampi pohja, ammonium, N=1
sopimaton

Vertailua

Iso-Vuolinko ja Pieni-Vuolinko ovat keskenään hyvin samankaltaisia, kun taas Pankalammen soveltuvuus raakavedeksi on selvästi huonompi kuin Vuolinkojen. Kaikissa kolmessa on ongelmana ajoittainen alusveden hapettomuus. Pankalammessa alusveden hapettomuus näyttäisi ajoittain nostaneen raudan ja ammoniumtypen pitoisuuksia, kun taas Vuolingoissa vastaavaa ei ole juurikaan havaittavissa. Välivedessä viiden metrin syvyydessä hapen kyllästysarvot ovat Pankalammessa selvästi huonommat kuin Vuolingoissa. Pankalampi saakin selvästi vähemmän erinomaisia ja hyviä arvoja kuin Vuolingot. Pankalampi saa myös selvästi enemmän tyydyttäviä, huonoja ja sopimattomia arvoja.

Lähteet:

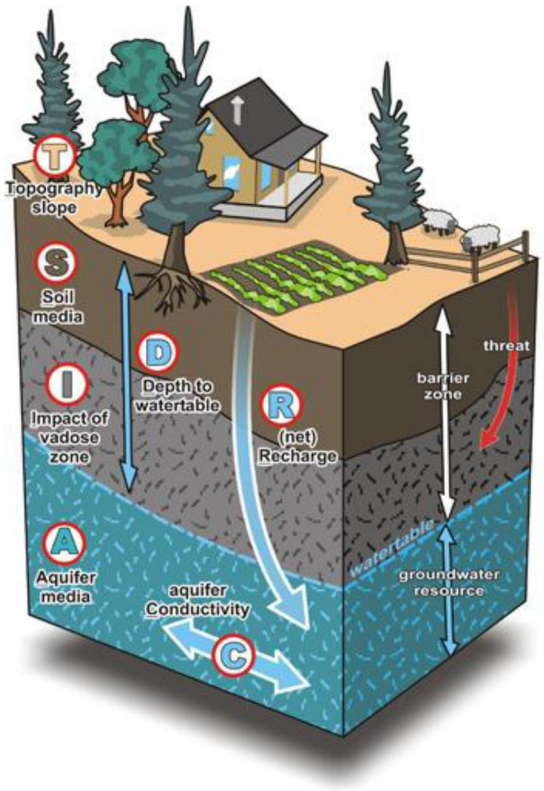
Vesi- ja ympäristöhallitus (1988) Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 20. Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen. Valtion painatuskeskus, Helsinki. 48 s. ISBN951-47-1805-4.

Liite 14

Hanhikankaan pohjavesialueen DRASTIC-analyysin laskentaperusteet

Hanhikankaan pohjavesimuodostuman haavoittuvuutta arvioitiin DRASTIC-menetelmän mukaisesti seitsemän hydrogeologisen parametrin perusteella (Aller et al. 1985, kuva 1):

1) Pohjaveden etäisyys maanpinnasta (**D**epth to water)
2) Muodostuvan pohjaveden määrä (net **R**echarge)
3) Maalaji pohjavesivyöhykkeessä (**A**quifer media)
4) Maankäyttö ja pintamaa (**S**oil media)
5) Maanpinnan kaltevuus (**T**opography/Slope)
6) Maalaji vajovesi- eli vadoosivyöhykkeessä (**I**mpact of the vadose zone)
7) Hydraulinen johtavuus pohjavesivyöhykkeessä (hydraulic **C**onductivity)



Kuva 1. DRASTIC-analyysissä käytettävät parametrit (Franklin, R. & Turner, R, 2009).

DRASTIC-analyysissä hydrogeologisille parametreille annetaan painoarvo perustuen niiden merkittävyyteen pohjaveden haavoittuvuusherkkyyden kannalta. US EPA:n standardissa DRASTIC-parametrien painoarvot on määritelty asiantuntijapaneelissa Delphi-menetelmää käyttäen, ja ne ovat vakiot tutkimusalueesta riippumatta (Aller et al. 1987). DRASTIC-menetelmän parametrit, niiden tietolähteet Hanhikankaan pohjavesialueen osalta sekä painoarvo kokonaisanalyysissä on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. DRASTIC-haavoittuvuusanalyysin hydrogeologiset parametrit, tiedon lähde Mikkelin Hanhikankaan pohjavesialueella sekä painoarvo kokonaisanalyysissä.

Parametri	**Selite**	**Tiedon lähde**	**Painoarvo**
D	Pohjaveden etäisyys maanpinnasta (**D**epth to water) Matka, jonka veden tai haitta-aineen on kuljettava maaperässä päätyäkseen pohjaveteen	Hanhikankaan pohjavesialueen rakenneselvityksessä (Väänänen et al. 2015) mallinnettu pohjavedenpinnantasoaineisto sekä RAINMAN-projektissa päivitetyn pohjaveden virtausmallin (Hyvönen et al. 2021) tuottama pohjavedenpinnankorkeusasema Kuvaa tämänhetkisen ottomäärän mukaista keskimääräistä pohjaveden pinnan tasoa, ei pohjavesimuodostuman luontaista pohjavedenpinnan korkeutta.	5

Parametri	**Selite**	**Tiedon lähde**	**Painoarvo**
R	Muodostuvan pohjaveden määrä (net **R**echarge) Vesimäärä, joka suotautuu pohjavedeksi sadannasta (ml. lumen sulamisvedet)	Mikkelin lentoaseman säähavaintoaseman sadantatiedosta laskettu vuosisadanta (Ilmatieteen laitos 2021) Muodostuvan pohjaveden määrä (10–60 % keskisadannasta) riippuen maalajista (Eskelinen et al. 2021)	4
A	Maalaji pohjavesivyöhykkeessä (**A**quifer media) Pohjaveden haavoittuvuusherkkyys kasvaa vedenläpäisevyyden kasvaessa.	Kairaustieto alueella aiemmin tehdyistä tutkimuksista ja erityisesti Hanhikankaan pohjavesialueen rakenneselvitystyössä tehdyistä raskaista maaperäkairauksista (Väänänen et al. 2015) Maatutkaluotaukset (Väänänen et al. 2015) Maaperäkartta 1:20 000 (Geologian tutkimuskeskus 2021)	3
S	Maankäyttö ja pintamaa (**S**oil media) Maannoksen ja maankäyttömuotojen vaikutus veden imeytymiseen	CORINE Land cover 2018 aineisto (20x20 m) (Suomen ympäristökeskus 2019a)	2
T	Maanpinnan kaltevuus (**T**opography) Maanpinnan muoto ja kaltevuus vaikuttavat veden imeytymiseen ja pintavalunnan määrään	Lidar (2x2 m) (Maanmittauslaitos 2021)	1

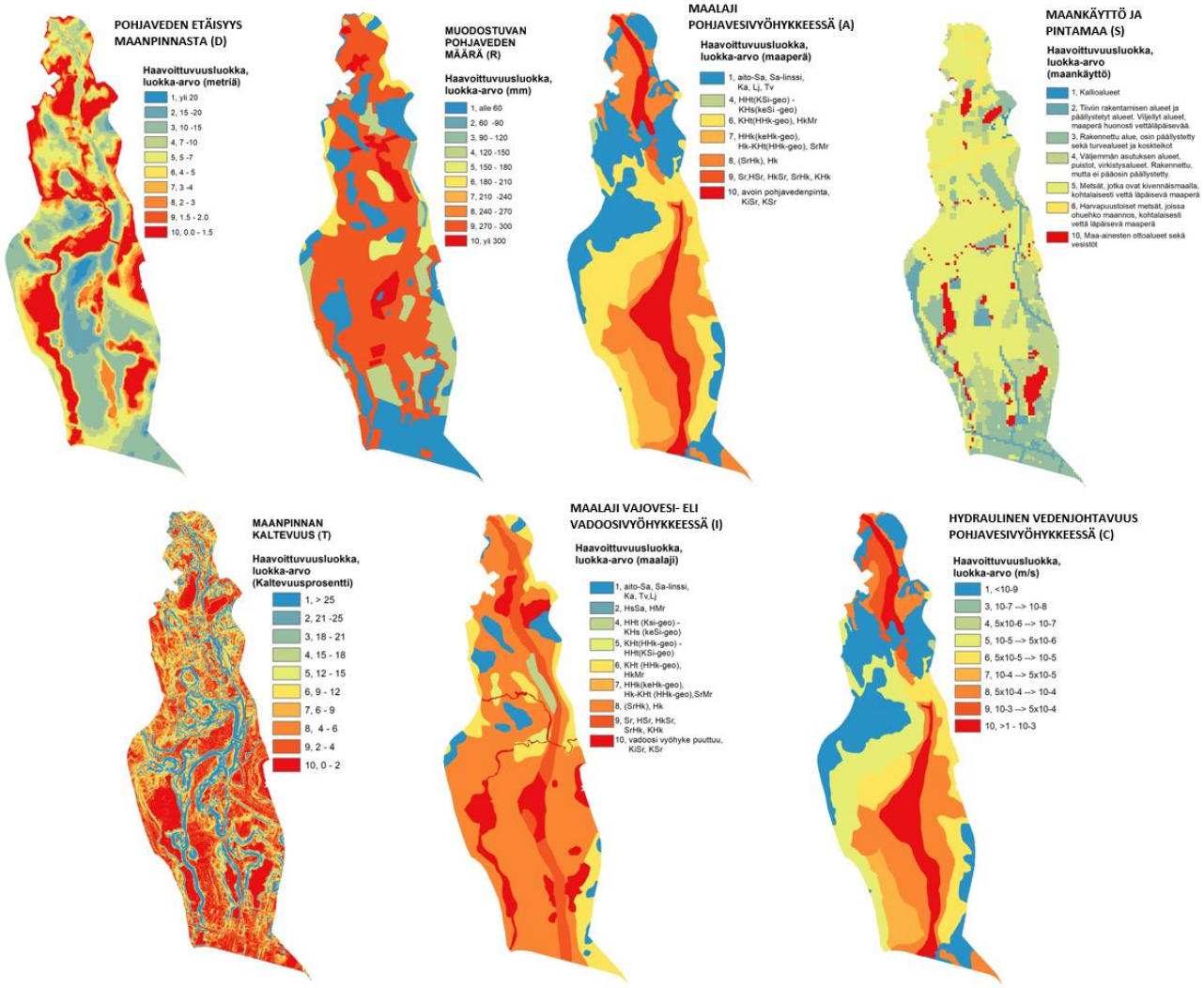
Parametri	**Selite**	**Tiedon lähde**	**Painoarvo**
I	Maalaji vajovesi- eli vadoosivyöyhykkeessä (**I**mpact of the vadose zone) Pohjaveden haavoittuvuusherkkyys kasvaa vedenläpäisevyyden kasvaessa.	Kairaustieto alueella aiemmin tehdyistä tutkimuksista ja erityisesti Hanhikankaan pohjavesialueen rakenneselvitystyössä tehdyistä raskaista maaperäkairauksista (Väänänen et al. 2015) Maatutkaluotaukset (Väänänen et al. 2015) Maaperäkartta 1:20 000 (Geologian tutkimuskeskus 2021)	5
C	Hydraulinen johtavuus pohjavesivyöhykkeessä (hydraulic **C**onductivity) Pohjavesikerroksen maalajien hydraulinen vedenjohtavuus	Maaperäkartta 1:20 000 (Geologian tutkimuskeskus 2021) Kairaustieto alueella aiemmin tehdyistä tutkimuksista ja erityisesti Hanhikankaan pohjavesialueen rakenneselvitystyössä tehdyistä raskaista maaperäkairauksista (Väänänen et al. 2015) Kirjallisuus	3

Jokaisesta seitsemästä DRASTIC-haavoittuvuusanalyysin hydrogeologisesta parametrista tuotettiin Hanhikankaan pohjavesialueelle parametrin ominaisuustietoja kuvaava taso, jossa pohjavesialue on luokiteltu **taulukon 2** mukaisiin luokka-arvoihin. Parametrien luokka-arvot (r, rating) ovat välillä 1–10, jossa 10 merkitsee helpoimmin haavoittuvaa ja 1 vähiten haavoittuvaa ominaisuutta. Lopullisessa DRASTIC-indeksin laskennassa jokaista parametria painotetaan lisäksi painoarvolla 1–5 (w, weight). Painoarvo 5 edustaa merkittävintä tekijää pohjaveden haavoittuvuuden kannalta ja 1 vähiten merkittävää tekijää. DRASTIC-parametrien haavoittuvuusluokat Hanhikankaan pohjavesialueella on esitetty **kuvassa 2.**

Taulukko 2. Hanhikankaan pohjavesialueella käytetyt DRASTIC-haavoittuvuusanalyysin hydrogeologiset parametrit, niiden luokittelu luokka-arvoihin 1–10 ja laskennassa käytetty painoarvo 1–5.

Parametri	D	R	A	S	T	I	C
Luokka-arvo	Pohjaveden etäisyys maanpinnasta (m)	Muodostuvan pohjaveden määrä (mm/v)	Maalaji pohjavesi-vyöhykkeessä	Maankäyttö ja pintamaa	Maanpinnan kaltevuus (%)	Maalaji vajovesi-vyöhykkeessä	Hydraulinen johtavuus pohjavesikerroksessa (K-arvo, m/s)
1	>20	<60	Aito-Sa (Sa-linssi)	Kaikki Corine-luokitellut kallio-alueet	26-30	Aito-Sa (Sa-linssi)	10^{-9} - >10^{-10}
2	15-20	60-90	HsSa, HMr	Tiiviin rakentamisen alueet, päällystetyt alueet sekä viljellyt alueet, joiden maaperä huonosti vettä-läpäisevää	22-25	HsSa, HMr	10^{-8} - 10^{-9}
3	10-15	90-120	HHs - KaSa (hSi)	Rakennettu alue joka osin päällystetty sekä turvealueet mm. pal-veluiden alueet, kerrostaloalueet ja metsät turvemaalla	19-21	HHs - KaSa (hSi)	10^{-7} - 10^{-8}
4	7-10	120-150	Hht - Khs (kSi)	Rakennettu, mutta ei pääosin päällystetty mm. pientaloalueet, puistot, virkistysalueet	18-16	Hht - Khs (kSi)	10^{-6} - 10^{-7}
5	5-7	150-180	SiHHk (SiKHt) - HHt	Ohuehko maannos, jonka alla kohtalaisesti vettä läpäisevä maaperä mm. metsät kivennäismaalla	13-15	SiHHk (SiKHt) - HHt	10^{-5} - 10^{-6}
6	4-5	180-210	HkMr, SrMr, Hk-HHk-kerrallinen (harjun lieve)	Ohuehko maannos, jonka alla kohtalai-sesti vettä läpäisevä maaperä mm. havapuustoiset metsät	10-12	HkMr, SrMr, Hk-HHk-kerrallinen (harjun lieve)	10^{-4} - 10^{-5}
7	3-4	210-240	KeHk	Ohut maannoskerros tai se puuttuu, maaperä vettä läpäisevää mm. luonnonniityt, varvikot ja nummet	7-9	KeHk	10^{-3} - 10^{-4}
8	2-3	240-270	SrHk, KaHk	Voimakkaasti muokattu maanpinta	5-6	SrHk, KaHk	10^{-2} - 10^{-3}
9	1,5-2	270-300	HkSr	Maannoskerros poistettu tai ei ole mm. rantahietikot ja dyynialueet	3-4	HkSr	10^{-1} - 10^{-2}

10	< 1,5	>300	KiSr, KaSr, HSr	Maannoskerros poistettu tai sitä ei ole mm. maa-ainesten ottoalueet, joet, järvet, meri	0-2	Vadoosi vyöhyke puuttuu, KiSr - Hsr	>1 - 10^{-1}
Painoarvo	5	4	3	2	1	5	3



Kuva 2. Hanhikankaan pohjavesialueen DRASTIC-haavoittuvuusanalyysin yksittäisten parametrien D, R, A, S, T, I ja C luokka-arvot kartoilla esitettynä.

HAAVOITTUVUUSANALYYSIN LÄHTEET:

Aller, L., Bennett, T., Lehr, J.H., Petty, R.H. & Hackett, G. 1985. DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings, National Water Well Association, Worthington, Ohio / EPA Ada. Oklahoma. EPA/600/2-85/018.

Aller, L., Bennett, T., Lehr, J.H., Petty, R.H. & Hackett, G. 1987. DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings, US EPA Report 600/2- 87/035. Robert S. Kerr Environmental Research Laboratory, Ada, Oklahoma.

Eskelinen, A., Rauhaniemi T., Luoma, S., Hyvönen A. & Jarva, J. 2021. Pohjavesimuodostuman haavoittuvuusanalyysi DRASTIC-menetelmällä – tutkimuskohteina Mikkelin Hanhikangas ja Lahti. Geologian tutkimuskeskus. Työraportti 59/2021.

Franklin, R. & Turner, R. Geological Survey of Canada. Modified by Cyrille Médard de Chardon (2009)

Geologian tutkimuskeskus. 2021. Maaperä 1:20 000/1:50 000. https://tupa.gtk.fi/paikkatieto/meta/maapera_20_50k.html

Hyvönen, A. 2017. Mikkelin Porrassalmen pohjavesialueen geologinen rakennetutkimus ja pohjaveden virtausmallinnus sekä Mikkelin pohjavesialueiden (Hanhikangas, Pursiala, Porrassalmi) rakenne- ja virtausmallinnusaineistojen yhdistäminen. Geologian tutkimuskeskus, Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Mikkelin kaupunki ja Mikkelin vesilaitos. Geologian tutkimuskeskus. Arkistoraportti 22/2017.

Hyvönen, A., Klein, J. & Okkonen, J. 2021. Mikkelin Hanhikankaan pohjavesialueen virtausmalli ja ilmastonmuutoksen vaikutusten mallintaminen alueen pohjavedenpintoihin aikaväleillä 2021–2050 ja 2072–2100. Geologian tutkimuskeskus. Työraportti 48/2021.

Maanmittauslaitos 2021. Laserkeilausaineisto 0,5 p. https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/laserkeilausaineisto-05-p

Suomen ympäristökeskus 2019a. Maankäyttö- ja maanpeiteaineistojen tuottaminen CORINE Land Cover 2018-hankkeessa ja Copernicus Land -aineistojen validointi Suomessa. https://www.syke.fi/hankkeet/corine2018

Väänänen, T., Hyvönen, A., Mursu, J. & Hyvärinen, J. 2016. Hanhikankaan rakennetutkimus ja virtausmallinnus. Geologian tutkimuskeskus, Etelä-Savon ELY-keskus, Mikkelin kaupunki ja Mikkelin Vesilaitos. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 2/2016. 55 s.

LIITE 15

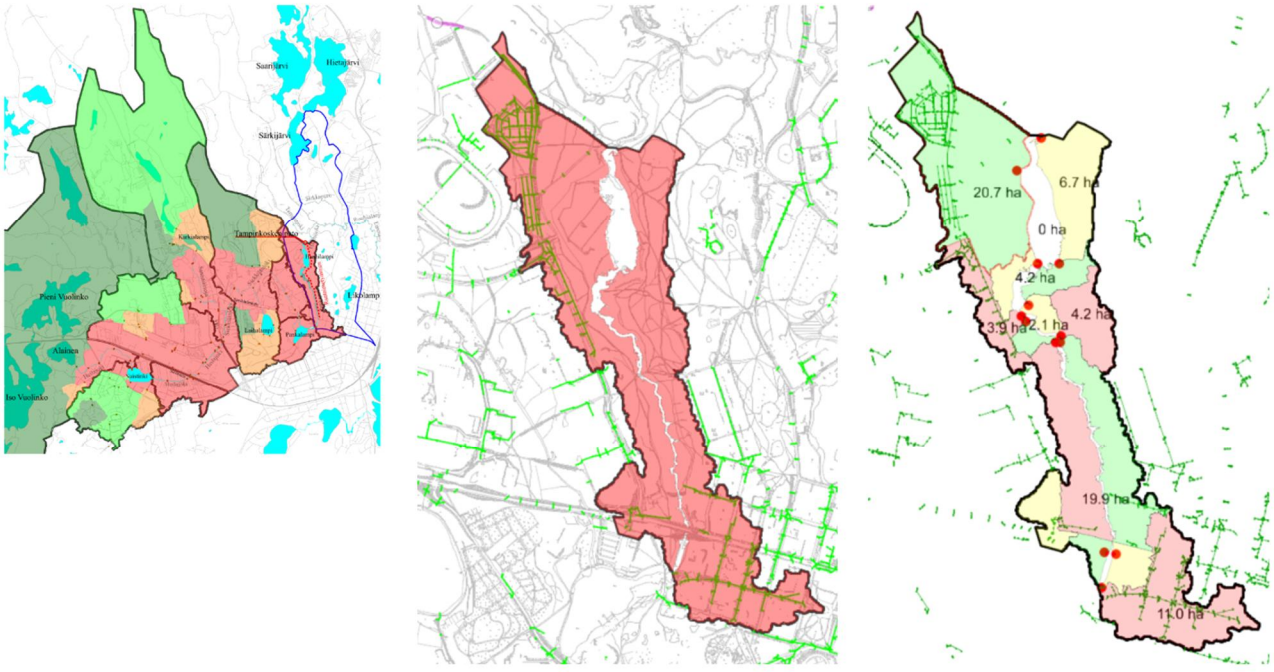
Hanhilammen valuma-alueen haavoittuvuusanalyysin määritysperusteet

Tehty haavoittuvuusluokittelu on suuntaa-antava. Sen tarkoituksena on olla apuna pintaveden ja pohjaveden laatua uhkaavien riskien luokittelussa ja ohjata pinta- ja pohjaveden laatua suojaavien toimenpiteiden kohdentamista oikeisiin paikkoihin ja auttaa niiden toteutusjärjestyksen priorisoinnissa. Pienvaluma-aluerajaukset on saatu Rambollin vuonna 2018 Mikkelin kaupungille tuottamasta hulevesimallinnuksesta. Näitä rajauksia on tarkennuttu tämän hankkeen yhteydessä.

Pankajoki-Hanhilampi

Pankajoen ja Hanhilammen muodostaman Seitsennimisen joen osan valuma-alueet saavat kaikki punaisen värin eli korkeimman haavoittuvuusluokan (kuva 1). Rantaimeytyminen pohjavesimuodostumaan tapahtuu pääasiassa tältä vesistöjaksolta.

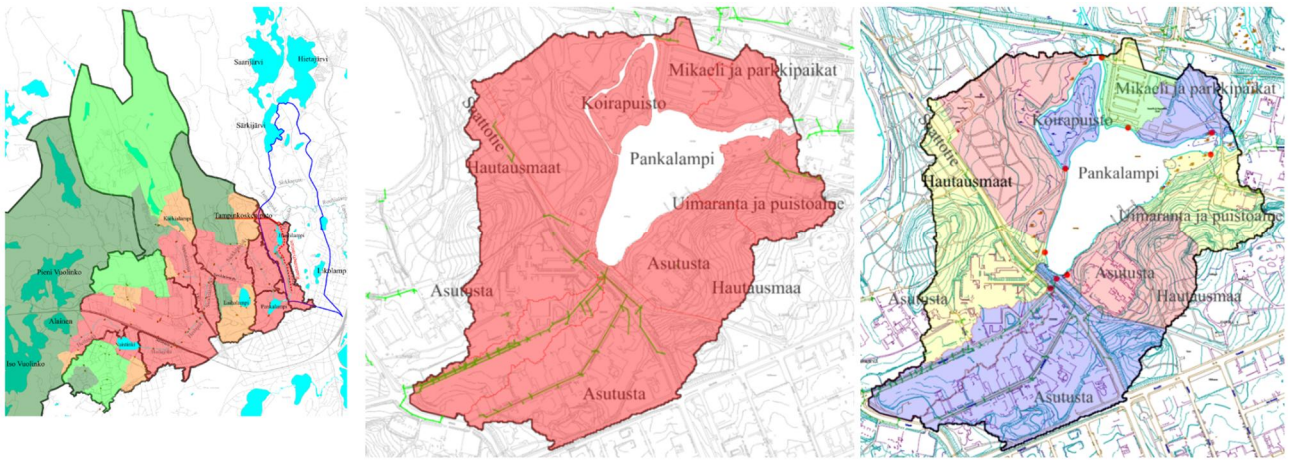
Valumavedet niiden sisältämine mahdollisine haitallisine aineineen voivat päätyä alueella nopeasti vesistöön tulivatpa ne pintavaluntana tai hulevesiviemäröintiä pitkin. Kyseisen vesistöjakson valuma-alueista osassa on hulevesiviemäröintiä, joka on johdettu suoraan tai lähes suoraan vesistöön.



Kuva 1. Pankajoki-Hanhilampi. Haavoittuvuuskartat vasemmalla ja keskellä. Oikealla tunnistetut pienvaluma alueet.

Pankalampi

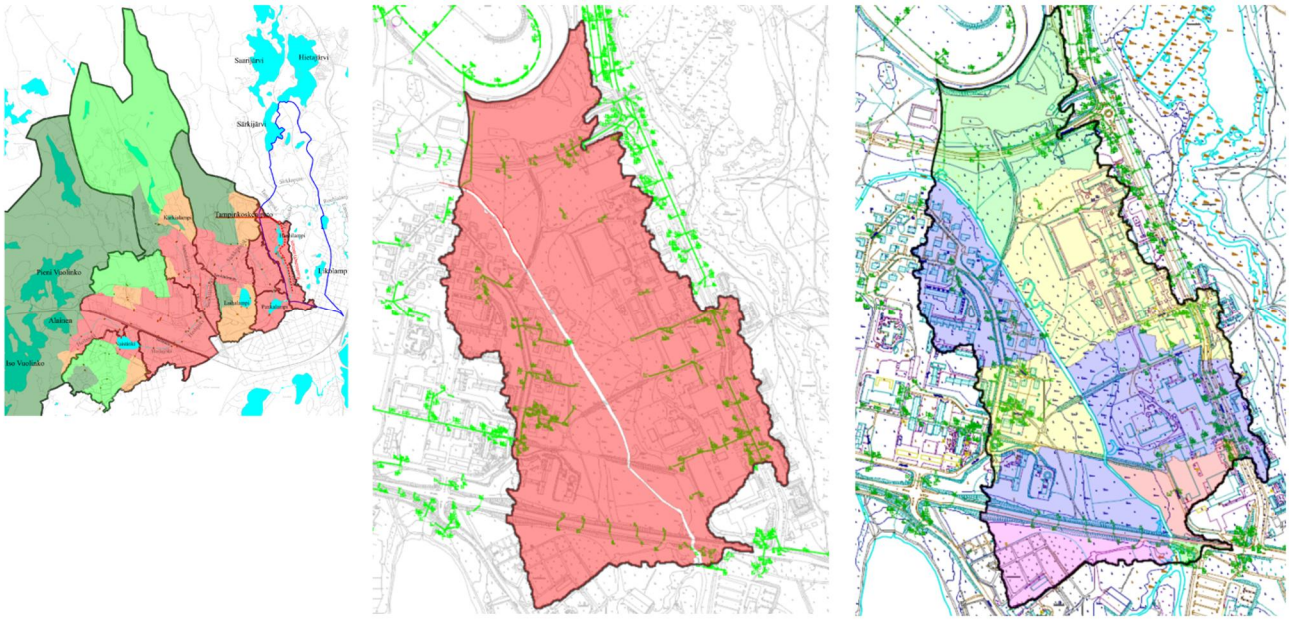
Pankalammen valuma-alueiden muodostaman Seitsennimisen joen osan valuma-alueet saavat kaikki punaisen värin eli korkeimman haavoittuvuusluokan (kuva 2). Vesi päätyy tältä alueelta nopeasti rantaimeytymisalueelle. Kaikki pienvaluma-alueet rajoittuvat suoraan vesistöön (Pankalampeen), joten valumavedet niiden sisältämine mahdollisine haitallisine aineineen päätyvät alueella nopeasti vesistöön tulivatpa ne pintavaluntana tai hulevesiviemäröintiä pitkin. Kyseisen vesistöjakson valuma-alueista osassa on hulevesiviemäröintiä, joka on johdettu suoraan tai lähes suoraan vesistöön. Pankalammen eteläreunan hulevesiviemäröinti on johdettu suoraan putkessa Pankalampeen. Mikaelin parkkipaikan hulevedet on luultavasti johdettu myös Pankalampeen, joskin tarkkaa purkupisteen paikkaa ei kuitenkaan tiedetä.



Kuva 2. Pankalampi. Vasemmalla ja keskellä haavoittuvuuskartta ja oikealla tunnistetut pienvaluma-alueet.

Siekkilänjoki välillä ravirata-Pankalampi

Siekkilänjoki välillä Ravirata-Pankalampi valuma-alueiden muodostaman Seitsennimisen joen osan valuma-alueet saavat kaikki punaisen värin eli korkeimman haavoittuvuusluokan (kuva 3). Valumavesi päätyy tältä alueelta nopeasti rantaimeytymisalueelle. Kaikki pienvaluma-alueet rajoittuvat suoraan vesistöön, Siekkilänjokeen, joten valumavedet niiden sisältämine mahdollisine haitallisine aineineen päätyvät alueella nopeasti vesistöön tulivatpa ne pintavaluntana tai hulevesiviemäröintiä pitkin. Kyseisen vesistöjakson valuma-alueista osassa on hulevesiviemäröintiä, joka on johdettu suoraan tai lähes suoraan vesistöön. Vaikka hulevesiviemäröinnin purku ei ulotu alueella suoraan jokiuomaan kyseinen jokipätkä kuitenkin tulvii keväisen ylivalunnan aikana ja tulvat huuhtovat aineita mukaan isommalta alueelta kuin mitä kartassa esitetty jokiuoma antaa olettaa.



Kuva 3. Siekkilänjoki väli Ravirata-Pankalampi. Vasemmalla ja keskellä haavoittuvuuskartta ja oikealla tunnistetut pienvaluma-alueet.

Siekkilänjoki välillä Savilahdenkatu-ravirata

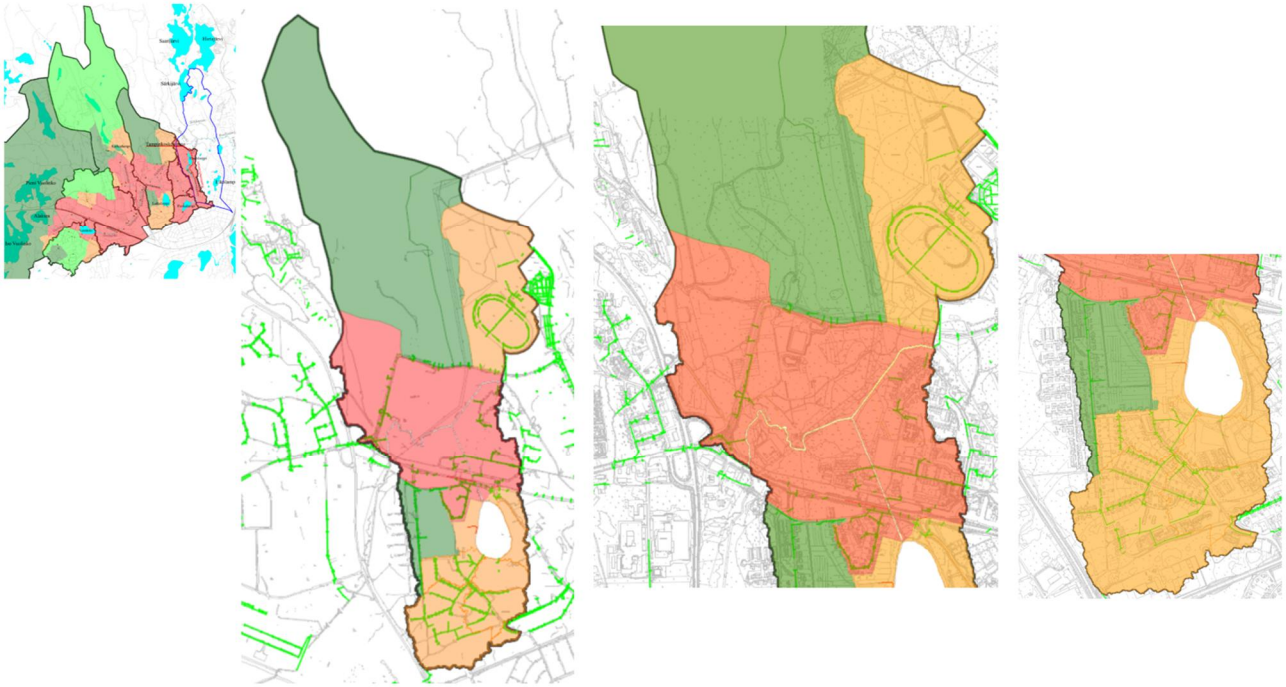
Siekkilänjoki välillä Savilahdenkatu-Ravirata saa korkeimman haavoittuvuusluokan niiltä osin, joilta pienvaluma-alueet rajoittuvat Siekkilänjokeen sekä Laihalammen ja Siekkilänjoen yhdistävältä oja osuudelta (kuva 4 ja 5). Valumavedet niiden sisältämine mahdollisine haitallisine aineineen voivat päätyä alueella nopeasti vesistöön tulivatpa ne pintavaluntana tai hulevesiviemäröintiä pitkin. Kyseisen vesistöjakson valuma-alueista osassa on hulevesiviemäröintiä, joka on johdettu suoraan tai lähes suoraan vesistöön.

Kohonneen haavoittuvuusluokan (oranssi väri) saa Raviradan ja jäähallin alue sekä Laihalammen ympäristö ja pääosa Lehmuskylää. Lehmuskylän oranssilla värillä väritetyltä alueelta hulevedet saapuvat nopeasti hulevesiviemärissä Laihalampeen kuten myös Laihalammen ympäristön hulevedet. Laihalampi kuitenkin pidättää hulevesiä ja niiden kuljettamia haitta-aineita. Laihalampi purkaa vettä lähinnä kevään ylivalunnan aikaan. Riski muodostuukin lähinnä ylivaluntatilanteesta.

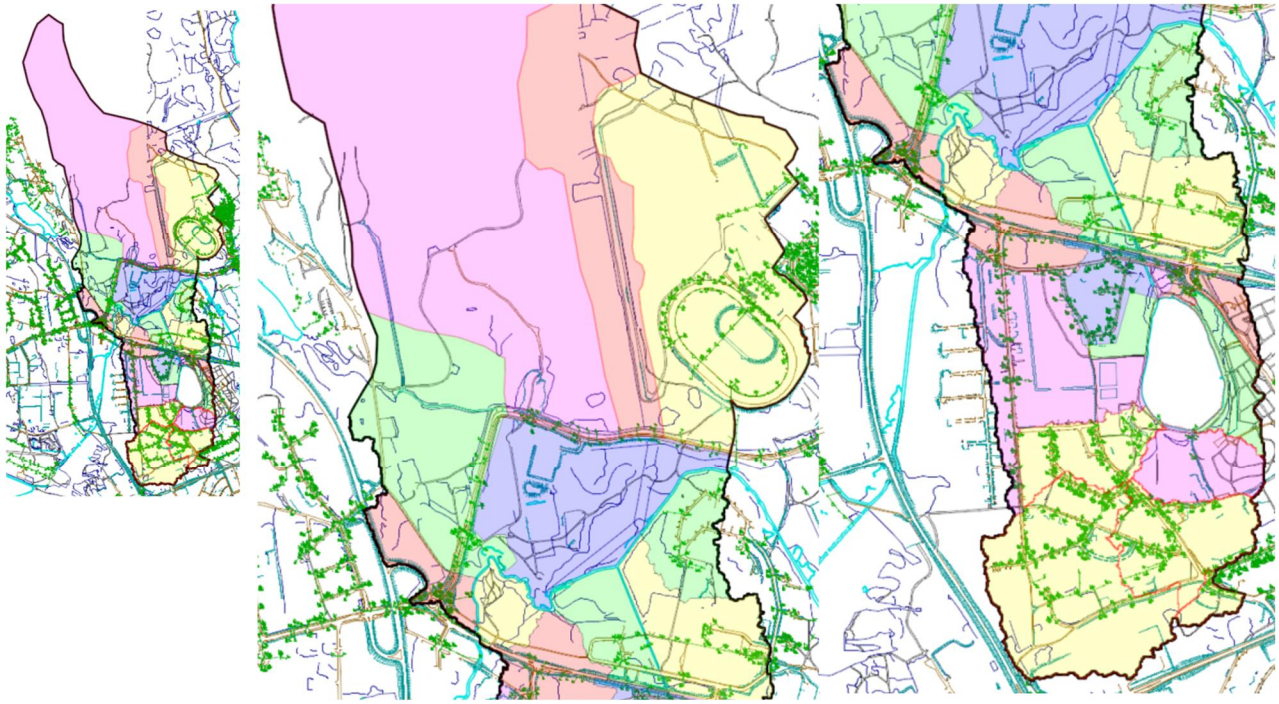
Raviradan ja jäähallin alue on kyllä viemäröity, mutta hulevesillä kestää pidempään kulkeutua Siekkilänjokeen. Tilanne voi kuitenkin muuttua alueen kehittymisen myötä. Hulevesienhallinta tulisi ottaa huomioon alueen suunnittelussa.

Matalan haavoittuvuusluokan (tumma vihreä väri) saa Kalevankankaantien pohjoispuoli ja Lehmuskylän asuinalueen osa, joka purkaa vetensä puistoalueelle. Molempien alueiden on ajateltu

pidättävän valumavesiä niin pitkään, että riski niiden kautta tulevasta haitta-aineesta on pieni. Tilanne voi muuttua alueidenkäytön muuttumisen yhteydessä.



Kuva 4. Siekkilänjoki väli Savilahdenkatu-Ravirata haavoittuvuuskartta eri etäisyyksiltä.



Kuva 5. Siekkilänjoki väli Savilahdenkatu-Ravirata tunnistetut pienvaluma-alueet.

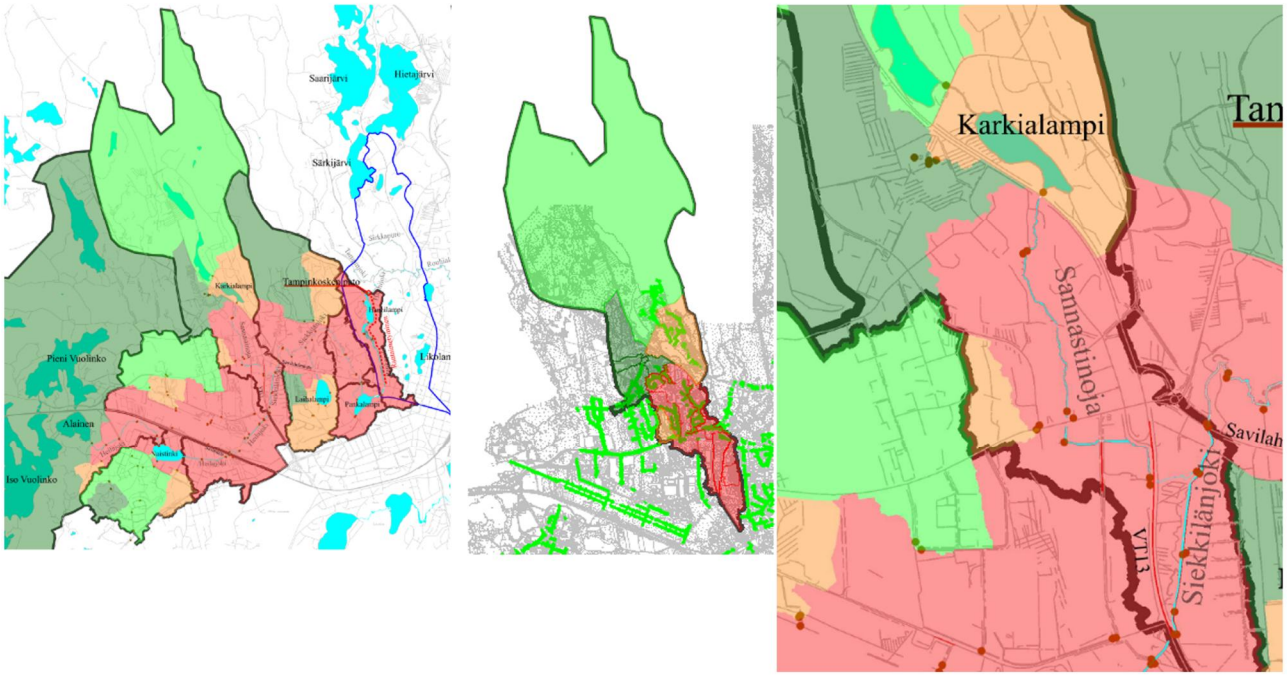
Siekkilänjoki välillä VT13-Savilahdenkatu

Siekkilänjoki välillä VT13-Savilahdenkatu saa korkeimman haavoittuvuusluokan niiltä osin, joilta pienvaluma-alueet rajoittuvat Siekkilänjokeen tai Sannastinpuroon (kuva 6 ja 7). Näiltä valuma-alueilta vedet tulevat nopeasti Siekkilänjokeen ja siitä edelleen Hanhilampeen.

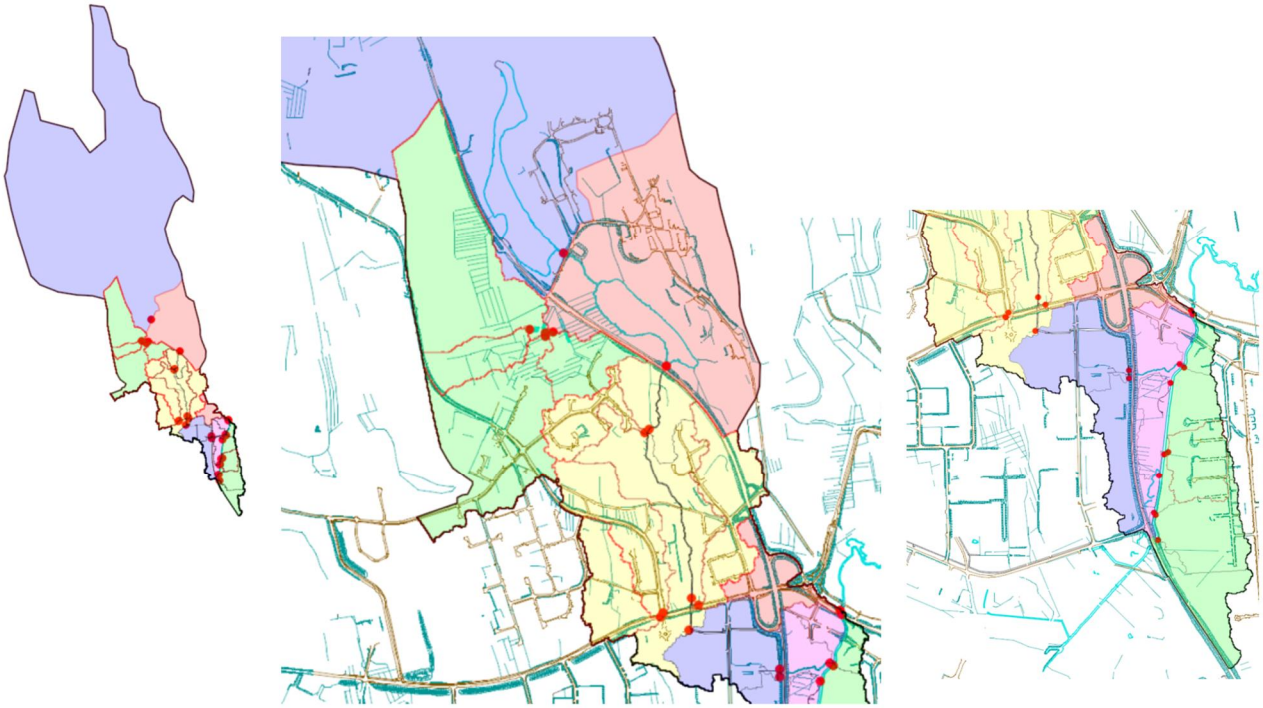
Kohonneen haavoittuvuusluokan saa Vuolingonkadun ja Karjalanharjuntien välissä sijaitseva pääasiallisesti puistoalueita sisältävä pienvaluma-alue sekä Karkialammen ympäristön valuma-alue. Puistoalueella vedet kulkevat avo-ojissa pidemmän matkan ennen kuin ne päätyvät Sannastinpuron kautta Siekkilänjokeen. Karkialampi puolestaan tasaa tilavuutensa puolesta valumavesien vaikutuksia. Suotuisissa olosuhteissa molemmista vesi kuitenkin päätyy nopeasti Sannastinpuron kautta Siekkilänjokeen.

Keskinkertaisen haavoittuvuusluokan saa pohjoisen Paloinlammen ja Keskilammen käsittävät alueet. Tämä valuama-alue sisältää myös tumman vihreitä valuma-alueita, mutta niitä ei ole vielä tunnistettu, joten koko valuma-alue saa vaalean vihreän keskinkertaisen haavoittuvuusluokan. Keväisessä ylivaluntatilanteessa Paloinlammen vesi ja siihen esimerkiksi Jyväskyläntieltä päätyvät haitta-aineet voivat kulkeutua nopeasti Keskilammen ja Karkialammen kautta Sannastinpuroon.

Matalan haavoittuvuusluokan saa Karjalanharjuntien ja Jyväskyläntien väliin jäävät valuma-alueet. Niissä on hulevesiviemäröintiä, mutta alueen hulevedet (ja myös muut valumavedet) kulkevat hitaasti Karkialampeen, josta edelleen Sannastinpuroon.



Kuva 6. Siekkilänjoki väli Jyväskyläntie-Savilahdenkatu, haavoittuvuuskartta eri zoomauksilla.



Kuva 7. Siekkilänjoki väli Jyväskyläntie-Savilahdenkatu, tunnistetut pienvaluma-alueet.

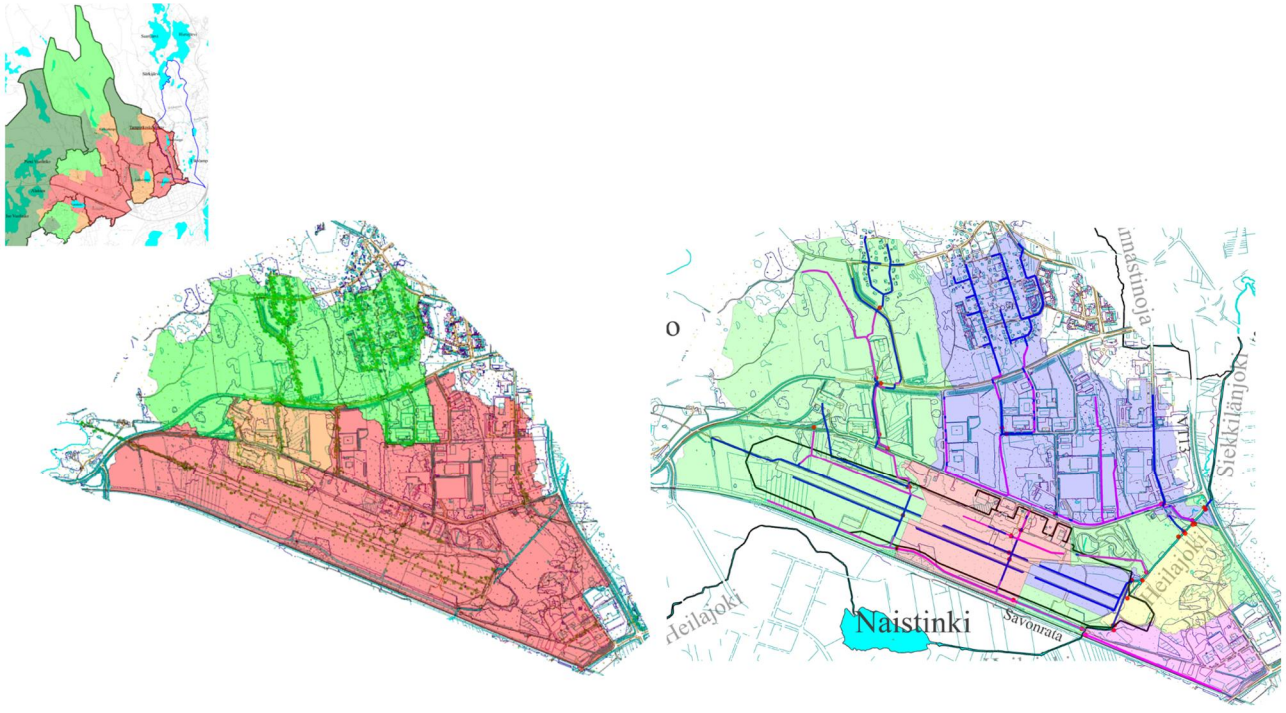
Heilajoki välillä Savonrata-VT13

Heilajoki välillä Savonrata-VT13 saa korkeimman haavoittuvuusluokan niiltä osin, joilta pienvaluma-alueet rajoittuvat Heilajokeen (kuva 8). Lisäksi punaisen värin saavat lentokenttä-alueen valuma-alueet. Lentokentän tehokkaan kuivautuksen saavuttamiseksi alueelle on rakennettu hulevesiviemäröinti, joka tuo alueen valumavedet nopeasti Lentokentän viereiseen ojan kautta

Heilajokeen. Myös teollisuusalueet välillä Vuolingonkatu ja Lentokentänkatu saavat korkeimman haavoittuvuusluokan, koska niillä on paljon pinnoitettuja alueita, joissa muodostuu paljon hulevesiä. Teollisuusalueen hulevesillä on myös nopea yhteys Heilajokeen.

Kohonneen haavoittuvuusuokan saa alueen länsilaidalla oleva Vuolingonkadun ja Lentokentänkadun teollisuusalueiden osuus. Se on vielä tällä hetkellä suurelta osin luonnontilassa. Mikäli alue otetaan käyttöön ja hulevesiviemäröidään alue nousee korkean haavoittuvuusluokan alueeksi.

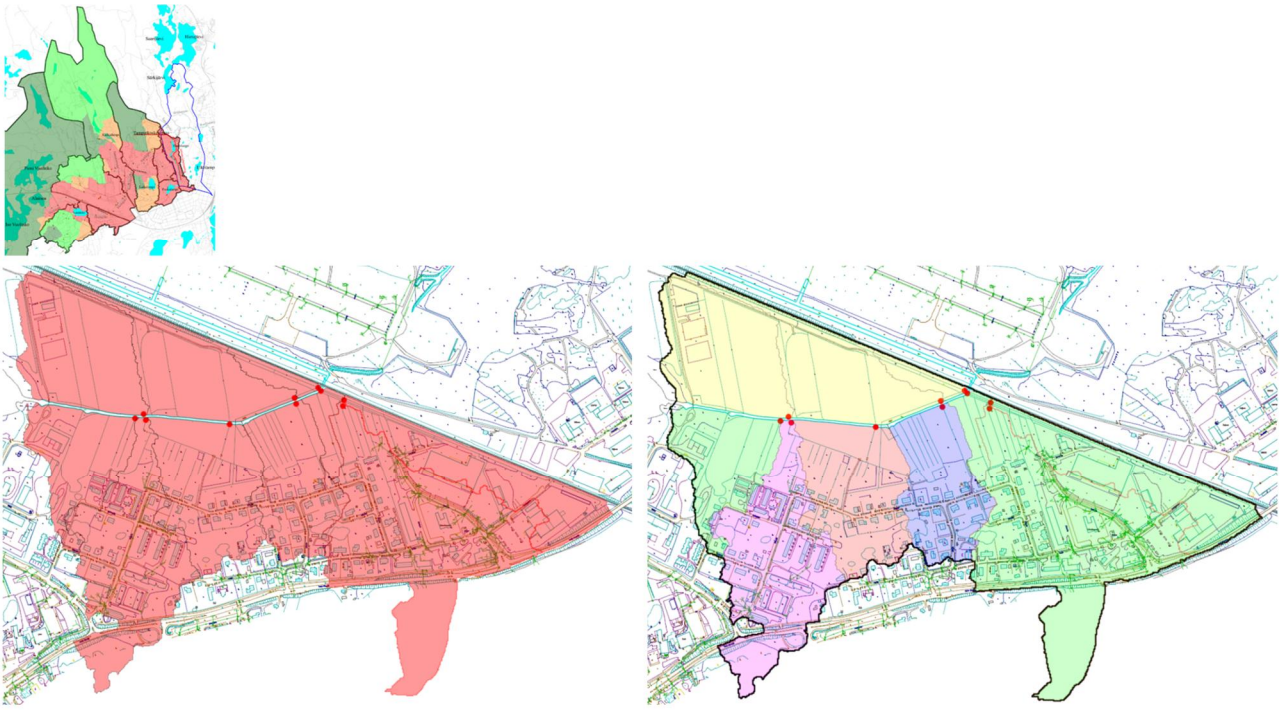
Tuskun asuinalueet saavat keskinkertaisen haavoittuvuusluokan. Tämä valuma-alue sisältää myös Vuolingonkadun eteläpuolella olevia teollisuusalueita, joiden väri pitäisi olla punainen (korkea haavoittuvuusluokka). Pienvaluma-aluejakoa ei kuitenkaan ole tehty Vuolingonkadun mukaisesti, eikä valuma-alueita ruvettu tässä yhteydessä jakamaan. Tästä syystä myös Vuolingonkadun etelän puoliset teollisuusalueet saavat vaalean vihreän värin eli keskinkertaisen haavoittuvuusluokan.



Kuva 8. Heilajoki väli Savonrata-Jyväskyläntie. Haavoittuvuuskartta vasemmalla ja keskellä. Oikealla tunnistetut pienvaluma-alueet. Huomioi linkittyneet valuma-alueet kuvassa tunnistetut pienvaluma-alueet (vihreät vasemmalla ja siniset oikealla, joissa on yhteiset purkupisteet.)

Heilajoki välillä Naistinki-Savonrata

Heilajoki välillä Naistinki-Savonrata saa kaikilta osin korkean haavoittuvuusluokan (kuva 9). Valumavedet niiden sisältämine mahdollisine haitallisine aineineen voivat päätyä alueella nopeasti vesistöön tulivatpa ne pintavaluntana tai hulevesiviemäröintiä pitkin.



Kuva 9. Heilajoki väli Naistinki-Savonrata. Haavoittuvuuskartta vasemmalla ylhäällä ja ja vasemmalla alhaalla. Oikealla tunnistetut pienvaluma-alueet.

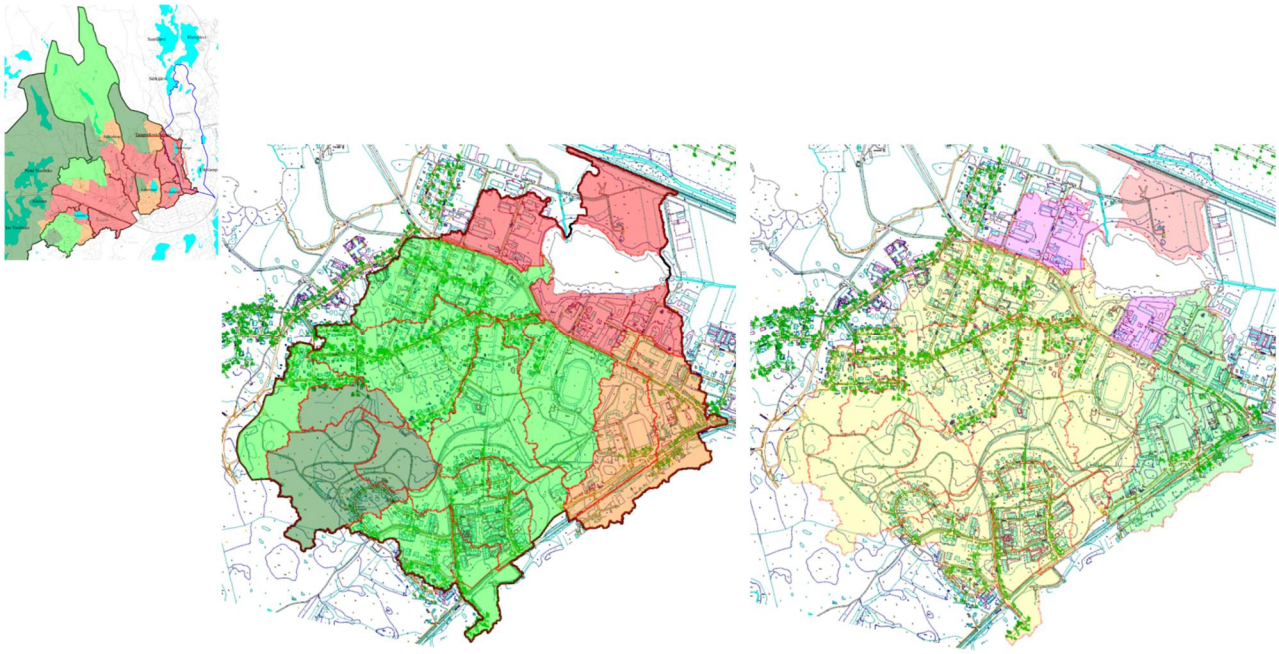
Naistinki

Naistinkiin rajoittuvat valuma-alueet saavat yhtä lukuunottamatta kaikki korkean haavoittuvuusluokan (kuva 10). Valumavedet niiden sisältämine mahdollisine haitallisine aineineen voivat päätyä alueella nopeasti vesistöön tulivatpa ne pintavaluntana tai hulevesiviemäröintiä pitkin.

Iso keskinkertaisen riskin alue (vaalean vihreä väri, kuva 10, keskellä), joka rajautuu Naistinkiin, ei saa korkeaa haavoittuvuusluokkaa, koska alueen vedet kulkevat hulevesikosteikon läpi, joka on suunniteltu siten, että sen pitäisi pidättää alueelta tulevaa hulevesikuormaa.

Kohonneen haavoittuvuusluokan saa kauppa ja jakeluasemia sisältävät pienvaluma-alueet. Niistä hulevedet päätyvät ensin hulevesiviemärissä sitten avo-ojissa Naistingin luusuaan, josta edelleen nopeasti eteenpäin pitkin Heilajokea.

Matalan haavoittuvuusluokan saa Rantakylän puistoalue, jonka vedet päätyvät hitaasti Naistinkiin.



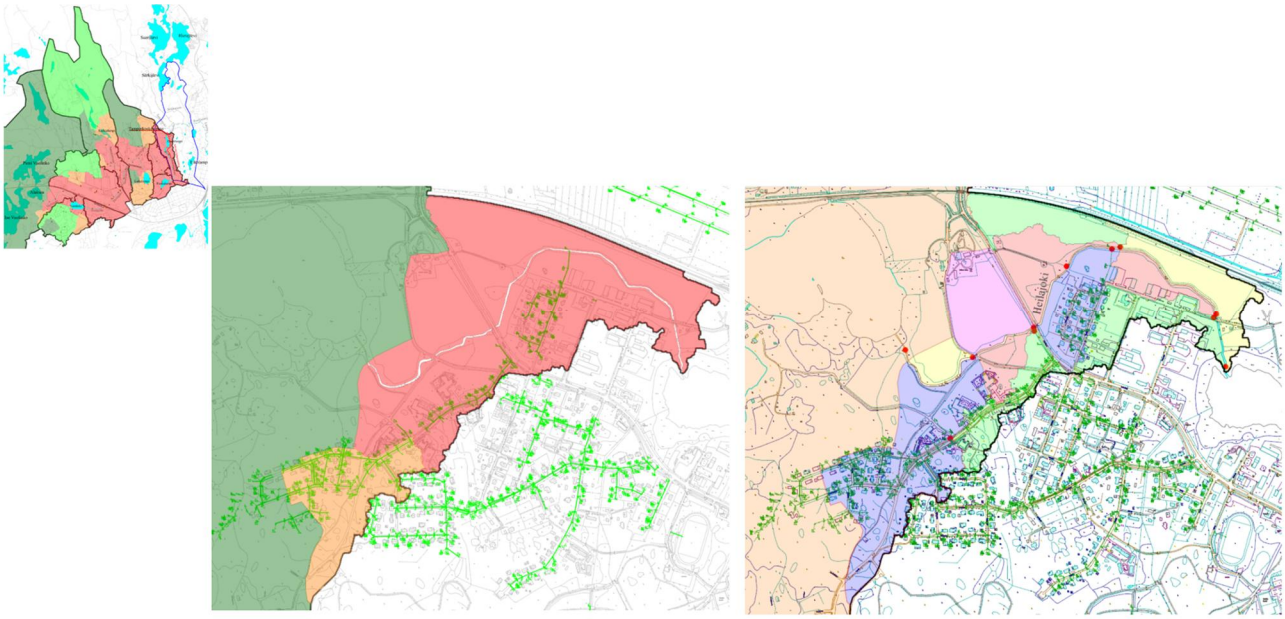
Kuva 10. Naistinki. Vasemmalla ja keskellä haavoittuvuuskartta. Oikealla tunnistetut pienvaluma-alueet. Huomioi, että keltaiset alueet ovat linkittyneet toisiinsa eli niistä kaikista vesi päätyy lopulta saman purkupisteen kautta Naistinkiin. Sama koskee kahta vihreää pienvaluma-aluetta aivan oikeassa reunassa.

Heilajoki välillä Alainen-Naistinki

Heilajoki välillä Alainen -Naistinki korkeimman haavoittuvuusluokan saa pienvaluma-alueet, jotka rajoittuvat Heilajokeen (kuva 11). Valumavedet niiden sisältämine mahdollisine haitallisine aineineen voivat päätyä alueella nopeasti vesistöön tulivatpa ne pintavaluntana tai hulevesiviemäröintiä pitkin. Kyseisen vesistöjakson valuma-alueista osassa on hulevesiviemäröintiä, joka on johdettu suoraan tai lähes suoraan vesistöön.

Kohonneen haavoittuvuusluokan saa eteläosassa sijaitseva pienvaluma-alue, jolla on hulevesiviemäröinti, mutta alueen hulevedet kulkevat avo-ojissa ennen niiden purkautumista Heilajokeen.

Pieni Vuolingon, Iso Vuolingon, Alaisen käsittävän ison valuma-alueen tumman vihreän värin eli matalan haavoittuvuusluokan perusteluna on alueen vesistöjen suuri tilavuus, johon hulevedet ja muut valumavedet ja niiden mahdollisesti sisältämät haitta-aineet voivat sekoittua.

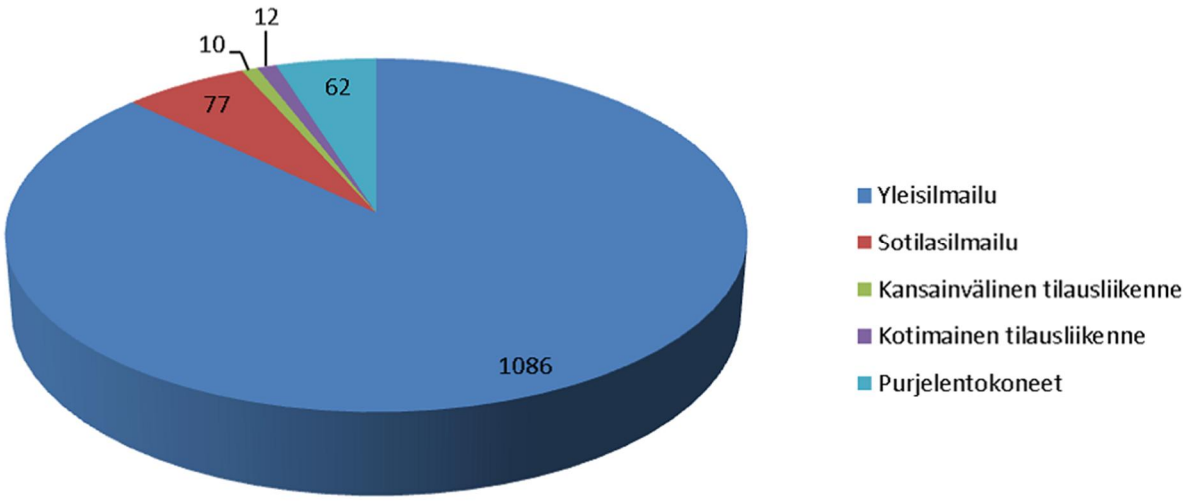


Kuva 11. Heilajoki väli Alainen- Naistinki. Haavoittuvuuskartta vasemmassa reunassa ja keskellä. Oikealla tunnistetut pienvaluma-alueet.

LIITE 16

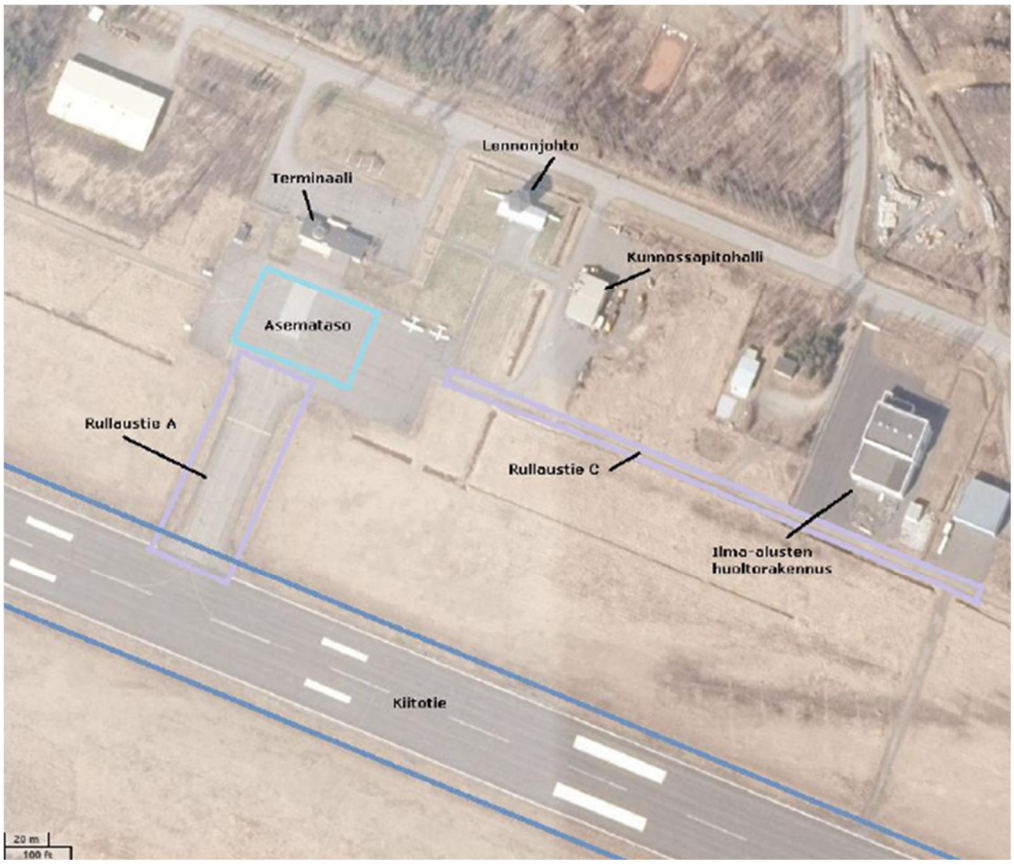
Mikkelin lentoasema

Mikkelin lentoasema on aloittanut toimintansa vuonna 1937. Lentokentällä on suoritettu reittiliikennetoimintaa vuosina 1951-2005, mutta vuoden 2005 jälkeen kentällä ei ole enää ollut säännöllistä reittiliikennettä. Vuosina 2005-2015 lentoliikenne on muodostunut yleisilmailusta, tilauslennoista, harrastetoiminnasta sekä sotilasilmailusta. Laskeutumisten kokonaismäärä Mikkelin lentoasemalla on ollut 2005-2015 noin 1300 kpl/vuosi. Vuoden 2015 loppupuolella lentoaseman yhteyteen avattiin Suomen ensimmäinen pysyvä miehittämöttömien ilma-alusten koelentokeskus. (Mikkelin lentoaeman ympäristölupa, 2017, s 5, 6.) Vuoden 2020 alusta saakka Mikkelin lentoasema on toiminut korpikenttänä eli kentällä ei ole ollut lennonjohtoa. Vuonna 2021 kenttä on tarkoitus saada taas liikennelentokuntoon. (Kahilakoski, 2021.) Lentokentällä on voimassa oleva ympäristölupa ISAVI/971/2016.



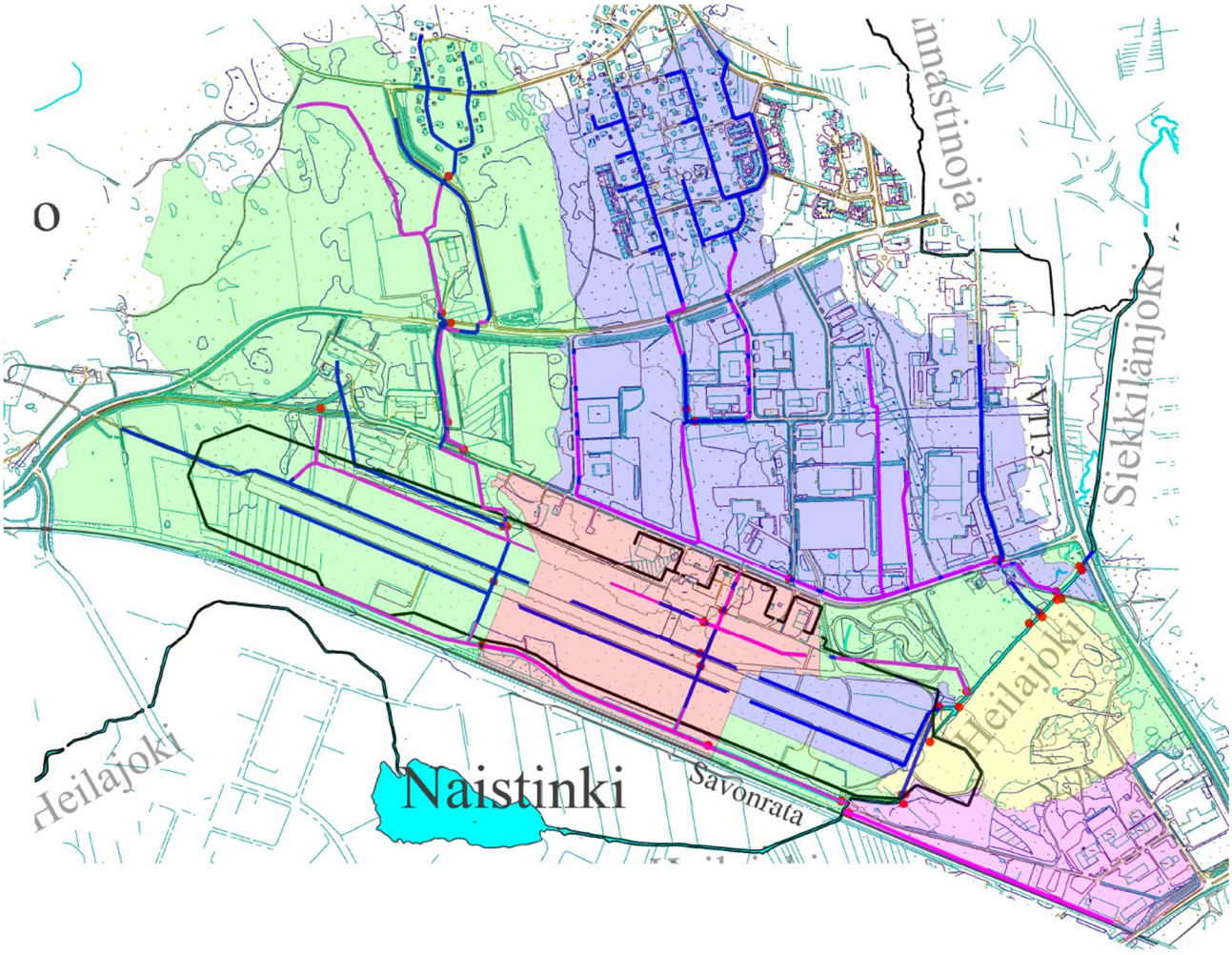
Kuva 1. Mikkelin lentoaseman keskimääräinen lentoliikenne 2005-2015 (Mikkelin lentoaeman ympäristölupa, 2017, s 7).

Mikkelin lentokentällä on yksi asfalttipäällysteinen 1700 metriä pitkä kiitotie, jonka pinta-ala on 7,6 ha, asematason pinta-ala on 0,2 ha ja rullausteiden pinta-ala on yhteensä 0,38 ha. Mikkelin lentoasemalle laskeudutaan yleisimmin idästä länteen. (Mikkelin lentoaeman ympäristölupa, 2017, s 6, 7.)



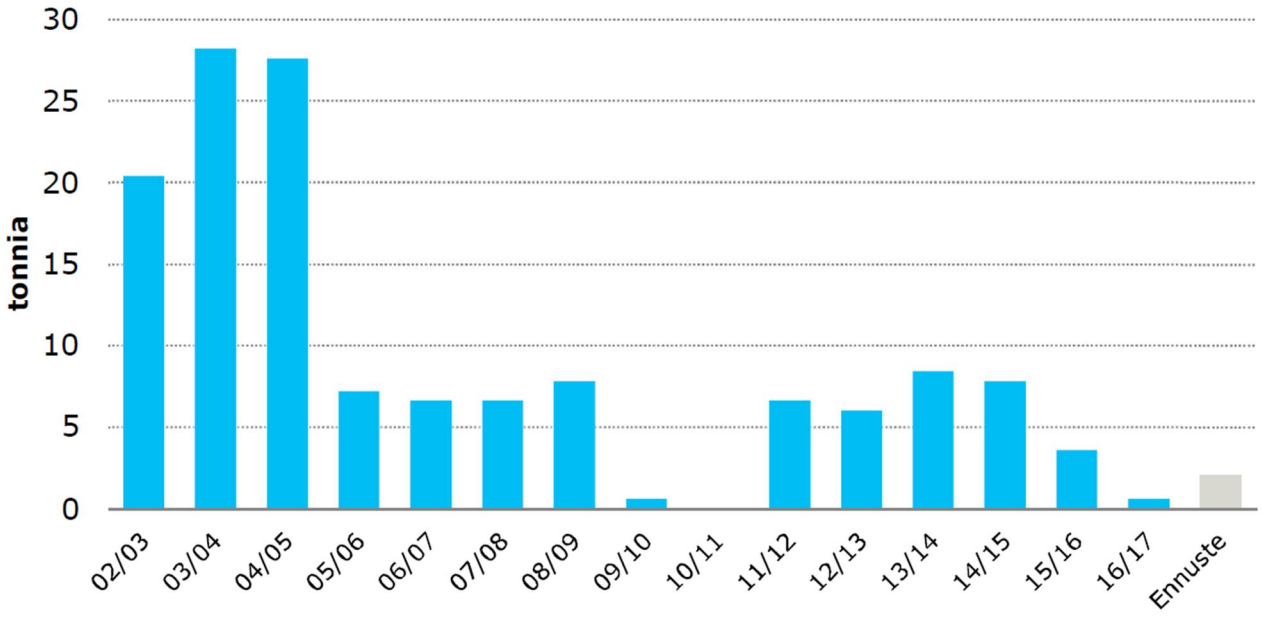
Kuva 2. Mikkelin lentoaseman toiminnot. (Mikkelin lentoaeman ympäristölupa, 2017, s 6).

Lentoaseman pintavesiin kohdistuva kuormitus koostuu pääosin kenttäalueen ja rullausteiden talvikunnossapidosta (liukkaudentorjunnasta) sekä ilma-alusten jäänpoisto- ja jäänestokäsittelyistä. Kuormitusta syntyy kun kemikaaleja sisältävät vedet päätyvät avo-ojien ja hulevesiviemäröinnin kautta Heilajokeen. Talvella suurin osa liukkaudentorjunta-aineista päätyy auraus- ja harjapuhallinkaluston siirtämänä kiitotien vierustan nurmialueelle ja siitä edelleen avouomien ja hulevesiviemäriverkoston kautta Heilajokeen. (Mikkelin lentoaeman ympäristölupa, 2017, s 6,16, 17.) Kuvassa 3 on esitetty lentokentän valuma-alueet, hulevesiviemärit ja avo-ojat sekä purkupisteet. Kuvasta nähdään, että lentokentän kautta ohjataan myös osa Tuskun asuinalueen ja teollisuusalueen hulevesistä (vihreä alue).



Kuva 3. Lentokentän valuma-alueet, avo-uomat, hulevesiviemärit ja purkupisteet. Avo-uomat on esitetty lilalla viivalla, hulevesiviemärit sinisellä viivalla, purkupisteet punaisella pisteellä. Valuma-alueet on esitettty vihreällä, violetilla ja hailakan punaisella värillä. Lentokentän aidalla rajattu alue on esitetty mustalla viivalla.

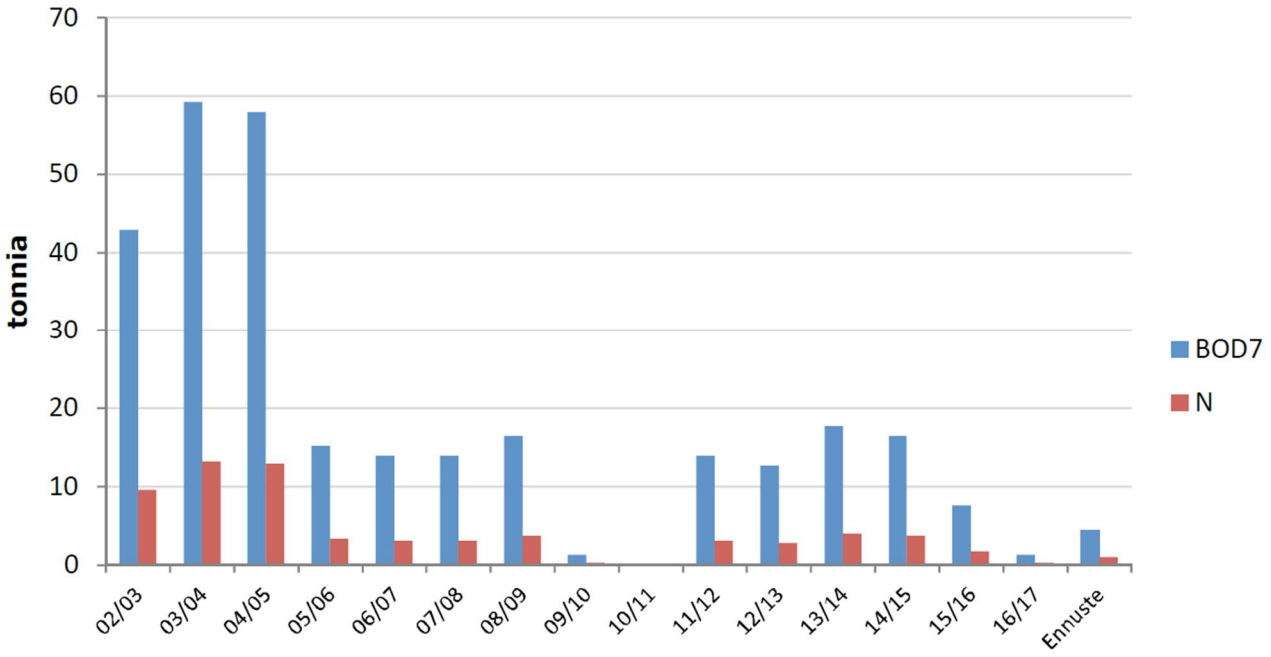
Lentokentän liukkauden torjunnassa on käytetty vuoteen 2017 saakka ainoastaan ureaa, lukuunottamatta vuotta 2015, jolloin urean rinnalla on käytetty koeluontoisesti myös asetaattipohjaista liukkaudentorjunta-ainetta. Kuvassa 4 on esitetty urean käyttömäärät vuosina 2002-2015. Urean käyttömäärät ovat vaihdelleet 0-28,2 tonnin välillä vuosina 2002-2015. Urea on varastoitu lentokentällä noin 5000 kg – 600 kg suursäkeissä ja levitetty kiitotielle säkki kerrallaan. Nykyinen ympäristölupa sallii enää käytettävän ureaa 2,5 t/v. Muuten täytyy käyttää ympäristölle haitattomampia liukkaudentorjunta-aineita. (Mikkelin lentoaeman ympäristölupa, 2017, s 11; Mikkelin lentoaseman ympäristöluvan 23.2.2017 nro 8/2017/1 urean käyttöä koskevan lupamääräyksen 2 muuttaminen ja toiminnanaloittamislupa, 2019, s 10.)



Kuva 4. Urean käyttö Mikkelin lentoasemalla vuosina 2003-2017 (Hanski & al, 2017, s.11).

Urea on vesiliukoinen typpipitoinen yhdiste, joka voi aiheuttaa pintavesien rehevöitymistä ja typpiyhdisteiden määrän kasvua pohjavedessä. Hajotessaan urea muodostaa hiilidioksidia ja ammoniakkia, joka näkyy vedenlaatutiedoissa mm. biologisena hapenkulutuksena. (Mikkelin lentoaeman ympäristölupa, 2017, s 16.)

Kuvassa 5 on esitetty urean käytöstä aiheutunut laskennallinen ympäristökuorma. Laskennassa on käytetty urean biologisen hapenkulutuksen arvona (BOD7) teoreettista hapenkulutusarvoa 2,1 g O2/g (2 100 mg/g) ureaa ja urean aiheuttaman typpikuormituksen laskennassa kerrointa 0,466 g/g. (Hanski & al, 2017, s.11.)



Kuva 5. Urean käytöstä Mikkelin lentoasemalla aiheutunut laskennallinen happea kuluttuva kuormitus (BOD7) ja typpikuormitus vuosina 2002-2017 (Hanski & al, 2017, s.11).

Urean käytön vähentyessä myös sen käytöstä aiheutuva typpi- ja happea kuluttava kuormitus (BOD_7) on vähentynyt 2000 -luvun aikana. Typpikuormitus on ollut vuosina 2002-2005 keskimäärin noin 12 tonnia/talvikausi ja BOD_7 keskimäärin 53 tonnia/talvikausi. Ajanjaksolla 2005-2015 typpikuorma on ollut keskimäärin 2,7 tonnia/talvikausi ja BOD_7 keskimäärin noin 12 tonnia/talvikausi. Vuosina 2015-2017 typpikuormitus on ollut enää keskimäärin 1 tonnia/talvikausi ja BOD_7 noin 1,3-7,6 tonnia /talvikausi. (ISAVI/4763/2018, 2019, 5)

Ureaa käytettiin talvikautena 2017-2018 600 kg ja talvikautena 2019-2020 1000 kg (Viljakainen, 2021). Näiden talvikausien laskennalliset BOD_7 kuormat ovat siis olleet 1,3 tonnia ja 2,1 tonnia ja typpikuormat 0,3 t ja 0,5 t.

Talvikautena 2018-2019 liukkaudentorjuntaan käytettiin natriumasetaattirakeita yhteensä 4 t (n. 3,88 tonnia 100 % tuotteeksi muutettuna). Ureaa ei käytetty talvikautena 2018-2019 ollenkaan. Natriumasetaattirakeet eivät sisällä ravinteita. Natriumasetaatin käytöstä aiheutuva biologisen hapenkulutuksen (BOD_7) kuormitus oli laskennallisesti 2,0 tonnia. Arviossa natriumasetaatin BOD7 arvona on käytetty 0,52 g O2/g. (Partanen & Kiukas, 2019.)

Nykyinen ympäristöluvan mukainen urean käyttömäärä, 2,5 tonnia/talvikausi, aiheuttaisi laskennallisesti BOD_7 osalta 5,3 tonnia/talvikausi ja typen osalta 1,2 tonnia/talvikausi ympäristökuorman.

Liukkauden torjunta-aineiden lisäksi pintavesiin aiheutuu kuormitusta glykolipohjaisten jäänpoisto- ja -estoaineen käytöstä. Mikkelin lentoasemalla käytetään propyleeniglykolia sisältäviä Safewing I ja IV -kemikaaleja. Safewing I käytetään veteen sekoitettuna suhteella 1:1 ja Safewing IV käytetään sellaisenaan. Käyttömäärät ovat vaihdelleet vuosittain 0-200 litran väliltä. Jäänesto- ja poistokäsittely tehdään lentokentän asematasolla. Pesukertoja on keskimäärin 5 kpl/vuosi. Jäänpoistoainetta (tyyppi 1) ja jäänestoainetta (tyyppi 4) varastoidaan 1 000 litran häkkisäiliöissä.

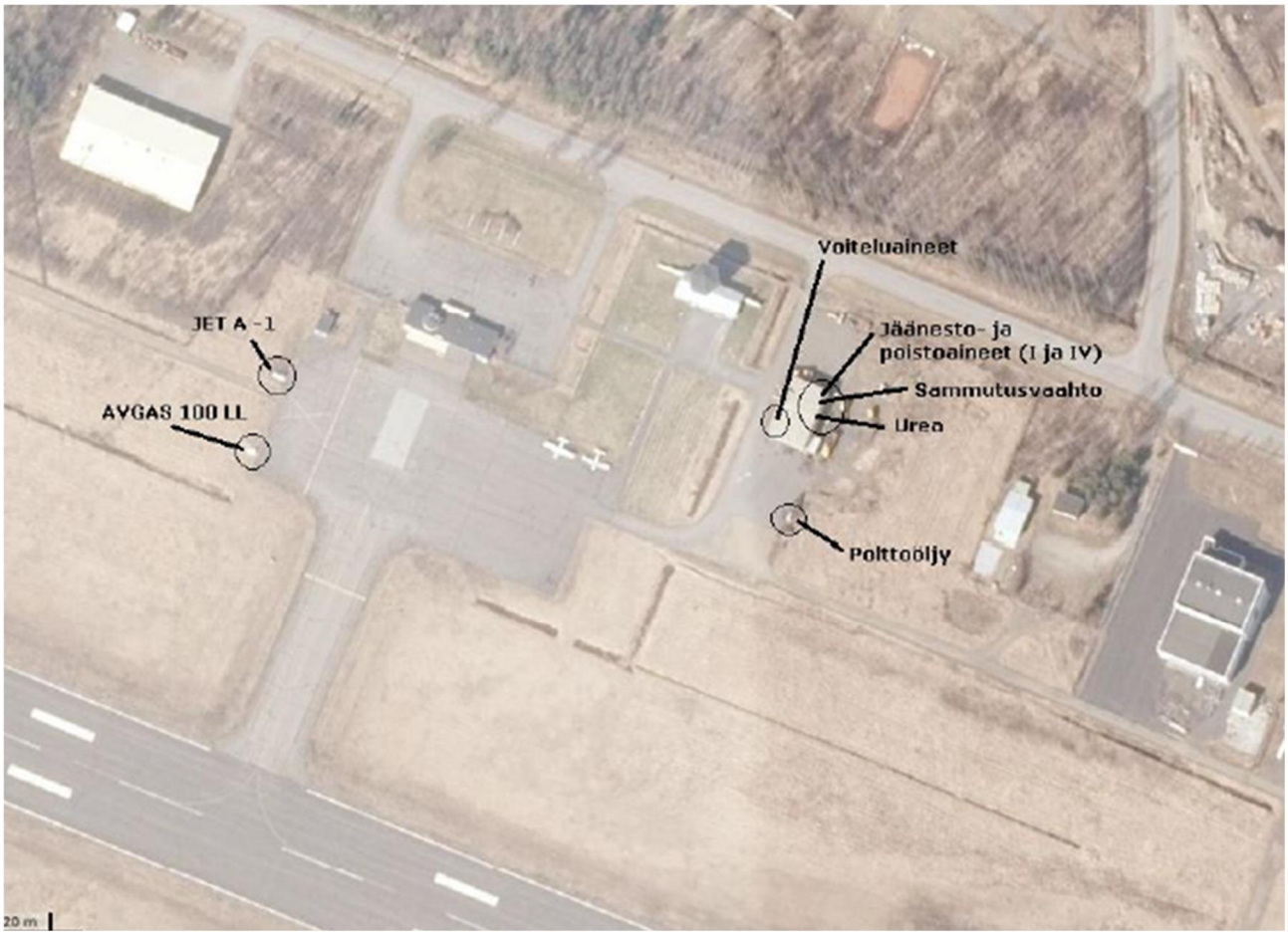
Talvikautena 2018-2019 jäänpoistoaineena käytettiin 790 litraa glykolipohjaista Safewing I kemikaalia (n. 658 kg 100% tuotteeksi muutettuna). Tuote sisältää propyleeniglykolia ja vettä. Safewing kemikaali sisältää vain vähän lisäaineista peräisin olevia ravinteita eikä siitä katsota syntyvän kiintoaineskuormaa. Biologisen hapenkulutuksen arvona on käytetty Safewing tyypin 1-nesteelle käyttötiedotteessa annettua BOD5 -arvoa (0,6 g O2/g), joka on muunnettu BOD7 -arvoksi (0,69 g O2/g). Laskennallisesti jäänpoistoaineen käytön aiheuttaman biologisen hapen kulutuksen kuormitus oli talvikautena 2018-2019 noin 450 kg. (Partanen & Kiukas, 2019; Viljakainen, 2021.)

Lentokentällä on käytössä seuraavia kemikaaleja:

- Urea (rakeinen), kiitotien liukkauden torjunta
- Natriumasetaattirakeita, kiitotien liukkauden torjunta
- Jäänestoaine Safewing I, IV, lentokoneiden jäänpoisto ja jäänesto
- Polttoaine, autot (diesel ja bensiini)
- Polttoöljy, koneet
- Piki, kiitotien pintavaurioiden korjaus
- Sammutusvaahtoneste (kalvovaahto AFFF), pelastustyöt
- Suihkuturbiinien polttoaine, FinnHEMS- pelastushelikopteritoiminta
- Polttoaine, mäntämoottoriset lentokoneet (yleisilmailutoiminta)
- Maali, kiitotiemerkinnät (Mikkelin lentoaeman ympäristölupa, 2017, s 13.)

Lentokentällä varastoidaan asematason reunalla JET A-1 turbiinipolttoainetta 4,5 m^3 kaksoisvaipallisessa säiliössä ja AVGAS polttoainetta 8 m^3 kaksoisvaipallisesa säiliössä. AVGAS 100 LL säiliöllä ja JET A-1 säiliöllä on suoja-altaat ja säiliöt on varustettu ylitäytönestimin. Pinnanmittausjärjestelmä on manuaalinen. Säiliöt on tarkastettu vuosina 2021 ja 2022 ja säiliöt ovat A-luokkaa. (Rekistörointi-ilmoitus, 2022.)

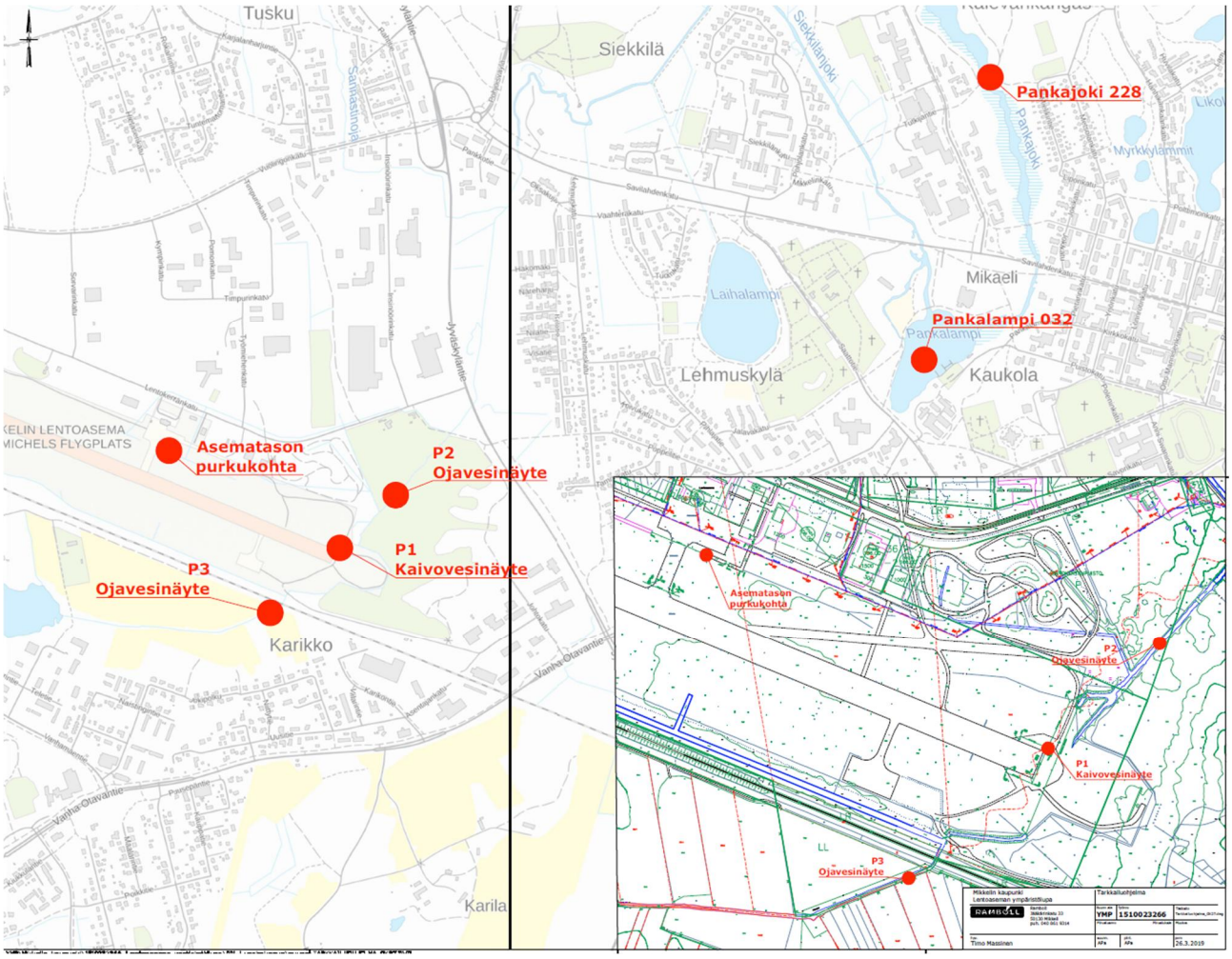
Polttoöljyä käytetään harjapuhaltimen polttoaineena ja sitä varastoidaan kunnossapitohallin lähellä sijaitsevassa maanpäällisessä 5 m^3 säiliössä (ks. kuva 6). Säiliöllä ei ole kaksoisvaippasäiliötä eikä sen yhteydessä ole suoja-allasta. Lisäksi kunnossapitohallissa säilytetään lentoaseman koneisiin tarkoitettuja voiteluaineita kutakin lajia enimmillään 10 kg. (Mikkelin lentoaeman ympäristölupa, 2017, s 13.)



Kuva 6. Kemikaalien ja polttoaineiden varastointi Mikkelin lentoasemalla (Mikkelin lentoaeman ympäristölupa, 2017, s 11).

Mikkelin lentoaseman ympäristöluvassa on esitetty velvoite pintavesien tarkkailulle. Kuvassa 7 esitetyistä tarkkailupisteistä PI, P2 ja P3, asemataso tulee ottaa näytteet kerran vuodessa keväällä huhti-toukokuussa. Pisteistä Pankajoki 228 ja Pankalampi 032 näytteet tulee ottaa kaksi kertaa vuodessa (huhti-toukokuussa ja heinä-elokuussa). (Mikkelin lentoaeman ympäristölupa, 2017, s 45; ISAVI/4763/2018. 2019,10.) Näytteistä tulee tarkkailla seuraavia asioita:

- Kaivopiste PI
  - Lämpötila, happipitoisuus, sameus, virtaaman arviointi
- OjapisteP2
  - Sähkönjohtavuus, pH, alkaliteetti, virtaaman arviointi
- Ojapiste P3
  - Biologinen hapenkulutus BOD7, kemiallinen hapenkulutus CODcr, kokonaistyppi, kokonaisfosfori, virtaaman arviointi,
- Asematason purkukohta
  - Mineraaliöljypitoisuus (öljyhiilivedyt)
- Pankajoki 228 ja Pankalampi 032
  - Lämpötilä, happipitoisuus, sameus, sähkönjohtavuus, pH, alkaliteetti, biologinen hapenkulutus, kemiallinen hapenkulutus, kokonaistyppi, kokonaisfosfori.



Kuva 7. Mikkelin lento-aseman ympäristöluvan mukaisen pintavesien velvoitetarkkailun näytepisteiden sijainti (Hyytiäinen, 2020).

Lähteet:

Mikkelin lentoaseman ympäristölupa. 2017. ISAVI/971/2016. 56 s.

Mikkelin lentoaseman ympäristöluvan 23.2.2017 nro 8/2017/1 urean käyttöä koskevan lupamääräyksen 2 muuttaminen ja toiminnanaloittamislupa. 2019. ISAVI/4763/2018. 14 s.

Hyytiäinen, Teijo. 2020. Mikkelin lentokenttä, pintavesitarkkailu 2020; tarkkailuraportti. Ramboll Finland Oy, 9 s

Kahilakoski, Sami. 2021. Lentoaseman johtaja. Mikkelin kaupunki. [puhelinhaastattelu 11.3.2021]

Partanen, aki; Kiukas, Iiro. 2019. Mikkelin lentoasema ympäristövaikutukset, Liukkaudentorjunta- ja jäänpoistoaineista vesiin kohdistuva teoreettinen kuorma. Ramboll Finland Oy.

Rekisteröinti-ilmoitus 30.5.2022. 2022.

Hanski, Ari; Hakala, Anni; Kiukas, Iiro; Massinen, Timo. 2017. Raportti: Selvitys urean käytöstä Mikkelin lentoasemalla. Ramboll Finland Oy. 10 s.

Viljakainen, Kari. 2021. Kuljettaja. Mikkelin Lentoasema. [Sähköpostiviesti 11.3.2021]

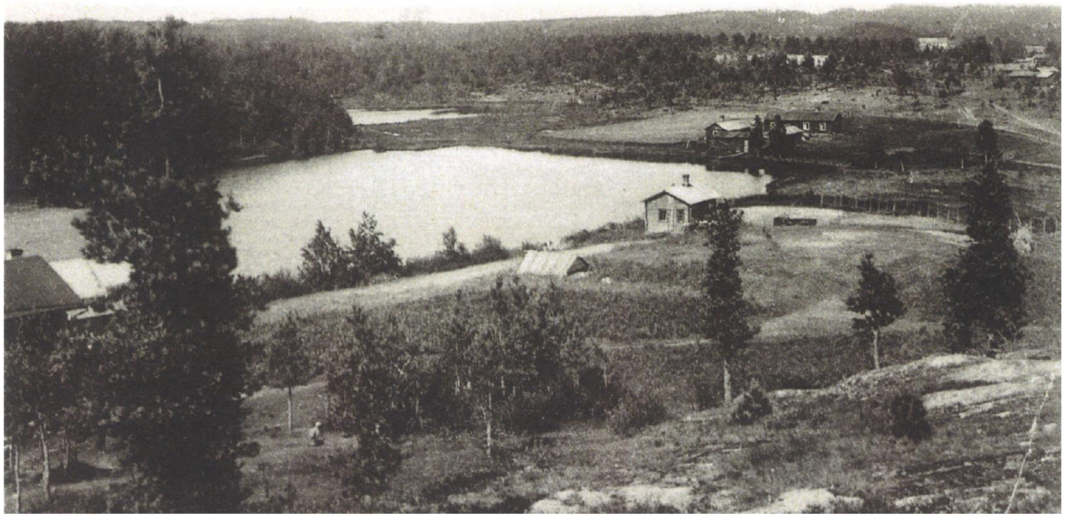
LIITE 17

Likolampi

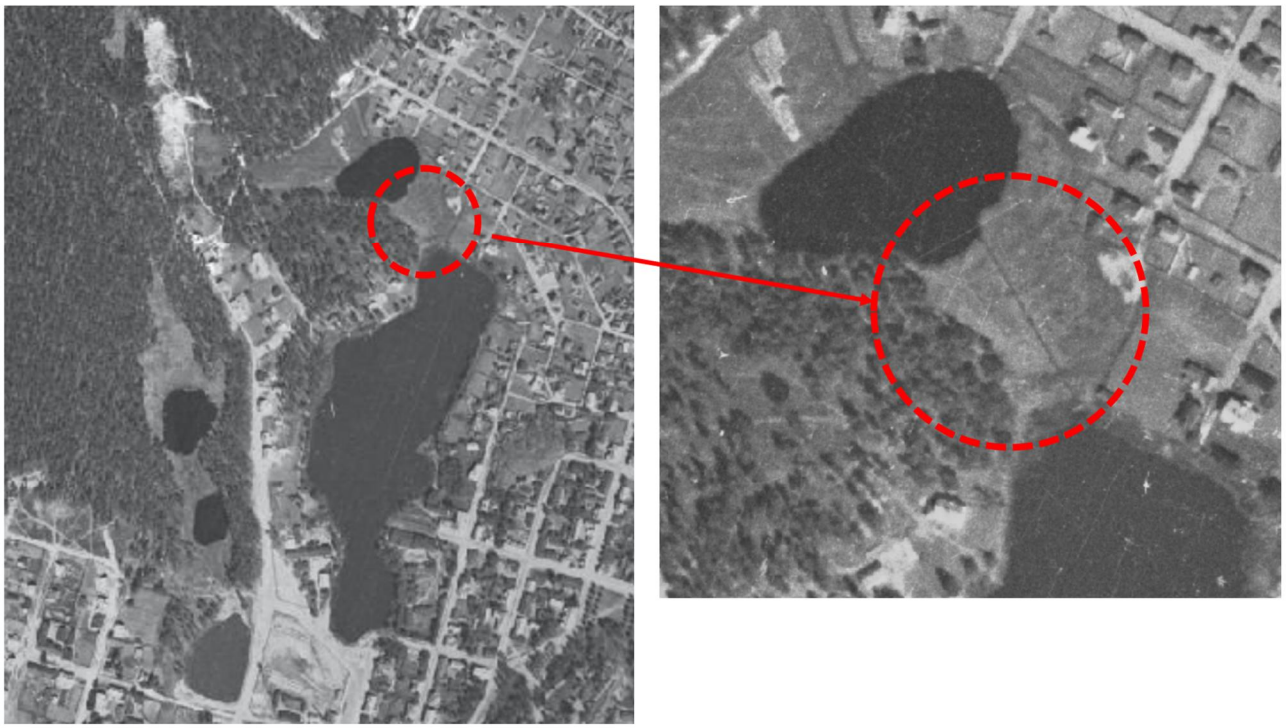
Likolampi on Hanhikankaan pohjavesialueella sijaitseva noin 5 ha:n kokoinen suppalampi. Sen tilavuus on noin 154 000 m3, keskisyvyys 2,9 m ja suurin syvyys 5,8 m. Likolammen pohjasedimentin paksuus on paikoin jopa 5-6 metriä. (Tikka, 1997, 1). Likolammella ei ole tulo- eikä lähtöuomia. Lampi saa vetensä sen noin 16,8 ha + 5 ha kokoiselta valuma-alueelta ja ilmeisesti osittain Hanhikankaan pohjavesiesiintymästä ja suotautumalla pienestä Likolammesta. Likolammesta vesi poistuu haihtumalla ja Hanhikankaan pohjavesiesiintymään.

Likolammen ja Pienen Likolammen yhteys

Likolammen pinta on ollut vuosisadan alussa korkeammalla, samalla korkeudella Pienen Likolammen kanssa. Lampien välinen oja tasasi tuolloin vedenpinnan lampien välillä. 1900 -luvun alussa otetusta kuvasta (kuva 2 ja 3) näkyy lampien välinen suo ja lampia yhdistänyt oja. Oja umpeutui myöhemmin ja Pienen Likolammen pinta oli Isoa Likolampea korkeammalla. Usko Hölttä kaivoi ojan uudelleen auki viljellessään suoaluetta lammen rannalla. Näiden tapahtumien ajankohdasta ei ole tarkkaa tietoa. Vielä 1950 -luvulla suoalueen poikki kaivettu oja yhdisti lammet. (Haapasaari, 2012, s 4). Yhteys hävisi Lamminmäenkadun rakentamisen yhteydessä. Lamminmäenkatu on tehty piirustusten perusteella täyttöjen päälle. Paikan päällä tehdyn tarkastelun perusteella katu ei ole juurikaan painunut, joten täytöt on tehty mahdollisesti louheesta, jolla on saatu riittävä kantavuus. Louhe taas johtaa hyvin vettä, joten on mahdollista, että Iso Likolampi saa vettä myös Pienen Likolammen puolelta katupenkereen läpi suodattumalla. Pienen Likolammen vedenpinta on ison Likolammen vedenpintaa korkeammalla. Tähän ilmiöön viittaisi Ison Likolammen pohjoisen puoleisen päädyn rehevä vesikasvillisuus.



Kuva 1. Ison Likolammen pohjoispäää 1900 -luvun alussa. Taustalla lampia erottava suo ja Pieni Likolampi. Likolampia yhdisti oja, joka tasasi lampien pinnat. (Haapasaari, 2012, s 21).



Kuva 2. Likolammmen ilmakuva vuodelta 1933 maanmittauslaitoksen beta-karttapalvelusta otettuna.

Likolampi -pohjavesiyhteys

Likolammen pohjavesiyhteyttä Hanhikankaan pohjavesialueeseen ei tunneta kunnolla. Tällä hetkellä Likolammen vedenkorkeus ei näyttäisi vaihtelevan kovin paljon. Likolammen vedenpinta on kuitenkin ollut aiemmin nykyistä huomattavasti korkeammalla.

Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirin tiedon mukaan Likolammen vedenpinta laski 1930-luvulla jostain syystä lähes kaksi metriä, mikä aiheutti happikatoja ja nopeutti ilmeisesti oleellisesti

rehevöitymiskehitystä. (Tikka, 1998, 12.) Likolammen rannalla on havaittavissa nykyisen rantaviivan lisäksi kaksi ylempää rantaviivaa. Ylin rantaviiva vaikuttaa olevan noin kaksi metriä nykyistä korkeammalla ja se edustanee alkuperäistä tilannetta. Likolammen vedenpinnan nopea lasku saattaa johtua Hanhilammen luusuan pohjapadon purkamisesta seuranneesta pohjavedenpintojen nopeasta alenemisesta. Mikkelin vesilaitoksen historiikin mukaan Hanhikankaan pohjavesialueen pohjavedenpinnan korkeus alkoi 1939 toukokuun jälkeen laskea huomattavasti ja seuraavan vuoden loppuun mennessä tilanne oli jo vedenotonkannalta huolestuttava. Tilannetta seuranneissa pohjavesitutkimuksissa todettiin, että pohjavesi virtasi vedenottamoon suurimmaksi osaksi suoraan lännestä päin Hanhilammen suunnalta. Hanhilammesta kymmenen vuotta aikaisemmin Hanhijoen perkaamisen yhteydessä purettu pato rakennettiin uudelleen, jotta veden saanti voitiin turvata. (Leikas,1981, s32.) Likolammen pinta ei kuitenkaan enää palautunut ennalleen. Likolammen pinta nousi ilmeisesti kuitenkin Hanhikankaan vedenottamon ollessa pois käytöstä vuosina 1959-1968. 1930 -luvulla tapahtuneen Likolammen vedenpinnan korkeuden nopean laskun parempi ymmärtäminen vaatisi lisätutkimuksia alueella.

Likolammen kunnostukset

Likolampea on yritetty kunnostaa eri aikoina ravintoverkkokunnostuksen tyyppisillä tekniikoilla sekä erilaisilla mekaanisilla, että kemiallisilla kunnostutekniikoilla. Osa hankkeista on perustunut luonteeltaan kokeiluasteella oleviin menetelmiin kuten 2001 tehty pohjan pöyhintä. Vuonna 2012 tehtiin lammella kokeiluluonteisena hankkeena polyalumiinikloridiin perustuva ravinteiden saostaminen. Hankkeella saavutettiin odotettu tilapäinen ravinnearvojen ja tuotantotasoon liittyvä paraneminen, mutta tilanne palautui käytännössä reilun vuoden kuluessa ennalleen.

Likolammella tehtyjä kunnostustoimenpiteitä ja tutkimuksia:

- Likolammen eteläpäästä poistettiin matala kynnys ilmastuksen tehokkaan toiminnan varmistamiseksi vuonna 1991 (Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri)
- Lammen ilmastuksen aloittaminen Neutrox ilmastimellea 1991 touko-kesäkuussa (Mikkelin kaupungin teknisen viraston puisto- ja puhtaanapitotoimisto)
    - Katkoksia toiminnassa 1991 heinä-lokakuussa ja vuonna 1992 heinäkuussa ja syksyllä sekä 1993 maalis- ja toukokuussa. 1995 kesällä ilmastin oli myös koeluontoisesti pois päältä 15.5.-13.9. välisenä aikana.
- Kunnostuksen seurantaan liittyvät vedenlaatu- ja sedimenttitukimukset vuosina 1990-1995 (Mikkelin seudun ympäristökeskuksen vesitutkimuslaitos)
- Pohjaeläinselvitykset vuonna 1990 (Jyväskylän yliopisto)
- Pohjaeläinselvitykset vuonna 1994 (Saimaan ja Kokemäenojan vesistön vesiensuojeluyhdistykset. (Tikka, 1995, s. 1-2.)
- Hoitokalastukset vuosina 1995-97, jonka osana petokalojen siirtoistutus (Etelä-Savon ympäristökeskus, Mikkelin seudun ympäristökeskus) (Tikka, 1997, s. 1)
- Pohjan pöyhintä noin vuonna 2001
- Kemikaliointi vuonna 2012

Lähteet (Likolampi):

Haapasaari, Leena. 2012. Mikkelin Iso Likolampi ja elämää sen rannoilla. 52 s.

Leikas, Jaana. 1981. Mikkelin kaupungin vesi- ja viemärilaitos 1911-1981, Historiikki. 63 s.

Maanmittauslaitos, beta karttapalvelu. 2021. Mikkelin ilmakuva vuodelta 1933. [Viitattu 2.12.2021] Saatavissa: https://beta-karttakuva.maanmittauslaitos.fi/wms_ortokuva_time_wcs_wfs3_backend.html?backend=mapserver

Rautio, Juha. 2011. Mikkelin Pursialan pohjavesialueen haitta-aineet. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Tikka, Juha. 1995. Limnologi. Mikkelin seudun ympäristökeskus. Likolammen kunnostuksen vesistöseuranta.ISBN 952-9861-20-6. 11 s.

Tikka, Juha. 1997. Limnologi. Mikkelin seudun ympäristökeskus. Likolammen kunnostuksen vesistövaikutusseuranta 1997. ISBN 952-9861-37-0. 9 s.

Tikka, Juha. 1998. Mikkelin kaupungin raakavedenoton kannalta tärkeiden vesistöjen veden laatu vuosina 1995–1997. Oswald Interkopio Oy. Mikkeli. Mikkelin seudun ympäristökeskuksen julkaisuja 8/1998. 15 s. ISBN 952-9861-46-X, ISSN 1456-0321

LIITE 18: Toimenpidesuositukset		Vastuutahot	
Riskiä aiheuttava toiminta	**Toimenpide**	**Varautumissuunnitelma**	**Toimenpiteet**
VAK teillä/kaduilla	Liikenneturvallisuuspuutteiden korjaaminen, Hallintaratkaisut mahdollisen onnettomuuden varalle, Varautumissuunnitelma onnettomuuden varalle	Pelastuslaitos, ELY, kaupunki, Ymp.palvelut, vesilaitos	ELY keskus ja kaupunki
VAK rautatiellä	Hallintaratkaisut mahdollisen onnettomuuden varalle, Varautumissuunnitelma onnettomuuden varalle	Pelastuslaitos, ELY, kaupunki, Ymp.palvelut, vesilaitos, VR	VR ja kaupunki
Teiden suolaaminen	Jyväskyläntien suolauksessa siirtyminen kaliumformiaatin käyttöön		ELY-keskus
Teollisuusalueet	Alueella toimivan teollisuuden selvittäminen, Varautumissuunnitelma teollisuusalueelle sattuvan onnettomuuden varalle, Hulevesien hallintaratkaisut ja sulutukset tonteilla ja kaupungin alueilla ennen vesistöön purkua	Kaupunki ja toimijat ja pelastuslaitos	Kaupunki ja toimijat
Maanviljely	Torjunta-aineiden tutkiminen pintavesistä erityisesti Hanhilammesta, Mikäli pintavesistä löytyy torjunta-aineita, laaditaan ohjeistus torjunta-aineiden käytöstä kaikille tiedossa oleville torjunta-aineiden käyttäjille		Kaupunki ja ELY-keskus, Ymp. Palvelut, viljelijät
Muodostuvan pohjaveden määrän estyminen/tyrehtyminen	Kalevankankaan entisen koulun alueen säilyttäminen pohjavedenmuodostumis tarkoituksessa puistomaisena alueena. Tekopohjaveden muodostamismahdollisuuden tutkiminen Kalevankankaan entisen koulun alueella. Tiiveysrakentaminen ei ohjaavana tekijänä alueen kehittämisessä		Kaupunki
Hulevedet	Hulevesienhallinnan (viivttyminen ja käsittely) parantaminen Hanhilammen valuma-alueella (3 -portainen hallinta) korkeiden ja kohonneiden haavoittuvuusluokkien alueilla, Sannastinpuron suunnan ja teollisuusalueiden erityishuomiointi, Hulevesiä hallinnoivan työryhmän perustaminen		Kaupunki ja Ymp.palvelut, ELY-keskus, vesilaitos, XAMK
Ilmastonmuutos	Datalockerien käyttäminen pohjaveden muutosten analysoinnissa, Rantaimeytymisen tarkempi tutkiminen ja selvitykset tekopohjaveden muodostamisesta		Vesilaitos
Laatupoikkeamat rantaimeytyvän veden laadussa	Geenimarkkeritestit lämpökestoisten koliformisten bakteerien lähteen selvittämiseksi, Pankalammen kunnostus ilmastuksella		ELY-keskus ja Ymp.palvelut, Kaupunki
Likolampi	Likolammen jatkokunnostuksen selvittäminen, Likolammen ilmastuksen jatkaminen		Vesilaitos, Ymp.palvelut, ELY-keskus, Kaupunki
Öljysäiliöt	Öljysäiliöiden kunnon selvittäminen erityisesti pohjavesialueella		Ymp.palvelut ja pelastuslaitos ja rakennusvalvonta
Golf kenttä	Torjunta-aineiden mittaaminen pintavesistä erityisesti Hanhilammesta, Mikäli pintavesistä löytyy torjunta-aineita, laaditaan ohjeistus torjunta-aineiden käytöstä kaikille tiedossa oleville torjunta-aineiden käyttäjille		Ymp.palvelut ja ELY keskus, Golf kentän edustajat
Huoltoasemat	Varautumissuunnitelma onnettomuustilanteen varalle	Ympäristöpalvelut ja pelastuslaitos ja kaupunki ja huoltoaseman edustaja	
Lentokenttä	Varautumissuunnitelma onnettomuustilanteen varalle, Huleveien hallintaratkaisuiden kehittäminen osana hulevesien ja onnettomuuksien hallintaa	Kaupunki ja Ympäristöpalvelut ja pelastuslaitos	Kaupunki
Jätevesiviemärit	Paineviemäreiden kunnon kartoitus ja mahdollinen saneeraaminen		Mikkelin vesilaitos
Jätevesi-pumppaamot	Siekkilän jätevesipumppaamon varavoiman kytkemismahdollisuuden rakentaminen		Mikkelin vesilaitos
Katujen suolaaminen	Katujen suolauksen lopettaminen Hanhikankaan pohjavesialueella		Mikkelin kaupunki

Kaukolämpö	Kaukolämpöveden pohjavesivaikutusten selvittäminen		ESE
Matti-rekisterikohteet	Pohjavesialueella olevien MATTI -kohteiden tilan selvittäminen ja kunnostuksen edistäminen, Hanhilammen valuma-alueella sijaitsevien MATTI -kohteiden mahdollisen pohjavesiuhan selvittäminen		ELY-keskus ja Ympäristöpalvelut ja kaupunki ja toimijat ja vesilaitos
Sähkömuuntamot	Muuntamoiden suoja-altaiden asennus niille, joilta se puuttuu ja tarvitaan, Uudet muuntamopaikat Savilahdenkadun muuntamoille		ESE ja kaupunki
Hautausmaat	Rouhialan hautausmaan vaikutuksen selvittäminen pienen Likolammen tilaan		ELY-keskus ja Ympäristöpalvelut ja Vesilaitos
Metsätalous	Sannastinpuron suunnan kuormituksen tutkiminen ja vähentäminen esimerkiksi hyödyntämällä metsien kunnostusojituksessa laskeutusaltaita ja kaivukatkoja, Lannoitteiden käytön ja avohakkuiden sekä raskaan maanmuokkauksen välttäminen pohjavesialueella		ELY, kaupunki ja Ympäristöpalvelut ja toimijat
Maa-ainestenotto	Hanhikankaan pohjavesialueella sijaitsevan maa-ainestenottoalueen kunnon selvittäminen, mahdollinen kunnostus ja viimeistely, Vuohiniemi-Haukilampi pohjavesialueen ottoalueiden maisemoinnin huolehtiminen.		Ympäristöpalvelut, ELY, toimijat