



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto



Järviveden happamoitumiseen vaikuttavat tekijät

Tulokset: 1.3.-31.8.2017

KaiHali-projekti

Hanna Runtti

17.11.2017

Sisällysluettelo

1	Taustaa	3
2	Tutkittavat järvivedet	3
3	Koesuunnitelmat	3
3.1	MODDE-koesuunnitelma	3
4	Laboratoriokokeiden suoritus	4
4.1	Liuosten valmistus	4
4.2	Näytteiden valmistus: kemikaalilisäykset ja pH-mittaus	7
5	Tulokset	8
5.1	Pyhäjärvi, Alustavat kokeet (A).....	8
5.1.1	pH-tulokset MODDE-koesunnitteluohjelmaan.....	8
5.1.2	Pullokokeet	9
5.1.3	MODDE-koesunnitteluohjelman data	10
5.2	Pyhäjärvi, Järvivesikokeet (B)	13
5.2.1	pH-tulokset MODDE-koesunnitteluohjelmaan.....	13
5.2.2	Liennut happi (DO)	14
5.2.3	MODDE-koesunnitteluohjelman data	15
5.3	Kivijärvi, Järvivesikokeet (B)	17
5.3.1	pH-tulokset MODDE-koesunnitteluohjelmaan.....	17
5.3.2	Liennut happi (DO)	18
5.3.3	MODDE-koesunnitteluohjelman data	18
5.4	Salminen, Järvivesikokeet (B)	20
5.4.2	pH-tulokset MODDE-koesunnitteluohjelmaan.....	21
5.4.3	Liuennut happi (DO)	21
5.4.4	MODDE-koesunnitteluohjelman data	22
6	Yhden kemikaalin lisäyskokeet.....	23
6.1	Pyhäjärven Junttiselkä	23
6.2	Kivijärvi	30
6.3	Salminen	36
7	Yhteenveto	38
7.1.1	Pyhäjärven Junttiselkä	38
7.1.2	Kivijärvi	39
7.1.3	Salminen	40

1 Taustaa

Kivijärvi on yksi Talvivaaran kipsisakka-altaan vuodon jälkeen saastuneista järvistä. Saastuneiden järvien alin vesikerros on suolainen, metallipitoinen ja vähähappinen. Koska järviveden vesikerrosten tiheyserot ovat suuret, lämpötila ja tuulet eivät enää pysty sekoittamaan vesikerroksia. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten alusveden sisältämät eri aineet mm. metallit vaikuttavat järviveden happamoitumiseen veden hapettumisen yhteydessä. Kokeita tehtiin myös hapettomissa olosuhteissa (typpi-ilmakehässä). Kokeet suoritettiin lisäämällä eri aineita, kuten metalleja järviveteen ja seuraamalla liuoksen pH:ta sekä liuennutta happea (DO). Lisäskokeissa käytetyt aineet olivat rauta (Fe^{2+} , Fe^{3+}), kalsium (Ca^{2+}), humushappo, typpi (N), rikki (S^{2-}), fosfori (P^{5+}), mangaani (Mn^{2+}), alumiini (Al^{3+}) sekä järven pohjasedimentti. Tutkittavat järvivesinäytteet olivat peräisin Pyhäjärven Junttiseltä, Kivijärvestä ja Salmisesta.

2 Tutkittavat järvivedet

Järvivesinäytteitä otettiin kolmesta eri järvestä (Pyhäjärven Junttiseltä, Kivijärvi ja Salminen) läheltä järven pohjaa (Taulukko 1). Lisäksi otettiin myös järven pohjasedimenttiä.

Taulukko 1. Tutkittavat järvivedet ja näytteiden hakupäivämäärät.

Järvivesinäyte	Näyte otettu	Syvyys (m)	Näytemäärä	Sedimentti
Pyhäjärvi (Junttiseltä)	Tuotu Kuopiosta 2.3.17	7	n. 5 L	Ei otettu
Pyhäjärvi (Junttiseltä)	14.3.2017	7	10 L	Otettu
Pyhäjärvi (Junttiseltä)	25.4.2017	7	n. 10 L	Ei otettu
Kivijärvi	15.3.2017	7	10 L	Otettu
Kivijärvi	12.4.2017	7	n. 10 L	Ei otettu
Salminen	16.3.2017	7	10 L	Otettu

3 Koesuunnitelmat

Kokeet suoritettiin kahden eri suunnitelman mukaisesti. MODDE-koesuunnitelman avulla tehtiin koesuunnitelma aineiden lisäyksille. Lisäksi eri aineita lisättiin yksitellen.

3.1 MODDE-koesuunnitelma

Koesuunnitelma laadittiin MODDE-koesuunnitteluohjelman avulla. Lisättävät aineet olivat rauta (Fe^{2+} ja Fe^{3+}), kalsium (Ca^{2+}), liuennut orgaaninen hiili, typpi (ammonium ja nitraatti), sulfidi (S^{2-}), fosfori (P^{5+}), mangaani (Mn^{2+}) ja alumiini (Al^{3+}) sekä sedimentti. Pyhäjärven Junttiseltän järvivedelle on tehty varsinaisten järvivesikokeiden lisäksi aiemmin myös alustavat kokeet. Jatkossa alustavista kokeista käytetään merkintää A ja varsinaisista järvivesikokeista B. Taulukossa 2 on esitetty MODDE-koesuunnitteluohjelmaan syötetyt parametrit sekä halutut pitoisuudet alustavissa kokeissa (A) sekä varsinaisissa järvivesikokeissa (B). Liitteillä 1-4 on esitetty suunnitelmat (A ja B), jotka MODDE-

koesuunnitteluohjelma antoi annettujen parametrien pohjalta. Alustavissa kokeissa MODDE-koesuunnitteluohjelmassa näytteiden lukumäärä oli 76 näytettä ja varsinaisissa kokeissa 105 jokaiselle tutkittaville järvivedelle.

Taulukko 2. MODDE-koesuunnitteluohjelmaan syötetyt lisättävät aineet ja niiden teoreettiset sekä todelliset pitoisuudet 50 mL:n näytepullossa. A: Alustavat kokeet, B: Järvivesikokeet.

Lisättävä aine	Teoreettiset pitoisuudet (mg/L) (Näytetilavuus: 50 mL)	Teoreettiset pitoisuudet (mg/L) (Näytetilavuus: 40 mL)	Todelliset pitoisuudet (mg/L) (Näytetilavuus 40 mL)
	A	B	B
Fe ²⁺	5 & 10	25 & 50	50 → 630
Fe ³⁺	5 & 10	25 & 50	50 → 37
Ca ²⁺	25 & 50	250 & 500	500 → 449
DOC	15 & 30	10 & 20	20 → 17 (TOC: 19)
N	5 & 10	5 & 10	10 → 10
S ²⁻	5 & 50	50 & 100	100 → 9.6
P ⁵⁺	5 & 10	2.5 & 5	5 → 4.7
Mn ²⁺	-	5 & 10	10 → 9.8
Al ³⁺	5 & 10	2.5 & 5	5 → 6.1
Sedimentti	-	Mukana/Ei-mukana	

4 Laboratoriokokeiden suoritus

4.1 Liuosten valmistus

Valmistettiin sopivat kantaliuokset (1, 3, 5, 10 tai 50 g/L), joista pipetoitiin sopiva määrä 50 mL:n falconputkiin, jotta saatiin haluttu pitoisuus lisättävälle aineelle. Orgaanisen hiilen lähteenä käytettiin synteettistä humushappoa (Sigma Aldrich). Taulukoissa 3 ja 4 on esitetty käytetyt suolat, kantaliuosten pitoisuudet, aineiden pitoisuudet näyteputkessa sekä kantaliuosten tilavuudet, jotka lisättiin 50 mL:n falconputkiin alustavissa kokeissa (A), varsinaisissa järvivesikokeissa (B) sekä yksittäiskemikaalilisäyskokeissa. Kaikki kantaliuokset valmistettiin milli-Q veteen paitsi FeF₂, joka valmistettiin järviveteen. Kuvassa 1 on esitetty valmistettuja kantaliuoksia.

Taulukko 3. Suolat, joista kantaliuokset valmistettiin, lisätyn aineen (tummennettuna suolassa) pitoisuus kantaliuoksessa ja lisäykset 50 mL:n falcon putkeen. Alustavat kokeet (A).

Suola, josta liuos valmistettiin	Kemiallinen kaava	Kantaliuos (g/L)	Lisätyn aineen pitoisuus 50 mL:ssä järvi-vesinäytettä (mg/L)	Lisättävä kantaliuoksen määrä 50 ml:n falconputkeen (mL)
Rautasulfaatti	Fe(II)SO ₄ *7H ₂ O	1	5	0.25
			10	0.5
Rautakloridi	Fe(III)Cl ₃	1	5	0.25
			10	0.5
Kalsiumhydroksidi	Ca(OH) ₂	1	25	1.25
			50	2.5
Humushappo	DOC	1	15	0.25
			30	0.5
Ammoniumnitraatti	NH ₄ NO ₃	1	5	0.25
			10	0.5
Natriumsulfidi	Na ₂ S*xH ₂ O	1	25	1.25
			50	2.5
Kaliumdivetyfosfaatti	KH ₂ PO ₄	1	5	0.25
			10	0.5
Alumiinioksidi	Al ₂ O ₃	1	5	0.25
			10	0.5

Taulukko 4. Suolat, joista kantaliuokset valmistettiin, lisätyn aineen (tummennettuna suolassa) pitoisuus kantaliuoksessa ja lisäykset 50 mL:n falcon putkeen näytetilavuuden ollessa 40 mL. Varsinaiset järvivesikokeet (B) sekä yksittäiskemikaalilisäykset.

Suola, josta liuos valmistettiin	Kemiallinen kaava	Kantaliuos (g/L)	Lisätyn aineen pitoisuus 50 mL:ssä järvivesinäytettä (mg/L)	Lisättävä kantaliuoksen määrä 50 ml:n falconputkeen (mL)
Rauta(II)fluoridi	Fe(II) F ₂	5	25	1
			50	2
Rauta(III)kloridi	Fe(III) Cl ₃	1	25	0.2
			50	0.4
Kalsiumhydroksidi	Ca(OH) ₂	50	250	0.2
			500	0.4
Liennut orgaaninen hiili	DOC	5	10	0.08
			20	0.16
N-fraktiot, ammoniumnitraatti	NH ₄ NO ₃	5	5	0.04
			10	0.08
Natriumsulfidi	Na ₂ S*xH ₂ O	10	50	0.2
			100	0.4
Kaliumfosfaatti	K ₃ PO ₄	5	2.5	0.02
			5	0.04
Mangaanibromidi	Mn Br ₂ +4H ₂ O	5	5	0.04
			10	0.08
Alumiinisulfaatti	Al ₂ (SO ₄) ₃	5	2.5	0.02
			5.0	0.04



Kuva 1. Valmistettuja kantaliuoksia.

4.2 Näytteiden valmistus: kemikaalilisäykset ja pH-mittaus

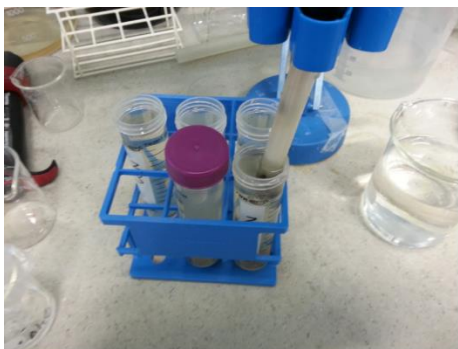
Liitteillä 3 ja 4 on esitetty MODDE-koesuunnitteluohjelman laatimat täydelliset koesuunnitelmat. Lisäksi taulukoissa on esitetty näyteputken (50 mL:n falconputki) lisättyjen kemikaalien sekä järiveden määrä. Näytemäärä alustavissa kokeissa (A) oli 76 ja varsinaisissa järvidesikokeissa (B) 105 jokaiselle järvidesinäytteelle. Kuvassa 2 on esitetty valmistetut näytteet ja kuvassa 3 pH:n mittausta. Seuraavassa esitetty tarkemmin koejärjestelyt alustavissa kokeissa (A) sekä varsinaisissa kokeissa (B).

Alustavat kokeet (A): Näytteet valmistettiin siten, että ensin pipetoitiin tarvittava määrä järvivettä 50 mL:n näyteputkiin. Tämän jälkeen tehtiin kemikaalilisäykset ja näyteputket ravistettiin hyvin ja mitattiin pH:t. Näytteet säilytettiin jääkaapissa. pH:ta seurattiin kahden päivän ajan. Lisäksi järiveden pH:ta seurattiin kahden päivän ajan 100 ml:n ja 250 mL:n näytepurkeista sekä 50 ml:n falconputkista.

Järvidesikokeet (B): Näytteet valmistettiin siten, että ensin pipetoitiin tarvittava määrä järvivettä 50 mL:n näyteputkiin. Tämän jälkeen tehtiin tarvittavat kemikaali- ja sedimenttilisäykset. Kahdenarvoinen rauta lisättiin liukseen viimeisenä, koska tällä tavoin haluttiin varmistua siitä, että rauta ei hapettuisi heti kolmen arvoiseksi. Tästä syystä myös rautafluoridikantaliuos tehtiin juuri ennen kuin sitä alettiin listä näyteputkiin. Heti rautafluoridin lisäyksen jälkeen korkit suljettiin, ravistettiin voimakkaasti ja laitettiin näytteet jääkaappiin 2 tunnin ajaksi. Tämän jälkeen näytteet otettiin jääkaapista ja mitattiin niiden pH sekä DO arvot. pH ja DO mitattiin myös uudelleen useiden päivien jälkeen ensimmäisestä mittauksesta.



Kuva 2. a) ja b) Järvivesinäytteitä, joissa kemikaalilisäykset.



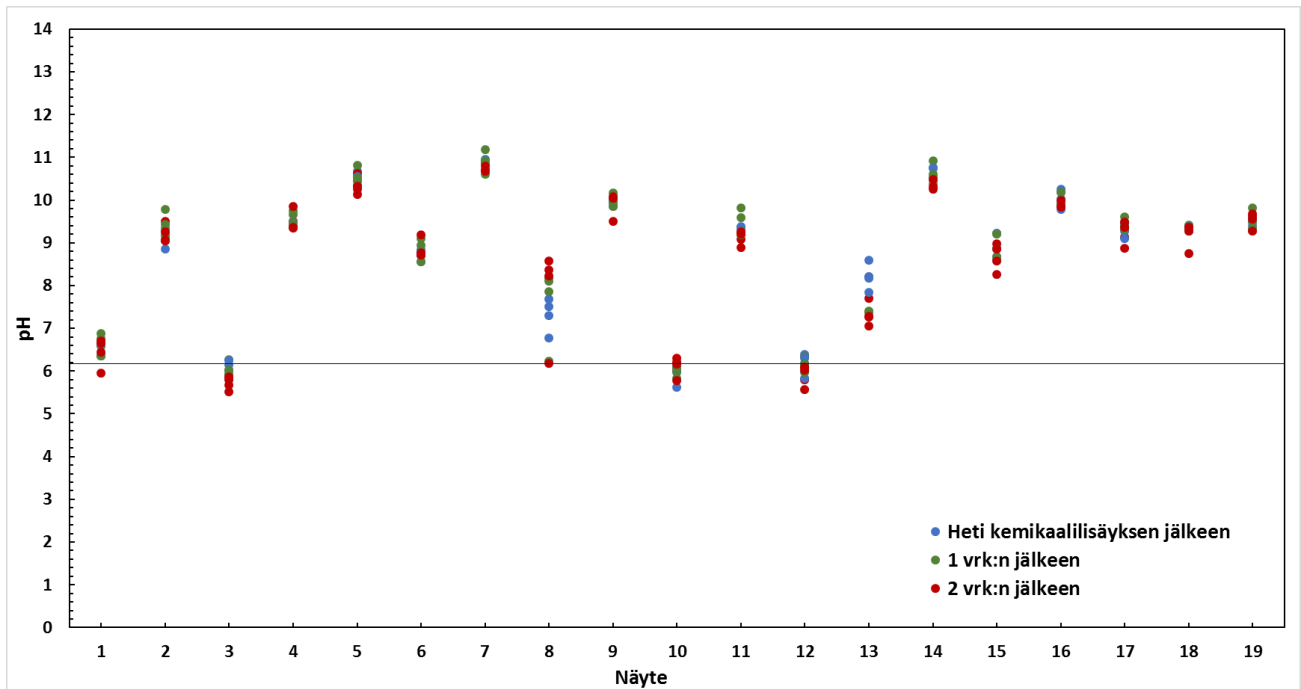
Kuva 3. pH:n mittausta 50 mL:n falconputkesta.

5 Tulokset

5.1 Pyhäjärvi, Alustavat kokeet (A)

5.1.1 pH-tulokset MODDE-koesunnitteluohjelmaan

Kuvassa 4 on esitetty pH-arvot näytteille 1-76 kemikaalilisäyksen jälkeen (osassa U perässä, tarkoittaa uusintakoetta, koska alkuperäinen näyte epäonnistunut). Nollanäytteitä (ei sisällä kemikaalia) ovat näyttenumerot N1, N20, N39, N58. Sininen viiva kuvastaa järvivesinäytteen keskimääräistä pH-arvoa ilman kemikaalilisäystä. Näytteiden pH-arvon muutosta seurattiin 2 vuorokauden ajalta. pH-mittauksissa eri päivien välillä ei kovin suurta eroa ole. Joidenkin näytteiden tapauksessa on havaittavissa pientä vaihtelua, mutta vaihtelut voivat selittyä myös mittausvirheellä.



Kuva 4. pH-arvon muutos heti kemikaalilisäyksen jälkeen. pH:t mitattu myös 1 vrk:n ja 2 vrk:n jälkeen. Nollanäytteitä ovat näytteet näyttenumeroilla N1, N20, N39, N58. Sininen viiva kuvastaa järiveden keskimääräistä pH-arvoa ennen kemikaalilisäystä.

5.1.2 Pullokokeet

Taulukossa 5 on esitetty järiveden pH-erot kahden päivän ajalta. Kokeet tehtiin kahdessa erikokoisessa näytepullossa (100 mL ja 250 mL). Lisäksi vertailuna on esitetty pH:n muutos 50 ml:n falconputkista. Tuloksista havaitaan, että näytepullon koko vaikuttaa jonkin verran järvivesinäytteen pH-arvoon. Suurimmissa eli 250 mL:n näytepurkissa vesi alkaa happamoitua selvemmin, sen sijaan 50 ml:n falconputkessa olevassa järvivesinäytteessä ei vaikuttaisi juurikaan tapahtuvan happamoitumista kahden päivän aikana (Paitsi näytteen N1 pH alkaa 2 vrk:n jälkeen laskea). Mittaustuloksiin saattaa vaikuttaa se, että osa näytteistä oli huoneenlämpötilassa kauemmin kuin toiset näytteet.

Taulokko 5. Pullokokeiden pH-arvot eri päivinä.

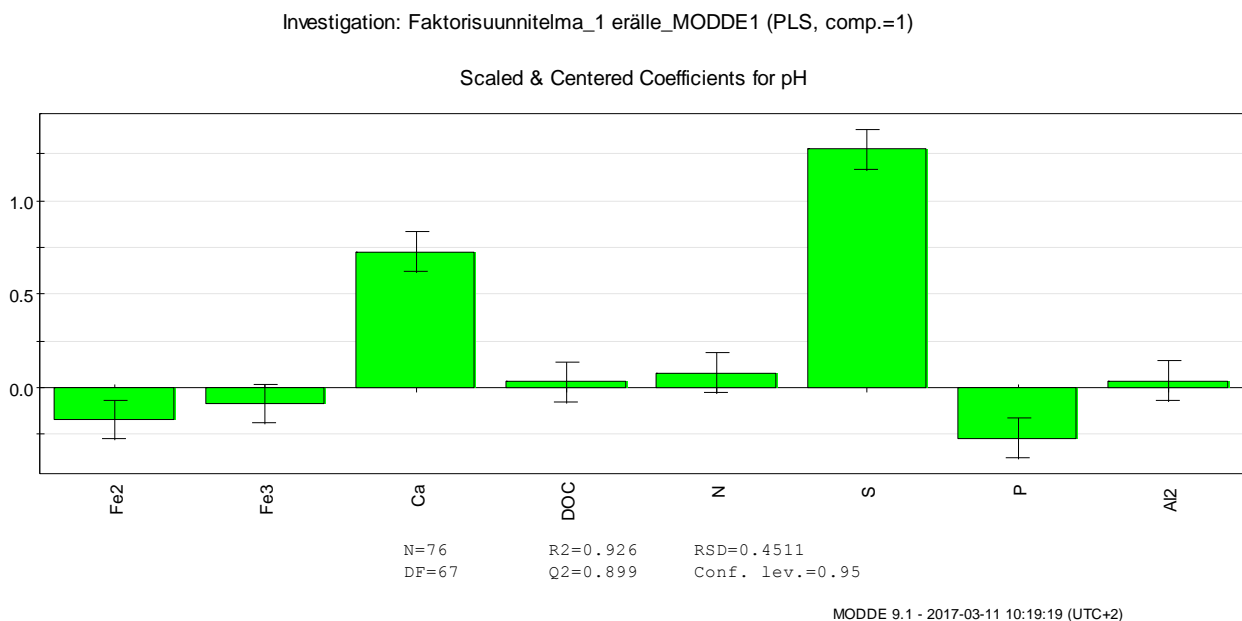
Näyte	Alku pH (mitattu pullosta 3)	1 vrk:n jälkeen	2 vrk:n jälkeen
Pullo 1 (100 mL, näytettä 90 ml)		6.65	6.53
Pullo 2 (100 mL, näytettä 90 ml)		6	5.8
Pullo 3 (250 mL, näytettä 220 ml)	6.26	5.62	5.37
Pullo 4 (250 mL, näytettä 220 ml)		5.42	5.15
N1 (50 ml:n falconputki)	6.35	6.88	5.95
N20 (50 ml:n falconputki)	6.64	6.75	6.45
N39(50 ml:n falconputki)	6.35	6.36	6.71
N58 (50 ml:n falconputki)	6.59	6.61	6.66

5.1.3 MODDE-koesunnitteluohjelman data

Seuraavassa on koottu esimerkinomaisesti millaista mallinnusdataa MODDE-koesunnitteluohjelman avulla saadaan tuotettua.

5.1.3.1 pH-arvoon vaikuttavat tekijät

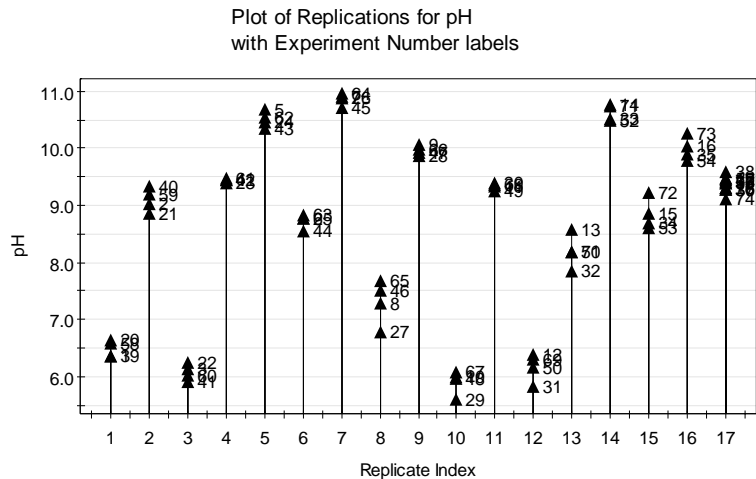
Kuvassa 5 on esitetty MODDE-koesunnitteluohjelman laatima mallinnus pH-tuloksista Pyhäjärven Junttiselän järvivedelle heti kemikaalilisäysten jälkeen. Kuvasta voidaan havaita, että kalsiumilla ja sulfidilla on eniten pH:ta kasvattava vaikutus järviveden pH-arvoon. Fosforilla ja raudalla puolestaan alentava vaikutus. Muiden aineiden vaikutus on vähäistä ja ero voi selittyä mittausvirheillä.



Kuva 5. MODDE-koesunnitteluohjelman laatima mallinnus pH-tuloksista Junttiselän järvivedelle heti kemikaalilisäysten jälkeen.

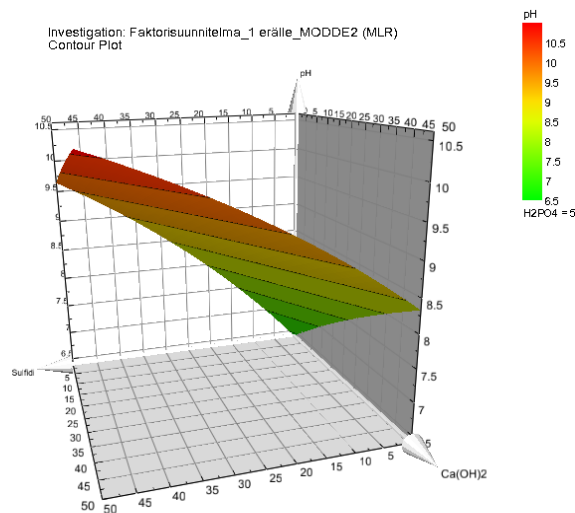
5.1.3.2 MODDE: Muu data

Kuvassa 6 on esitetty miten rinnakkaisten näytteiden pH-arvot poikkeavat toisistaan. Esim. rinnakkaisten näytteiden 65, 46, 8 ja 27 tapauksessa pH-arvoissa on havaittavissa hieman poikkeavuutta.

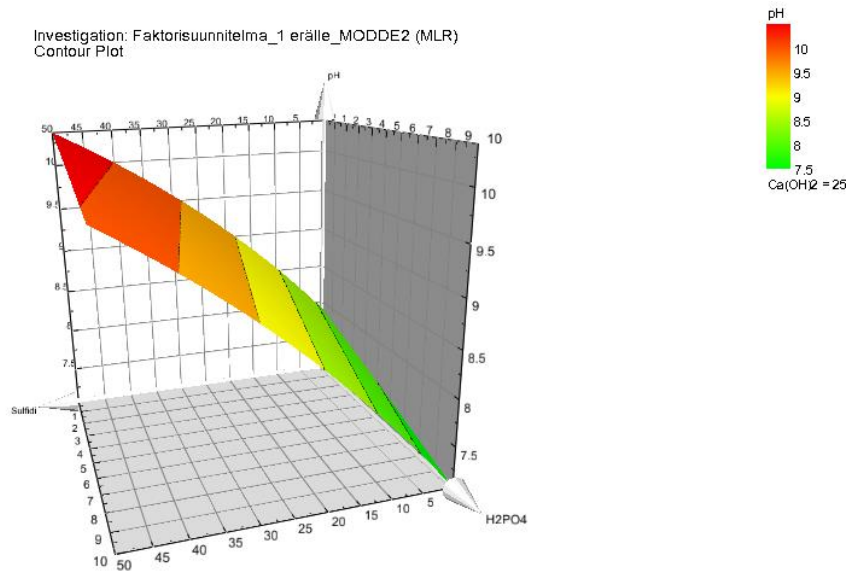


Kuva 6. Rinnakkaisnäytteiden pH-arvojen vaihtelevuus.

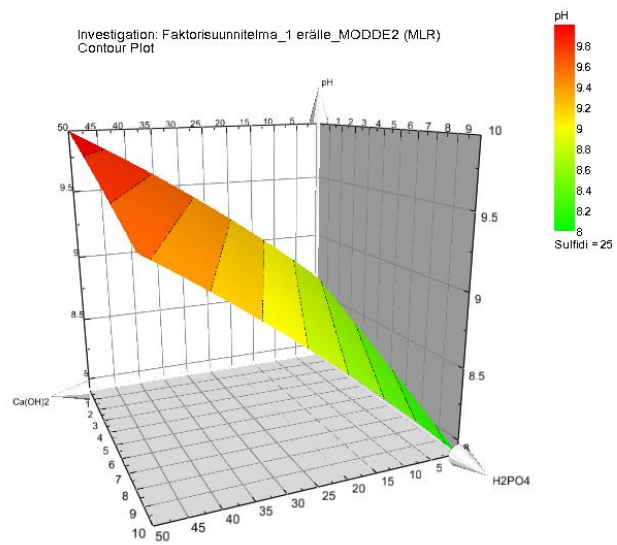
Vastepintakuvaajista saadaan selville, mikä järveden pH oletettavasti on, kun siinä on tietyt pitoisuudet kahta eri ainetta. Kuvissa 7-9 on esitetty vastepintakuvaajat kolmelle eniten järveden pH-arvoon vaikuttaneille aineille eli sulfidille (S^{2-}), kalsiumille (Ca^{2+}) ja fosforille (P^{5+}) (Kuva 5). Kuvassa 7 on esitetty sulfidin ja kalsiumin vastepintakuvaaja. Kuvasta voidaan havaita, mitä enemmän sulfidia ja kalsiumia järvedessä on, sen korkeampi pH-arvo. Esimerkiksi, jos vedessä on 50 mg/L sulfidia (Na_2S suolasta) ja kalsiumia ($Ca(OH)_2$) tällöin veden pH-arvo olisi noin 10.6. Molemmat sekä Na_2S että $Ca(OH)_2$ ovat vahvasti emäksisiä, joten pH:n nousu oli odotettavissa lisättäessä niitä järvesinäytteeseen. Fosforilla puolestaan oli hieman pH:ta alentava vaikutus, tämäkin odotettavissa oleva tulos sillä H_2KPO_4 on heikko happo.



Kuva 7. Vastepintakuvaaja sulfidille ja kalsiumille.



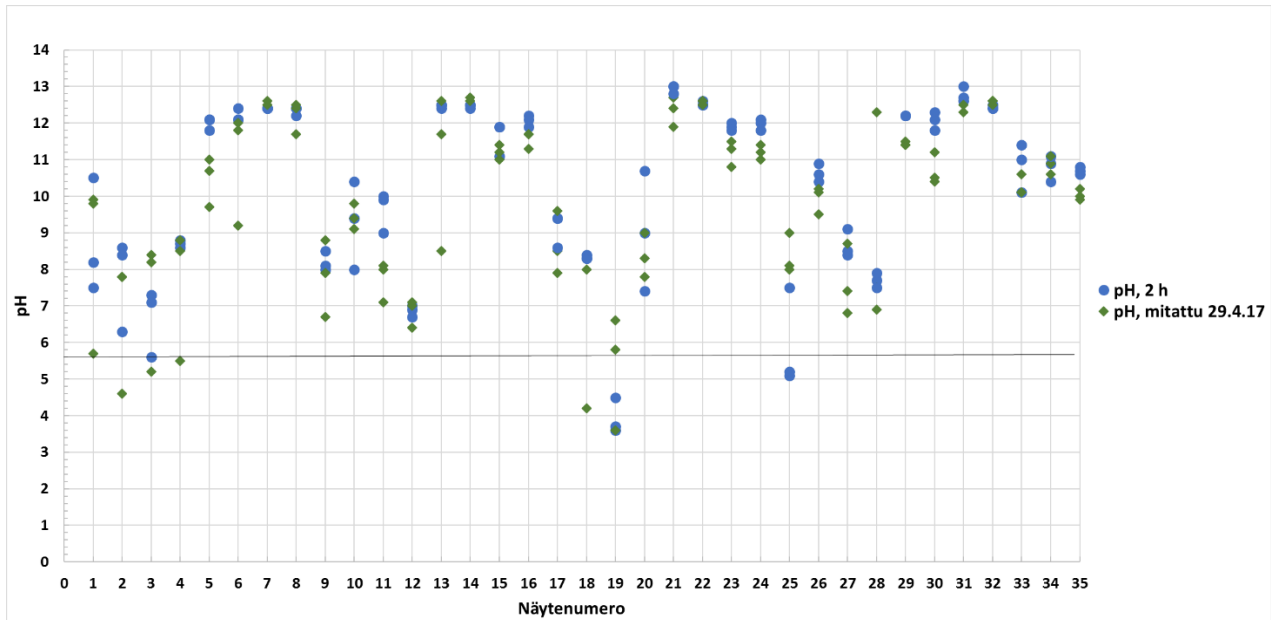
Kuva 8. Vastepintakuvaaja sulfidille ja fosforille.



Kuva 9. Vastepintakuvaaja kalsiumille ja fosforille.

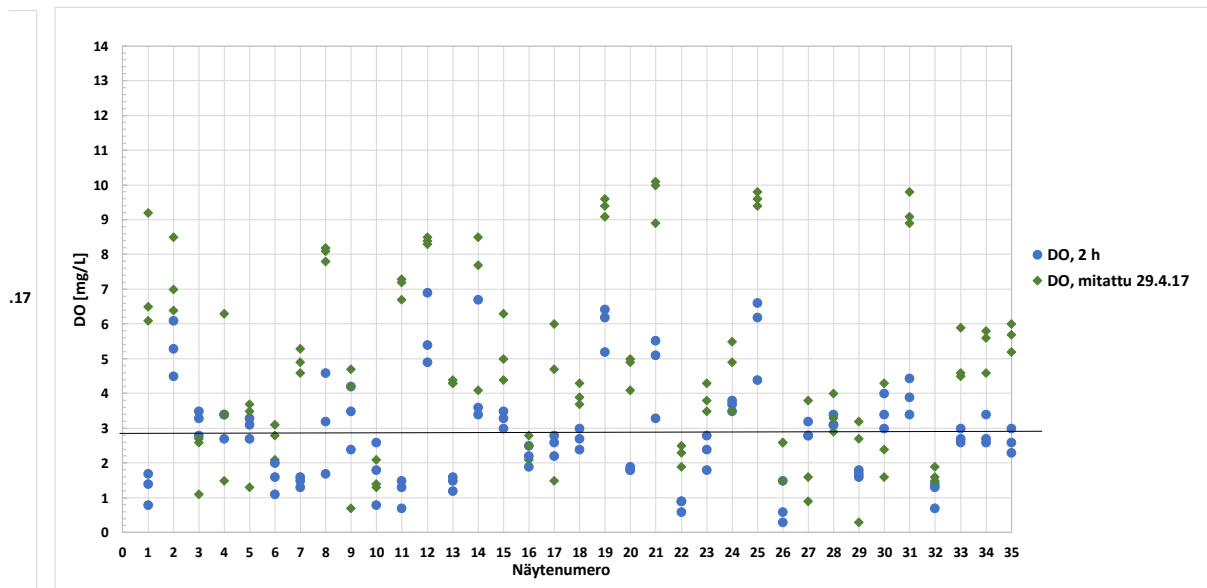
5.2 Pyhäjärvi, Järvivesikokeet (B)

5.2.1 pH-tulokset MODDE-koesunnitteluohjelmaan



Kuva 10. Pyhäjärven Junttiselkä, pH-arvot 2 h jälkeen kemikaalilisäyksestä sekä mitattuna uudelleen 29.4.17. Viiva kuvastaa veden pH-arvoa lähtötilanteessa eli ennen kemikaalilisäystä. Junttiselän järviveden pH arvo heti avaamisen jälkeen pH n. 6 ja DO 2. Ennen kemikaalilisäystä pH. 5-6, DO 2-4.

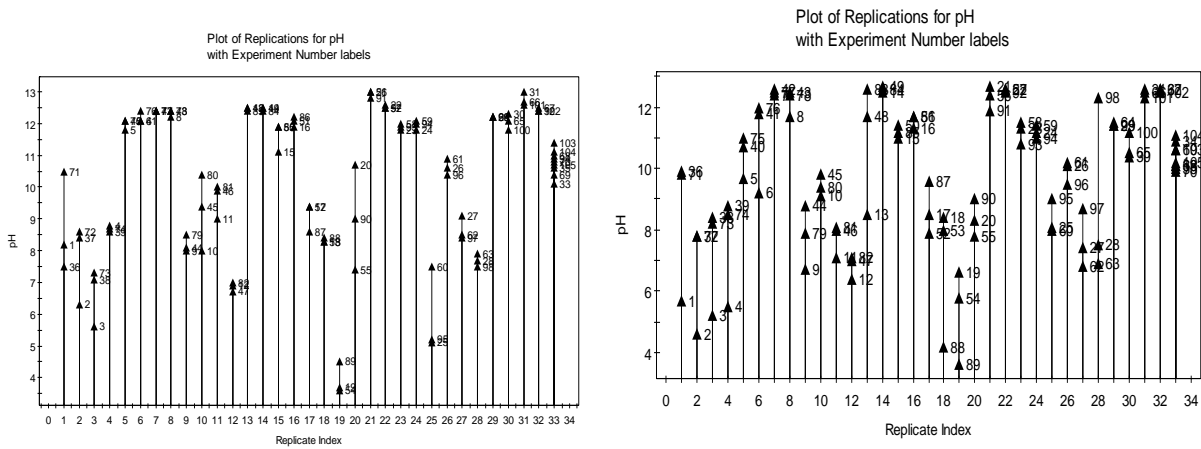
5.2.2 Liennut happi (DO)



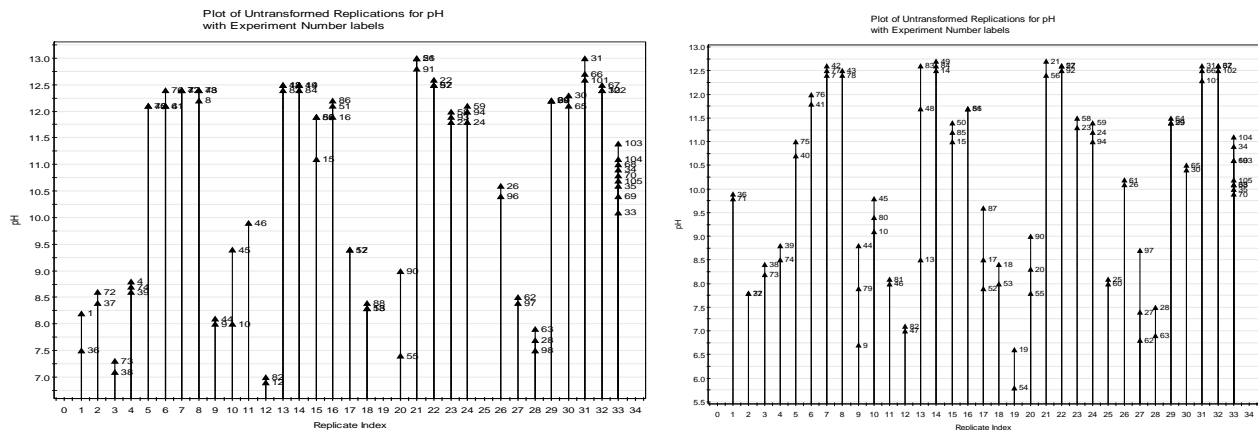
Kuva 11. Pyhäjärven Junttiselkä, DO-arvot 2 h jälkeen kemikaalilisäyksestä sekä mitattuna uudelleen 29.4.17. Viiva kuvastaa veden DO-arvoa lähtötilanteessa eli ennen kemikaalilisäystä. Junttiselän järveden pH arvo heti avaamisen jälkeen pH n. 6 ja DO 2. Ennen kemikaalilisäystä pH. 5-6, DO 2-4.

5.2.3 MODDE-koesunnitteluohjelman data

5.2.3.1 Toistettavuus

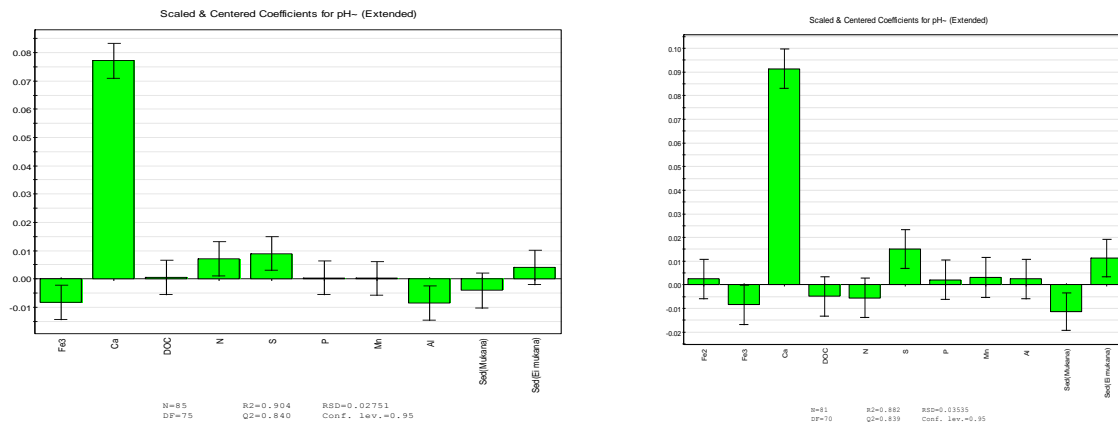


Kuva 12. Rinnakkaisnäytteiden pH-arvojen vaihtelevuus. Vasemman puoleinen kuva (pH mitattu 2 h jälkeen) ja oikeanpuoleinen kuva (pH:t mitattu 29.4.17).

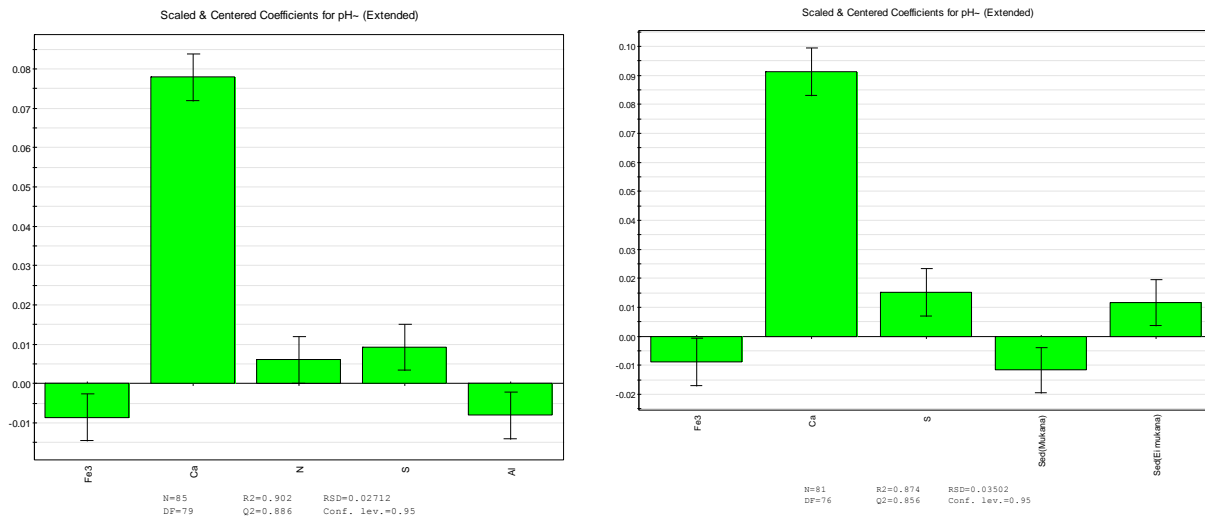


Kuva 13. Hajapisteet poistettu ja näitä käytetty Modde-mallinnuksessa. Vasemman puoleinen kuva (pH mitattu 2 h jälkeen) ja oikeanpuoleinen kuva (pH:t mitattu 29.4.17).

5.2.3.2 pH-arvoon vaikuttavat tekijät



Kuva 14. pH-arvoon vaikuttavat tekijät. Vasemman puoleinen kuva (pH mitattu 2 h jälkeen) ja oikeanpuoleinen kuva (pH:t mitattu 29.4.17).



Kuva 15. pH-arvoon eniten vaikuttavat tekijät. Vasemman puoleinen kuva (pH mitattu 2 h jälkeen) ja oikeanpuoleinen kuva (pH:t mitattu 29.4.17).

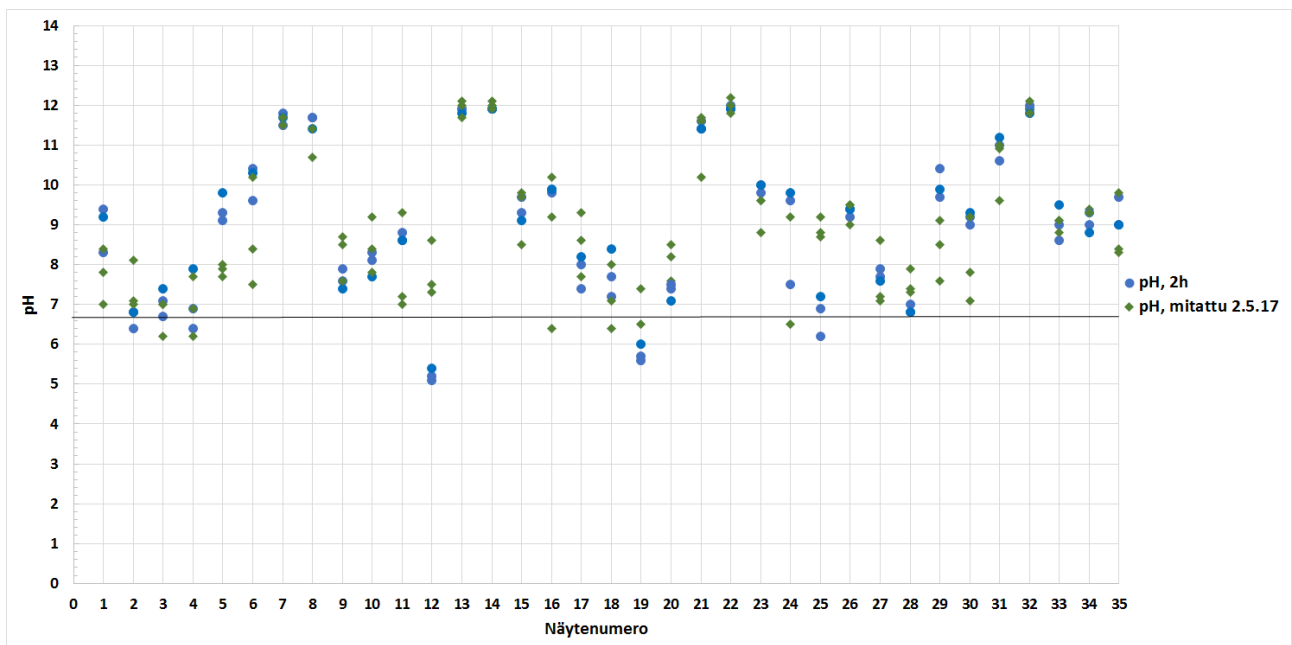
Taulukkoon 6 on koottu pH-arvoihin vaikuttavat tekijät. + merkki kuvastaa, että sillä on pH-arvoon nostava vaikutus ja – merkki laskevaa vaikutusta. Pisteet puolestaan sitä, että lisättävällä aineella ei ole vaikutusta.

Taulukko 6. Järviveden pH arvoon vaikuttavat tekijät. plusmerkki: nostaa pH-arvoa, miinusmerkki: laskee pH:ta, pisteet: ei vaikutusta pH-arvoon.

Lisätty aine	pH-mittaus 2 h jälkeen	pH-mittaus pvm, 29.4.17
Fe(II)	...(+)...
Fe(III)	--	-
Ca	+++	+++
DOC(-)...
N	+
S	++	++
P
Mn
Al	--
Sed (mukana)	-	-
Sed (ei mukana)	+	+

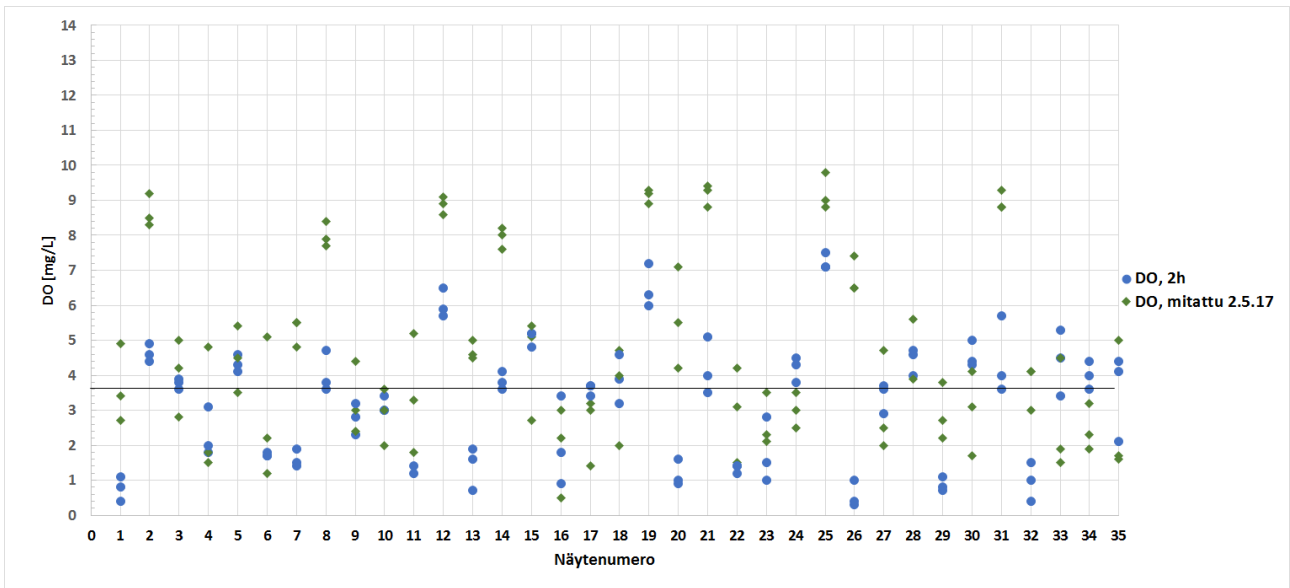
5.3 Kivijärvi, Järvivesikokeet (B)

5.3.1 pH-tulokset MODDE-koesunnitteluohjelmaan



Kuva 16. Kivijärvi, pH-arvot 2 h jälkeen kemikaalilisäyksestä sekä mitattuna uudelleen 2.5.17. Kivijärven pH arvo heti avaamisen jälkeen pH n. 6.5-7 ja DO 1-2. Ennen kemikaalilisäystä pH. 6-7, DO 3-4.

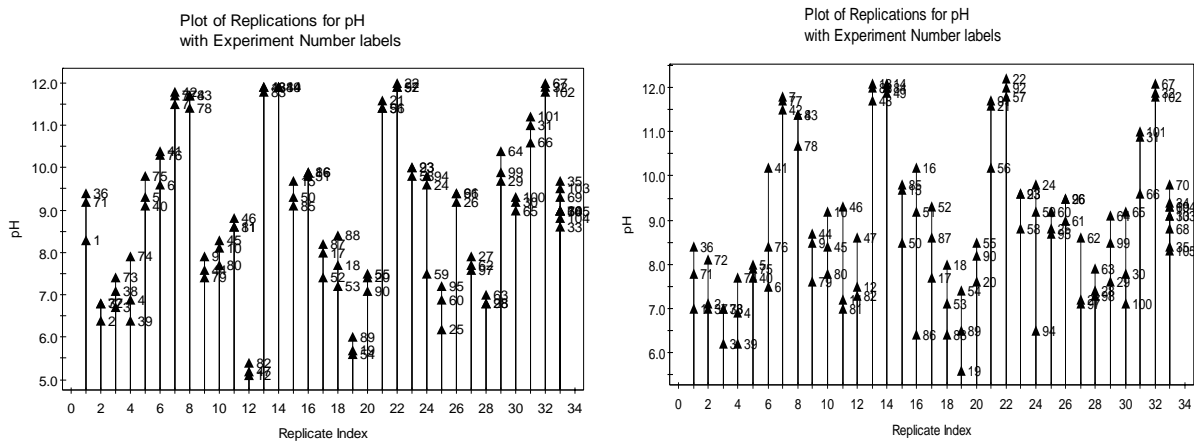
5.3.2 Liennut happi (DO)



Kuva 17. Kivijärvi, DO-arvot 2 h jälkeen kemikaalilisäyksestä sekä mitattuna uudelleen 2.5.17. Kivijärven pH arvo heti avaamisen jälkeen pH n. 6.5-7 ja DO 1-2. Ennen kemikaalilisäystä pH. 6-7, DO 3-4.

5.3.3 MODDE-koesunnitteluhjelman data

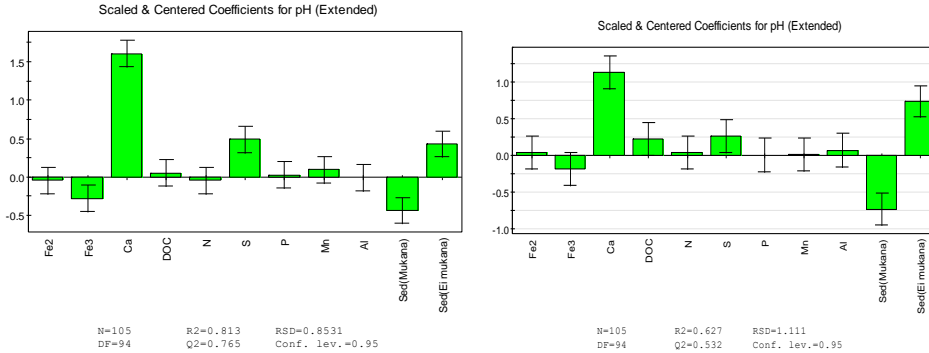
5.3.3.1 Toistettavuus



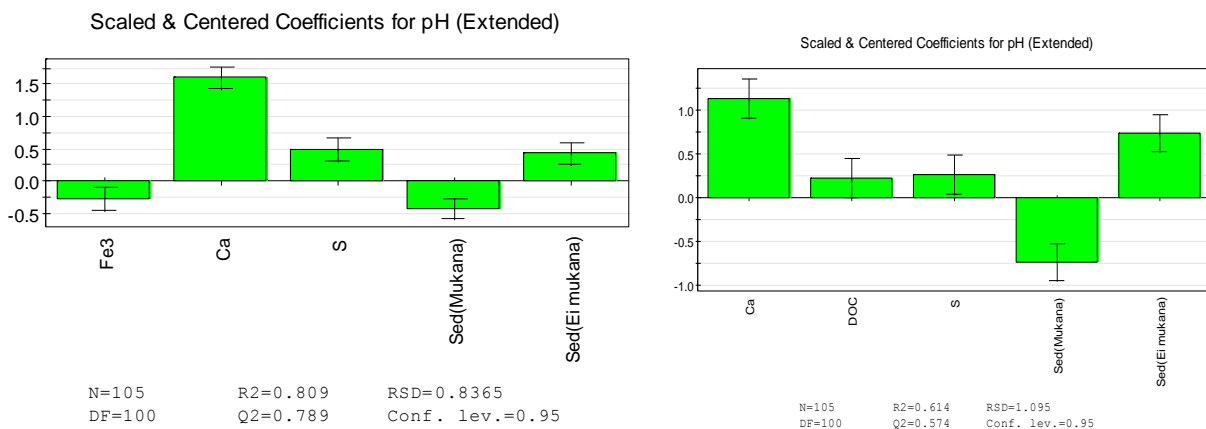
Kuva 18. Rinnakkaisnäytteiden pH-arvojen vaihtelevuus. Vasemman puoleinen kuva (pH mitattu 2 h jälkeen) ja oikeanpuoleinen kuva (pH:t mitattu 2.5.17).

5.3.3.2 pH-arvoon vaikuttavat tekijät

Kivijärven pH-arvoa nostavasti vaikuttavat kalsium ja rikki. Kolmenarvoinen rauta (III) sekä sedimentti laskevat hieman järveden pH-arvoa.



Kuva 19. pH-arvoon vaikuttavat tekijät. Vasemman puoleinen kuva (pH mitattu 2 h jälkeen) ja oikeanpuoleinen kuva (pH:t mitattu 2.5.17).



Kuva 20. pH-arvoon eniten vaikuttavat tekijät. Vasemman puoleinen kuva (pH mitattu 2 h jälkeen) ja oikeanpuoleinen kuva (pH:t mitattu 2.5.17).

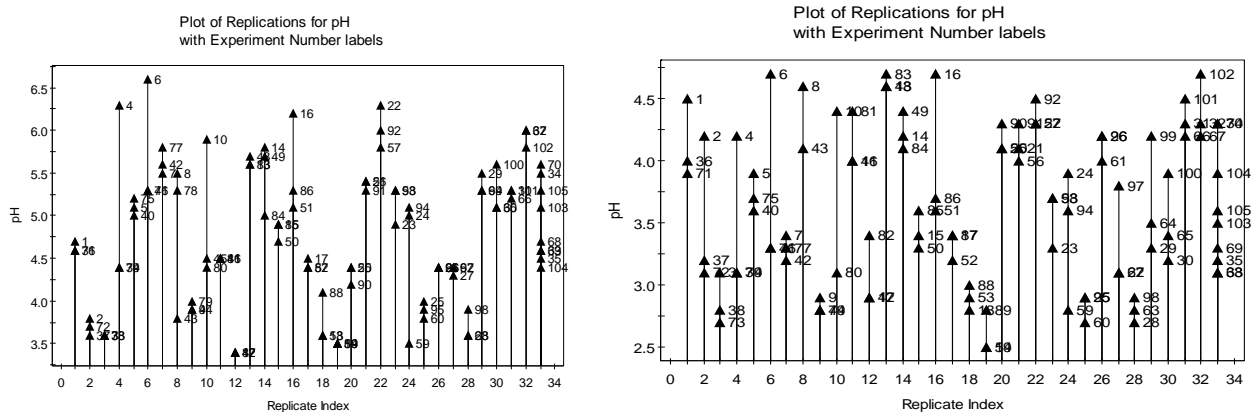
Taulukkoon 7 on koottu pH-arvoihin vaikuttavat tekijät. + merkki kuvastaa, että sillä on pH-arvoon nostava vaikutus ja – merkki laskevaa vaikutusta. Pisteet puolestaan sitä, että lisättävällä aineella ei ole vaikutusta.

Taulukko 7. Kivijärven pH arvoon vaikuttavat tekijät. plusmerkki: nostaa pH-arvoa, miinusmerkki: laskee pH:ta, pisteet: ei vaikutusta pH-arvoon.

Lisätty aine	pH-mittaus 2 h jälkeen	pH-mittaus pvm
Fe(II)
Fe(III)	-(-)	...(-)....
Ca	+++	+++
DOC(+)...
N
S	++	+
P
Mn
Al
Sed (mukana)	--	--
Sed (ei mukana)	++	++

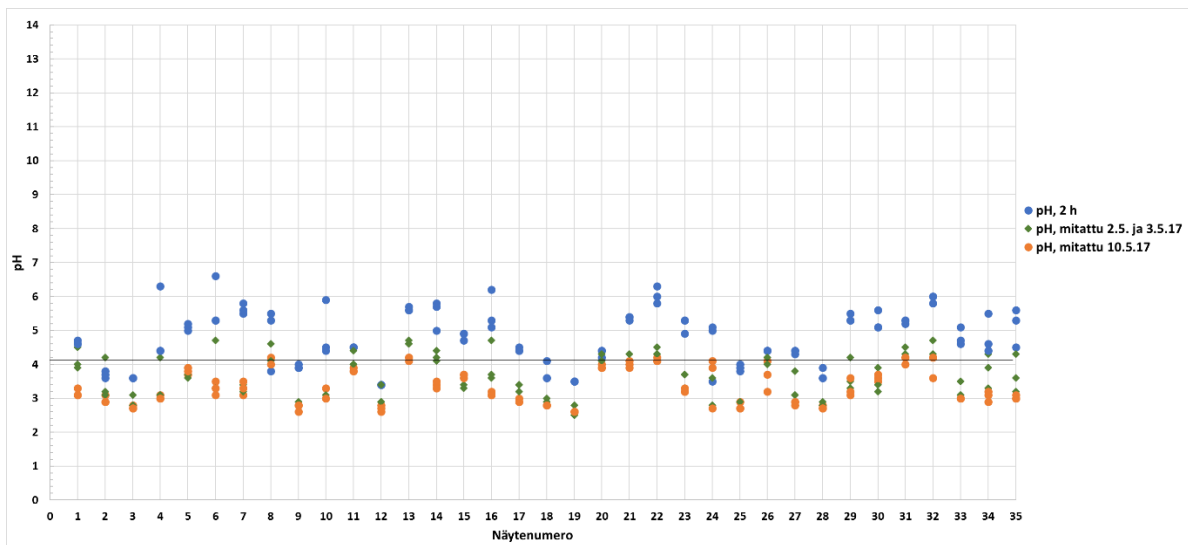
5.4 Salminen, Järvivesikokeet (B)

5.4.1.1 Toistettavuus



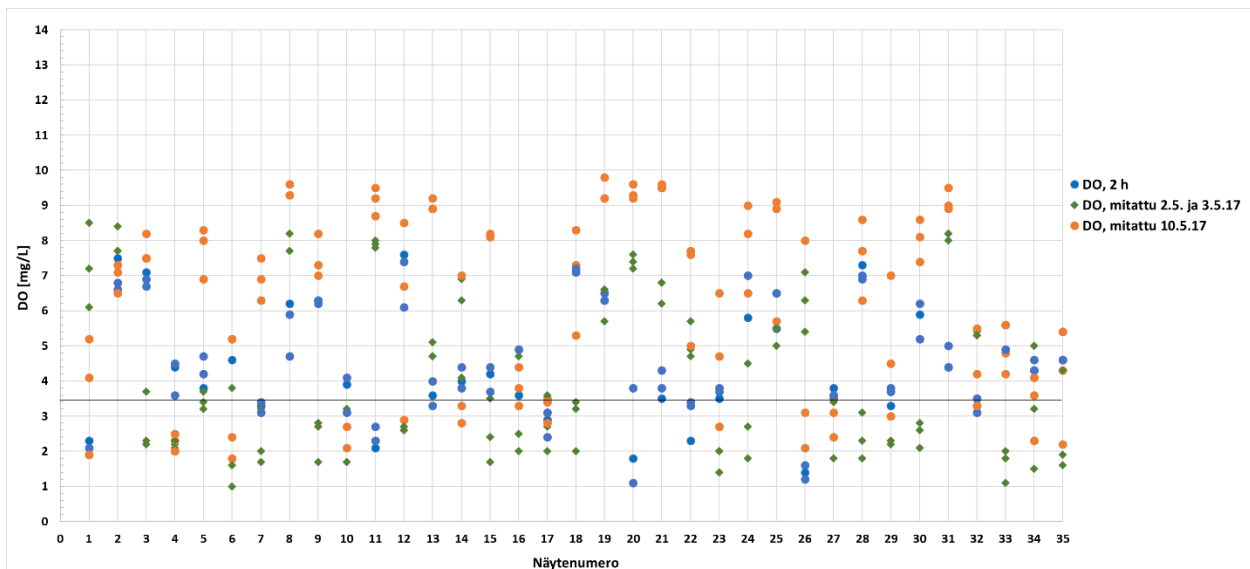
Kuva 21. Rinnakkaisnäytteiden pH-arvojen vaihtelevuus. Vasemman puoleinen kuva (pH mitattu 2 h jälkeen) ja oikeanpuoleinen kuva (pH:t mitattu 2.5. ja 3.5.17).

5.4.2 pH-tulokset MODDE-koesunnitteluohjelmaan



Kuva 22. Salminen, pH-arvot 2 h jälkeen kemikaalilisäyksestä sekä mitattuna uudelleen 2.5. ja 3.5.17. Salmisen pH arvo heti avaamisen jälkeen pH n. 4 ja DO 1-2. Ennen kemikaalilisäystä pH. 4, DO 3-4.

5.4.3 Liuenut happi (DO)

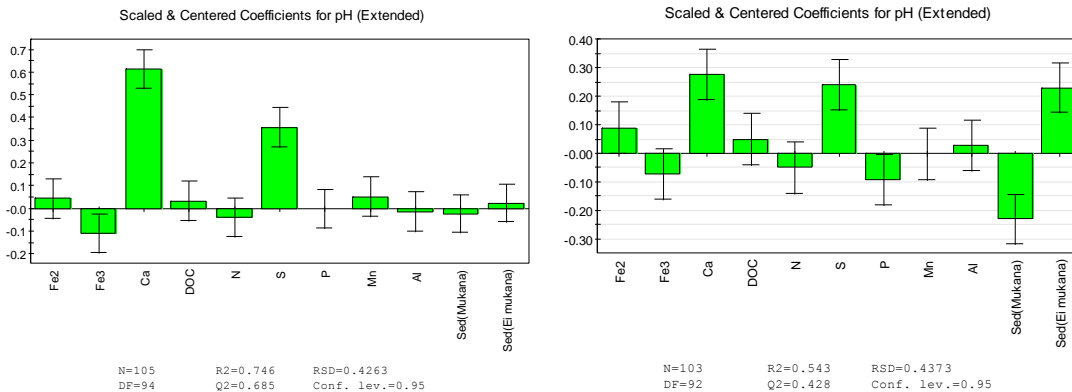


Kuva 23. Salminen, DO-arvot 2 h jälkeen kemikaalilisäyksestä sekä mitattuna uudelleen 2.5. ja 3.5.2017. Salmisen pH arvo heti avaamisen jälkeen pH n. 4 ja DO 1-2. Ennen kemikaalilisäystä pH. 4, DO 3-4.

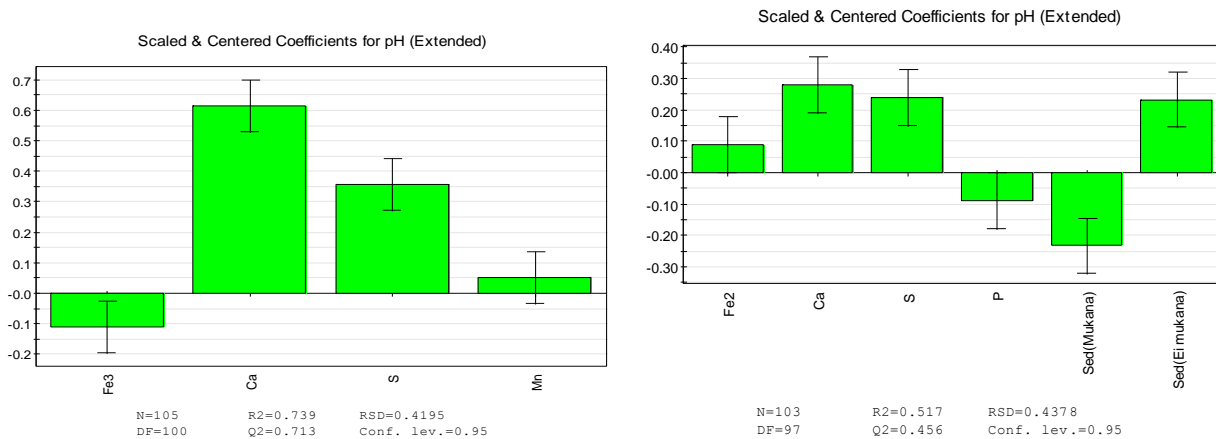
5.4.4 MODDE-koesunnitteluohjelman data

5.4.4.1 pH-arvoon vaikuttavat tekijät

Salmisen pH-arvoon nostavasti vaikuttavat selkeinten kalsium ja rikki. Kolmenarvoinen rauta (III) laskee hieman järiveden pH-arvoa. Myöhemmin mitatuista näytteistä havaitaan, että fosforia sisältävissä näytteissä pH laskee, myöskin sedimentillä vaikuttaisi olevan pidemmän ajan jälkeen pH:ta alentava vaikutus.



Kuva 24. pH-arvoon vaikuttavat tekijät. Vasemman puoleinen kuva (pH mitattu 2 h jälkeen) ja oikeanpuoleinen kuva (pH:t mitattu 2.5. ja 3.5.17).



Kuva 25. pH-arvoon eniten vaikuttavat tekijät. Vasemman puoleinen kuva (pH mitattu 2 h jälkeen) ja oikeanpuoleinen kuva (pH:t mitattu 2.5. ja 3.5.17).

Taulukkoon 8 koottu pH-arvoihin vaikuttavat tekijät. + merkki kuvastaa, että sillä on pH-arvoon nostava vaikutus ja – merkki laskevaa vaikutusta. Pisteet puolestaan sitä, että lisättävällä aineella ei ole vaikutusta.

Taulukko 8. Järviveden pH arvoon vaikuttavat tekijät. plusmerkki: nostaa pH-arvoa, miinusmerkki: laskee pH:ta, pisteet: ei vaikutusta pH-arvoon.

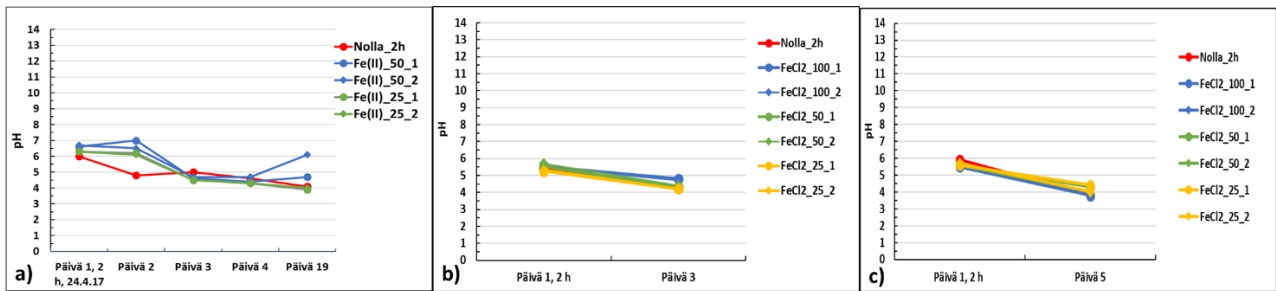
Lisätty aine	pH-mittaus 2 h jälkeen	pH-mittaus 3.5.17
Fe(II)	+
Fe(III)	_	..(-)..
Ca	+++	+++
DOC
N
S	++	++
P	==
Mn
Al
Sed (mukana)	==
Sed (ei mukana)	+++

6 Yhden kemikaalin lisäykset

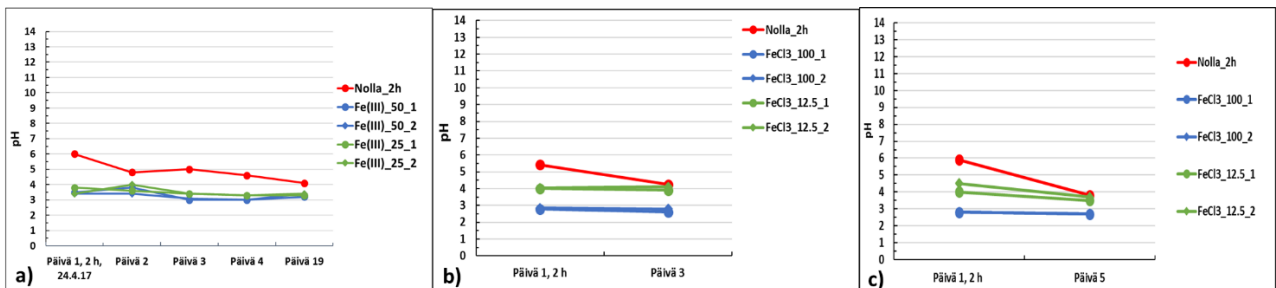
Järvivesinäytteille tehtiin myös kemikaalilisäykset siten, että lisättiin vain yhtä kemikaalia kerrallaan. Kemikaalilisäysten jälkeen näytteet laitettiin 2 h jääkaappiin, jonka jälkeen mitattiin pH sekä liuennut happi (DO). Mittausten jälkeen näytteet laitettiin takaisin jääkaappiin ja pH:ta sekä liuennutta happea seurattiin muutamien päivien ajan. Liuokset valmistettiin sopivista kantaliuoksista milli-Q veteen. Poikkeuksena kuitenkin FeF_2 ja FeCl_2 , jotka valmistettiin järviveteen. Näytetilavuus oli 40 mL.

6.1 Pyhäjärven Junttiselmä

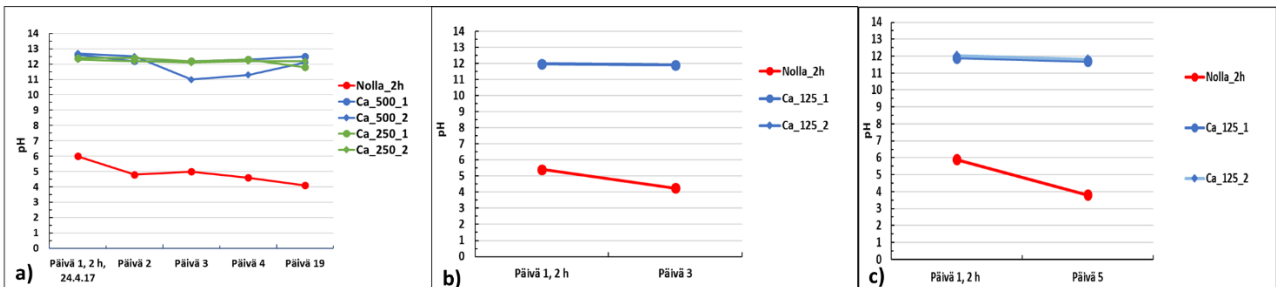
Kemikaalien vaikutukset Pyhäjärven Junttiselmän järviveteen on esitetty kuvissa 26–34. Eniten pH:ta nostavat kalsium ja rikki sekä liuennut orgaaninen hiili (DOC). pH nousee myös hieman raudan (II), typen, fosforin ja mangaanin vaikutuksesta. Rauta (III) lisäys puolestaan laskee hieman järviveden pH-arvoa. Alumiinilla ei näyttäisi olevan vaikutusta järviveden pH-arvoon. pH-arvoissa hapellisissa ja hapettomissa olosuhteissa ei vaikuttaisi olevan kovin paljoa eroa.



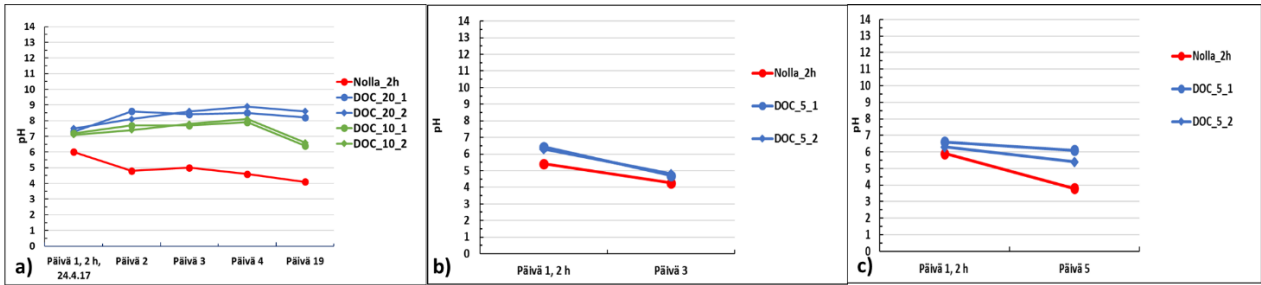
Kuva 26. Raudan(II) vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Pyhäsalmen Junttisälän järveden pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu rauta(II)fluoridista (a) ja rauta(II)kloridista (b, c). Järveden pH-arvo heti avattuna oli n. 6 (DO n. 0-2 mg/L)



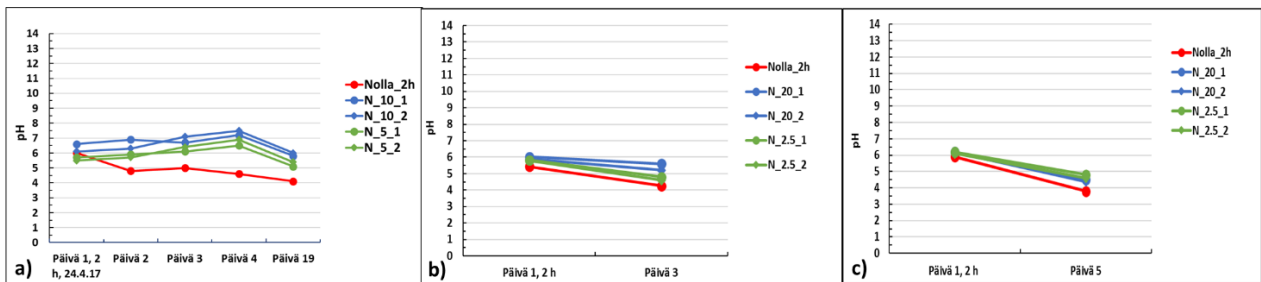
Kuva 27. Raudan(III) vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Pyhäsalmen Junttisälän järveden pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu rauta(III)kloridista. Järveden pH-arvo heti avattuna oli n. 6 (DO n. 0-2 mg/L)



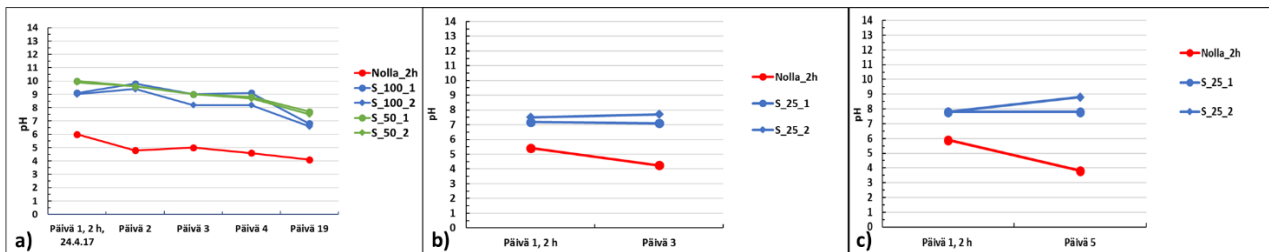
Kuva 28. Kalsiumun(II) vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Pyhäsalmen Junttisälän järveden pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu kalsium(II)hydroksidista. Järveden pH-arvo heti avattuna oli n. 6 (DO n. 0-2 mg/L)



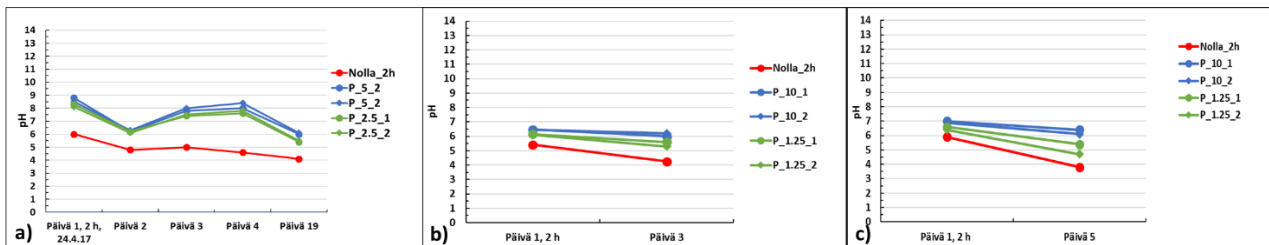
Kuva 29. Orgaanisen hiilen vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Pyhäsalmen Junttiselän järiveden pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu synteettisestä humushaposta. Järiveden pH-arvo heti avattuna oli n. 6 (DO n. 0-2 mg/L)



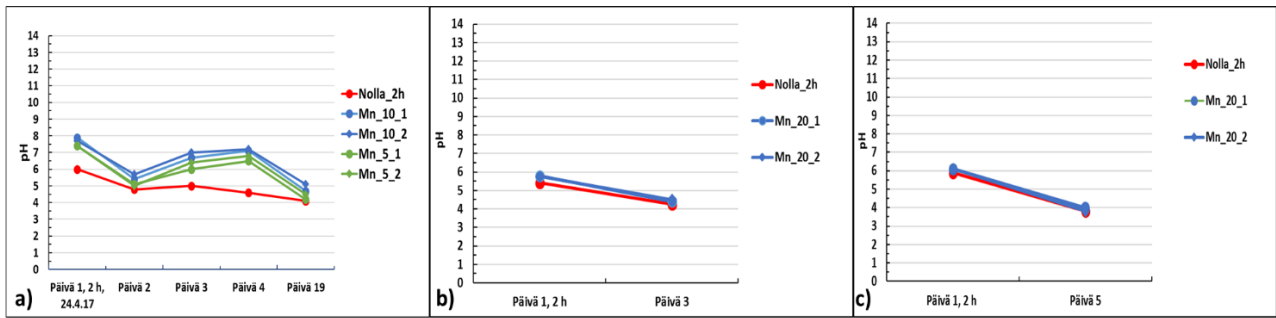
Kuva 30. Typen vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Pyhäsalmen Junttiselän järiveden pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu ammoniumnitraatista. Järiveden pH-arvo heti avattuna oli n. 6 (DO n. 0-2 mg/L)



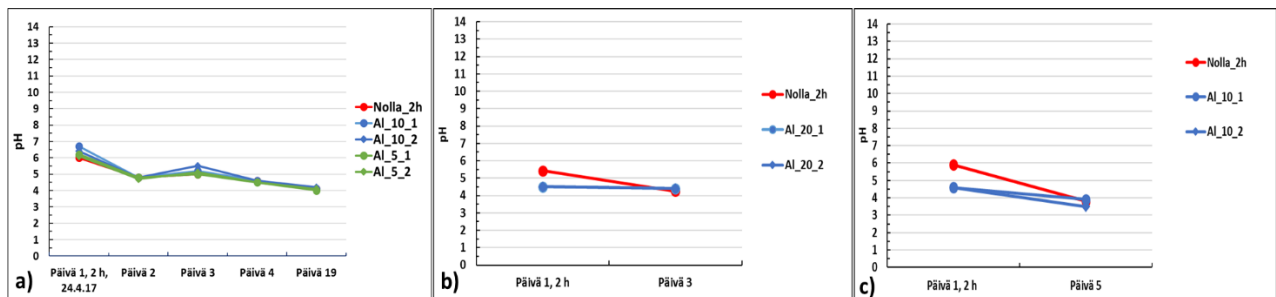
Kuva 31. Rikin vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Pyhäsalmen Junttiselän järiveden pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu natriumsulfidista. Järiveden pH-arvo heti avattuna oli n. 6 (DO n. 0-2 mg/L)



Kuva 32. Fosforin vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Pyhäsalmen Junttiselän järiveden pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu kaliumfosfaatista. Järiveden pH-arvo heti avattuna oli n. 6 (DO n. 0-2 mg/L)

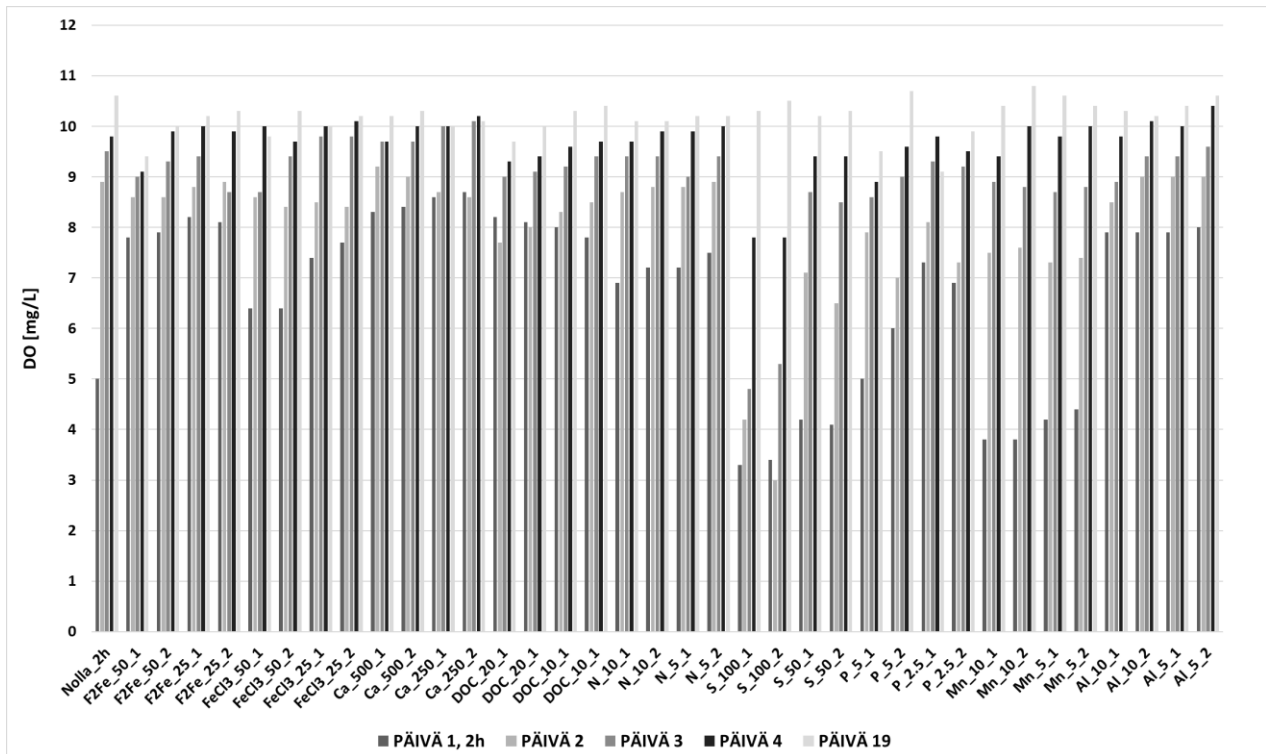


Kuva 33. Mangaanin vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Pyhäsalmen Junttiselän järviveden pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu mangaanibromidista. Järviveden pH-arvo heti avattuna oli n. 6 (DO n. 0-2 mg/L)



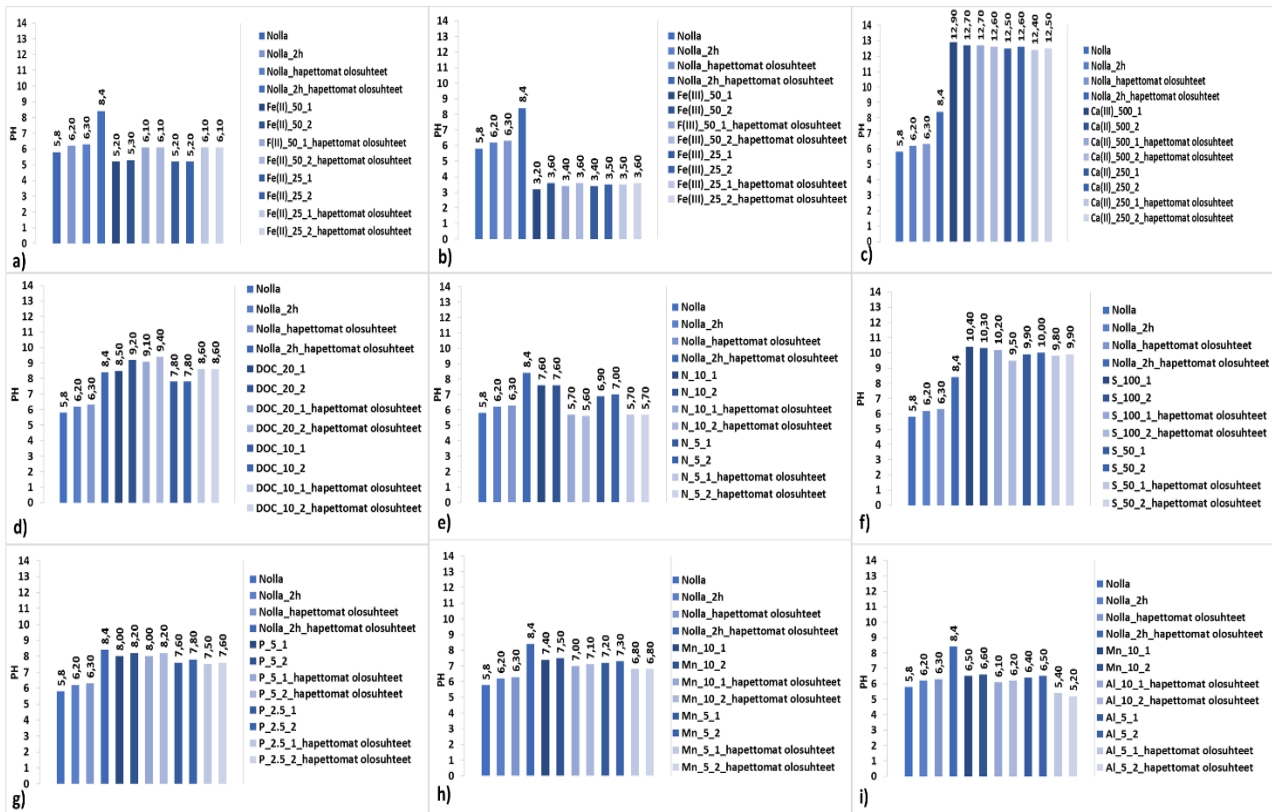
Kuva 34. Alumiinin vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Pyhäsalmen Junttiselän järviveden pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu alumiinisulfaattista. Järviveden pH-arvo heti avattuna oli n. 6 (DO n. 0-2 mg/L)

Kuvassa 35 on esitetty kemikaalien vaikutus liuenneen hapen arvoon Pyhäjärven Junttiselän järvivedessä (hapelliset olosuhteet).



Kuva 35. Pyhäjärven Junttiselän liuenneen hapen (DO, Dissolved oxygen) muutos yhtä kemikaalia lisättäessä. Ensimmäinen pystypalkki kuvaa 1. päivän pH-arvoa (2 h jälkeen) ja toinen palkki toisen päivän pH-arvoa ja jne. Kuvaajassa on esitetty kuvien 26a–34a liuenneen hapen arvot. Järviveden pH-arvo heti avattuna oli n. 6 (DO n. 0-2 mg/L)

Kuvassa 36 on esitetty vertailuna pH-arvot yhden kemikaalin lisäyskokeet hapellisissa ja hapettomissa olosuhteissa (typpi-ilmakehä). pH-arvot sekä liuenneen hapen (DO) arvot on esitetty lisäksi myös taulukossa 9.



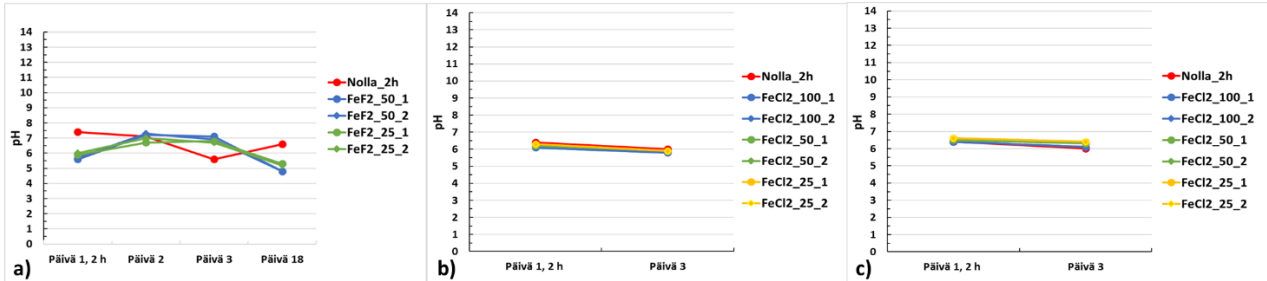
Kuva 36. Yhden kemikaalin lisäyskokeet hapellisissa ja hapettomissa olosuhteissa (typpi-ilmakehä). Palkit vasemmalta lukien: Nolla (heti avattuna), Nolla_2h (2 tunnin jälkeen), Nolla (heti avattuna)_hapettomat olosuhteet jne. pH:t mitattuna 2 h jälkeen kemikaalin lisäyksestä järviveteen.

Taulukko 9. Pyhäjärven Junttiselän pH ja DO arvot hapellisessa ja hapettomassa ilmakehässä. pH:t ja DO:t mitattuna 2 h jälkeen kemikaalin lisäyksestä järviveteen.

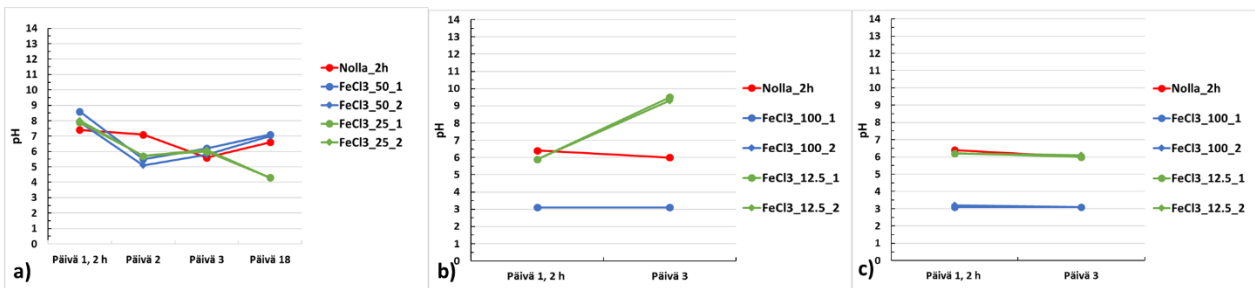
Näyte	Happi-ilmakehä		Hapeton (typpi-ilmakehä)	
	pH	DO	pH	DO
Nolla	5,8	1,467	6,30	0,10
Nolla_2h	6,20	7,60	8,4	0,4
FeF ₂ _50_1	5,20	6,70	6,10	0,50
FeF ₂ _50_2	5,30	6,70	6,10	0,50
FeF ₂ _25_1	5,20	6,40	6,10	0,60
FeF ₂ _25_2	5,20	6,60	6,10	0,70
FeCl ₃ _50_1	3,20	7,10	3,40	0,70
FeCl ₃ _50_2	3,60	7,60	3,60	0,80
FeCl ₃ _25_1	3,40	7,50	3,50	0,90
FeCl ₃ _25_2	3,50	7,30	3,60	0,80
Ca_500_1	12,90	7,30	12,70	1,70
Ca_500_2	12,70	7,20	12,60	0,40
Ca_250_1	12,50	7,70	12,40	0,30
Ca_250_2	12,60	7,40	12,50	0,30
DOC_20_1	8,50	7,80	9,10	0,40
DOC_20_1	9,20	7,90	9,40	0,60
DOC_10_1	7,80	8,30	8,60	1,10
DOC_10_1	7,80	7,90	8,60	0,50
N_10_1	7,60	7,30	5,70	1,20
N_10_2	7,60	7,30	5,60	1,20
N_5_1	6,90	7,40	5,70	1,10
N_5_2	7,00	7,70	5,70	0,90
S_100_1	10,40	0,90	10,20	0,50
S_100_2	10,30	1,60	9,50	0,40
S_50_1	9,90	0,90	9,80	0,30
S_50_2	10,00	0,70	9,90	0,50
P_5_1	8,00	6,80	8,00	0,60
P_5_2	8,20	7,20	8,20	0,60
P_2.5_1	7,60	7,50	7,50	1,70
P_2.5_2	7,80	7,50	7,60	0,90
Mn_10_1	7,40	5,50	7,00	2,10
Mn_10_2	7,50	6,30	7,10	1,30
Mn_5_1	7,20	6,10	6,80	1,90
Mn_5_2	7,30	6,30	6,80	1,00
Al_10_1	6,50	7,20	6,10	1,50
Al_10_2	6,60	7,10	6,20	1,60
Al_5_1	6,40	6,60	5,40	1,60
Al_5_2	6,50	7,00	5,20	1,70

6.2 Kivijärvi

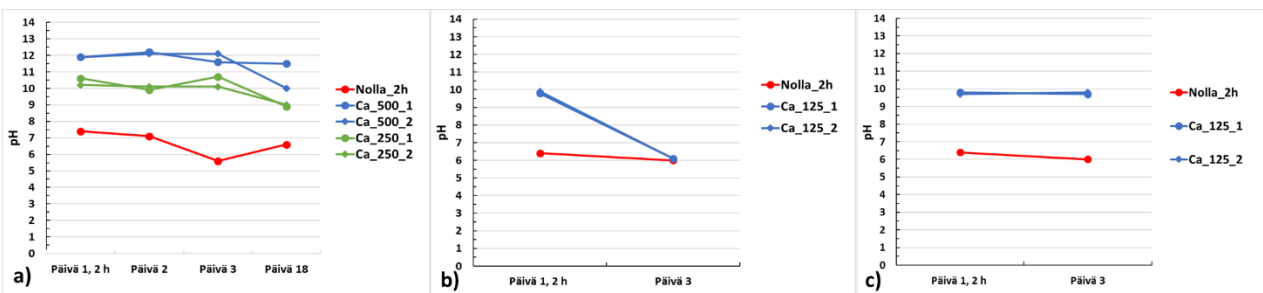
Kemikaalien vaikutukset Kivijärven järviveden on esitetty kuvissa 37–45. Eniten pH:ta nostaa kalsium. Myös DOC, rikki, typpi ja fosfori nostavat pH:ta jonkin verran. Raudalla, mangaanilla ja alumiinilla sen sijaan on vähäinen vaikutus järviveden pH-arvoon.



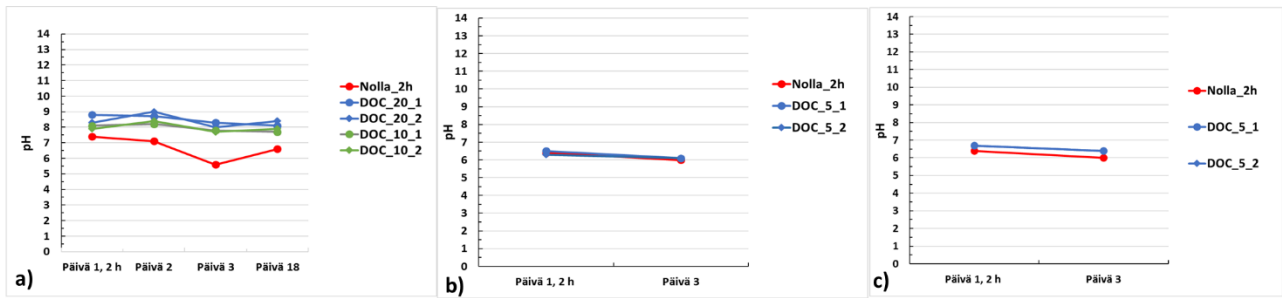
Kuva 37. Raudan(II) vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Kivijärven pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu rauta(II)fluoridista (a) ja rauta(II)kloridista (b, c). Järviveden pH-arvo heti avattuna oli n. 7 (DO n. 0-2 mg/L).



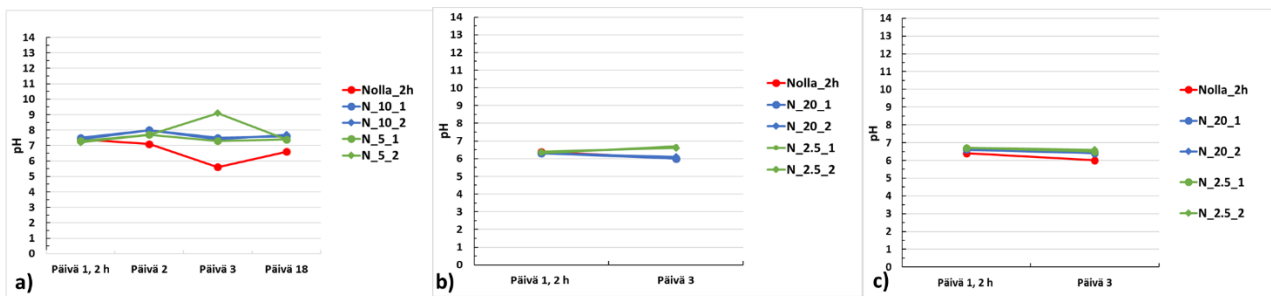
Kuva 38. Raudan(III) vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Kivijärven pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu rauta(III)kloridista. Järviveden pH-arvo heti avattuna oli n. 7 (DO n. 0-2 mg/L).



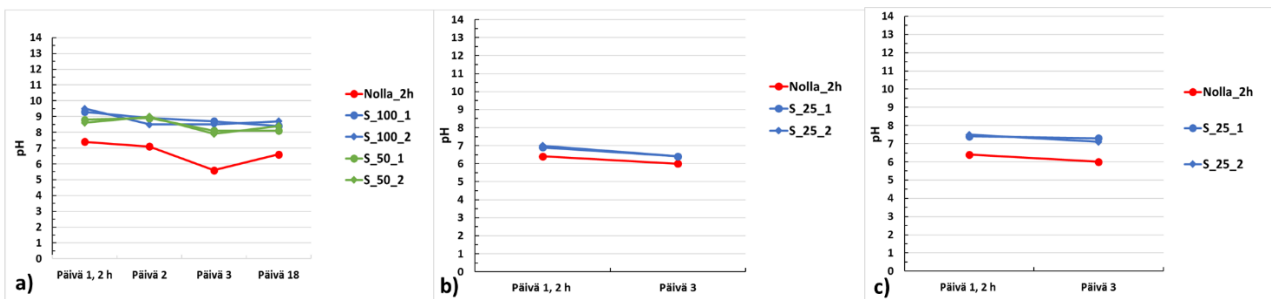
Kuva 39. Kalsiumun(II) vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Kivijärven pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu kalsium(II)hydroksidista. Järviveden pH-arvo heti avattuna oli n. 7 (DO n. 0-2 mg/L).



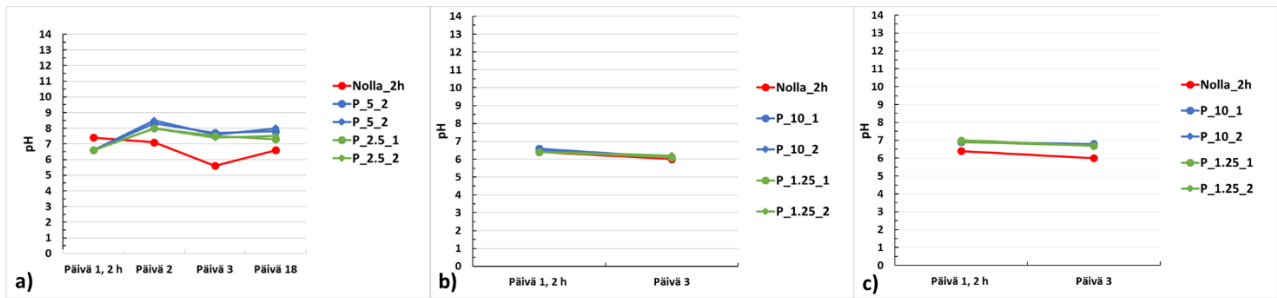
Kuva 40. Orgaanisen hiilen vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Kivijärven pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu synteettisestä humushaposta. Järviveden pH-arvo heti avattuna oli n. 7 (DO n. 0-2 mg/L).



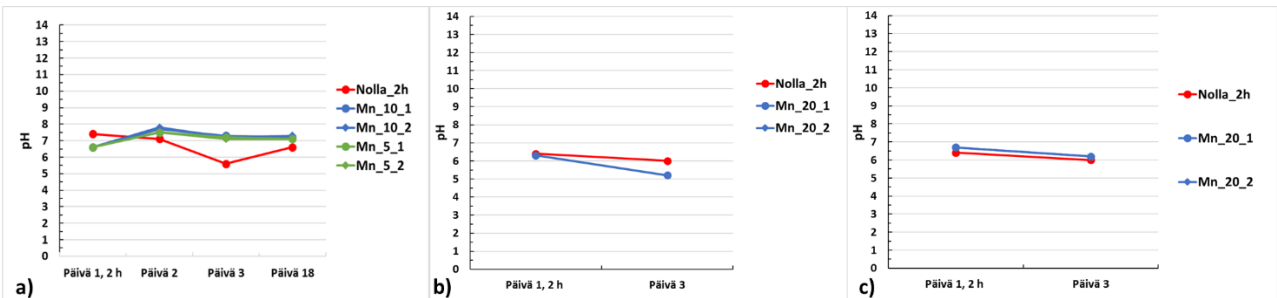
Kuva 41. Typen vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Kivijärven pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu ammoniumnitraatista. Järviveden pH-arvo heti avattuna oli n. 7 (DO n. 0-2 mg/L).



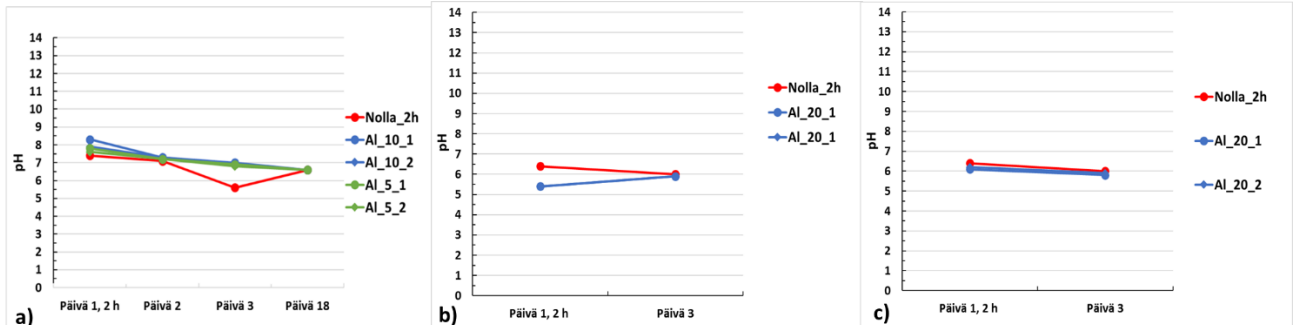
Kuva 42. Rikin vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Kivijärven pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu natriumsulfidista. Järviveden pH-arvo heti avattuna oli n. 7 (DO n. 0-2 mg/L).



Kuva 43. Fosforin vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Kivijärven pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu kaliumfosfaatista. Järviveden pH-arvo heti avattuna oli n. 7 (DO n. 0-2 mg/L).

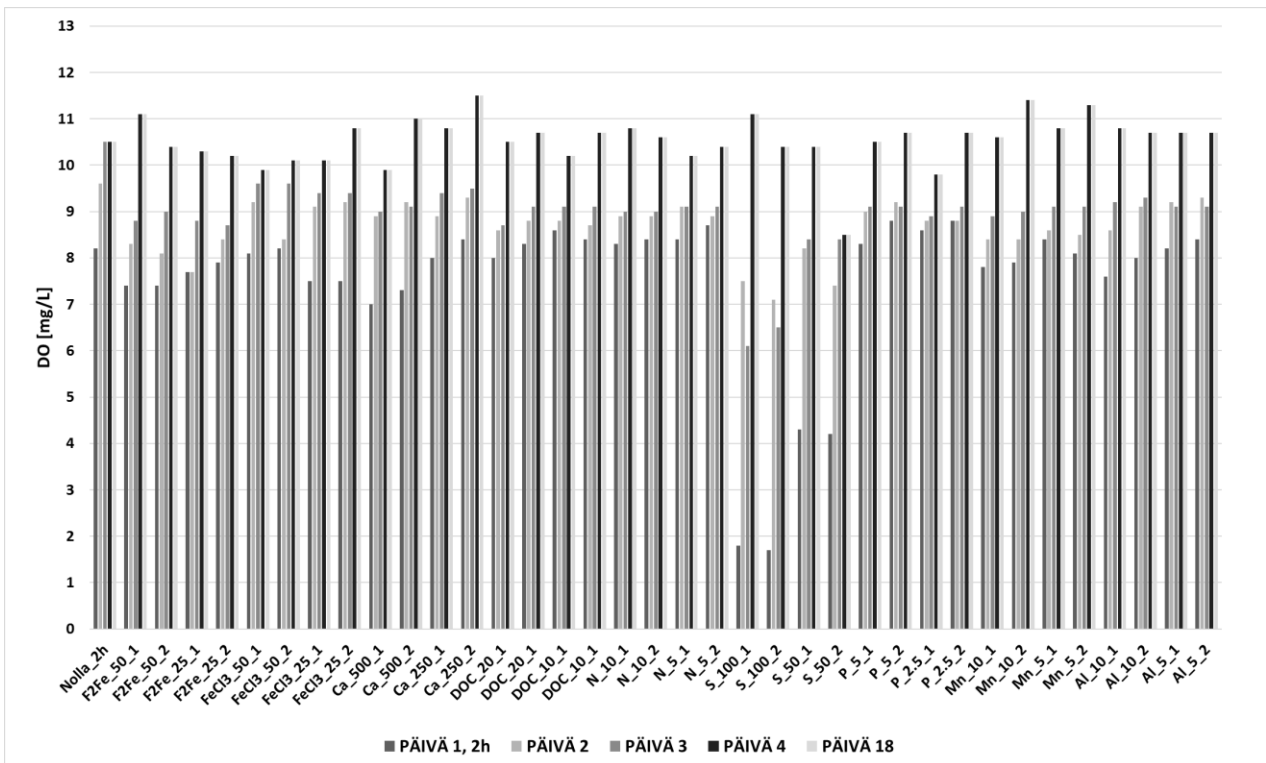


Kuva 44. Mangaanin vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Kivijärven pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu mangaanibromidista. Järviveden pH-arvo heti avattuna oli n. 7 (DO n. 0-2 mg/L).



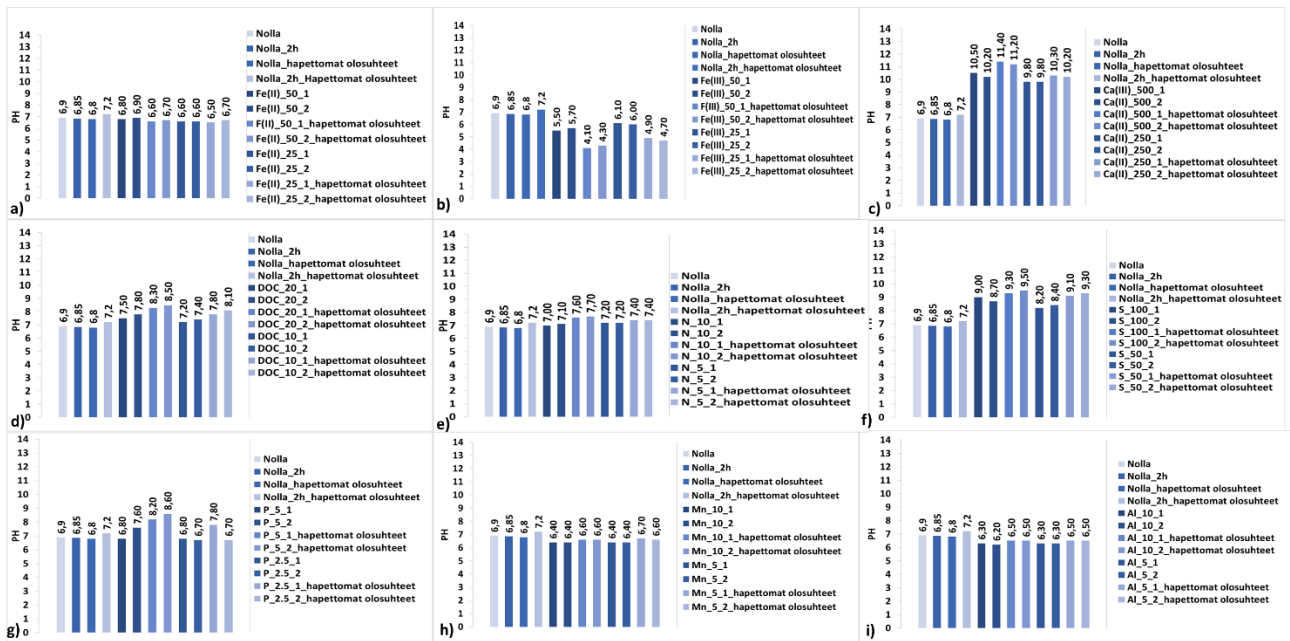
Kuva 45. Alumiinin vaikutus (eri konsentraatiot + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Kivijärven pH-arvoon hapellisissa (a ja b) ja hapettomissa olosuhteissa (c). Liuos valmistettu alumiinisulfaatista. Järviveden pH-arvo heti avattuna oli n. 7 (DO n. 0-2 mg/L).

Kuvassa 46 on esitetty kemikaalien vaikutus liuenneen hapen arvoon Kivijärvessä (hapelliset olosuhteet).



Kuva 46. Kivijärven liuenneen hapen (DO, Dissolved oxygen) muutos yhtä kemikaalia lisättäessä. Ensimmäinen pystypalkki kuvaa 1. päivän pH-arvoa (2 h jälkeen) ja toinen palkki toisen päivän pH-arvoa ja jne. Kuvaaajassa on esitetty kuvien 37a–45a liuenneen hapen arvot. Järviveden pH-arvo heti avattuna oli n. 7 (DO n. 0-2 mg/L).

Kuvassa 47 on esitetty vertailuna pH-arvot yhden kemikaalin lisäyskokeet hapellisissa ja hapettomissa olosuhteissa (typpi-ilmakehä). pH-arvot sekä liuenneen hapen (DO) arvot on esitetty lisäksi myös taulukossa 10.



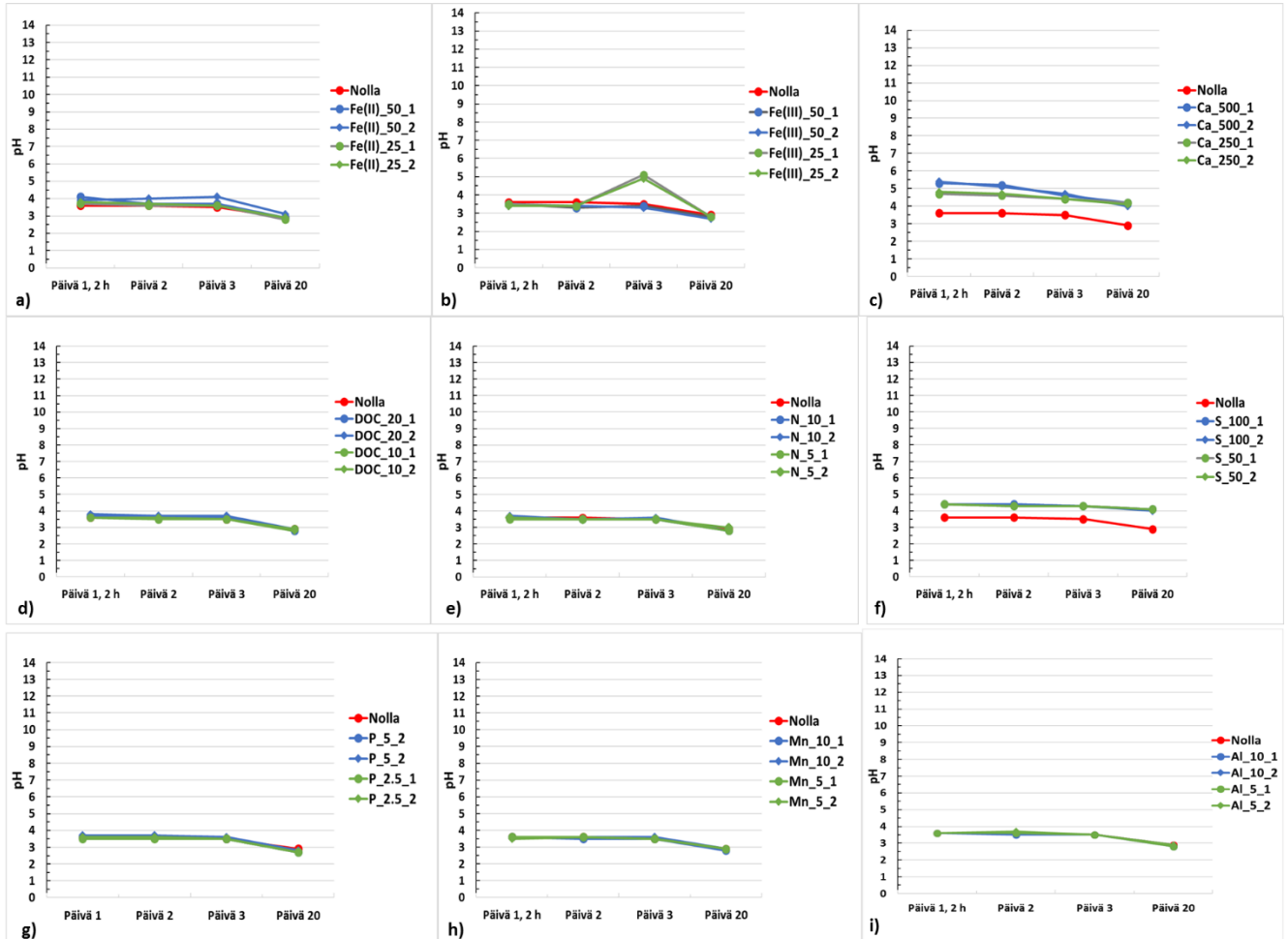
Kuva 47. Yhden kemikaalin lisäyskokeet hapellisissa ja hapettomissa olosuhteissa (typpi-ilmakehä). Palkit vasemmalta lukien: Nolla (heti avattuna), Nolla_2h (2 tunnin jälkeen), Nolla (heti avattuna)_hapettomat olosuhteet jne. pH:t mitattuna 2 h jälkeen kemikaalin lisäyksestä järviveden.

Taulukko 10. Kivijärven pH ja DO arvot hapellisessa ja hapettomassa ilmakehässä. pH:t ja DO:t mitattuna 2 h jälkeen kemikaalin lisäyksestä järviveteen.

Näyte	Happi-ilmakehä		Hapeton ilmakehä	
	pH	DO	pH	DO
Nolla	6,90	1,55	6,80	0,20
Nolla_2h	6,85	6,10	7,20	0,65
FeF ₂ _50_1	6,80	6,30	6,60	0,10
FeF ₂ _50_2	6,90	6,80	6,70	0,30
FeF ₂ _25_1	6,60	6,80	6,50	0,20
FeF ₂ _25_2	6,60	6,80	6,70	1,40
FeCl ₃ _50_1	5,50	8,00	4,10	1,30
FeCl ₃ _50_2	5,70	7,90	4,30	1,30
FeCl ₃ _25_1	6,10	8,10	4,90	1,20
FeCl ₃ _25_2	6,00	7,90	4,70	0,20
Ca_500_1	10,50	4,60	11,40	0,30
Ca_500_2	10,20	5,20	11,20	0,30
Ca_250_1	9,80	4,50	10,30	0,30
Ca_250_2	9,80	4,90	10,20	0,50
DOC_20_1	7,50	6,30	8,30	2,70
DOC_20_1	7,80	6,20	8,50	2,60
DOC_10_1	7,20	5,80	7,80	3,10
DOC_10_1	7,40	7,10	8,10	1,30
N_10_1	7,00	6,50	7,60	1,00
N_10_2	7,10	6,60	7,70	3,70
N_5_1	7,20	6,80	7,40	2,90
N_5_2	7,20	6,90	7,40	1,90
S_100_1	9,00	0,40	9,30	0,20
S_100_2	8,70	0,40	9,50	0,20
S_50_1	8,20	1,20	9,10	0,50
S_50_2	8,40	0,90	9,30	0,70
P_5_1	6,80	7,40	8,20	0,70
P_5_2	6,80	7,60	8,60	1,70
P_2.5_1	6,80	8,10	7,80	0,90
P_2.5_2	6,70	8,00	6,70	0,20
Mn_10_1	6,40	5,90	6,60	0,20
Mn_10_2	6,40	5,70	6,60	0,20
Mn_5_1	6,40	5,60	6,70	0,50
Mn_5_2	6,40	5,90	6,60	0,30
Al_10_1	6,30	6,70	6,50	0,40
Al_10_2	6,20	6,90	6,50	0,50
Al_5_1	6,30	6,60	6,50	0,40
Al_5_2	6,30	6,70	6,50	0,30

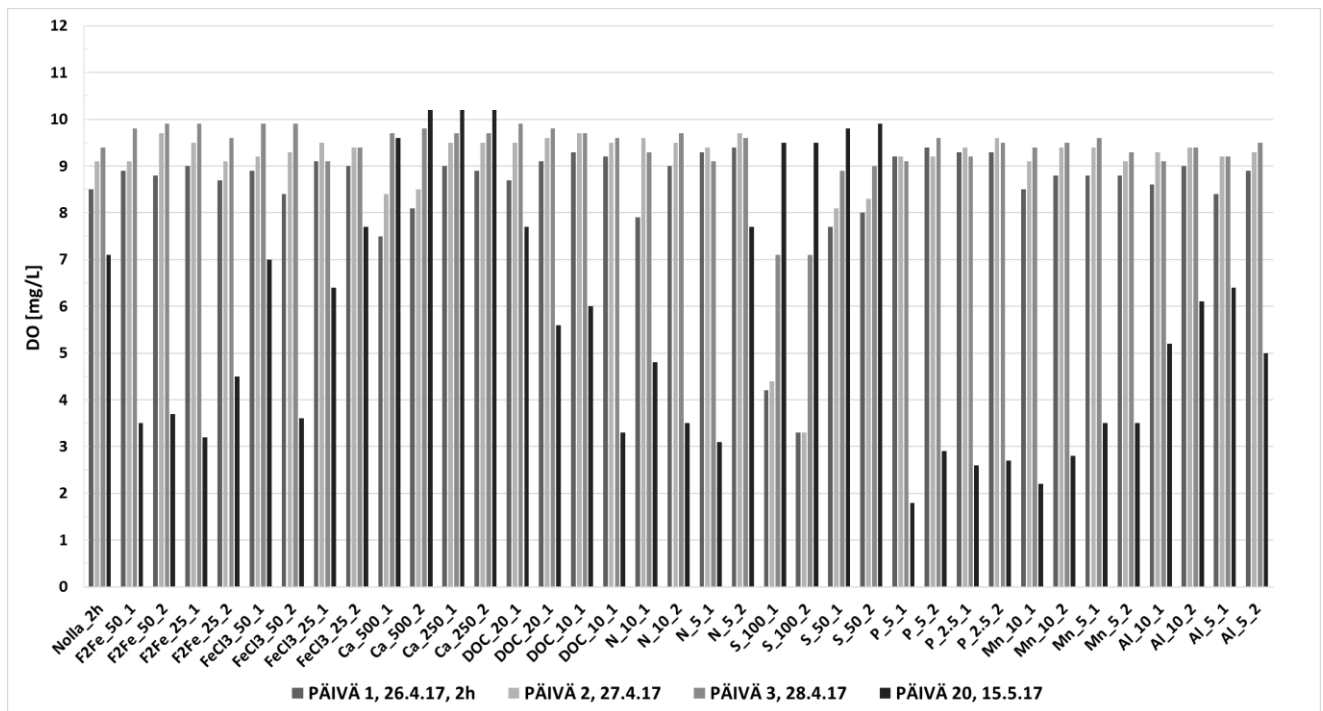
6.3 Salminen

Kemikaalien vaikutukset Salmisen järviveden on esitetty kuvassa 48. Eniten pH:ta nostaa kalsium. Myös rikki nostaa järveden pH:ta jonkin verran. Muilla aineilla sen sijaan ei vaikuttaisi olevan vaikutusta järveden pH-arvoon.



Kuva 48. Eri aineiden vaikutus (eri konsentraatit + rinnakkaiset näytteet (1 ja 2)) Salmisen järveden pH-arvoon hapellisissa olosuhteissa. Liuokset valmistettu samoista suoloista kuin Pyhäjärven Junttiselän (kuvat 26-34) ja Kivijärven (kuvat 37-45) tapauksissa. Järveden pH-arvo heti avattuna oli n. 4-5 (DO n. 0-2 mg/L).

Kuvassa 49 on esitetty kemikaalien vaikutus liuennon hapen arvoon Salmisen järivedessä (hapelliset olosuhteet).



Kuva 49. Salmisen järiveden liuennon hapen (DO, Dissolved oxygen) muutos yhtä kemikaalia lisättäessä. Ensimmäinen pystypalkki kuvaa 1. päivän pH-arvoa (2 h jälkeen) ja toinen palkki toisen päivän pH-arvoa ja jne. Kuvaajassa on esitetty kuvien 48(a–i) liuennon hapen arvot. Järiveden pH-arvo heti avattuna oli n. 4-5 (DO n. 0-2 mg/L).

7 Yhteenveto

Seuraavassa esitetty yhteenvetona tulokset MODDE-koesunnitteluohjelmasta sekä yksittäisistä kemikaalilisäyksistä. Yksittäisissä kemikaalilisäyksissä sedimentin vaikutusta ei tutkittu. Taulukossa 2 esitettiin teoreettiset ja todelliset aineiden pitoisuudet. Kaikkien muiden aineiden kohdalla todelliset pitoisuudet vastasivat aika hyvin teoreettisia arvoja paitsi Fe²⁺ (teor. pitoisuus 50 ja todellinen 630 mg/L) ja S²⁻ (teoreettinen pitoisuus 100 ja todellinen 6.3 mg/L).

7.1.1 Pyhäjärven Junttiselkä

Eniten pH:ta nostavat kalsium ja rikki sekä yksittäiskemikaalilisäyskokeissa myös humushappo (DOC). pH nousee myös hieman raudan (II), typen, fosforin ja mangaanin vaikutuksesta. Rauta (III) ja sedimentin lisäys puolestaan laskee hieman järveden pH-arvoa. Alumiinilla ei näyttäisi olevan vaikutusta järveden pH-arvoon. pH-arvoissa hapellisissa ja hapettomissa olosuhteissa ei vaikuttaisi olevan eroa.

Taulukko 11. Yhteenveto kemikaalien vaikutuksesta Pyhäjärven järveden pH-arvoon. Mitä useampi + tai – merkki, sitä enemmän vaikutusta nostavasti tai laskevasti pH-arvoon.

Lisätty aine	Modde		Yksittäiskemikaalilisäykset	
	pH-mittaus 2 h jälkeen	pH-mittaus pvm, 29.4.17	Hapellinen, 2h	Hapeton, 2h
Fe(II)	...(+)...	-
Fe(III)	--	-	--	--
Ca	+++	+++	+++	+++
DOC(-)...	++	++
N	+	+
S	++	++	++	++
P	+	+
Mn	+	+
Al	--
Sed (mukana)	-	-		
Sed (ei mukana)	+	+		

7.1.2 Kivijärvi

Kivijärven pH:ta eniten nostaa kalsium. Myös DOC, rikki, typpi ja fosfori nostavat pH:ta jonkin verran. Raudalla(II), mangaanilla ja alumiinilla sen sijaan ei näyttäisi olevan vaikutusta järviveden pH-arvoon. Raudan(III) ja sedimentin lisäys vaikuttaisi alentavan järviveden pH arvoa.

Taulukko 12. Yhteenveto kemikaalien vaikutuksesta Kivijärven järviveden pH-arvoon. Mitä useampi + tai – merkki, sitä enemmän vaikutusta nostavasti tai laskevasti pH-arvoon

Lisätty aine	Modde		Yksittäiskemikaalilisäykset	
	pH-mittaus 2 h jälkeen	pH-mittaus pvm	Hapellinen, 2h	Hapeton, 2h
Fe(II)
Fe(III)	-(-)	...(-)....	-	--
Ca	+++	+++	+++	++++
DOC(+)...	+	++
N	+	+
S	++	+	++	+++
P	+	++
Mn
Al
Sed (mukana)	--	--		
Sed (ei mukana)	++	++		

7.1.3 Salminen

Salmisen järiveden pH:ta nostaa eniten kalsium. Myös rikki nostaa järiveden pH:ta jonkin verran ja rauta (II). Fosfori ja sedimentti puolestaan vaikuttaisi alentavan järiveden pH:ta pitkällä aikavälillä.

Taulukko 13. Yhteenveto kemikaalien vaikutuksesta Salmisen järiveden pH-arvoon. Mitä useampi + tai – merkki, sitä enemmän vaikutusta nostavasti tai laskevasti pH-arvoon

Lisätty aine	Modde		Yksittäiskemikaalilisäykset
	pH-mittaus 2 h jälkeen	pH-mittaus 3.5.17	Hapellinen, 2 h
Fe(II)	+	+
Fe(III)	–	..(-)..	...(+)..
Ca	+++	+++	++
DOC
N
S	++	++	+
P	==
Mn
Al
Sed (mukana)	===	
Sed (ei mukana)	+++	

Taulukko 1. MODDE-koesuunnitteluohjelman laatima koesuunnitelma alustaville kokeille (A).

Exp No	Exp Name	Run Order	Incl/Excl	Lisätyn aineen pitoisuus (mg/l) 50 ml:n näyteputkessa							
				FeSO ₄ ·7H ₂ O	FeCl ₃	Ca(OH) ₂	DOC	NH ₄ NO ₃	Na ₂ S	KH ₂ PO ₄	Al ₂ O ₃
1	N1	36	Incl	0	0	0	0	0	0	0	0
2	N2	56	Incl	10	0	0	0	0	50	10	10
3	N3	69	Incl	0	10	0	0	10	0	10	10
4	N4	61	Incl	10	10	0	0	10	50	0	0
5	N5	39	Incl	0	0	50	0	10	50	10	0
6	N6	8	Incl	10	0	50	0	10	0	0	10
7	N7	50	Incl	0	10	50	0	0	50	0	10
8	N8	59	Incl	10	10	50	0	0	0	10	0
9	N9	9	Incl	0	0	0	30	10	50	0	10
10	N10	68	Incl	10	0	0	30	10	0	10	0
11	N11	16	Incl	0	10	0	30	0	50	10	0
12	N12	15	Incl	10	10	0	30	0	0	0	10
13	N13	22	Incl	0	0	50	30	0	0	10	10
14	N14	64	Incl	10	0	50	30	0	50	0	0
15	N15	41	Incl	0	10	50	30	10	0	0	0
16	N16	75	Incl	10	10	50	30	10	50	10	10
17	N17	42	Incl	5	5	25	15	5	25	5	5
18	N18	27	Incl	5	5	25	15	5	25	5	5
19	N19	28	Incl	5	5	25	15	5	25	5	5
20	N20	12	Incl	0	0	0	0	0	0	0	0
21	N21	13	Incl	10	0	0	0	0	50	10	10
22	N22	43	Incl	0	10	0	0	10	0	10	10
23	N23	10	Incl	10	10	0	0	10	50	0	0
24	N24	76	Incl	0	0	50	0	10	50	10	0
25	N25	17	Incl	10	0	50	0	10	0	0	10
26	N26	73	Incl	0	10	50	0	0	50	0	10
27	N27	26	Incl	10	10	50	0	0	0	10	0
28	N28	55	Incl	0	0	0	30	10	50	0	10
29	N29	21	Incl	10	0	0	30	10	0	10	0
30	N30	66	Incl	0	10	0	30	0	50	10	0
31	N31	72	Incl	10	10	0	30	0	0	0	10
32	N32	44	Incl	0	0	50	30	0	0	10	10
33	N33	63	Incl	10	0	50	30	0	50	0	0
34	N34	5	Incl	0	10	50	30	10	0	0	0
35	N35	4	Incl	10	10	50	30	10	50	10	10
36	N36	54	Incl	5	5	25	15	5	25	5	5
37	N37	19	Incl	5	5	25	15	5	25	5	5
38	N38	29	Incl	5	5	25	15	5	25	5	5
39	N39	20	Incl	0	0	0	0	0	0	0	0
40	N40	11	Incl	10	0	0	0	0	50	10	10
41	N41	62	Incl	0	10	0	0	10	0	10	10
42	N42	70	Incl	10	10	0	0	10	50	0	0
43	N43	60	Incl	0	0	50	0	10	50	10	0
44	N44	37	Incl	10	0	50	0	10	0	0	10
45	N45	3	Incl	0	10	50	0	0	50	0	10
46	N46	34	Incl	10	10	50	0	0	0	10	0
47	N47	24	Incl	0	0	0	30	10	50	0	10
48	N48	1	Incl	10	0	0	30	10	0	10	0
49	N49	53	Incl	0	10	0	30	0	50	10	0
50	N50	65	Incl	10	10	0	30	0	0	0	10
51	N51	38	Incl	0	0	50	30	0	0	10	10
52	N52	74	Incl	10	0	50	30	0	50	0	0
53	N53	25	Incl	0	10	50	30	10	0	0	0
54	N54	14	Incl	10	10	50	30	10	50	10	10
55	N55	33	Incl	5	5	25	15	5	25	5	5
56	N56	2	Incl	5	5	25	15	5	25	5	5
57	N57	7	Incl	5	5	25	15	5	25	5	5
58	N58	45	Incl	0	0	0	0	0	0	0	0
59	N59	58	Incl	10	0	0	0	0	50	10	10
60	N60	23	Incl	0	10	0	0	10	0	10	10
61	N61	6	Incl	10	10	0	0	10	50	0	0
62	N62	32	Incl	0	0	50	0	10	50	10	0
63	N63	48	Incl	10	0	50	0	10	0	0	10
64	N64	67	Incl	0	10	50	0	0	50	0	10
65	N65	47	Incl	10	10	50	0	0	0	10	0
66	N66	51	Incl	0	0	0	30	10	50	0	10
67	N67	40	Incl	10	0	0	30	10	0	10	0
68	N68	35	Incl	0	10	0	30	0	50	10	0
69	N69	30	Incl	10	10	0	30	0	0	0	10
70	N70	46	Incl	0	0	50	30	0	0	10	10
71	N71	49	Incl	10	0	50	30	0	50	0	0
72	N72	18	Incl	0	10	50	30	10	0	0	0
73	N73	31	Incl	10	10	50	30	10	50	10	10
74	N74	71	Incl	5	5	25	15	5	25	5	5
75	N75	57	Incl	5	5	25	15	5	25	5	5
76	N76	52	Incl	5	5	25	15	5	25	5	5

Taulukko 2. MODDE-koesuunnitteluohjelman laatima koesuunnitelma järvivesikokeille (B).

Exp No	Exp Name	Run Order	Incl/Excl	FeF2	FeCl3	Ca(OH)2	DOC	NH4NO3	Na2S+xH2O	K3PO4	MnBr2+4H2O	Al2(SO4)3+xH2O	Sedimentti
1	N1	45	Incl	0	0	0	0	0	100	5	10	5	Ei mukana
2	N2	8	Incl	50	0	0	0	0	0	0	0	0	Ei mukana
3	N3	52	Incl	0	50	0	0	0	0	0	0	5	Mukana
4	N4	20	Incl	50	50	0	0	0	100	5	10	0	Mukana
5	N5	70	Incl	0	0	500	0	0	0	0	10	0	Mukana
6	N6	101	Incl	50	0	500	0	0	100	5	0	5	Mukana
7	N7	85	Incl	0	50	500	0	0	100	5	0	0	Ei mukana
8	N8	98	Incl	50	50	500	0	0	0	0	10	5	Ei mukana
9	N9	87	Incl	0	0	0	20	0	0	5	0	0	Mukana
10	N10	34	Incl	50	0	0	20	0	100	0	10	5	Mukana
11	N11	95	Incl	0	50	0	20	0	100	0	10	0	Ei mukana
12	N12	51	Incl	50	50	0	20	0	0	5	0	5	Ei mukana
13	N13	24	Incl	0	0	500	20	0	100	0	0	5	Ei mukana
14	N14	46	Incl	50	0	500	20	0	0	5	10	0	Ei mukana
15	N15	69	Incl	0	50	500	20	0	0	5	10	5	Mukana
16	N16	14	Incl	50	50	500	20	0	100	0	0	0	Mukana
17	N17	82	Incl	0	0	0	0	10	100	0	0	0	Mukana
18	N18	41	Incl	50	0	0	0	10	0	5	10	5	Mukana
19	N19	75	Incl	0	50	0	0	10	0	5	10	0	Ei mukana
20	N20	37	Incl	50	50	0	0	10	100	0	0	5	Ei mukana
21	N21	11	Incl	0	0	500	0	10	0	5	0	5	Ei mukana
22	N22	72	Incl	50	0	500	0	10	100	0	10	0	Ei mukana
23	N23	97	Incl	0	50	500	0	10	100	0	10	5	Mukana
24	N24	67	Incl	50	50	500	0	10	0	5	0	0	Mukana
25	N25	48	Incl	0	0	0	20	10	0	0	10	5	Ei mukana
26	N26	22	Incl	50	0	0	20	10	100	5	0	0	Ei mukana
27	N27	31	Incl	0	50	0	20	10	100	5	0	5	Mukana
28	N28	73	Incl	50	50	0	20	10	0	0	10	0	Mukana
29	N29	59	Incl	0	0	500	20	10	100	5	10	0	Mukana
30	N30	26	Incl	50	0	500	20	10	0	0	0	5	Mukana
31	N31	47	Incl	0	50	500	20	10	0	0	0	0	Ei mukana
32	N32	83	Incl	50	50	500	20	10	100	5	10	5	Ei mukana
33	N33	10	Incl	25	25	250	10	5	50	2.5	5	2.5	Mukana
34	N34	71	Incl	25	25	250	10	5	50	2.5	5	2.5	Mukana
35	N35	105	Incl	25	25	250	10	5	50	2.5	5	2.5	Mukana
36	N36	104	Incl	0	0	0	0	0	100	5	10	5	Ei mukana
37	N37	96	Incl	50	0	0	0	0	0	0	0	0	Ei mukana
38	N38	63	Incl	0	50	0	0	0	0	0	0	5	Mukana
39	N39	4	Incl	50	50	0	0	0	100	5	10	0	Mukana
40	N40	74	Incl	0	0	500	0	0	0	0	10	0	Mukana
41	N41	88	Incl	50	0	500	0	0	100	5	0	5	Mukana
42	N42	94	Incl	0	50	500	0	0	100	5	0	0	Ei mukana
43	N43	54	Incl	50	50	500	0	0	0	0	10	5	Ei mukana
44	N44	55	Incl	0	0	0	20	0	0	5	0	0	Mukana
45	N45	93	Incl	50	0	0	20	0	100	0	10	5	Mukana
46	N46	57	Incl	0	50	0	20	0	100	0	10	0	Ei mukana
47	N47	86	Incl	50	50	0	20	0	0	5	0	5	Ei mukana
48	N48	92	Incl	0	0	500	20	0	100	0	0	5	Ei mukana
49	N49	91	Incl	50	0	500	20	0	0	5	10	0	Ei mukana
50	N50	40	Incl	0	50	500	20	0	0	5	10	5	Mukana
51	N51	65	Incl	50	50	500	20	0	100	0	0	0	Mukana
52	N52	80	Incl	0	0	0	0	10	100	0	0	0	Mukana
53	N53	84	Incl	50	0	0	0	10	0	5	10	5	Mukana
54	N54	50	Incl	0	50	0	0	10	0	5	10	0	Ei mukana
55	N55	56	Incl	50	50	0	0	10	100	0	0	5	Ei mukana
56	N56	21	Incl	0	0	500	0	10	0	5	0	5	Ei mukana
57	N57	27	Incl	50	0	500	0	10	100	0	10	0	Ei mukana
58	N58	58	Incl	0	50	500	0	10	100	0	10	5	Mukana
59	N59	15	Incl	50	50	500	0	10	0	5	0	0	Mukana
60	N60	36	Incl	0	0	0	20	10	0	0	10	5	Ei mukana
61	N61	49	Incl	50	0	0	20	10	100	5	0	0	Ei mukana
62	N62	1	Incl	0	50	0	20	10	100	5	0	5	Mukana
63	N63	89	Incl	50	50	0	20	10	0	0	10	0	Mukana
64	N64	7	Incl	0	0	500	20	10	100	5	10	0	Mukana
65	N65	13	Incl	50	0	500	20	10	0	0	0	5	Mukana
66	N66	3	Incl	0	50	500	20	10	0	0	0	0	Ei mukana
67	N67	39	Incl	50	50	500	20	10	100	5	10	5	Ei mukana
68	N68	19	Incl	25	25	250	10	5	50	2.5	5	2.5	Mukana
69	N69	2	Incl	25	25	250	10	5	50	2.5	5	2.5	Mukana
70	N70	77	Incl	25	25	250	10	5	50	2.5	5	2.5	Mukana
71	N71	23	Incl	0	0	0	0	0	100	5	10	5	Ei mukana
72	N72	30	Incl	50	0	0	0	0	0	0	0	0	Ei mukana
73	N73	25	Incl	0	50	0	0	0	0	0	0	5	Mukana
74	N74	81	Incl	50	50	0	0	0	100	5	10	0	Mukana
75	N75	62	Incl	0	0	500	0	0	0	0	10	0	Mukana
76	N76	16	Incl	50	0	500	0	0	100	5	0	5	Mukana
77	N77	43	Incl	0	50	500	0	0	100	5	0	0	Ei mukana
78	N78	60	Incl	50	50	500	0	0	0	0	10	5	Ei mukana
79	N79	68	Incl	0	0	0	20	0	0	5	0	0	Mukana
80	N80	53	Incl	50	0	0	20	0	100	0	10	5	Mukana
81	N81	29	Incl	0	50	0	20	0	100	0	10	0	Ei mukana
82	N82	99	Incl	50	50	0	20	0	0	5	0	5	Ei mukana
83	N83	35	Incl	0	0	500	20	0	100	0	0	5	Ei mukana
84	N84	38	Incl	50	0	500	20	0	0	5	10	0	Ei mukana
85	N85	12	Incl	0	50	500	20	0	0	5	10	5	Mukana
86	N86	103	Incl	50	50	500	20	0	100	0	0	0	Mukana
87	N87	61	Incl	0	0	0	0	10	100	0	0	0	Mukana
88	N88	100	Incl	50	0	0	0	10	0	5	10	5	Mukana

89	N89	9	Incl	0	50	0	0	10	0	5	10	0	Ei mukana
90	N90	33	Incl	50	50	0	0	10	100	0	0	5	Ei mukana
91	N91	5	Incl	0	0	500	0	10	0	5	0	5	Ei mukana
92	N92	76	Incl	50	0	500	0	10	100	0	10	0	Ei mukana
93	N93	79	Incl	0	50	500	0	10	100	0	10	5	Mukana
94	N94	32	Incl	50	50	500	0	10	0	5	0	0	Mukana
95	N95	66	Incl	0	0	0	20	10	0	0	10	5	Ei mukana
96	N96	44	Incl	50	0	0	20	10	100	5	0	0	Ei mukana
97	N97	42	Incl	0	50	0	20	10	100	5	0	5	Mukana
98	N98	18	Incl	50	50	0	20	10	0	0	10	0	Mukana
99	N99	17	Incl	0	0	500	20	10	100	5	10	0	Mukana
100	N100	78	Incl	50	0	500	20	10	0	0	0	5	Mukana
101	N101	6	Incl	0	50	500	20	10	0	0	0	0	Ei mukana
102	N102	28	Incl	50	50	500	20	10	100	5	10	5	Ei mukana
103	N103	102	Incl	25	25	250	10	5	50	2.5	5	2.5	Mukana
104	N104	64	Incl	25	25	250	10	5	50	2.5	5	2.5	Mukana
105	N105	90	Incl	25	25	250	10	5	50	2.5	5	2.5	Mukana

Taulukko 3. Liuosten lisäykset kantaliuoksista 50 mL:n falconputkeen (näytetilavuus: 50 mL). Lisäksi taulukossa lisättävien kemikaalien määrä (mL) yhteensä sekä järveden määrä (mL). Alustavat kokeet (A).

Exp No	Exp Name	Run Order	Incl/Excl	Fe2+	Fe3+	Ca(OH)2	DOC	N-fraktiot	Sulfidi	H2PO4	Al2O2	Kemikaalit	Jätevesi
1	N1	46	Incl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
2	N2	74	Incl	0,5	0	0	0	0	2,5	0,5	0,5	4	46
3	N3	63	Incl	0	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0,5	2	48
4	N4	25	Incl	0,5	0,5	0	0	0,5	2,5	0	0	4	46
5	N5	60	Incl	0	0	2,5	0	0,5	2,5	0,5	0	6	44
6	N6	64	Incl	0,5	0	2,5	0	0,5	0	0	0,5	4	46
7	N7	73	Incl	0	0,5	2,5	0	0	2,5	0	0,5	6	44
8	N8	36	Incl	0,5	0,5	2,5	0	0	0	0,5	0	4	46
9	N9	33	Incl	0	0	0	0,5	0,5	2,5	0	0,5	4	46
10	N10	11	Incl	0,5	0	0	0,5	0,5	0	0,5	0	2	48
11	N11	57	Incl	0	0,5	0	0,5	0	2,5	0,5	0	4	46
12	N12	72	Incl	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	2	48
13	N13	71	Incl	0	0	2,5	0,5	0	0	0,5	0,5	4	46
14	N14	8	Incl	0,5	0	2,5	0,5	0	2,5	0	0	6	44
15	N15	43	Incl	0	0,5	2,5	0,5	0,5	0	0	0	4	46
16	N16	66	Incl	0,5	0,5	2,5	0,5	0,5	2,5	0,5	0,5	8	42
17	N17	68	Incl	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	4	46
18	N18	76	Incl	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	4	46
19	N19	38	Incl	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	4	46
20	N20	58	Incl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
21	N21	2	Incl	0,5	0	0	0	0	2,5	0,5	0,5	4	46
22	N22	31	Incl	0	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0,5	2	48
23	N23	6	Incl	0,5	0,5	0	0	0,5	2,5	0	0	4	46
24	N24	19	Incl	0	0	2,5	0	0,5	2,5	0,5	0	6	44
25	N25	59	Incl	0,5	0	2,5	0	0,5	0	0	0,5	4	46
26	N26	62	Incl	0	0,5	2,5	0	0	2,5	0	0,5	6	44
27	N27	22	Incl	0,5	0,5	2,5	0	0	0	0,5	0	4	46
28	N28	28	Incl	0	0	0	0,5	0,5	2,5	0	0,5	4	46
29	N29	49	Incl	0,5	0	0	0,5	0,5	0	0,5	0	2	48
30	N30	32	Incl	0	0,5	0	0,5	0	2,5	0,5	0	4	46
31	N31	4	Incl	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	2	48
32	N32	55	Incl	0	0	2,5	0,5	0	0	0,5	0,5	4	46
33	N33	39	Incl	0,5	0	2,5	0,5	0	2,5	0	0	6	44
34	N34	75	Incl	0	0,5	2,5	0,5	0,5	0	0	0	4	46
35	N35	48	Incl	0,5	0,5	2,5	0,5	0,5	2,5	0,5	0,5	8	42
36	N36	42	Incl	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	4	46
37	N37	13	Incl	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	4	46
38	N38	47	Incl	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	4	46
39	N39	70	Incl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
40	N40	50	Incl	0,5	0	0	0	0	2,5	0,5	0,5	4	46
41	N41	18	Incl	0	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0,5	2	48
42	N42	15	Incl	0,5	0,5	0	0	0,5	2,5	0	0	4	46
43	N43	51	Incl	0	0	2,5	0	0,5	2,5	0,5	0	6	44
44	N44	34	Incl	0,5	0	2,5	0	0,5	0	0	0,5	4	46
45	N45	52	Incl	0	0,5	2,5	0	0	2,5	0	0,5	6	44
46	N46	26	Incl	0,5	0,5	2,5	0	0	0	0,5	0	4	46
47	N47	53	Incl	0	0	0	0,5	0,5	2,5	0	0,5	4	46
48	N48	44	Incl	0,5	0	0	0,5	0,5	0	0,5	0	2	48
49	N49	27	Incl	0	0,5	0	0,5	0	2,5	0,5	0	4	46
50	N50	67	Incl	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	2	48
51	N51	3	Incl	0	0	2,5	0,5	0	0	0,5	0,5	4	46
52	N52	10	Incl	0,5	0	2,5	0,5	0	2,5	0	0	6	44
53	N53	23	Incl	0	0,5	2,5	0,5	0,5	0	0	0	4	46
54	N54	40	Incl	0,5	0,5	2,5	0,5	0,5	2,5	0,5	0,5	8	42
55	N55	21	Incl	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	4	46
56	N56	17	Incl	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	4	46
57	N57	54	Incl	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	4	46
58	N58	24	Incl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
59	N59	61	Incl	0,5	0	0	0	0	2,5	0,5	0,5	4	46
60	N60	69	Incl	0	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0,5	2	48
61	N61	56	Incl	0,5	0,5	0	0	0,5	2,5	0	0	4	46
62	N62	65	Incl	0	0	2,5	0	0,5	2,5	0,5	0	6	44
63	N63	45	Incl	0,5	0	2,5	0	0,5	0	0	0,5	4	46
64	N64	12	Incl	0	0,5	2,5	0	0	2,5	0	0,5	6	44
65	N65	30	Incl	0,5	0,5	2,5	0	0	0	0,5	0	4	46
66	N66	5	Incl	0	0	0	0,5	0,5	2,5	0	0,5	4	46
67	N67	41	Incl	0,5	0	0	0,5	0,5	0	0,5	0	2	48
68	N68	35	Incl	0	0,5	0	0,5	0	2,5	0,5	0	4	46
69	N69	29	Incl	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	2	48
70	N70	16	Incl	0	0	2,5	0,5	0	0	0,5	0,5	4	46
71	N71	7	Incl	0,5	0	2,5	0,5	0	2,5	0	0	6	44

72	N72	9	Incl	0	0,5	2,5	0,5	0,5	0	0	0	4	46
73	N73	14	Incl	0,5	0,5	2,5	0,5	0,5	2,5	0,5	0,5	8	42
74	N74	37	Incl	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	4	46
75	N75	20	Incl	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	4	46
76	N76	1	Incl	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	1,25	0,25	0,25	4	46

99	J99	31	Incl	0	0	0.4	0.16	0.08	0.4	0.04	0.08	0	Mukana	1.16	38.84
100	J100	56	Incl	2	0	0.4	0.16	0.08	0	0	0	0.04	Mukana	2.68	37.32
101	J101	27	Incl	0	0.4	0.4	0.16	0.08	0	0	0	0	Ei mukana	1.04	38.96
102	J102	80	Incl	2	0.4	0.4	0.16	0.08	0.4	0.04	0.08	0.04	Ei mukana	3.6	36.4
103	J103	70	Incl	1	0.2	0.2	0.08	0.04	0.2	0.02	0.04	0.02	Mukana	1.8	38.2
104	J104	97	Incl	1	0.2	0.2	0.08	0.04	0.2	0.02	0.04	0.02	Mukana	1.8	38.2
105	J105	84	Incl	1	0.2	0.2	0.08	0.04	0.2	0.02	0.04	0.02	Mukana	1.8	38.2