

Vedenlaadun poikkeamien pilot-testaukset laboratoriossa ja kentällä - Polaris-hankkeen kokemuksia -



25.4.2013
Eero Antikainen
Tutkimuspäällikkö
Ympäristötekniikka
Savonia-ammattikorkeakoulu

Johdanto

- **Savonia-ammattikorkeakoulu** oli mukana toteuttamassa Tekesin Vesiohjelmasta rahoitettua tutkimushanketta ”**Polaris – Vedenlaadun kokonaisjärjestelmän kehittäminen**”
- Hanke toteutettiin ajalla 1.7.2009 – 31.12.2012
- Hankkeessa olivat mukana:
 - Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Ympäristöterveyden osasto
 - Geologian tutkimuskeskus
 - Itä-Suomen yliopisto
 - Oulun yliopisto
 - Ilmatieteenlaitos
 - Savonia-ammattikorkeakoulu

Sekä lisäksi 5 vesilaitosta ja 10 yritystä

Johdanto

- ”Polaris – Vedenlaadun kokonaisjärjestelmän kehittäminen” – hankkeen tavoitteita olivat mm.:
 - Kehittää edellytykset vedenlaadun reaaliaikaiselle kokonaisjärjestelmälle vesilaitoksissa (raakavesilähteestä verkostoon)
 - Kehittää uusia raakaveden kontaminaation online-/offline -ennakointimenetelmiä
 - Kehittää raakavesilähteen rakennetietoa hyödyntävää Water Safety Planning -konseptin mukaista riskienhallintaa
 - Kehittää vedenpuhdistusprosessien poikkeustilanteiden hallintaa ja säädön optimointia (lyhyt ja pitkä aikaväli)



Savonia-ammattikorkeakoulun tehtävät Polaris-hankkeessa

Savonian vastuulla Polaris-hankkeessa oli toteuttaa seuraavat koejärjestelyt ja pilot-koeajot tutkimuskonsortion käyttöön:

- Pienoismaaperäkolonnien toteutus ja simulaatiokokeet
- Pilot-vesilaitoksella tehdyt simulaatiot ja koesarjat:
 - Kemikaalien toiminnan optimointi
 - Poikkeamatilanteiden toteutus osana koesarjoja
 - Erityistilanteisiin reagointi ja niiden simulointi
 - Koeajojen aikainen tekninen tuki
- Automaattisen näytteenottojärjestelmän testaaminen kenttäkohteissa
- On-line –sensoreihin liittyneiden instrumentointien toteutus ja tekninen tuki kenttäkohteissa

Ympäristötekniikan opetus- ja tutkimusyksikkö

Tekemisen puitteet:

- Savonian vesilaboratoriopuitteet muodostavat Suomen mittakaavassa ainutlaatuisen toimintaympäristön
- Laitekannan osalta laboratoriossa on kehitetty valmiuksia toteuttaa erityisesti haastavia pilot-mittakaavan koeajoja
- Laitekantaan kuuluu mm. pilot-mittakaavan pintavesilaitos (Qmit 3 m³/h), ultrasuodatus-laitteisto, siirrettävä flotaattoriyksikkö (Qmit 20 m³/h), koevesijohtoverkosto (600 m), siirrettävä biokaasulaitos (2x3m³ reaktoria), sekä runsaasti pienempiä koelaitteistoja
- Monipuolinen laitekanta mahdollistaa soveltavan tutkimuksen toteutuksen testaamalla ja todentamalla kehitettävien prosessien ja/tai laitteiden toimivuutta todellisissa käytännön olosuhteissa
- Toiminnan tavoitteena on kehittää suoraan käytäntöön sovellettavia konkreettisia uusia menetelmiä ja sovelluksia yhdessä yhteistyökumppaneidemme kanssa



Polaris-projektin aikana toteutetut poikkeamatilanteiden pilot-testaukset

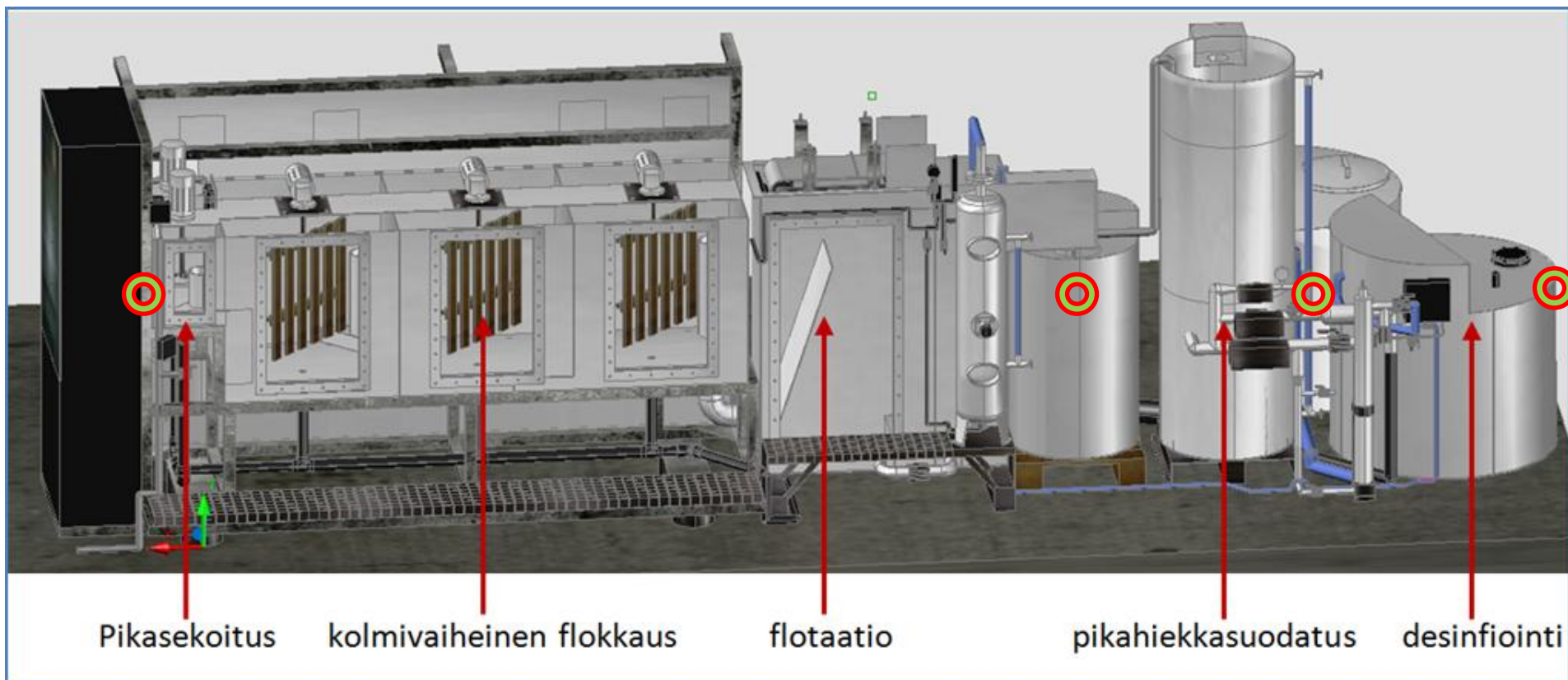
Kokeiden tavoitteina oli:

- Todentaa eri mittausmenetelmien kyvykkyyttä havainnoida yllättäviä poikkeamatilanteita
- Seurata vedenkäsittelyprosessin käyttäytymistä poikkeamatilanteiden aikana ja niiden jälkeen
- Todentaa korjaavien toimenpiteiden vaikutusta prosessiin poikkeamatilanteiden aikana



Kokeiden toteutus:

- Kokeissa simuloitiin erilaisia vedenlaadun poikkeamatilanteita alla kuvatulla Savonia-ammattikorkeakoulun pilot-mittakaavan vesilaitoksella ($Q_{mit} = 3000$ l/h)

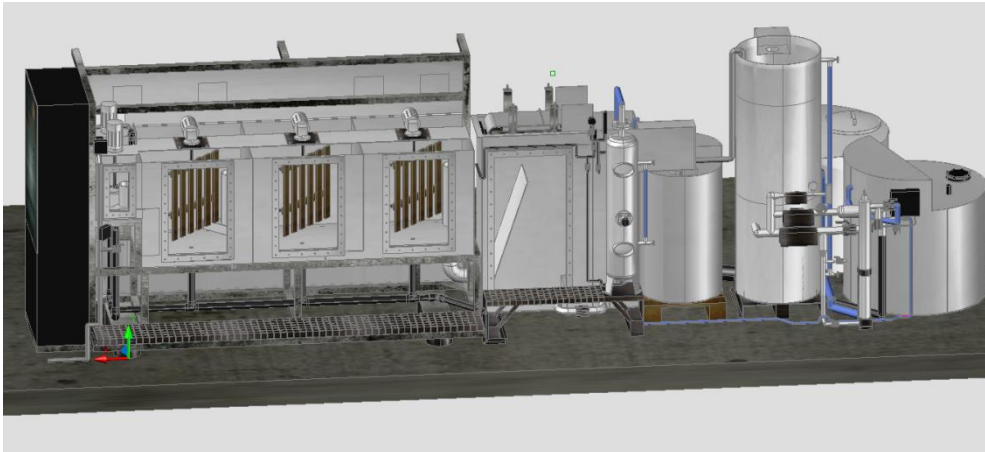


 Näytteenottopisteet laboratorioanalyysjä varten



Polaris-projektin aikana toteutetut poikkeamatilanteet:

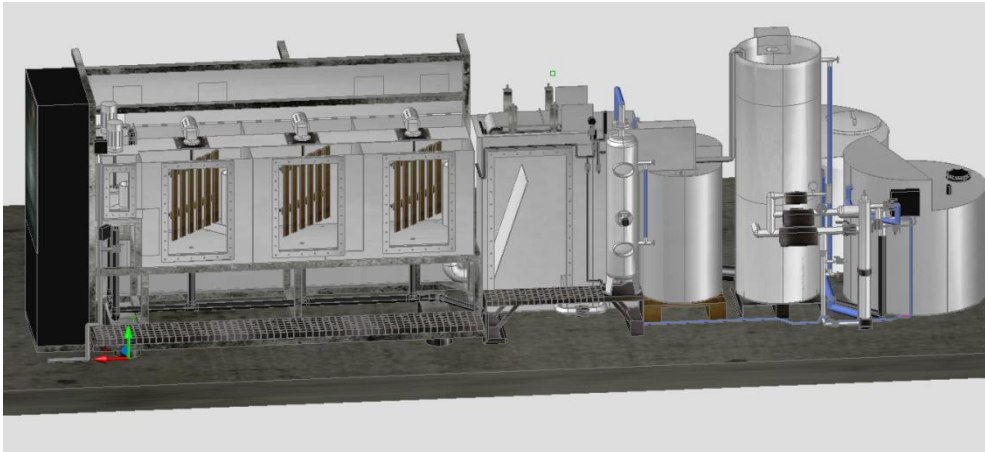
- Poikkeamat aiheutettiin kolmen tunnin pulsseina lisäämällä eri epäpuhtauksia normaalin raakaveden (Kallavedestä pumpattua järvivettä) joukkoon
- Poikkeamissa käytettiin seuraavia epäpuhtauksia:
 - Runsaasti humusta sisältävän veden lisäys raakaveteen
 - E.coli –bakteerien lisäys raakaveteen
 - Klostridien lisäys raakaveteen
 - Kolifaagien lisäys raakaveteen





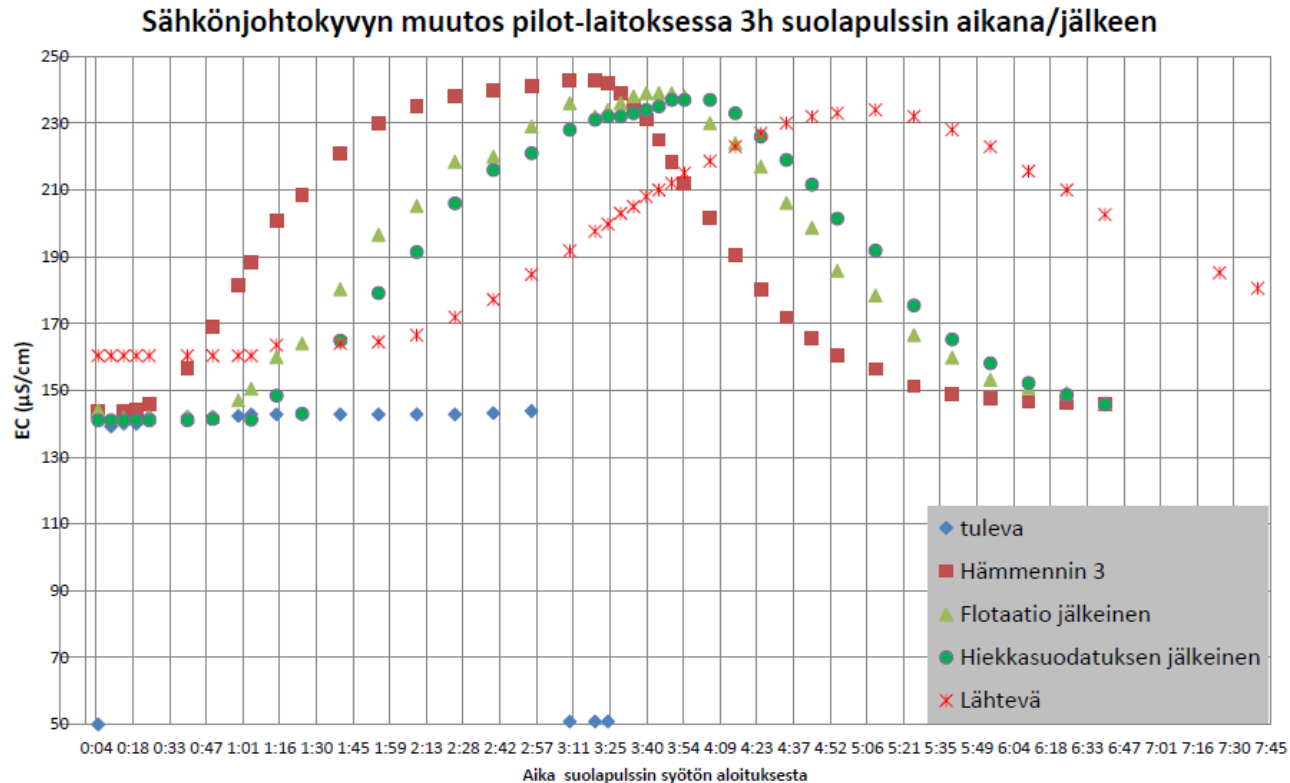
Polaris-projektin aikana toteutetut poikkeamatilanteet:

- Lisäksi projektin aikana testattiin seuraavien prosessihäiriöiden vaikutusta puhdistusprosessin toimivuuteen:
 - pH:n äkillinen nousu saostusvaiheessa
 - pH:n äkillinen lasku saostusvaiheessa
 - Häiriö saostuskemikaalin syötössä





Epäpuhtauspulssin kulku prosessin läpi:



- Liukoiset epäpuhtaudet läpäisevät prosessin sen eri vaiheiden viipymäaikojen suhteessa
- Prosessin edetessä pulssit ”venyvät” sekoittumisen seurauksena



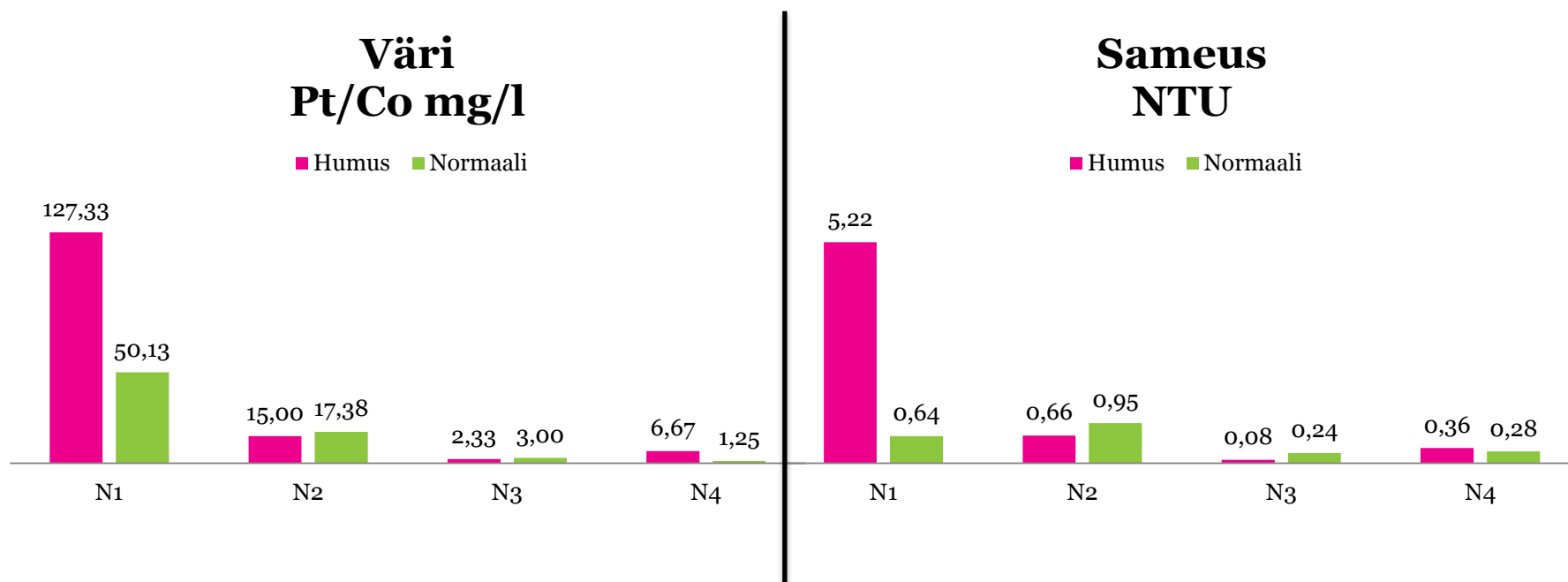
Polaris-projektin aikana simuloidut poikkeamatilanteet;

- Esimerkki: ”Runsaasti humusta sisältävien valumavesien pääsy prosessiin”

- Kokeessa simuloitiin tilannetta, jossa valumavesien mukana vedenottamolle pääsee huuhtoutumaan poikkeuksellisen runsaasti humusta sisältävää vettä
- Lisäksi koe toistettiin myös siten, että samanaikaisesti raakaveden joukkoon lisättiin tahallisesti taudinaiheuttajamikrobeja
- Koesarjan lopuksi myös saostusvaiheen pH:ta poikkeutettiin tahallisesti

Polaris-projektin aikana simuloidut poikkeamatilanteet;

- Esimerkki: ”Runsaasti humusta sisältävien valumavesien pääsy prosessiin”



N1 = raakavesi

N2 = flotaation jälkeinen vesi

N3 = hiekkasuodattimen jälkeinen vesi

N4 = desinfiointin jälkeinen vesi

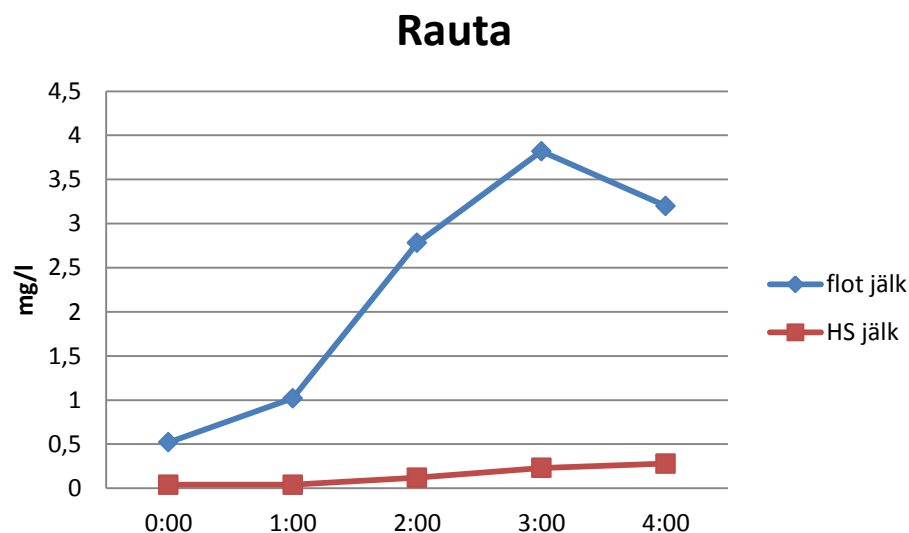
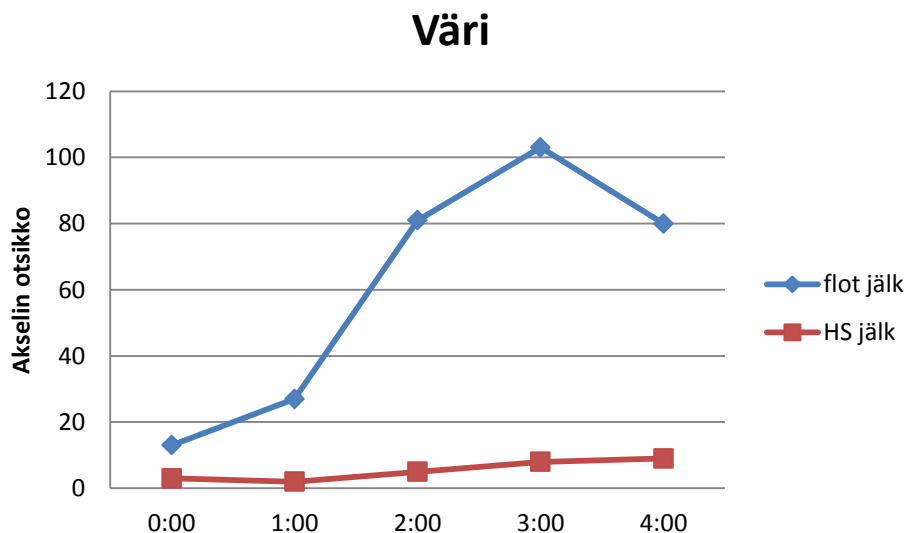


Polaris-projektin aikana simuloidut poikkeamatilanteet;

- Esimerkki: ”Väärän pH:n vaikutus prosessiin”

- Kokeessa simuloitiin tilannetta, jossa vesilaitokselle tulevan raakaveden pH-mittaus näyttää virheellistä tulosta
- Väärä tulos pH-mittauksessa säätää prosessin pH-tason virheellisesti alueelle, jossa saostuskemikaali ei tehoa optimaalisesti
- Saostuksen toimiessa tehottomasti on mahdollista, että myös raakavedessä olevien epäpuhtauksien, kuten mikrobien tms. on mahdollista edetä puhdistusprosessin läpi
- Saostusvaiheen pH:ta poikkeutettiin tasosta pH 4,7 -> 5,2

**Polaris-projektin aikana simuloidut poikkeamatilanteet;
-Esimerkki: ”Väärän pH:n vaikutus prosessiin”**



- Poikkeama saostusvaiheen pH:ssa näkyy selvästi jo vajaan kahden tunnin viiveellä flotaation jälkeisen veden kemiallisessa laadussa
- Hiekkasuodattimen jälkeiseen vedenlaatuun poikkeamalla on selvästi vähäisempi vaikutus



Johtopäätökset poikkeamatilanteiden pilot-testauksista 1/2:

- Pintavesien käsittelyyn suunniteltu puhdistusprosessi kestää suhteellisen isojakin muutoksia raakaveden laadussa ilman, että muutoksilla on vaikutusta puhdistetun veden laatuun
- Myös mikrobi-kontaminaatiotilanteissa prosessi toimi hyvin
- Kokeissa käytetyt reaaliaikaiset mittalaitteet (UV, sameus, sähkönjohtokyky, pH) eivät havainneet pelkkiä mikrobilisäyksiä raakavedestä, mutta välilliset epäpuhtaudet (humuksen lisääntyminen, sähkönjohtavuuden muutokset yms.) saatiin hyvin näkyviin
 - Tämä mahdollisti mm. automaattisen näytteenoton toteutuksen PMEU-laitteistolla suoraan poikkeamatilanteista mikrobien tarkempaa detektointia varten



Johtopäätökset poikkeamatilanteiden pilot-testauksista 2/2:

- Prosessin häiriintyessä esim. pH-tason virheellisen seurannan johdosta alkoi veden kemiallisessa laadussa näkyä muutoksia
- Muutokset näkyivät mm. puhdistetun veden kohonneena rautapitoisuutena sekä veden värin lisääntymisenä
 - Näissäkään tilanteissa mikrobien ei kuitenkaan havaittu läpäisevän puhdistusprosessia
- Tehdyillä Pilot-kokeilla oli mahdollista testata kokeellisesti sellaisia ilmiöitä ja poikkeamatilanteita, joita todellisilla vesilaitoksilla ei koskaan ole mahdollista käytännössä testata



Loppuyhteenveto:

- Peruspintavesiprosessi vaikuttaa hyvinkin luotettavalta ja mukautuvalta suurehkoihinkin poikkeamiin raakaveden laadussa, **kunhan sen säädöt ja seuranta on kunnossa**
- Suurin merkitys veden laatuun oli kemiallisella saostuksella ja sitä seuraavalla selkeytyksellä (flotaatio)
- Saostusvaiheen olosuhteiden varmistaminen kemikaalien toiminnan kannalta optimaaliseksi on ensiarvoisen tärkeää kokonaisprosessin toimivuuden kannalta
 - **Tämä edellyttää mittalaitteiden yms. prosessilaitteiden oikeaa ja säännöllistä huoltoa ja kalibrointia (erityisesti pH-antureiden ja kemikaaliannostelun osalta!!!)**



SAVONIA

KIITOS MIELENKIINNOSTANNE!

Yhteystiedot:

Eero Antikainen

Tutkimuspäällikkö

Ympäristötekniikan opetus- ja
tutkimusyksikkö

Savonia -ammattikorkeakoulu

PL 6 (Microkatu 1 C)

70201 Kuopio

tel. +358 44 785 6325

fax. +358 17 255 5561

email: eero.antikainen@savonia.fi

web: www.savonia.fi/teku

