

# Kemikaalien optimointi erityistilanteissa, pintavesilaitokset

VESIHUOLLON RISKIEN HALLINTA JA MONITOROINTI –  
seminaari

24. – 25.4.2013 Technopolis Kuopio

Jaakko Rämö



UNIVERSITY of OULU  
OULUN YLIOPISTO

Arja Sarpola

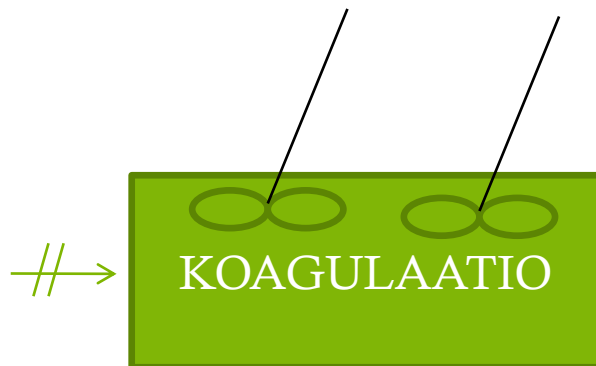
oulu  
water  
alliance Ltd. 

# Keskeisiä säädöksiä

- ♦ Juomavesidirektiivi
- ♦ Terveydensuojelulaki: säännöksiä talousvettä toimittavista laitoksista, veden laadusta ja valvonnasta.
- ♦ Vesihuoltolaki: vesihuollon turvaaminen.
- ♦ Vesilaki, Ympäristönsuojelulaki, Maankäyttö- ja rakennuslaki, Valmiuslaki, Pelastuslaki....
- ♦ EAS, REACH....
- ♦ Ympäristöluvat

# Pintavesiprosessit (1)

Kemikaalilisäykset



pintavarausten neutralointi,  
adsorptio, mikrobien  
häirintä...

pH, annosmäärä....

Flotaatio, sedimentaatio,  
suodatus



kuplakoko, kuplien pintajännitys  
laskeutuksen tehostus,  
hiekan biologian optimointi...

# Merkittävimmät koagulaatiokemikaalit

Rautapohjaiset → Liuennut orgaaninen aine, mikrobit

Alumiinipohjaiset → Suspendoitunut epäorgaaninen aine,  
mikrobit

Orgaaniset varaukselliset polymeerit

# Merkittävimmät koagulaatiokemikaalit



$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  
polyalumiinit, polymeerit,  
 $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

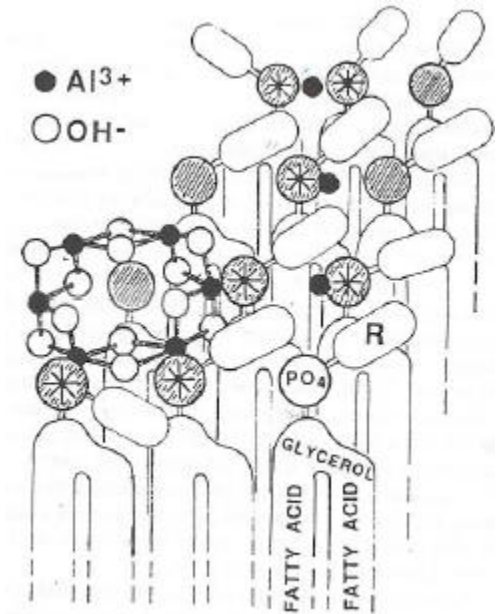
# Koagulaation päämekanismit

Neutralointi

Adsorptio

Suoravaikutus mikrobeihin, oikealla

HUOM: Koagulaatiovaihe erittäin merkittävä myös mikrobiologisen laadun kannalta.



# Potentiaalisia virhelähteitä erityistilanteissa

**Riittämätön annostus** → Riittämätön neutralointi ja saostuman muodostus

**Yliannostus** → Dispersion varaus muuttuu positiiviseksi, jolloin se stabiloituu uudestaan,

→ Saostuskemikaali karkaa prosessista

→ Ionivahvuus (johtokyky) muuttuu

# Potentiaalisia virhelähteitä erityistilanteissa

**Matala pH** → Epäpuhtaudet protonoituneita, jolloin niiden varaus on positiivinen.

→ Koagulaatiokemikaali ei muodosta saostumaa.

**Korkea pH** → Koagulaatiokemikaali liukenee anionina

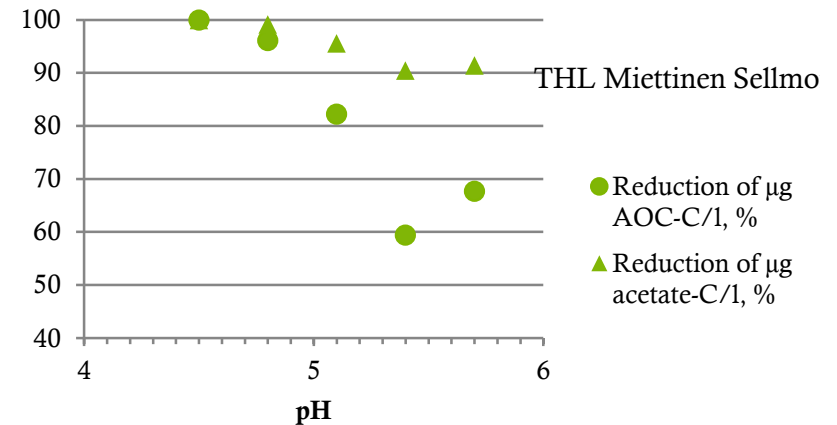
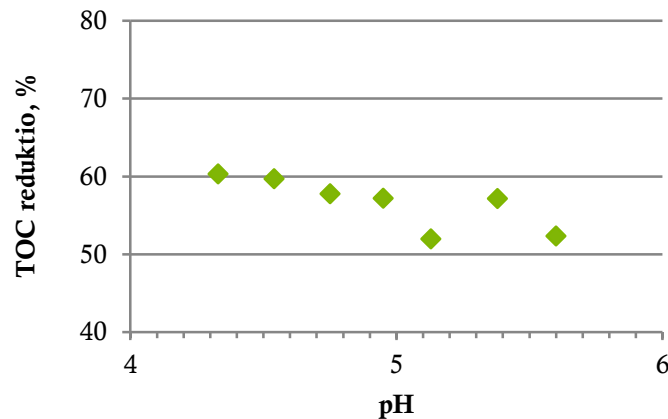


# pH:n merkitys koagulaation hiilen poistumisessa

**Polaris**

Vedenlaadun kokonaisjärjestelmän kehittäminen

ferrisulfaattiliuos 40g/m<sup>3</sup>



# Tutkimustuloksia; koagulaatiovaiheen häiriösimulaatio

**Polaris**

Vedenlaadun kokonaisjärjestelmän kehittäminen

hidassekoituksen pH:n aleneminen optimiarvosta 4,7 arvoon 4,0 →  
hiekkasuodatusvaiheen jälkeen UV absorbanssi.

hidassekoituksen pH:n kohoaminen optimiarvosta 4,7 arvoon 5,2 →  
hiekkasuodatusvaiheen jälkeen UV absorbanssista

ferrikemikaalisyötön aleneminen → online-UV reagoi hitaasti, mutta  
tasaisesti. Myös johtokyvyn aleneminen.

ferrikemikaalisyötön kohoaminen → hankalasti havaittava häiriötyyppi,  
lievät johtokyvyn muutokset.

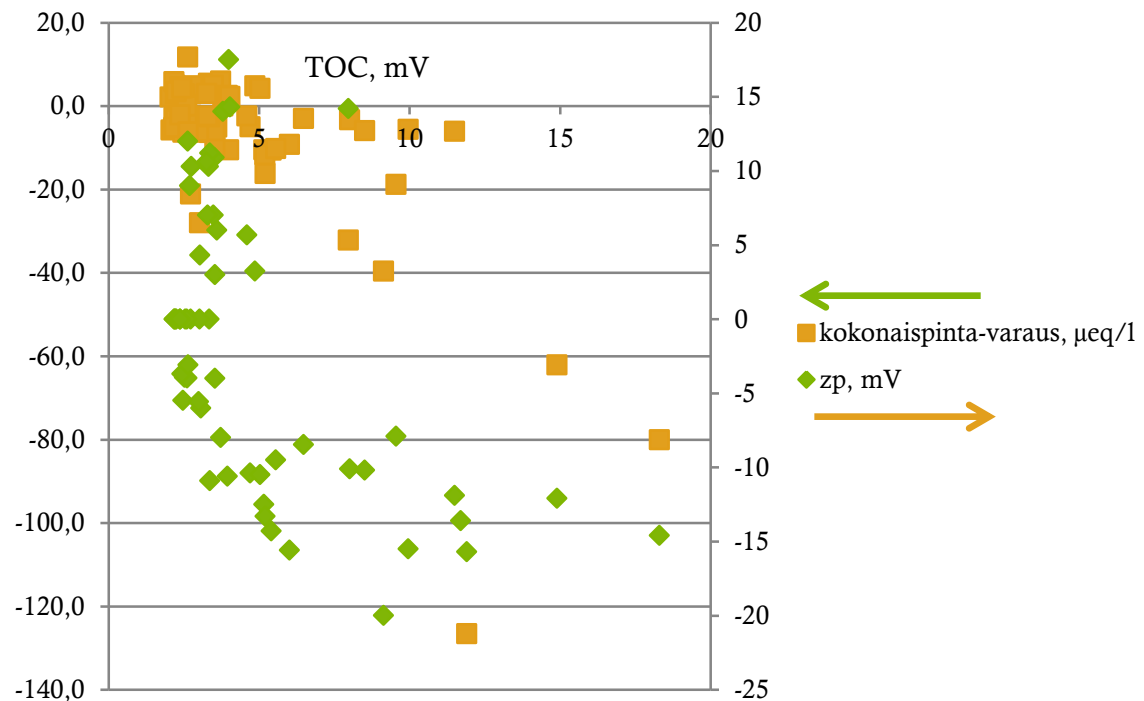
# Tutkimustuloksia; Veden laadun monitorointi, pintavaraus

**Polaris**

Vedenlaadun kokonaisjärjestelmän kehittäminen

On-linena hyödynnettävä kokonaispintavarausmittaus kertoo

TOC-tason:



# Pintavesiprosessi (2)

## PRIMÄÄRIDESINFIOINTI

- Otsonin annostus
- otsonin toimintamekanismit
  - Molekyylimekanismi,
  - Radikaalimekanismi
  - $\cdot\text{OH}$  vs.  $\text{O}_3$
- Vaihtoehtoiset hapettimet
  - PAA,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{KMnO}_4$
- Edistyneet hapetusmenetelmät (AOP)

## AKTIIVIHIIILISUODATUS

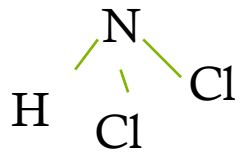
- Aktiivihiilen rakenne
  - Huokoskoko
  - Pinta-ala
- Biologinen vs. mekaaninen

# Pintavesiprosessit (3)

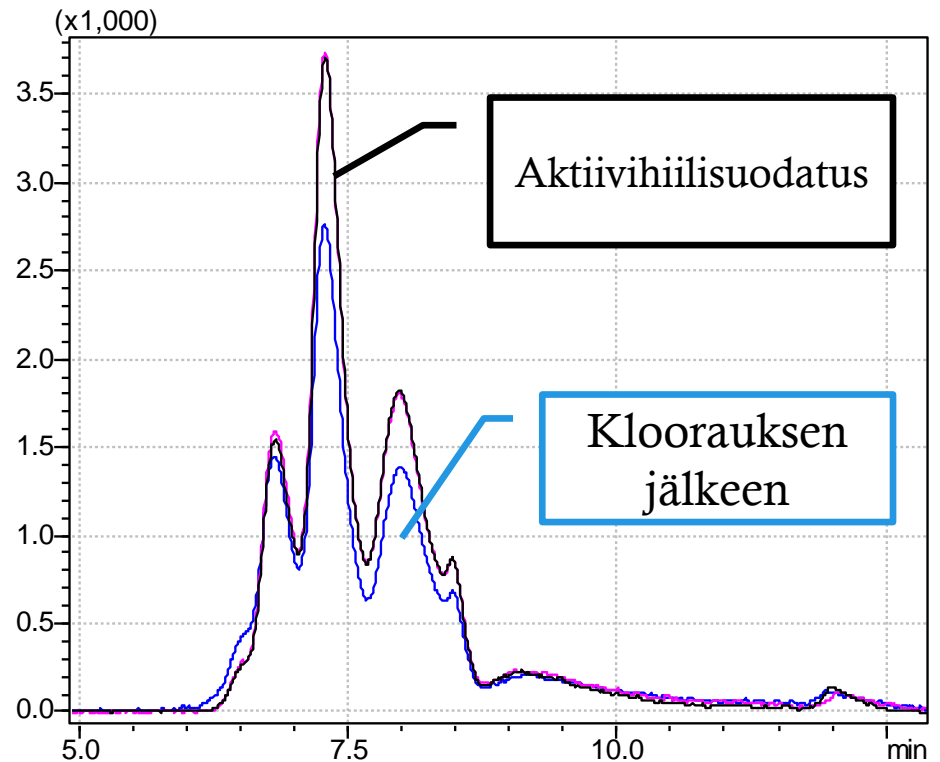
## JÄLKIDESINFIOINTI

verkoston monitorointi

DBP, mikrobit, MIB, Geosmin



kloorin toimintamekanismit:  
 $\text{Cl}_2$   $\text{HClO}$   $\text{ClO}^-$

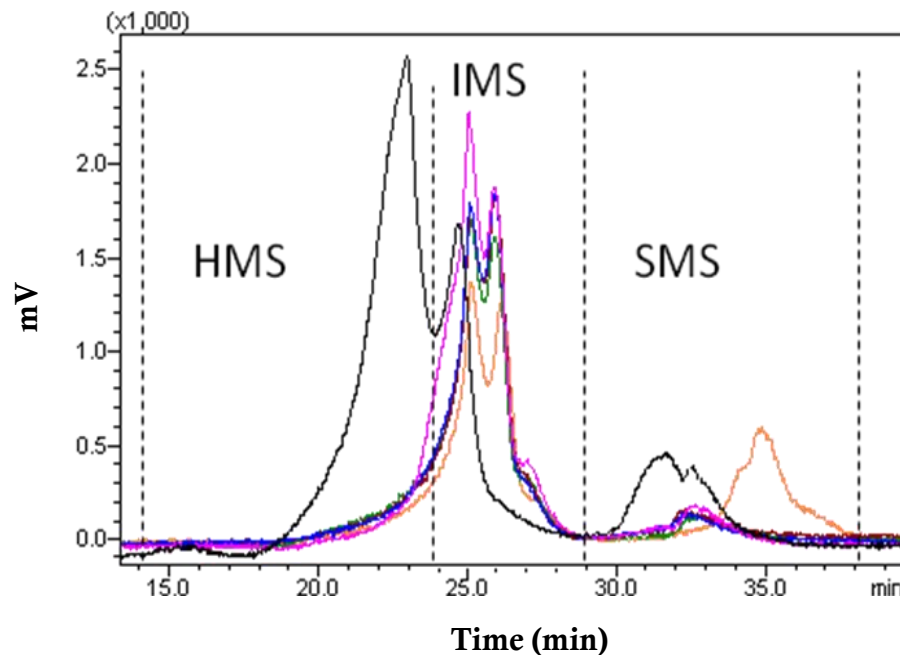


# CASE tutkimuksia; HPSEC

**Polaris**

Vedenlaadun kokonaisjärjestelmän kehittäminen

## ORGAANISEN HIILEN LAADUN VAIHTELU PROSESSISSA



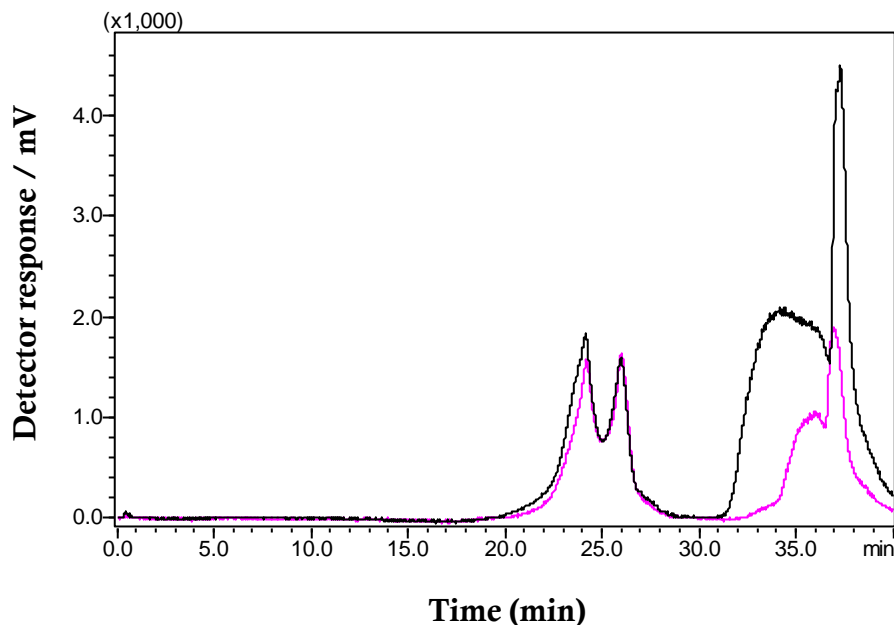
musta=raakavesi, pinkki =  
flotaation jälkeinen vesi, sininen =  
hiekkasuodatuksen jälkeinen vesi,  
ruskea = otsonoinnin jälkeinen vesi  
vihreä = aktiivihiilisuodatuksen  
jälkeinen vesi ja oranssi =  
kloorauksen jälkeinen vesi.

# CASE tutkimuksia; HPSEC

**Polaris**

Vedenlaadun kokonaisjärjestelmän kehittäminen

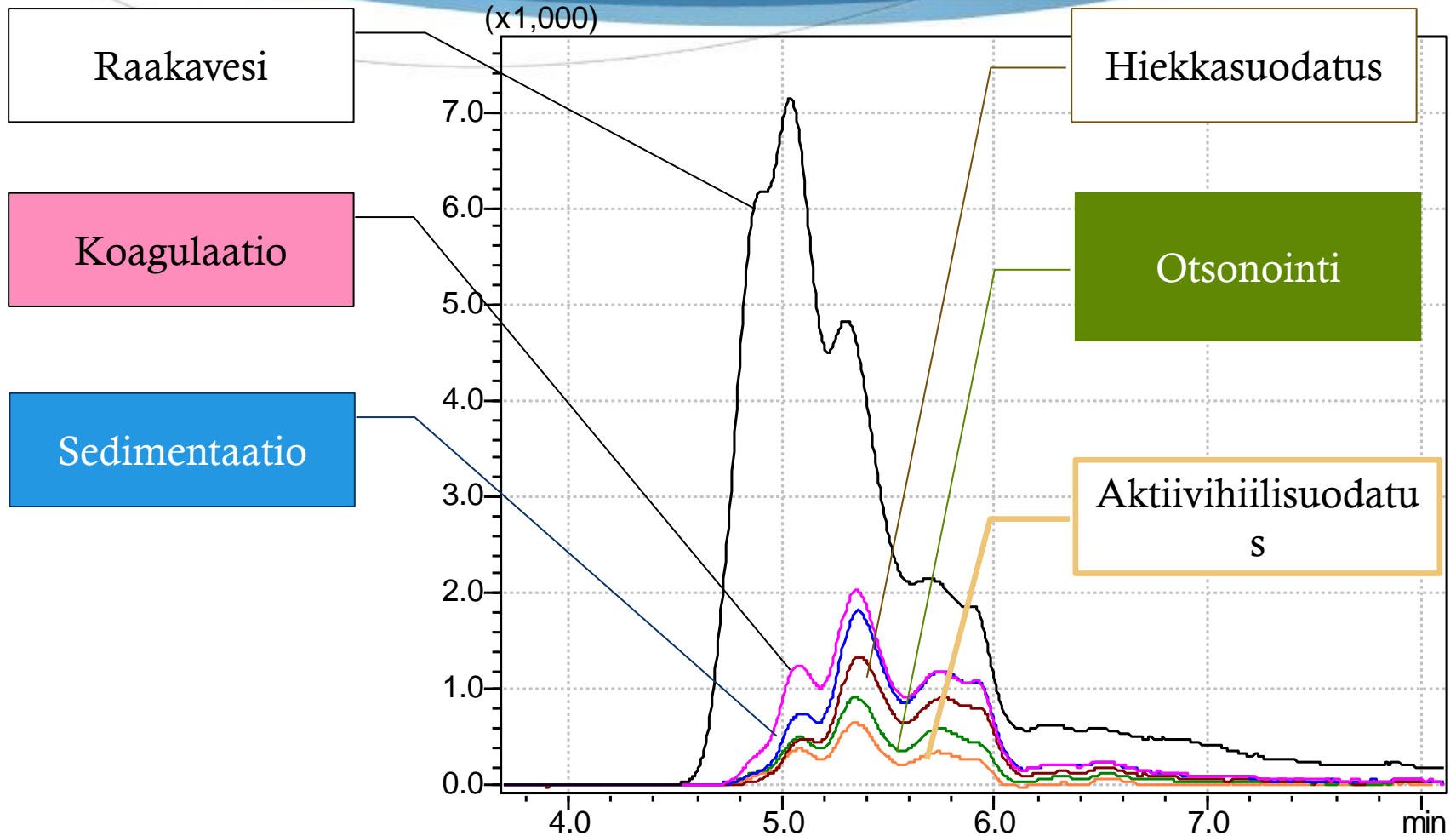
- ORGAANISEN HIILEN LAADUN VAIHTELU  
RAAKAVEDESSÄ, helmikuu/maaliskuu.



# Vesilaitoksen seuranta Online - HPSEC

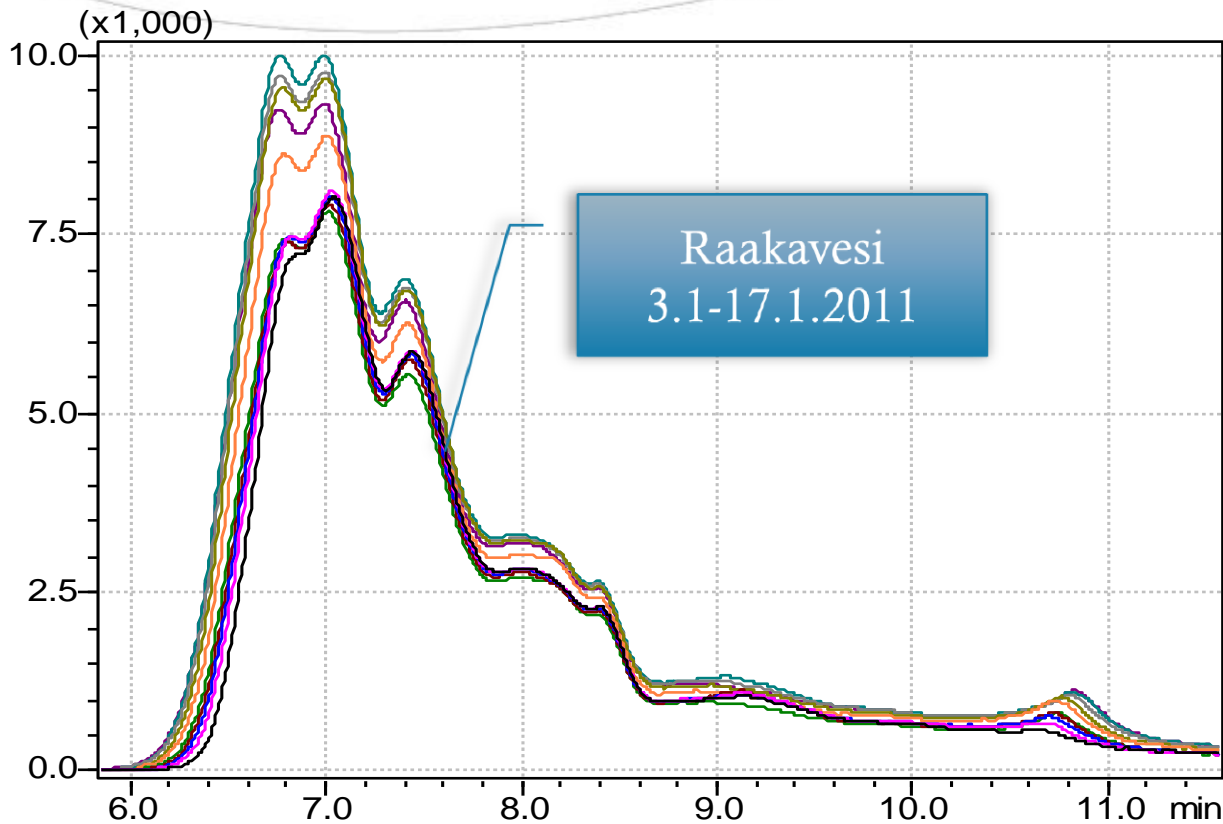
**Polaris**

Vedenlaadun kokonaisjärjestelmän kehittäminen

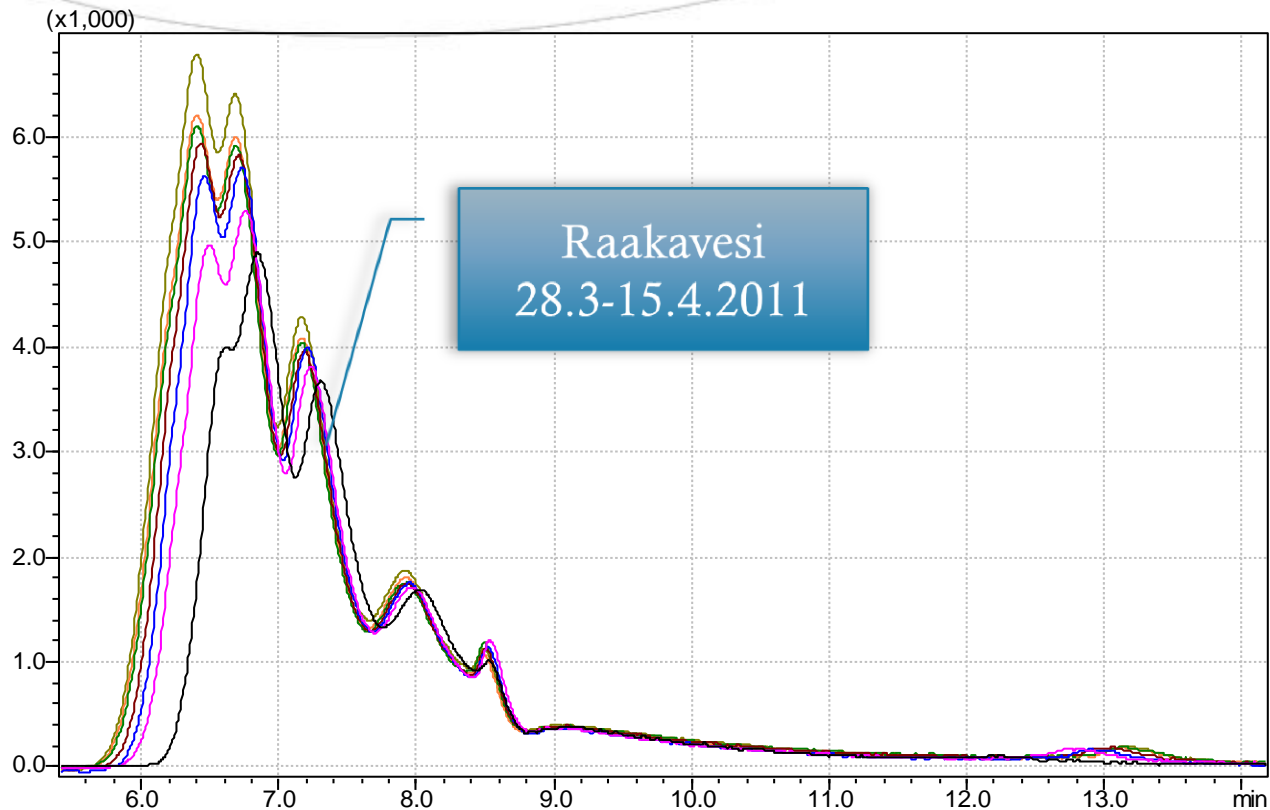




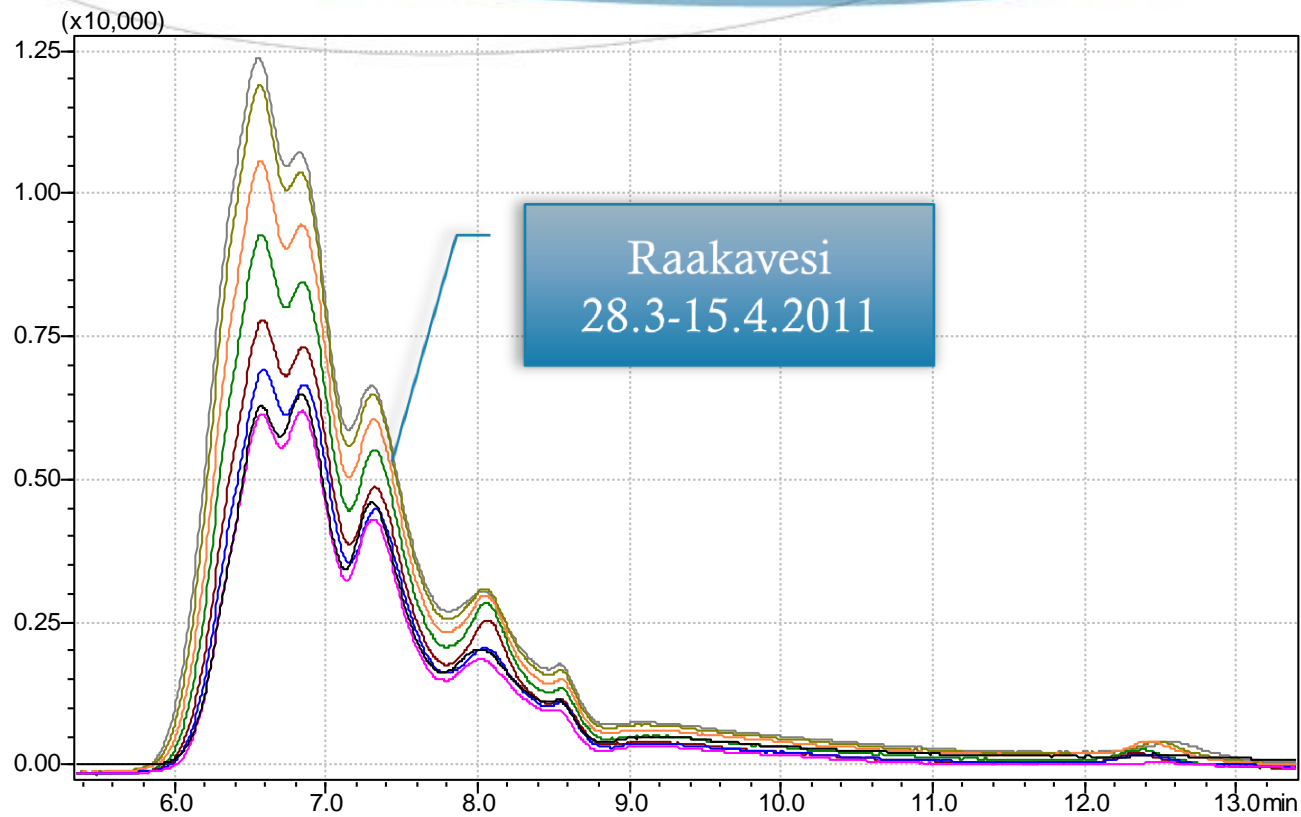
# Tutkimustoloksia; Veden laadun monitorointi, HPSEC



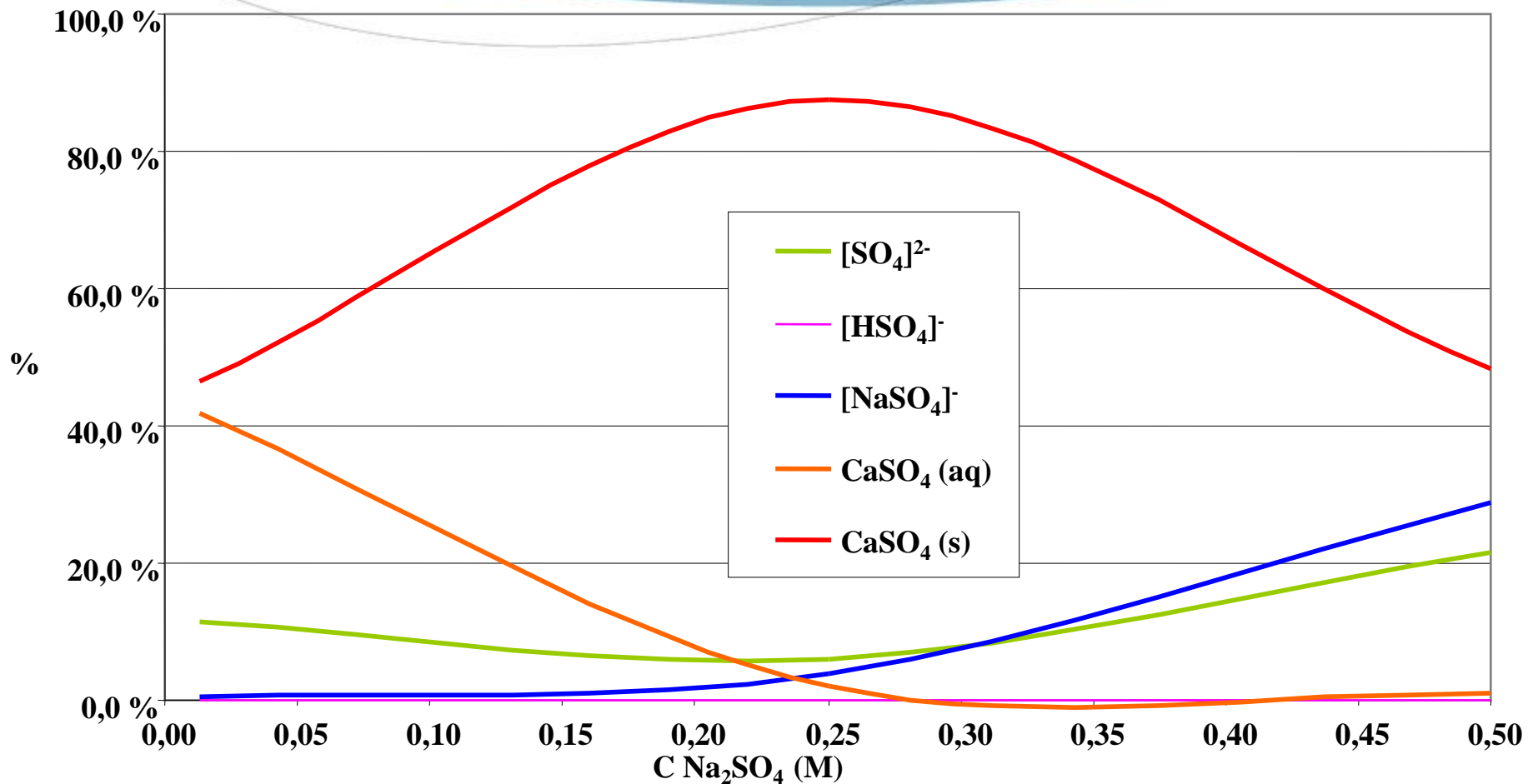
# Veden laadun monitorointi, HPSEC



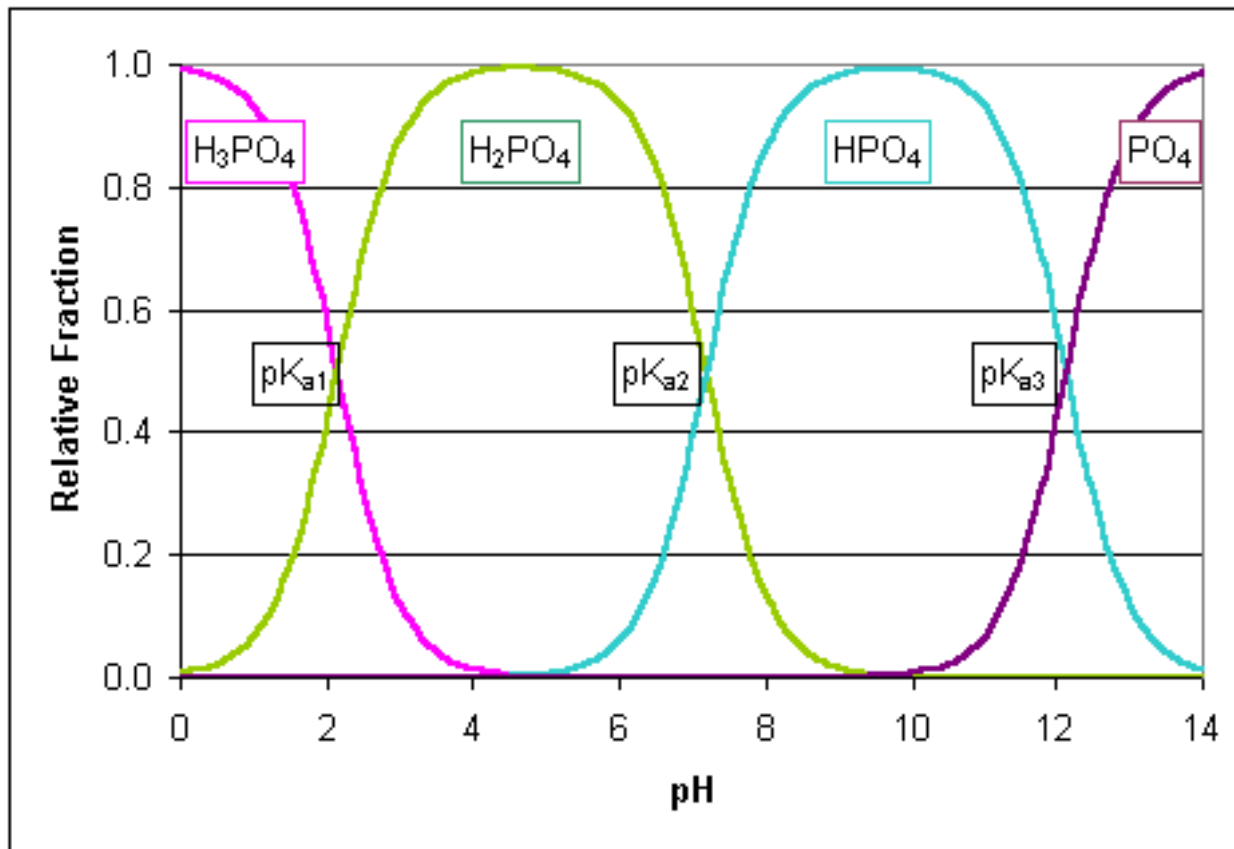
# Veden laadun monitorointi, HPSEC



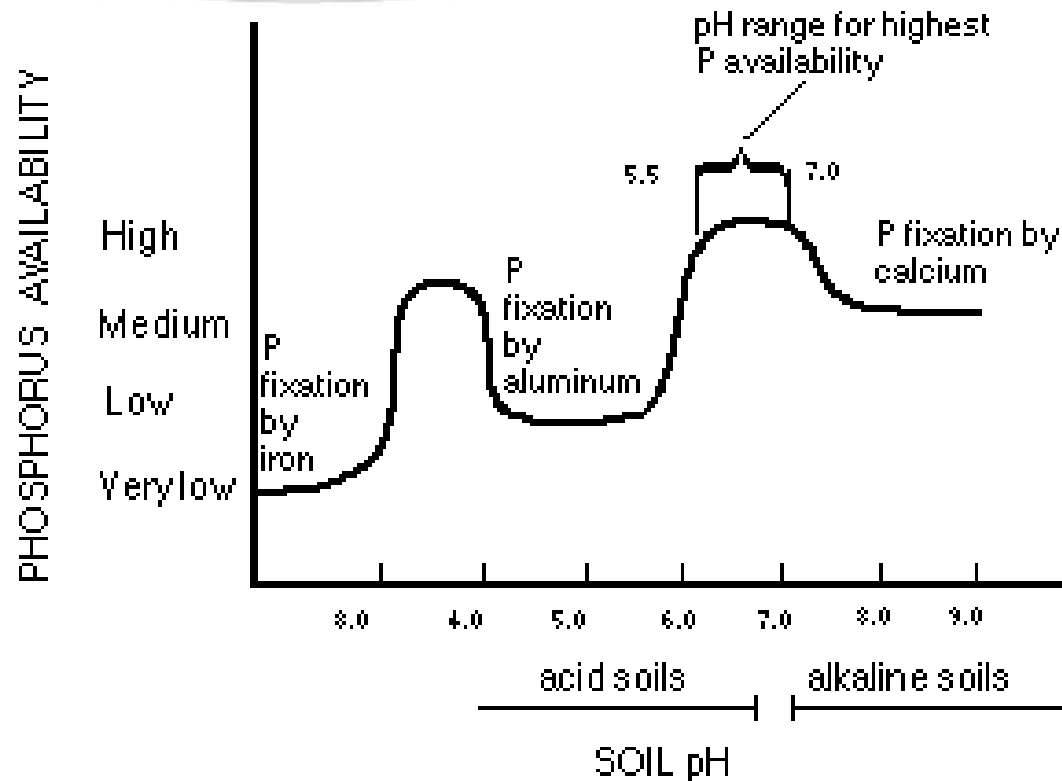
# Sulfaatin liukoisuus



# Fosfaattin pH-riippuvuus

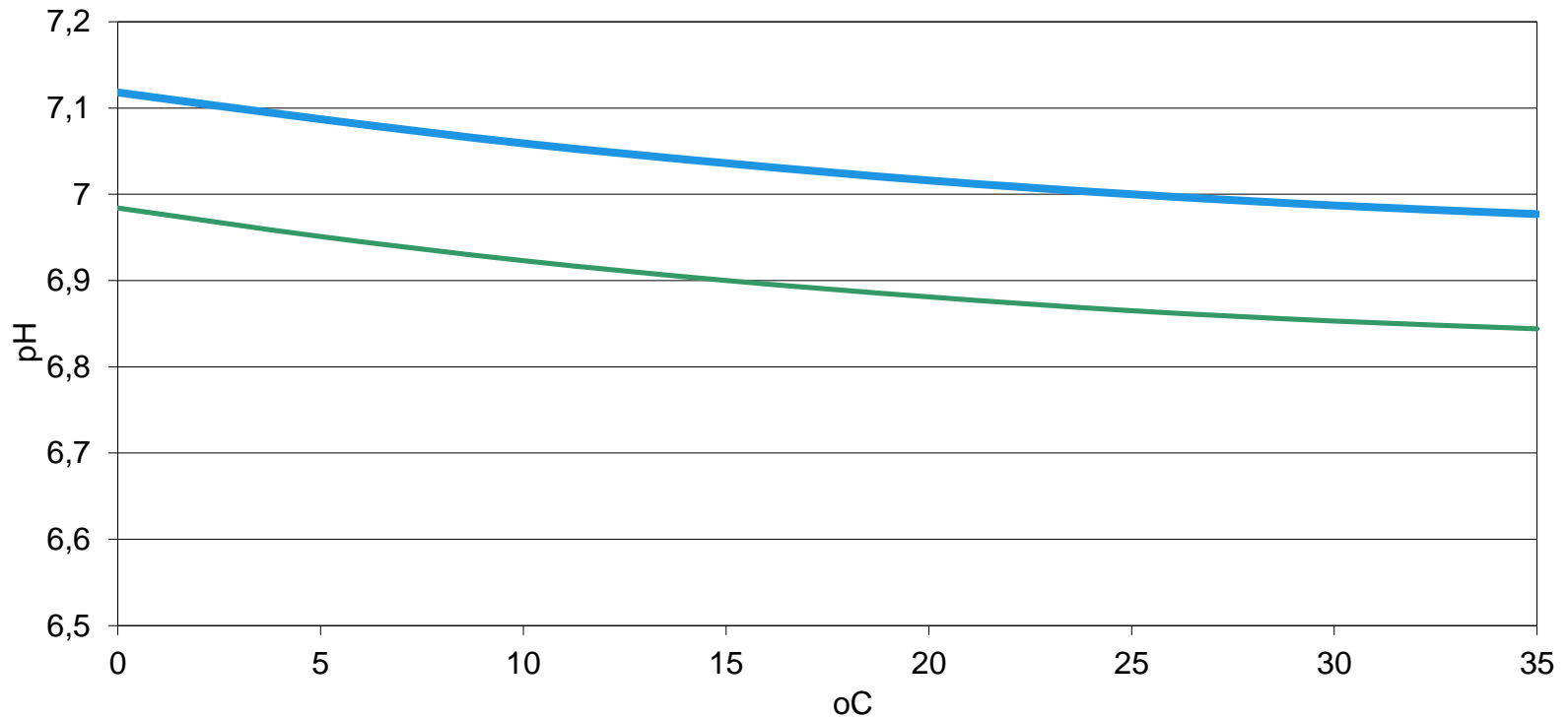


# Alumiinin saostuminen



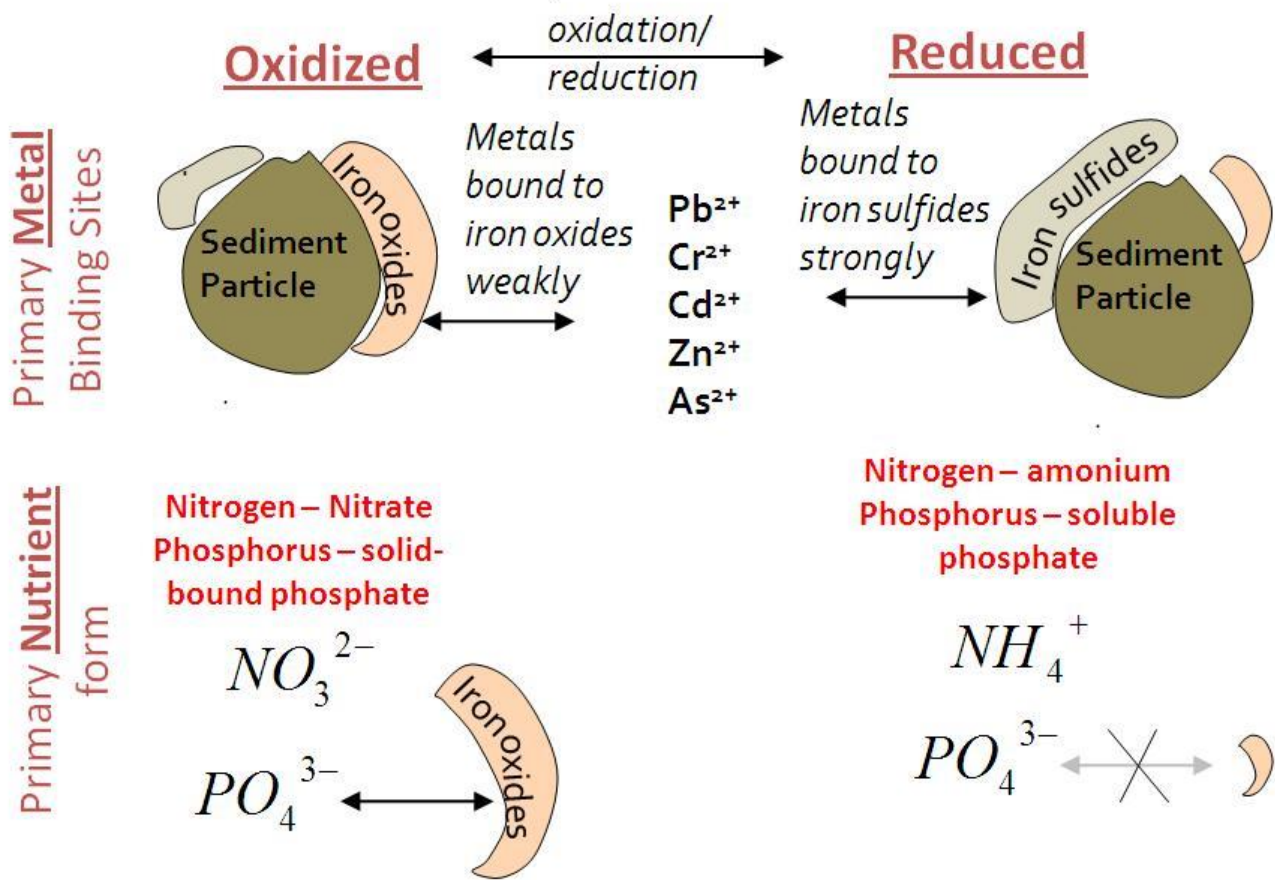
# Lämpötila ja pH

Puskuriliuosten pH lämpötilan funktiona



# Hapetus-pelkistysolosuhteet

## Conceptual Model





# Veden laadun riskikartoitus HACCP

**Jaettiin tarkastelu *operationalisesti*:** Muodostumisalue, Vedenkäsittelyprosessi, Verkostosto, Työskentelytavat ja vesilaitostilat.

***Vaaratekijöittäin*:** mikrobiologiset, kemialliset, biologiset, fysikaaliset

arvioitiin kunkin vaaran aiheuttajan esiintymistäajuus asteikolla 1-5  
alle 1 krt/10v, 1 krt/5v, 1 krt/v, 2 krt/v, 1 krt/kk tai useammin

vahingon seuraus asteikolla 1-5

ei havaittavaa vaikutusta, esteettinen haitta, terveydellinen haitta, epidemian mahdollisuus, kuoleman mahdollisuus

**Kyselytutkimukset:** Vedenottamot, Käsittelylaitokset, Verkosto, Kulunvalvonta ja turvallisuus, Toimintaohjeet ja suunnitelmat, Varajärjestelmät. Vastaukset muotoa kyllä/ei.

# Kiitoksia mielenkiinnostanne.

Jaakko Rämö



UNIVERSITY of OULU  
OULUN YLIOPISTO

Arja Sarpola

oulu  
water  
alliance Ltd. 