Talousvesien mikrobiologisten riskien tunnistaminen ja hallinta (Polaris-projekti)

Ilkka Miettinen

THL

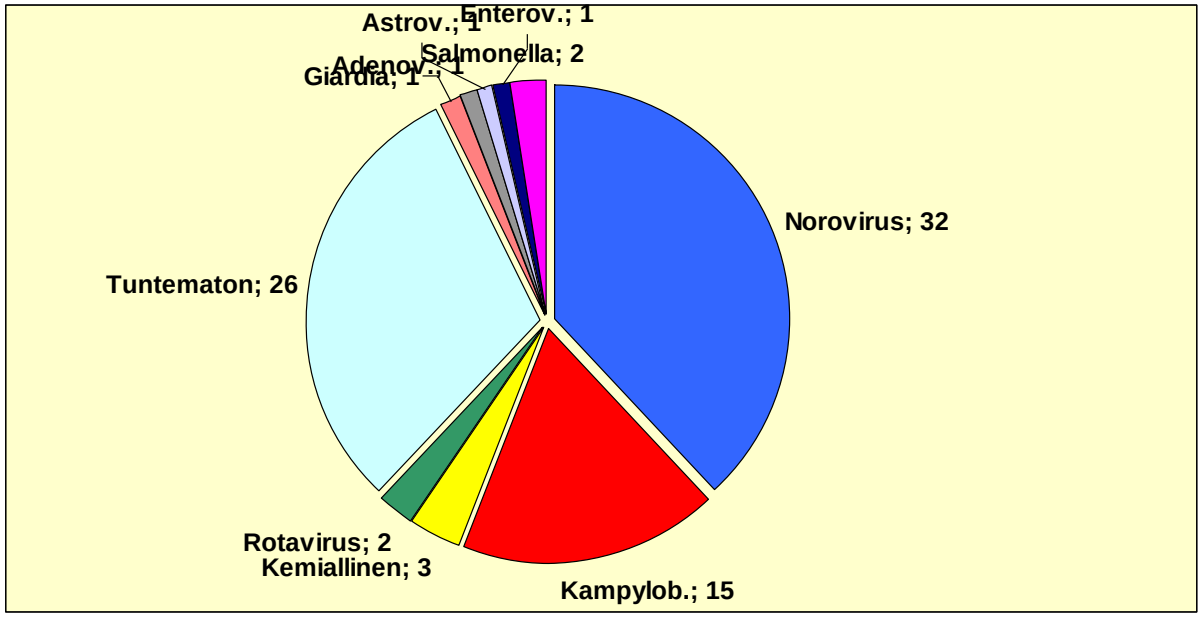
TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN LAITOS

Juomaveden laadun hallinnan nykytila

- Talousvesien kemialliset ja mikrobiologiset uhat arkitodellisuutta Suomessa
- Nykyinen vedenlaadun monitorointi ja arviointi usein riittämätöntä

Lisääntyvät vesihuollon haasteet ja mahdollisuudet

- Ilmastonmuutos
- WSPn käyttöönotto

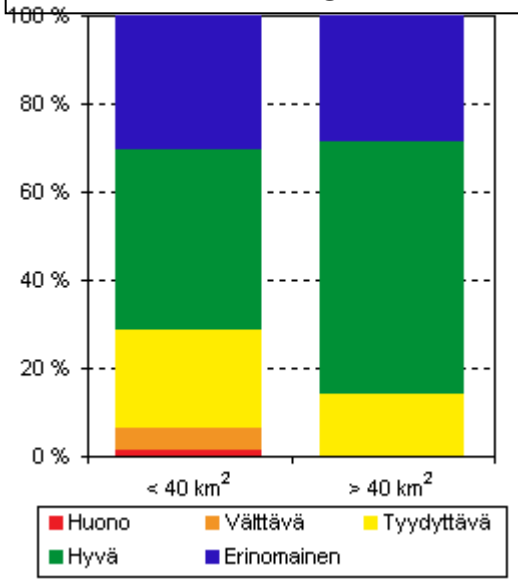


THL

Juomaveden mikrobiologiseen laatuun vaikuttavia tekijöitä

- Raakavedet
  - Luonto
  - Ihmistoiminta
- Veden käsittely
  - Veden käsittelytekniikka
  - Veden desinfiointi
- Veden jakelu
  - Jakeluverkosto
  - Vesitornit

Järvien ekologinen tila



Lähde: www.ymparisto.fi

Vedenlaadun kokonaisjärjestelmän kehittäminen (POLARIS) -projekti

Hydrologia & ilmasto → Raakavesilähteet → Vesilaitos → Kuluttajat ja suurasiakkaat

WP4: Sään ääreisilmiöt & ennusteet (IL)

WP2: Kohteen riskimalli (GTK)
- Rakenne-selvitys
- Veden virtaus- & aineiden kulkeutumis- mallinnus

WP1: Vedenlaadun mittaukset (THL)
- Kontaminaatio-tilanteet & tilannekuva

WP3: Puhdistus-prosessien optimointi ja ennusteet (UEF, OY)

WP5: Raakavesiketjun riskinarviointi (THL) & kokonaisjärjestelmäkehitys (UEF)

WP6: Vesilaitos- ja verkostolaboratorio (Savonia AMK)

Riskien tunnistus ja hallintajärjestelmät - Polaris

Uhkien tunnistus, uhkien merkitys ja todennäköisyys

–Riskinarviointi

- Valittujen kohteiden riskinarviointi pohjautuen asiantuntijatietoon tai tutkimustuloksiin
- Konseptuaalimallit ja riskinarviointimallit

– Kontaminaation havaitseminen

- On-line mittaukset + laboratoriomittaukset →muutosten merkityksen arviointi
- On-line näytteenottimet/-analyysaattorit

Riskien hallintakeinot

- Pinta- ja pohjavesitekniikoiden toimintakyky
  - Puhdistusteho normaali-ja häiriötilanteissa
  - Virtaus-/Kulkeutumismallit: kontaminaation lähde ja laajuus
  - On-line mittausdata-analyysit
  - Eri lähteistä tulevan datan yhdistäminen tilannekuvajärjestelmäksi

Veden mikrobiologisen laadun mittaus (Polaris)

Mikrobien esiintyvyys

- Tieto mikrobien poistumisesta pinta-/pohjavesiprosesseissa

→ Mikrobiologisen uhan arviointi

- Olosuhteiden mm. sadannan vaikutus pohjavesien laatuun
- Kulkeutumismallien luominen

- Laboratoriodatan käyttö on-line datan arvioinnissa
- Data riskinarviointiin

<u>Parametrit</u>

- Mikrobit
  - Suolistopatogeenit, indikaattorit, kokonaislukumäärä
- Fysikaalis-kemialliset mittaukset: TOC,HPSEC, pH, sähkönjohtavuus, sameus, absorbanssi (254 nm), rauta, alumiini, …

Menetelmänkehitys - konsentrointi

- Haaste: haitallisten mikrobien (yleensä) matalat pitoisuudet
- Tarve: mikrobien konsentroiminen → tieto tarpeen riskinarvioinnissa
- Suodatusjärjestelmät
  - 1. versio: lasivillasuodatinpatruuna (100-200L): alle 10% saanto*
  - 2. versio membraanisuodatin/Virosorb (5-10L) : n. 10 % saanto
  - 3. versio. Ultrakonsentraattori-järjestelmä (1-2m3): 50-70% saanto*

  * Suodatus paikanpäällä

Online-vedenlaadun mittaaminen

3G-langaton mittausjärjestelmä

- T, pH, UVAS, sameus, pohjaveden pinnankorkeus
- Tavoite: early warning-signaali vedenlaadun poikkeamasta

Coliline: automaattinen mikrobien tunnistusjärjestelmä vesilaitoksiin

Kaupallisen mittausjärjes-telmän kehittäminen ja testaus osana Polaris-projektia:

Mikrobikontami-naation early warning-havainnointi

Likaantumisen on-line havaitseminen

- PMEU → Coliline-laitteisto. *Koliformisten ja E. coli* – bakteerien havaitseminen

1.versio

2. versio

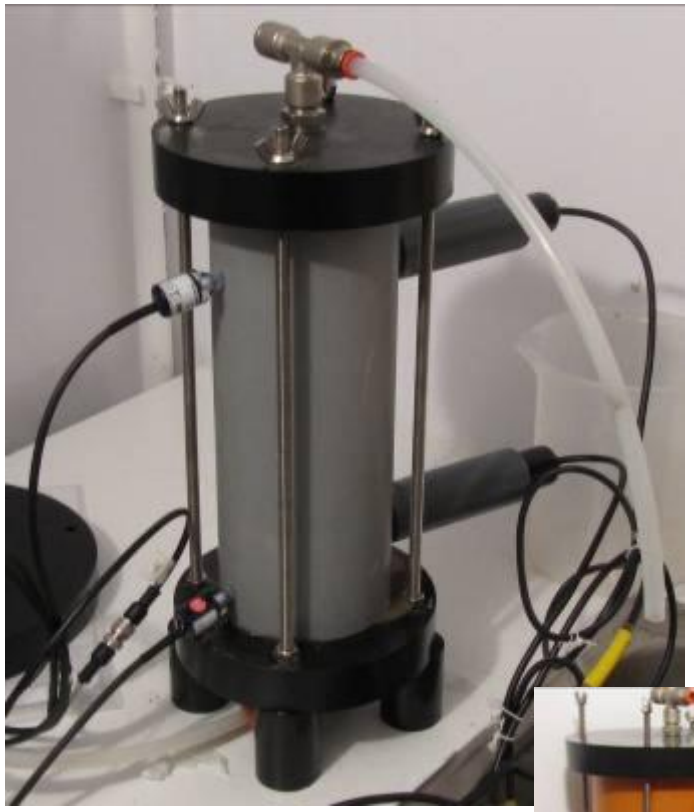
- Suurempi näytetilavuus (100 ml)
- Fluoresenssidetektori (*E. coli*)
- Automaattinen näytteenotto
- Langaton tiedonsiirto

Mikrobit pohja/tekopohjavesilaitoksilla

Vähän patogeenisia mikrobeja tutkituissa raakavesissä (virukset-bakteerit-alkueläimet)

- Pohjavesikohde
  - Heterotrofinen pesäkelukumäärä vaihtelu
  - Satunnaiset koliformisten bakteerien löydökset
  - Rankkasade-episodi (11.7.2011)
    - Kolifaageja kaivovesissä muutama vuorokauden viiveellä
- Tekopohjavesi-kohteet
  - Mikrobiluvun vähenemä imeytymisen edistyessä
  - Haitallisten mikrobien nopea poistuminen imeytymisen aikana
    - Yksittäiset indikaattoribakteerit imeytymisen alkuvaiheessa olevissa havaintopisteissä

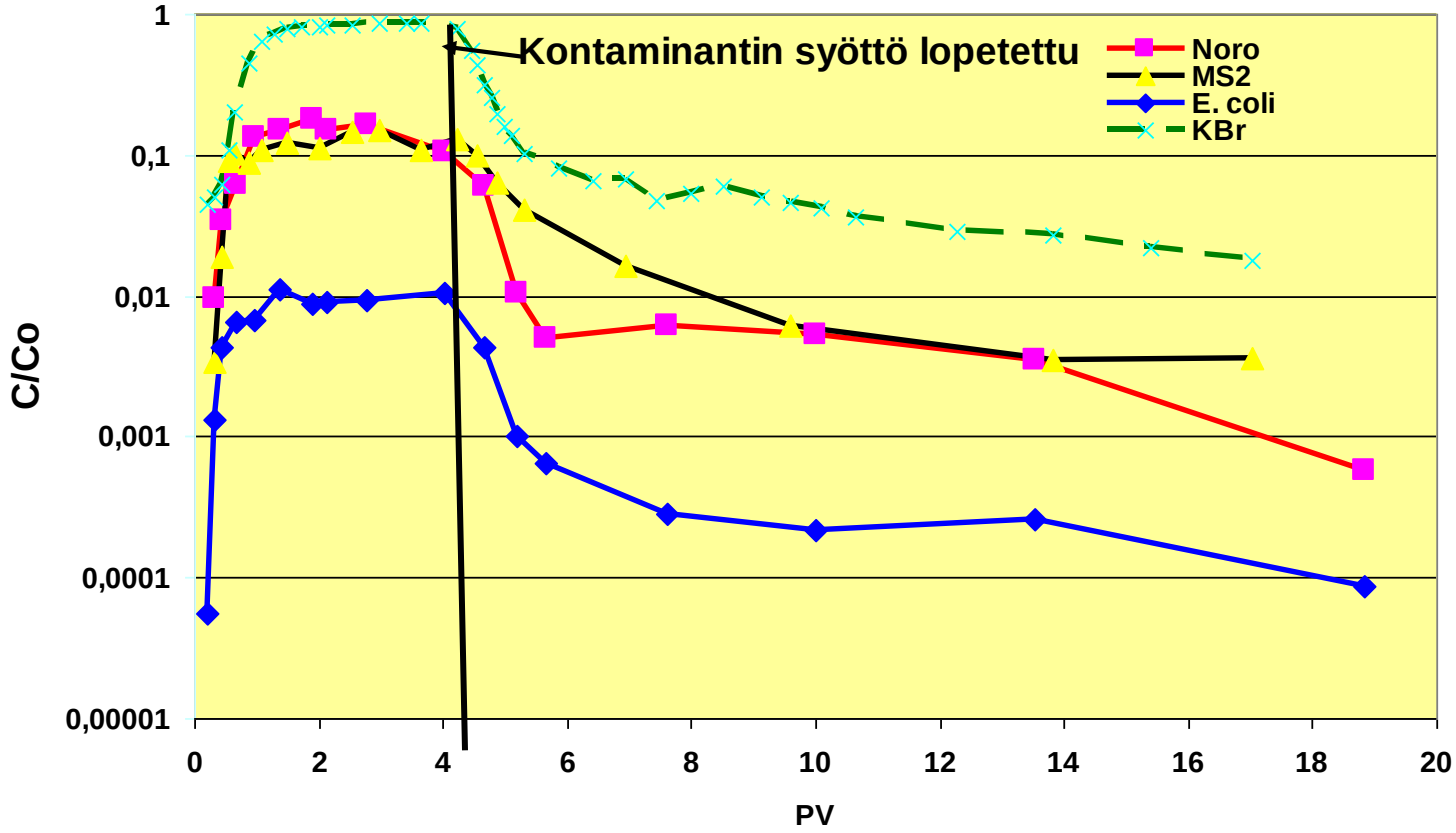
Kolonnikokeet



Tavoitteena selvittää miten mikrobit kulkeutuvat maaperässä

- Tulosten hyödyntäminen mikrobien kulkeutumismallin valmistelussa
  - Vedellä saturoidut ja osittain saturoidut maakolonnit
  - Eri maalajit (analysoidut maat)
  - *E. coli*, norovirukset ja kolifaagit (MS2)

Mikrobien kulkeutuminen pohjavedessä



- Maaperän raekoko vaikuttaa erittäin voimakkaasti mikrobien poistumaan
- Virukset läpäisevät bakteereja paremmin maaperän
- Vedellä osittain kyllästynyt maaperä pidettää mikrobeja paremmin kuin kokonaan vedellä kyllästynyt maaperä: virusten kulkeutuminen!

Mikrobien kulkeutumismallinnus

- Tavoite: skenaariot mikrobikontaminaatiolle:
  - kulkeutuminen TPo-imeytyksessä tuotantokaivoille
  - Ulkopuolisen saastutuslähde

1. Rakennemalli

   - maastomittaukset
   - 2D/3D rakennemalli harjusta

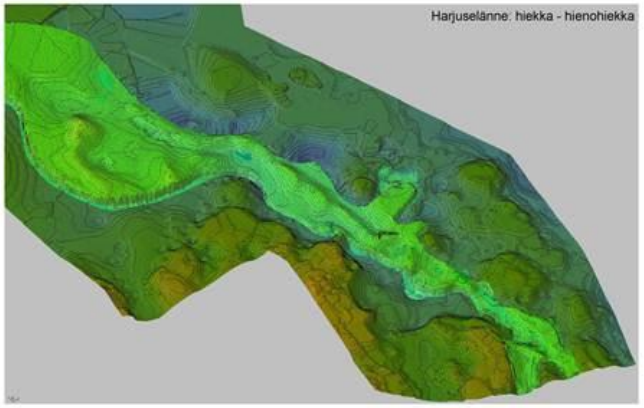
2. Veden virtausmalli

   – Mitatut virtausnopeudet harjussa
   – Virtaustietojen sovittaminen 3D rakennemalliin

   Tulos: virtausmalli

3. Kulkeutumismalli

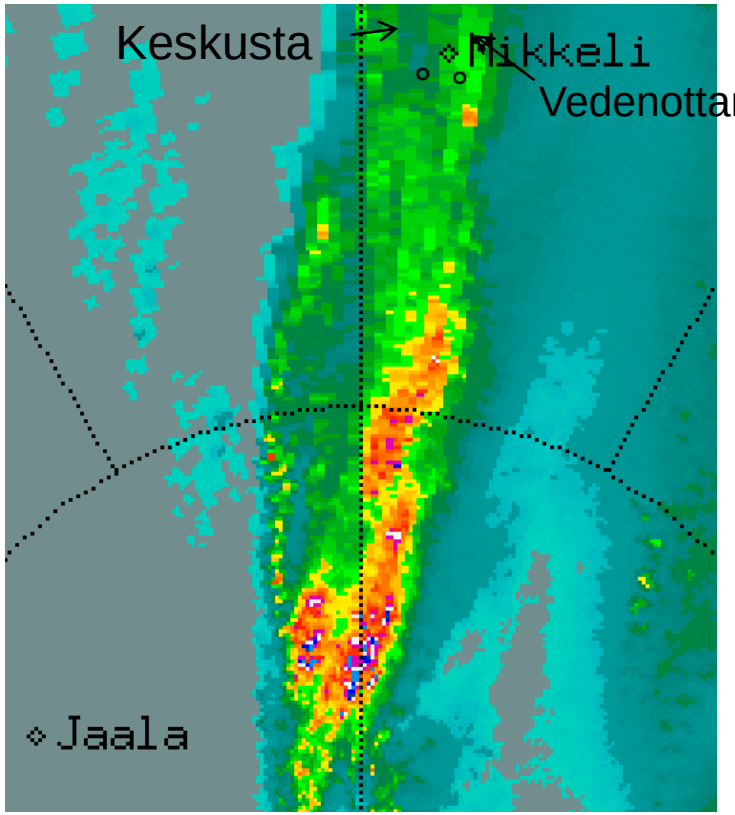
   - Maaperän vaikutus mikrobien kulkeutumiseen
   - Kolonnikokeet ja kenttämittaukset
   - Tulos: mikrobien kulkeutumismalli



THL

Säätietojen hyödyntäminen

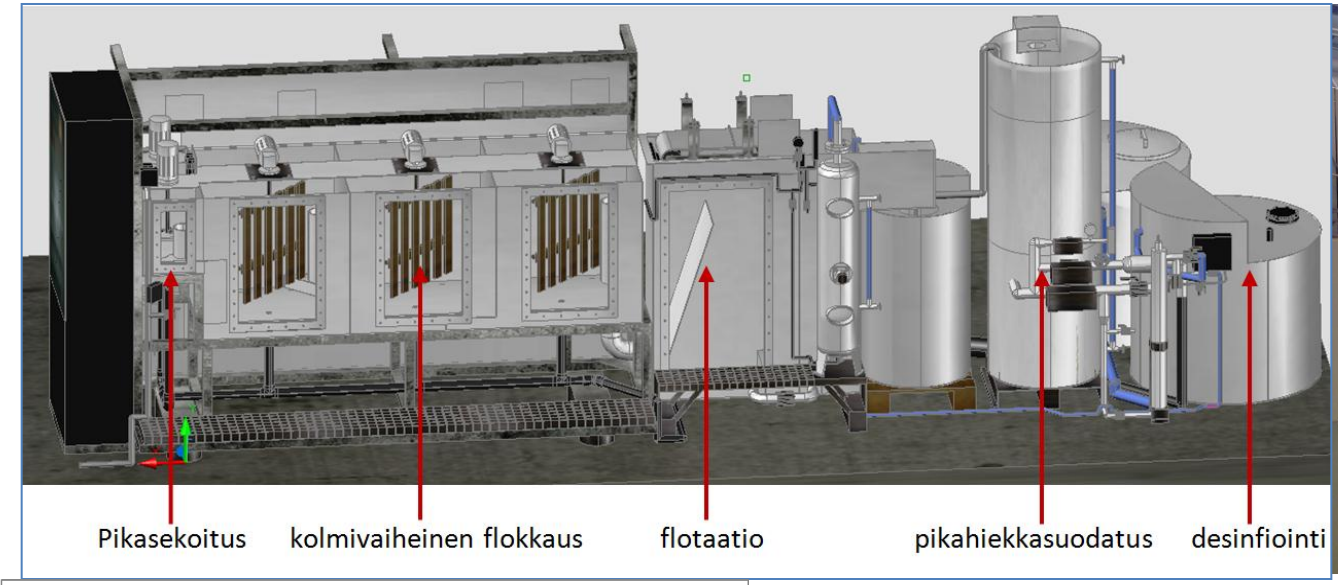
- Tavoite: sään vaikutus erityisesti pohjavesien laatuun
- Reaaliaikainen data + ennustemallit
- Rankkasade-jakso 19.7.2011
  - Kaupungin keskusta: 27,6 mm(vrk
  - Vedenottamo: 42,4 mm/vrk
    - Max. 37,8 mm/h
  - – tulos riippuu mittarin sijainnista

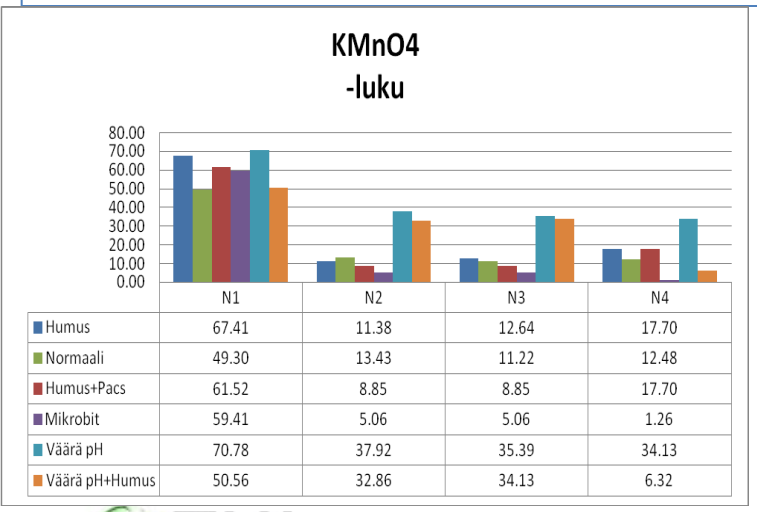


Tutkakuva 19.7. klo 22

TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN LAITOS

Pilot-vesilaitoskokeet

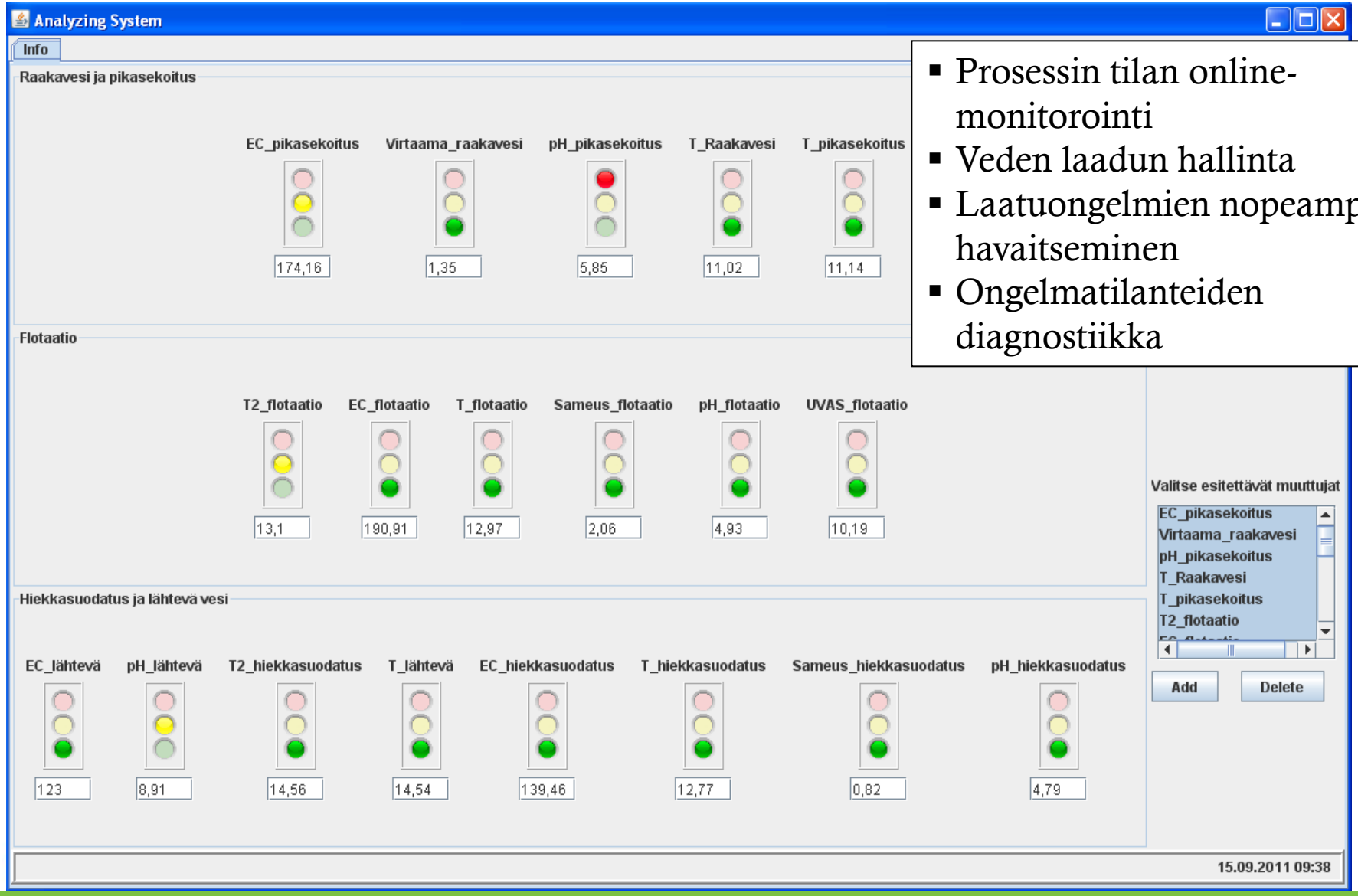




	N1	N2	N3	N4
Humus	67.41	11.38	12.64	17.70
Normaali	49.30	13.43	11.22	12.48
Humus+Pacs	61.52	8.85	8.85	17.70
Mikrobit	59.41	5.06	5.06	1.26
Väärä pH	70.78	37.92	35.39	34.13
Väärä pH+Humus	50.56	32.86	34.13	6.32

- Saostus poistaa hyvin mikrobeja
- Saostuksen pitää ”häiriintyä” todella pahoin että mikrobien poistuma heikkenee merkittävästi

Ohjelmistoalusta prosessimittausten monitorointiin

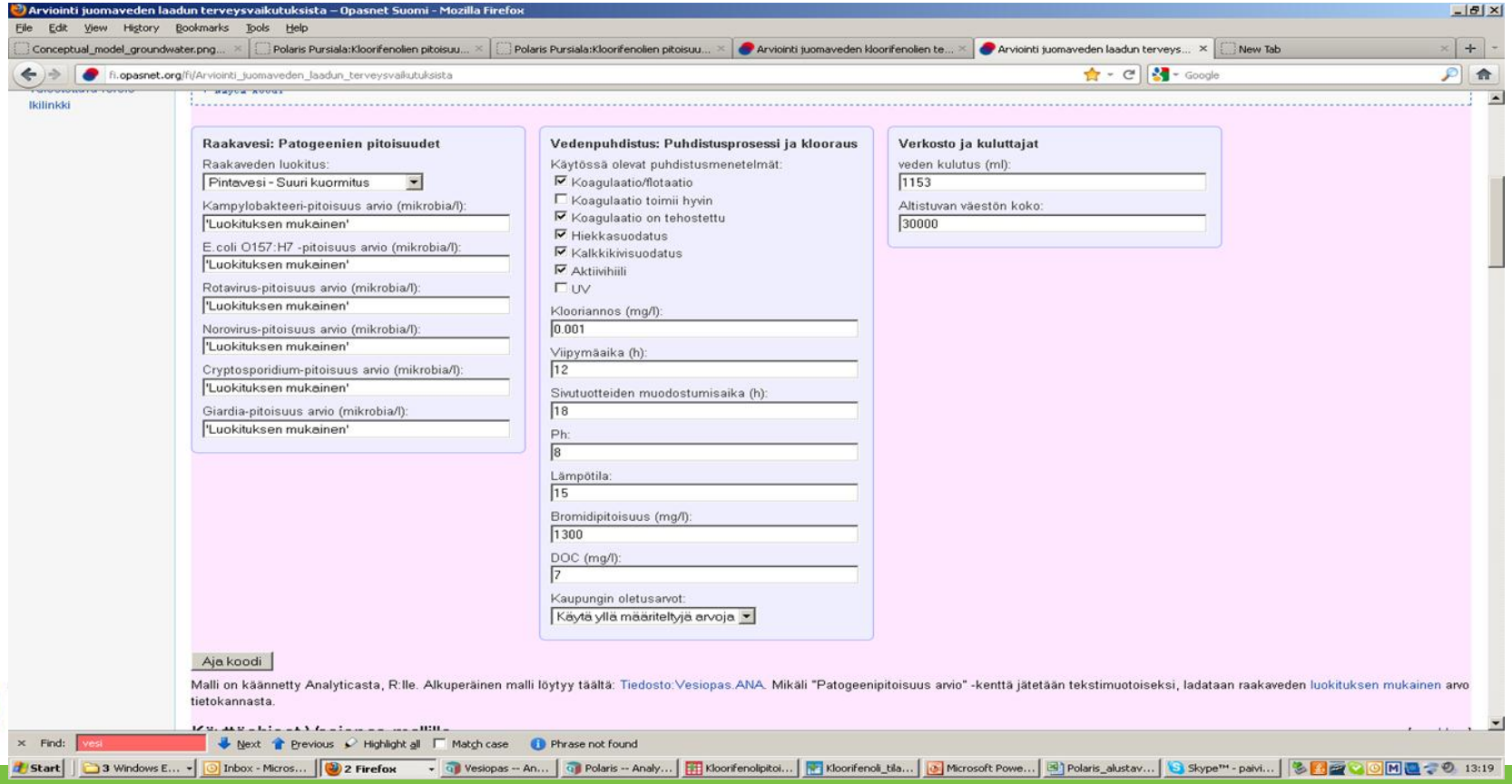


- Prosessin tilan online-monitorointi
- Veden laadun hallinta
- Laatuongelmien nopeampi havaitseminen
- Ongelmatilanteiden diagnostiikka

VESIOPAS – verkkopohjainen riskinarvioinnin työväline (THL)

- Työväline vesilaitoksien riskinarvioinnin toteuttamiseksi.
- Juomaveden mikrobiologiset (ja kemialliset) terveysriskit.

http://fi.opasnet.org/fi/Vesiopas



Yhteenveto

Polaris-projekti kehitti ja testasi erilaisia menetelmiä mikrobiologisen kontaminaation havaitsemiseen ja vedenlaadun hallintaa

<u>Uhkien tunnistaminen</u>

- Riskinarviointi (uhkien todennäköisyys ja merkitys)
- On-line mittaukset ja niiden hyödyntäminen
- Automatisoitu näytteenotto ja inkubointi

<u>Mikrobiologisen laadun hallinta</u>

- Pintavesitekniikka:
  - prosessin ohjaus mahdollista
- Pohjavedet
  - maaperän tuntemus - virtausmalli + kulkeutumismallit