

TYÖKALUJA TALOUSVEDEN UHKIEN RISKIPERUSTEISEEN HALLINTAAN - MIKROBIEN POISTOTEHOKKUUDET JA QMRA

Anna-Maria Hokajarvi, Tarja
Pitkänen, Päivi Meriläinen, Ari
Kauppinen, Ilkka Miettinen



9.5.2019

#Vesihuolto2019, @Ahokajarvi, @THLorg

TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN LAITOS

1

1

Talousveden laadun varmistaminen – riskien arviointi

- Juomavesidirektiivin uudistaminen käynnissä
 - Aikataulu avoin
 - Kokonaisvaltainen riskien arviointi ja hallinta pakolliseksi
- Riskiperusteinen lähestymistapa käytössä Suomessa
 - Riskien arviointi raakavedestä kuluttajan hanaan
 - Riskien hallinta
 - Riskeihin ja niiden hallintaan liittyvä valvonta



9.5.2019

#Vesihuolto2019, @Ahokajarvi, @THLorg

TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN LAITOS

2

2

1

Water safety plan (WSP)

- WSP – toimenpideohjelma
 - Tunnistaa ja hallitsee riskejä koko vedentuotantoketjussa
 - WSP-työkalu (<https://wspssp.fi>).
- Riskien tunnistaminen ja hallintakeinojen määrittäminen
- Tärkeää viedä hallintatoimet käytäntöön ja seurata niiden tehokkuutta
 - Esim. uudet vedenkäsittelymenetelmät



WHO 2009

3

Kvantitatiivinen mikrobiologinen riskinarviointi (QMRA)

TYÖKALU TERVEYSRISKIEN ARVIOINTIIN

- WSP:n tukena
- Terveysriskien arviointi
 - Riskien tunnistaminen
 - Hallintakeinojen arviointi

- *Liittyykö puhdistusprosessiin terveysriski (sulamisvedet)?*
- *Onko hallintakeino riittävä terveysriskin poistamiseksi?*
- *Hallintakeinon toimivuuden seuranta*

4

QMRA

- Vaiheittainen prosessi:
 - Vaaran tunnistaminen (taudinaiheuttajamikrobit, tilanne)
 - Annosvasteen arviointi (kirjallisuus)
 - Altistumisen arviointi (puhdistusprosessien teho, veden kulutus)
 - Riskin luonnehdinta (sairastumisen todennäköisyys, DALYt)
- Lopputuotos on arvio
 - Veden kuluttajille koituvan terveystaitan suuruudesta
 - riskinhallinnan ja päätöksenteon tueksi

5

QMRA – valmiit työkalut

- Vesiopas <http://www.opasnet.org/fi/Vesiopas>
 - Voidaan syöttää omia tuloksia tai käyttää oletusarvoja
 - Päivitetään vuonna 2019
 - QMRAspot (Schijven et al. 2011, 2014)
 - Vesiopasta vastaava työkalu
- Miten eri taudinaiheuttajat poistuvat puhdistusprosesseissa?
- Mikä on terveystaitan riski ihmiselle?

6

QMRA - HAASTEET

- Lopputulos yhtä hyvä kuin lähtötiedot!
- Haasteena
 - Vastaa oman vesilaitoksen prosesseja
 - Kvantitatiivisen tiedon tuottaminen

Kirjallisuus

- Tietoa saatavilla
- Vastaavuus omaan laitokseen?
- Erot tutkimustuloksissa

Pilot-mittakaavan kokeet

- Vaatii resursseja
- Vastaa omaa laitosta, omien tulosten tuottaminen
- Pilot-kokeiden muunneltavuus

Mikrobiologiset parametrit Suuren tilavuuden näytteenotto

- Mahdollistaa kvantitatiivisen tiedon
- Omien tulosten tuottaminen
- Pilot-vesilaitos tai täyden mittakaavan laitos

7

7

QMRA – LÄHTÖTIEDOT; MIKROBIT

- Taudinaiheuttajien tutkiminen työlästä ja haastavaa
- Indikaattorimikrobien hyödyntäminen (eri mikrobiryhmät)
 - Suolistoperäinen ja ympäristöperäinen saastuminen
 - *Escherichia coli (E. coli)* → *bakteerit*
 - Suolistoperäiset enterokokit
 - Heterotrofinen pesäkelukumäärä
 - Koliformiset bakteerit, lämpökestoiset koliformiset bakteerit
 - Kolifagit (somaattiset ja F-spesifiset) → *virukset*
 - *Pseudomonas aeruginosa*
 - Sulfiittia pelkistävät klostridi -itiöt → *alkueläimet*

8

QMRA – LÄHTÖTIEDOT; MIKROBIEN LUKUMÄÄRÄ

- Suuren tilavuuden näytteenotto
 - Menetelmien herkkyyden kasvattaminen
 - Mahdollistaa kvantitatiiviset tulokset
- Tilavuudet esim. 1 litra – satoja litroja
- Ultrasuodatus DEUF-patruunalla (Dead end Ultrafiltration)
 - Satoja litroja vettä DEUF-patruunan läpi
 - Jatkokäsittely laboratoriossa
 - Patruunan eluointi (backflush)
 - Eluaatin jatkokonsentroidi
 - Mahdollistaa eri mikrobiryhmien (virukset, bakteerit, alkueläimet) yhtäaikaisen analysoinnin



Viljelymenetelmät ja geenisoitusmenetelmät

TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN LAITOS

9.5.2019

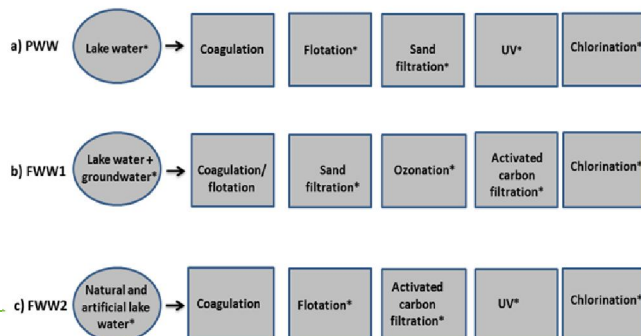
#Vesihuolto2019, @Ahokajarvi, @THLorg

9

9

ESIMERKKI QMRA:N KÄYTÖSTÄ

- Tutkimus eri talousveden käsittelymenetelmien poistotehokkuuksista (\log_{10}) bakteereille, bakteeri-itiöille ja viruksille
 - Pilot- ja täyden mittakaavan pintavesilaitos
 - Vertailu kirjallisuuden arvoihin
 - QMRA:n avulla varmistettiin talousveden turvallisuus



Hokajarvi et al. Determination of removal efficiencies for *Escherichia coli*, Clostridial spores and F-specific coliphages in unit processes of surface waterworks for QMRA applications. *Water* (2018)



9.5.2019

10

10

- **Pilot-vesilaitos**

- Kolme testisarjaa
- *Escherichia coli*, *Clostridium bifermentas*, MS2 kolifagi
 - ymppäys raakaveteen (20 L, 3 tunnin ajan)
- Kolme rinnakkaista näytettä jokaisen yksikköprosessin jälkeen → log₁₀ poistuma

Testisarja	Raakavesi	Testisarjan kuvaus
1	Savilahti	Normaaliasetukset + mikrobiymppi + seurantanäytteet
2	Ritisenlahti	Normaaliasetukset + mikrobiymppi
3	Ritisenlahti	pH:n nosto koagulaatiossa n. 0,5 yksikkö + mikrobiymppi

- **Täyden mittakaavan vesilaitos**

- Monitorointi kahden peräkkäisen talven aikana kuukausittain
- *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* (itiöt), F-spesifiset kolifagit, norovirukset ja lämpökestoiset kampylobakteerit
- Yksikköprosessien log₁₀ – poistuma näyteenottopäivinä



TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN LAITOS

9.5.2019

#Vesihuolto2019, @Ahokajarvi, @THLorg

11

11

TERVEYSRISKIEN ARVIOINTI, QMRA

- Mikä on talousveden käyttäjien riski sairastua jos puhdistusprosessit eivät toimi?
 - Lämpökestoiset kampylobakteerit ja norovirus GII
- Vertailu QMRAspot työkalulla

Skenaariot

- Puhdistusprosessien toiminta 50 % normaalitilanteesta (saostus + flotaatio, pikahiekkasuodatus, aktiivihiihisiuodatus, UV + klooraus)
- UV ja klooraus ei toiminnassa
- Ei veden käsittelyä

Raakavesi

- Itse tuotettu data (kampylobakteerit ja norovirukset)
- Kontaminaatio-tilanne

Poistuma

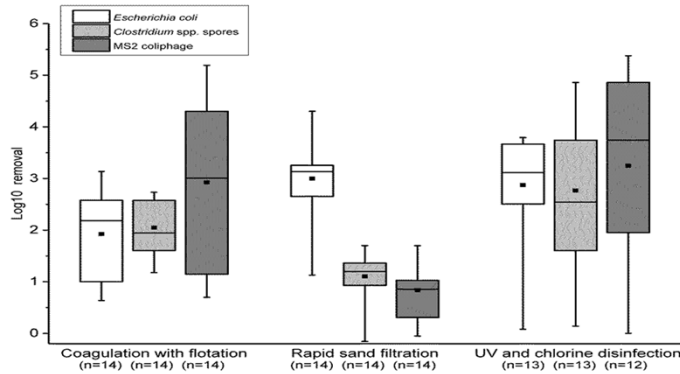
- *E. coli* ja MS2 kolifagi
- Kirjallisuus
- Pilot-laitoksen koesarjat
- Pilot-laitoksen koesarjat + kirjallisuus

12

12

12

TULOKSET; MIKROBIEN POISTUMAT



Hokajärvi et al. *Water* (2018)

- Täyden mittakaavan laitoksissa poistumat arvioita
 - Tulokset alle määrittäysrajan
 - Tyypillinen tilanne QMRA:ssa



THL – Pilot-kokeet, kirjallisuus, suuret näytetilavuudet

TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN LAITOS

9.5.2019

#Vesihuolto2019, @Ahokajarvi, @THLorg

13

13

QMRA - TULOKSET

Malfunction scenario	Treatment process data source 1**		Treatment process data source 2**		Treatment process data source 3**	
	Source water of FWW2	Contamination in source water	Source water of FWW2	Contamination in source water	Source water of FWW2	Contamination in source water
Pathogen	C/N	C/N	C/N	C/N	C/N	C/N
Business as usual	0/0	0/0	0/0	0/0	7/0	36/0
Coagulation + flotation 50 %	0/0	0/0	0/0	1/1	96/0	380/4
Sand filtration 50 %	0/0	0/0	1/0	4/0	NA	NA
Activated carbon 50 %	NA	NA	NA	NA	16/0	76/0
UV + chlorination 50 %	0/0	0/2	0/2	0/1	22/0	100/5
UV + chlorination 0 %	2 000 / 71	3 300 / 5 200	14 / 1	69 / 95	1 400 / 5	2 600 / 530
*No treatment	6 400 / 18 000	7 600 / 99 900				

Tulokset pääosin yhteneväisiä QMRAspot-mallin kanssa

- Tulosten vertailusta lisähyötyä

- Kirjallisuus
- Pilot-vesilaitoskokeet
- Pilot-vesilaitoskokeet + kirjallisuus (täyden mittakaavan laitos)



Hokajärvi et al. *Water* (2018)

TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN LAITOS

9.5.2019

#Vesihuolto2019, @Ahokajarvi, @THLorg

14

14

JOHTOPÄÄTELMÄT

- Raakaveden mikrobiologinen laatu määrittää puhdistustarpeen
 - Yksikköprosessit poistavat eri mikrobiryhmiä eri tavalla
 - QMRA antaa lisätietoa eri prosessien merkityksestä kuluttajien terveysriskin kannalta
 - Desinfioinnilla suuri rooli
 - Lähtötiedoilla tärkeä merkitys
- Omien tulosten hyödyntäminen!



TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN LAITOS

9.5.2019

#Vesihuolto2019, @Ahokajarvi, @THLorg

15

15



KIITOS MIELENKIINNOSTA!

Anna-Maria Hokajärvi (anna-maria.hokajarvi@thl.fi; @AHokajarvi)

Terveysturvallisuusosasto

Asiantuntijamikrobiologiayksikkö

Vesimikrobiologian laboratorio

Tekes



TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN LAITOS

9.5.2019

#Vesihuolto2019, @Ahokajarvi, @THLorg

16

16