

## Vesihygienian arviointi- uusi työkalu vedenkäsittelyprosessien arviointiin



Vesihuolto 2018- päivät

Elina Antila

Laitospäällikkö

Porvoon vesi



### Vesihygienian arviointi (Microbial Barrier Analysis )- Työkalu

- Vesilaitoksille avuksi vedenlaadun turvaamiseen
- Norjassa on kehitetty Microbial Barrier Analysis -työkalu, jolla voidaan arvioida laskennallisesti taudinaiheuttajien poistotehon riittävyttä vedentuotantoketjussa
- Mallista julkaistu 2014 Norsk Vannin, Svenskt Vattenin ja Vesilaitosyhdistyksen yhteistyönä englanninkielinen päivitetty versio, Microbial Barrier Analysis (MBA) – guideline
- Asiantuntijaryhmä on työstänyt syksystä 2017 lähtien oppaasta suomenkielistä ja Suomen vesilaitoksille soveltuvaa versiota
- Vesilaitosyhdistys julkaisee syksyllä 2018 oppaan työkalun käytöstä



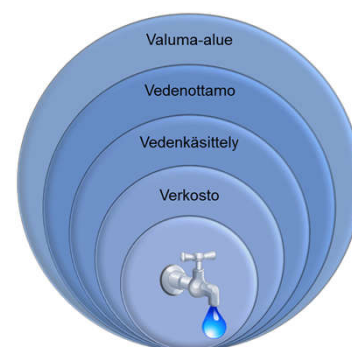
## Vesihygienia arviointi työkalun suomalaisen oppaan työryhmä

- Riina Liikanen, vesiasian päällikkö, Vesilaitosyhdistys, adjunct professor, Aalto-yliopisto
- Riitta Kettunen, käyttöpäällikkö, Tampereen Vesi
- Tuula Laakso, laboratoriopäällikkö, HSY
- Markku Lehtola, tuotantopäällikkö, Kuopion Vesi
- Päivi Meriläinen, tutkija, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos
- Ilkka Miettinen, johtava tutkija, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos
- Elina Antila, laitospäällikkö, Porvoon vesi



## Työkalu avuksi riskien hallintaan

- Talousveden laadun turvaamiseksi vesilaitosten on tunnistettava, arvioitava ja hallittava talousveden laatuun vaikuttavia riskejä
- WHO on julkaissut v.2005 talousveden laaturiskien systemaattiseen hallintaan Water Safety Plan -konseptin (WSP)
- Suomen vesilaitoksilla on jo käytössään sosiaali- ja terveysministeriön tarjoama verkkopohjainen WSP-työkalu talousveden laaturiskien hallinnan tueksi
- WSP-työkalun avulla ei kuitenkaan arvioida taudinaiheuttajien poistumisen riittävyyttä koko vedentuotantoketjussa.
- Vesihygienia-työkalu on menetelmä taudinaiheuttajien poistotehon arviointiin vedentuotantoketjussa=>täydentää WSP:tä

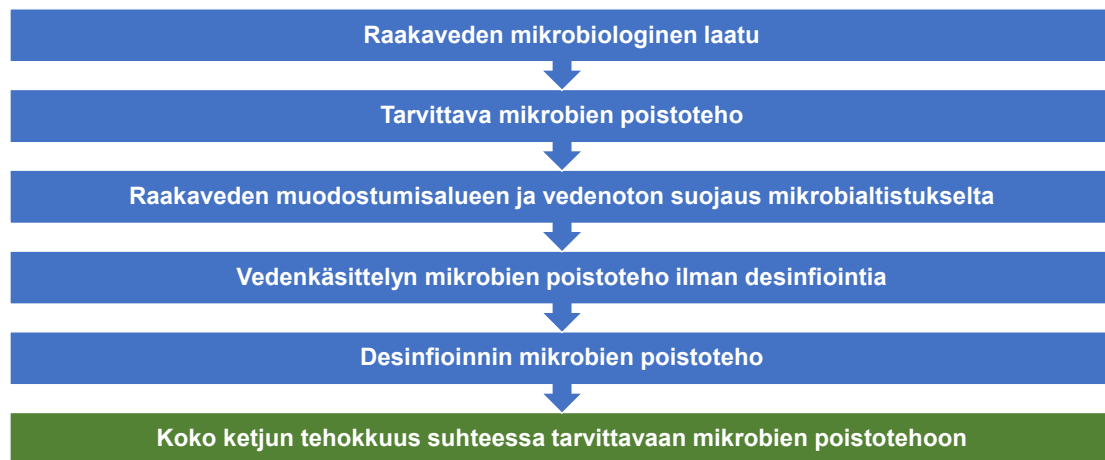


## Vesihygienia-työkalun käyttö

- Työkalun avulla vesilaitos tai suunnittelija voi arvioida talousveden tuotantoketjun taudinaiheuttajien poistotehon riittävyyden laskennallisesti ja systemaattisesti
- Oppaassa on annettu eri laatuksille raakavesille tarvittavat mikrobien(logaritmiset) poistotehot jotta taataan hygieenisesti vaatimukset täyttävä talousvesi
- Kaikille laadun turvaamiseksi tehdyille toimenpiteelle on annettu menetelmässä/oppaassa eri mikrobiryhmien (logaritmiset) poistumat




 Parvoon vesi  
 Borgå vatten  
[#vesihuolto2018](#)



## Vesihygienia työkalun avulla arvioidaan

1. Raakaveden laatu	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Raakaveden aiemmat mikrobiologiset laatu tiedot</li> <li>•Tarvittaessa riskiperusteisesta näytteenotto-ohjelmasta saadut uudet raakaveden mikrobiologiset laatu tiedot</li> </ul>
2. Tarvittava taudinaiheuttajien poistoteho	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Raakaveden laatu</li> <li>•Vesilaitoksen koko</li> </ul>
3. Toimenpiteet raakaveden ja vedenoton suojelemiseksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pohjaveden muodostumisalueen ja pintaveden valuma-alueen sekä vedenoton suojeleminen taudinaiheuttajilta</li> <li>•Raakaveden laadunvalvonta</li> </ul>
4. Taudinaiheuttajien poistuminen vedenkäsittelyssä ilman desinfiointia	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Vedenkäsittelymenetelmät</li> <li>•Vedenkäsittelyn valvonta</li> </ul>
5. Taudinaiheuttajien poistuminen desinfiointissa	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desinfiointimenetelmät</li> <li>•Desinfiointin mitoitus ja käyttö</li> </ul>
6. Vedentuotantoketjun taudinaiheuttajien poistoteho suhteessa tarvittavaan poistotehoon	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tarvittava mikrobien poistoteho - olemassa oleva mikrobien poistoteho</li> <li>•Vaihe 2 - vaihe 3 - vaihe 4 - vaihe 5</li> </ul>

**Jos lopputuloksen logaritmiset poistumat ovat vedentuotantoketjussa negatiiviset kaikilla taudinaiheuttajaryhmillä, poistoteho on riittävä. Muutoin on ryhdyttävä täydentäviin taudinaiheuttajien poistotehoa parantaviin toimenpiteisiin.**



## Mikä on mikrobiologinen puskuri (Microbial Barrier)?

- "Puskurit" ovat vedentuotantoketjun vaiheita, jotka turvaavat talousveden mikrobiologista laatua poistamalla, tuhoamalla tai inaktivoimalla taudinaiheuttajia tai estämällä niiden pääsyn veteen
- Vedentuotantoketjussa oltava useampi riittävän tehokas ja toistensa toiminnasta riippumaton vaihe/puskuri, jotka varmistavat taudinaiheuttajien poistumista
  - Desinfiointi
  - Raakavesien ja vedenoton suojeleminen taudinaiheuttajilta
  - Muu vedenkäsittely (saostus, selkeytys, suodatus...)
- Vaikka yhden vaiheen toiminta häiriintyy, talousveden mikrobiologinen laatu on turvattu, kun useampi puskuri



## Tarvittava taudinaiheuttajien poistuminen

- Riippuu raakaveden mikrobiologisesta laadusta
- Työkalussa ohje miten raakavesi voidaan luokitella
  - Pohjavedet, joissa ei ole havaittu indikaattorimikrobeja kuuluvat parhaaseen raakavesiluokkaan A
  - Kaikki pintavedet ja sellaiset pohjavedet, jotka eivät kuulu luokkaan A, kuuluvat raakavesiluokkaan Da
- Raakaveden laadun lisäksi tarvittavaan taudinaiheuttajien poistotehoon vaikuttaa vesilaitoksen koko
- Suuremmilla laitoksilla sairastumiselle altistuvien määrä on suurempi, joten siellä vaaditaan tehokkaampaa taudinaiheuttajien poistumista



## Tarvittavan taudinaiheuttajien poistotehon saavuttamiseksi vaadittavat mikrobiryhmien logaritmiset poistumat

- Riippuu vesilaitoksen koosta ja raakaveden laadusta
- Esimerkiksi 3,0b+ 3,0v +2,0a tarkoittaa, että logaritmisien poistumien bakteereille ja viruksille pitää olla 3 ja alkueläimille 2, eli bakteereista ja viruksista pitää poistua vähintään 99,9 % ja alkueläimistä vähintään 99 %
- Mitä suurempi laitos sitä suurempi määrä ihmisiä voi sairastua => tehokkaampi poistuma tarvitaan

Vesilaitoksen koko m <sup>3</sup> /vrk	Raakaveden laatu ja tarvittava poistoteho	
	A	Da
< 1 000	3,0b + 3,0v + 2,0p	5,0b + 5,0v + 3,0p
1000 – 10 000	3,5b + 3,5v + 2,5p	5,5b + 5,5v + 3,5p
> 10 000	4,0b + 4,0v + 3,0p	6,0b + 6,0v + 4,0p

## Vedenkäsittely poistaa myös mikrobeja

- Desinfiointin lisäksi monet vedenkäsittelymenetelmät poistavat vedestä partikkeleita ja kolloideja, joten niiden avulla poistuu myös mikrobeja
- Taulukossa on esitetty karkealla tasolla eri vedenkäsittelymenetelmien poistotehoja eri mikrobiryhmille. Työkalussa vedenkäsittelymenetelmien mikrobiryhmien logaritmisille poistumille on annettu arvot, jotka perustuvat Norjassa ja Ruotsissa tehtyihin havaintoihin ja kirjallisiin lähteisiin.

Vedenkäsittelymenetelmä	Bakteerit	Virukset	Alkueläimet
Pikahiekkasuodatus (ilman saostusta)	Heikko	Erittäin heikko	Heikko
Saostus + pikahiekkasuodatus	Hyvä	Kohtalaisen hyvä	Hyvä
Käänteisosmoosi ja nanosuodatus	Erittäin hyvä	Erittäin hyvä	Erittäin hyvä
Ultrasuodatus	Hyvä	Kohtalaisen hyvä	Erittäin hyvä
Mikrosuodatus	Kohtalaisen hyvä	Heikko	Hyvä
Saostus + ultrasuodatus	Erittäin hyvä	Hyvä	Erittäin hyvä

## Taudinaiheuttajien poistuminen desinfiointissa

- Kemiallisen desinfiointin taudinaiheuttajien poistotehon arvioimiseksi pitää tietää desinfiointimenetelmän Ct-arvo. Ct-arvo kuvaa mikrobien poistumaan tarvittavaa desinfiointikemikaalin pitoisuutta (C) ja kontaktiaikaa (t).
- UV desinfiointin arvioinnin perusta on biosimetrisesti testattu laitteen tuottama UV-annos

Desinfiointimenetelmä	Bakteerit	Virukset	Alkueläimet
Kloori	Erittäin hyvä	Hyvä	Riittämätön
Klooridioksidi	Erittäin hyvä	Kohtalainen	Kohtalainen / Riittämätön <sup>1)</sup>
Klooriamiini	Riittämätön	Riittämätön	Riittämätön
Otsoni	Erittäin hyvä	Erittäin hyvä	Hyvä / Riittämätön <sup>1)</sup>
UV-desinfiointi	Erittäin hyvä	Hyvä / Riittämätön <sup>2)</sup>	Erittäin hyvä



## Logaritminen poistuma desinfiointimenetelmälle, esimerkki

Taulukko 3.9 Logaritmisen poistuman enimmäismäärä UV-desinfiointissa erilaisilla UV-annoksilla<sup>1),2)</sup>

Biodosimetrinen annos	Logaritminen poistuma, virukset pl. adenovirus	Logaritminen poistuma, virukset adenoviruksen perusteella
400 J/m <sup>2</sup>	4,0b + 3,5v + 4,0p	4,0b + 1,25v + 4,0p
300 J/m <sup>2</sup>	3,5b + 3,0v + 3,5p	3,5b + 1,0v + 3,5p
250 J/m <sup>2</sup>	3,0b + 2,5v + 3,0p	3,0b + 0,75v + 3,0p

- 1) Edellyttäen, että UV-annokset on määritetty biosimetrisesti.  
 2) Jos UV-annosta ei ole määritetty biosimetrisesti, logaritmisen poistuman enimmäismäärä on 3,0b + 2,5v + 3,0p (3b + 0,75v + 3p virusvaatimuksen perusteella adenovirukseen).



#vesihuolto2018

## Riskienhallinnan puutteista vähennyksiä mikrobien logaritmiin poistumiin

**Taulukko 6.3** Yhteenveto klooridesinfiointin logaritmiin poistumiin riskienhallinnan puutteiden vuoksi tehtävistä vähennyksistä, Viherlaakso

	Toimenpide	Vähennysvaikutus
Toimenpiteet tilapäisen annosteluvirheen tapahtuessa	-10 % Häilytys, mutta ei automaattista varakemikaalipumpun käynnistystä	-10 %
Toimenpiteet annosteluvirheen riskin vähentämiseksi	-15 % + 5 % Vara-annostelulaitteisto on olemassa	-10 %
Muut toimenpiteet	-10 % + 2,5% + 5 % + 5 % Kokonaiskloorin mittaus (ei vapaa kloori) <sup>1)</sup> , varaosat ja hyvät käytänteet	0 %
<b>Vähennykset riskienhallinnan puutteista yhteensä</b>		<b>-20 %</b>

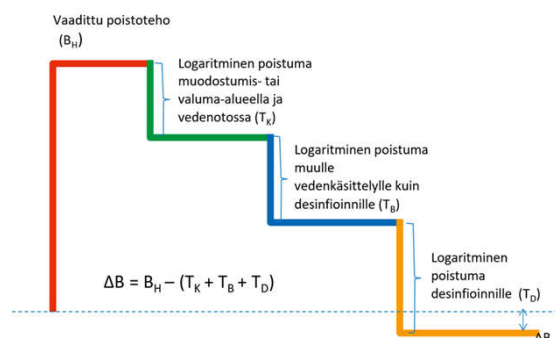


#vesihuolto2018

## Onko taudinaiheuttajien poistuminen riittävää vedentuotantoketjussa?

- Kun mikrobin logaritminen poistuma vedentuotantoketjun eri vaiheissa on määritetty, voidaan arvioida, onko taudinaiheuttajien poistoteho kokonaisuudessaan riittävä suhteessa raakaveden laadun ja laitoksen koon perusteella määritettyyn tarvittavaan poistotehoon
- Arviointi tehdään vähentämällä tarvittavasta mikrobin logaritmisesta poistumasta vedentuotantoketjun toimenpiteiden logaritmit poistumat.
- Jos lopputuloksen logaritmit poistumat ovat vedentuotantoketjussa
  - **negatiiviset** kaikilla mikrobiryhmillä, taudinaiheuttajien poistoteho on riittävä
  - Jos yhden tai useamman mikrobiryhmän logaritminen poistuma on **positiivinen**, tarvitaan vedentuotantoketjussa lisätoimenpiteitä riittävän taudinaiheuttajien poistotehon saavuttamiseksi.

## Vesihygienian arviointi





$3,5b + 3,5v + 2,5a$	<b>Tarvittava taudinaiheuttajien poistoteho</b>
-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Raakavetenä pohjavesi, jossa ei merkkejä mikrobiologisesta liikaantumisesta</li> <li>Noin 5000 vedenkäyttäjää</li> </ul>
$0,5b + 0,5v + 0,35a$	<b>Raakavedensuojelu</b>
-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pohjavesialueella karjataloutta ja teollisuutta</li> <li>Kaivoalue aidattu ja lukittu</li> <li>Pintavesien valuminen kaivoon on estetty luiskaamalla, ojalla ja kaivon tiiviillä kansirakenteella</li> </ul>
$0,0b + 0,0v + 0,0a$	<b>Vedenkäsittely ilman desinfiointia</b>
-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ei vedenkäsittelyä</li> </ul>
$3,2b + 2,8v + 3,2a$	<b>Desinfiointi</b>
=	<ul style="list-style-type: none"> <li>UV-desinfiointi, biososimetrinen annos 400 J/m<sup>2</sup></li> <li>Ei rinnakkaisia laitteita, mutta varaosia varastossa ja hyvät huolto- ja kunnossapitokäytännöt</li> <li>Ei raakaveden laadun jatkuvaa seurantaa</li> <li>Laitteen intensiteettiä seurataan jatkuvasti ja toimintahäiriöstä tulee hälytys ja veden tuotanto katkeaa automaattisesti</li> <li>Sähkönsyötön häiriö katkaisee veden tuotannon. Siirrettävä varavoima otettavissa käyttöön muutaman tunnin kuluessa. UPS suojaa laitetta.</li> <li>Valmius aloittaa klooridesinfiointi 6 tunnissa</li> <li>Ylävesisäiliö turvaa vedentoimitusta</li> </ul>
$- 0,2b + 0,2v - 1,05a$	<b>Taudinaiheuttajien poistoteho koko vedentuotantoketjussa</b>

## Vesihygienia työkalun käyttökohteita

- Työkalu auttaa ymmärtämään paremmin taudinaiheuttajien poistumiseen vaikuttavia tekijöitä ja niiden välisiä riippuvuuksia.
- Tämä osaaminen on tärkeää erityisesti häiriötilanteissa, kun muutokset raakaveden laadussa tai laitoksen toiminnassa voivat vaikuttaa taudinaiheuttajien poiston tehokkuuteen
- Työkalua voidaan käyttää apuna uusien laitosten tai prosessivaiheiden suunnittelussa

Kiitos kuulijoille!



Porvoon **vesi**  
Borgå **vatten**  
[#vesihuolto2018](#)