



VERLA Verkostotöiden vaikutus veden laatuun – Mikrobiologinen seuranta viljelystä riippumattomilla menetelmillä

Vesihuoltopäivät 5.11.2020/ PCR-tekniikat ja
talousveden mikrobiologinen laatu

Anu Kettunen, Teollisuuden Vesi

Tavoite: VERLA-hanke selvittää

- Miten erilaiset verkostotyöt vaikuttavat veden mikrobiologiseen laatuun?
 - Tarkastellaan niitä verkostotöitä, jotka vesilaitoksilla joka tapauksessa tehdään → saadaan käsitystä erilaisista tilanteista, kuten uuden linjan rakentaminen ja vesitornin pesu
 - Useampi vesilaitos tuo yleistettävyyttä
- Onko yksinkertaisia tapoja tai käytäntöjä, joilla mahdollisia haittavaikutuksia voidaan ehkäistä?



11 osallistuvaa vesilaitosta ja ohjausryhmä

- HS-Vesi, Akaa, Hattula ja Hämeenlinna: Sanna Heinonen ja Jukka Meriluoto
- Hyvinkään Vesi: Marita Honkasalo
- Imatran Vesi: Anu Nikulainen
- Jyväskylän Energia → Alva: Marja-Liisa Puttonen ja Jukka Tyrväinen
- Kajaanin Vesi: Juha Nurminen ja Markku Piirainen
- Kuopion Vesi: Markku Lehtola
- Nivos Vesi, Mäntsälä: Päivi Nyysönen ja Kimmo Rintamäki
- Nokian Vesi: Ilkka Laukkanen, Hanna Matilainen ja Minna Mäkinen
- Oulun Vesi: Vuokko Häkkinen, Jarmo Lahtinen, Jouni Lähdemäki ja Anu Väänänen
- Porvoon vesi: Elina Antila ja Sari Rajajärvi
- Turun Vesihuolto: Eeva-Leena Rostedt ja Silja Tiitta
- THL: Ilkka Miettinen
- STM: Jarkko Rapala
- MMM: Kai Kaatra → Katri Vasama
- VVY: Riina Liikanen ja Tuula Laakso



Vesilaitosten vedenkäsittely ja 19 verkostotyötä

Vesilaitos	Raakavesi	Vedenkäsittely	pH:n säätö	Jälkidesinfionti	Verkostotyöt
V11	Tekopohjavesi		Kalkkikivisuodatus	UV+klooriamiini	T1 Uusi putki ja T2 Sujutus
V03	Tekopohjavesi	Ilmastus ja hiekkasuodatus	Kalkkikivisuodatus	UV+klooriamiini	T1 Uusi putki ja T3 Uusi putki
V04	Pohjavesi		Kalkkikivisuodatus	UV+otsonointi+klooriamiini	T1 Uusi putki ja T2 Uusi putki
V05	Pintavesi	Saostus, hiekka- ja aktiivihiekkisuodatus	Jauhemainen kalkki	UV+klooriamiini	T1 Uusi putki, T3 Vesisäiliön pesu, T4 Uusi putki ja T5 Uusi putki
V07	Tekopohjavesi	Ilmastus ja hiekkasuodatus	Sammutettu kalkki	Natriumhypokloriitti	T1 Verkoston huuhtelu, T2 Verkoston huuhtelu ja T3 Vesitornin pesu
V01	Pohjavesi ja tekopohjavesi	Ilmastus	Kalkkikivisuodatus	UV+natriumhypokloriitti	T1 Sujutus
V08	Pohjavesi ja tekopohjavesi	Ilmastus ja hiekkasuodatus	Lipeä	Natriumhypokloriitti	T1 Vesitornin pesu
V02	Pohjavesi	Ilmastus	Kalkkikivisuodatus	UV	T1 Uusi putki ja T2 Uusi putki
V06	Pohjavesi		Kalkkikivisuodatus	UV	T1 Sujutus
V09	Pohjavesi	Ilmastus ja hiekkasuodatus	Jauhemainen kalkki	UV (myös vesitorneilla)	T1 Uusi putki
V10	Pohjavesi ja tekopohjavesi	Ilmastus ja hiekkasuodatus	Jauhemainen kalkki / lipeä	UV	T1 Uusi putki

Muuttujat, joiden vaikutusta selvitetty

- Raakavesi: pohjavesi vs. tekopohjavesi vs. pintavesi
- Vedenkäsittely: ilmastus, hiekkasuodatus ja aktiivihiilisuodatus
- pH:n säätö: Kalkkikivisuodatus vs. kalkki vs. lipeä
- Desinfiointi: UV ja otsonointi
- Jälkidesinfiointi: klooriamiini vs. natriumhypokloriitti vs. ei jatkuvaa kloorausta jälkidesinfiointinnissa

- Verkoston ikä verkostotyön alkaessa
- Verkoston kunto verkostotyön alkaessa
- Painekeho, ilmanpoisto, paineenkorotus, possutus ja shokkiklooraus verkon käyttöönotossa



Näytteet ja mittaukset

- 'Ennen', 'Aikana' ja 'Jälkeen', yhteensä 110 näytepistettä
- ATP-mittaukset
- 'Kuolleet+elävät' ja 'Elävät' DNA-mittaukset
 - Kokonaisbakteerit, aitotumalliset mikrobit sekä sienet ja hiivat
 - Mahdolliset patogeenit: *E.coli*, *Enterococcus*, Klostridiklusteri I, *L.pneumophila*
 - Indikaattorit, kuten enterobakteerit sekä biofilmien irtoamisesta kertovat anaerobibakteerit ja suoliston valtaryhmät
- 11 qPCR-mittauksesta laskettu 'Bakteeri-indeksi' ja 'Biofilmi-indeksi'
- VERLA-hankkeen verkostotyönäytteiden lisäksi käytetty Teollisuuden Veden tausta-aineistoa, jossa talousvesinäytteitä, kaivovesinäytteitä ja luonnonvesinäytteitä



Klooriamiini vs. natriumhypokloriitti vs. ei jatkuvaa kloorausta

	Klooriamiini (4 verkkoa)			Natriumhypokloriitti (3 verkkoa)			Ei kloorausta (4 verkkoa)		
Mikrobiol. laatu	Tausta-aineiston tasolla	Biofilmi-indeksi koholla	Bakteeri-indeksi koholla	Tausta-aineiston tasolla	Biofilmi-indeksi koholla	Bakteeri-indeksi koholla	Tausta-aineiston tasolla	Biofilmi-indeksi koholla	Bakteeri-indeksi koholla
Ennen töitä	16/18 89 %	2/18 11 %	0/18 0 %	5/7 71 %	2/7 29 %	0/7 0 %	3/6 50 %	3/6 50 %	1/6 17 %
Töiden aikana	7/8 88 %	0/8 0 %	1/8 13 %	2/4 50 %	2/4 50 %	1/4 25 %	5/13 38 %	7/13 54 %	4/13 31 %
≤2 vko jälkeen	5/7 71 %	2/7 29 %	0/7 0 %	3/3 100 %	0/3 0 %	0/3 0 %	2/8 25 %	6/8 75 %	2/8 25 %
≥1 kk jälkeen	13/13 100 %	0/13 0 %	0/13 0 %	4/5 80 %	0/5 0 %	1/5 20 %	5/7 71 %	1/7 14 %	1/7 14 %

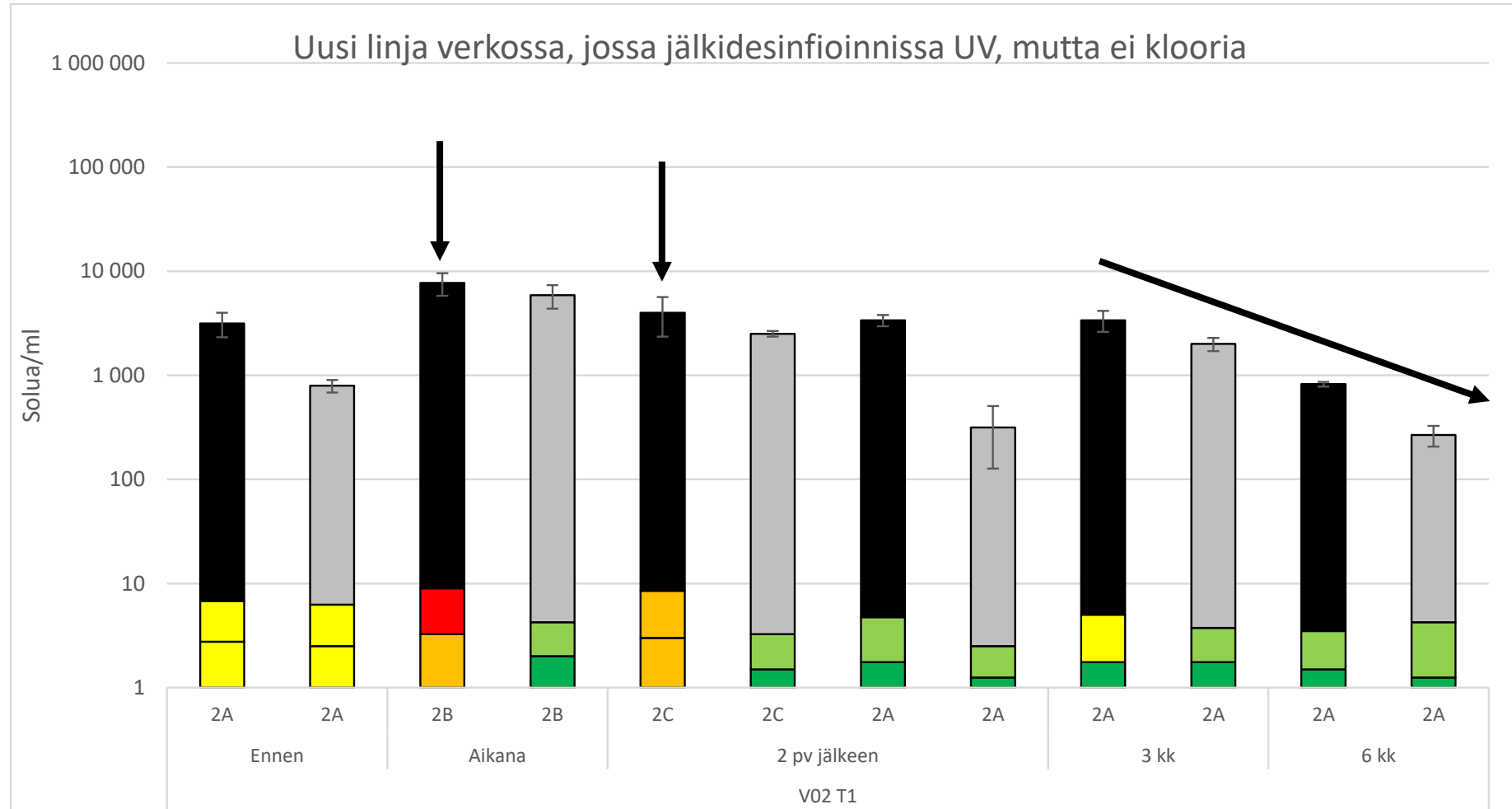
Indeksit koholla useammin kun jälkidesinfioidaan natriumhypokloriitilla tai ei käytetä klooria jälkidesinfiointissa verrattuna jälkidesinfiointiin klooriamiinilla

Klooriamiini vs. natriumhypokloriitti vs. ei jatkuvaa kloorausta

	Klooriamiini (4 verkkoa)			Natriumhypokloriitti (3 verkkoa)			Ei kloorausta (4 verkkoa)		
Mikrobiol. laatu	Tausta- aineiston tasolla	Biofilmi- indeksi koholla	Bakteeri- indeksi koholla	Tausta- aineiston tasolla	Biofilmi- indeksi koholla	Bakteeri- indeksi koholla	Tausta- aineiston tasolla	Biofilmi- indeksi koholla	Bakteeri- indeksi koholla
Ennen töitä	16/18 89 %	2/18 11 %	0/18 0 %	5/7 71 %	2/7 29 %	0/7 0 %	3/6 50 %	3/6 50 %	1/6 17 %
Töiden aikana	7/8 88 %	0/8 0 %	1/8 13 %	2/4 50 %	2/4 50 %	1/4 25 %	5/13 38 %	7/13 54 %	4/13 31 %
≤2 vko jälkeen	5/7 71 %	2/7 29 %	0/7 0 %	3/3 100 %	0/3 0 %	0/3 0 %	2/8 25 %	6/8 75 %	2/8 25 %
≥1 kk jälkeen	13/13 100 %	0/13 0 %	0/13 0 %	4/5 80 %	0/5 0 %	1/5 20 %	5/7 71 %	1/7 14 %	1/7 14 %

Kohonnut indeksi ei välttämättä tarkoita veden huonoa laatua, ainoastaan paljastaa muutoksen, jolloin voidaan toimia ennaltaehkäisevästi riskinhallintamielessä

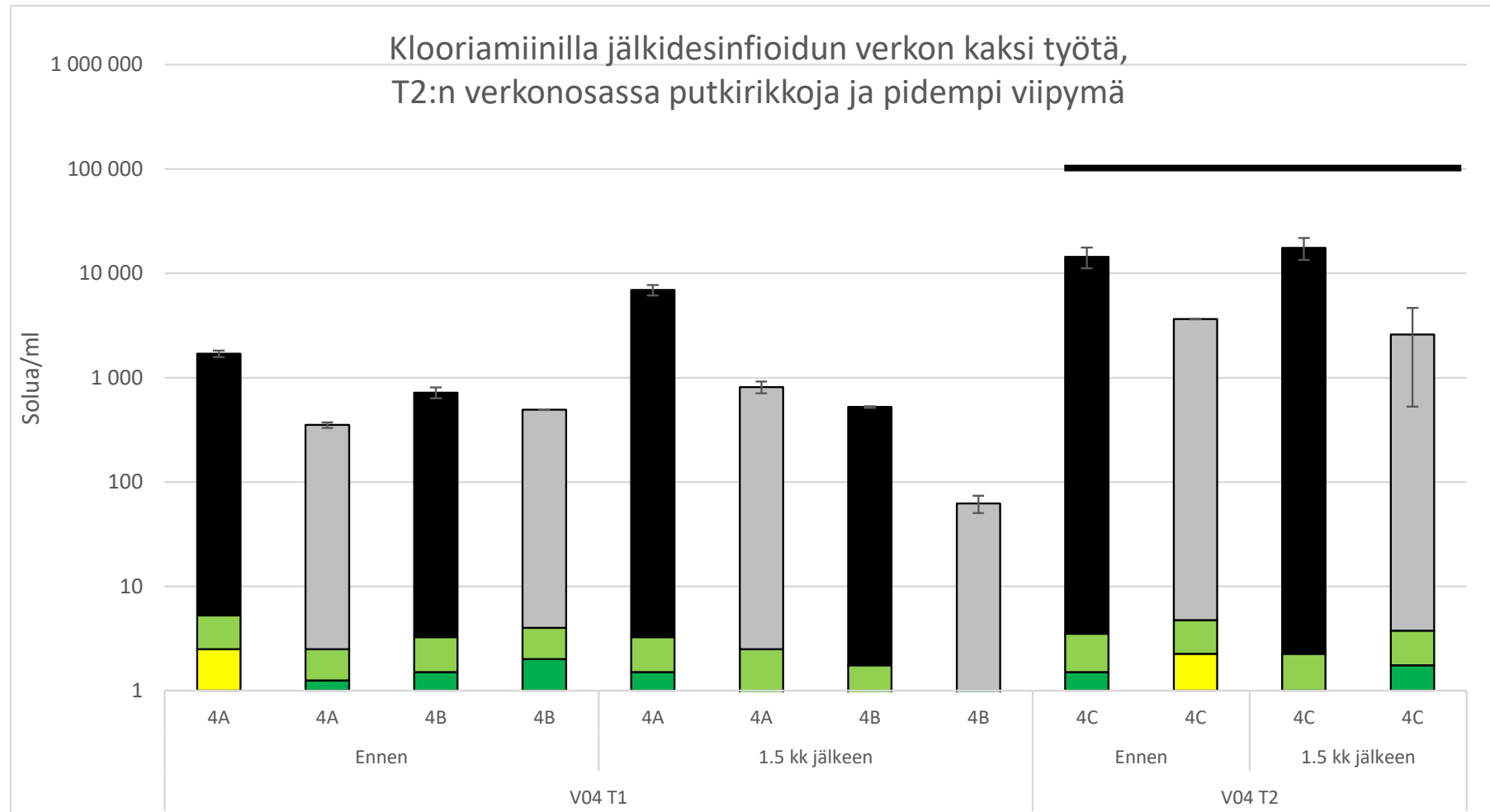
Indeksit kasvavat työn aikana ja heti sen jälkeen,
 mutta tasaantuvat → 3 kk ja edelleen → 6 kk



Mustat pylvät = Kuolleet+elävät bakteerit
 Harmaat pylväät = Elävät bakteerit

■ Bakteeri-indeksi ■ Biofilmi-indeksi ■ Kokonaisbakteerit

Viipymä ja verkon kunto heijastuvat kokonaisbakteereihin



Mustat pylvät = Kuolleet+elävät bakteerit

Harmaat pylväät = Elävät bakteerit

■ Bakteri-indeksi

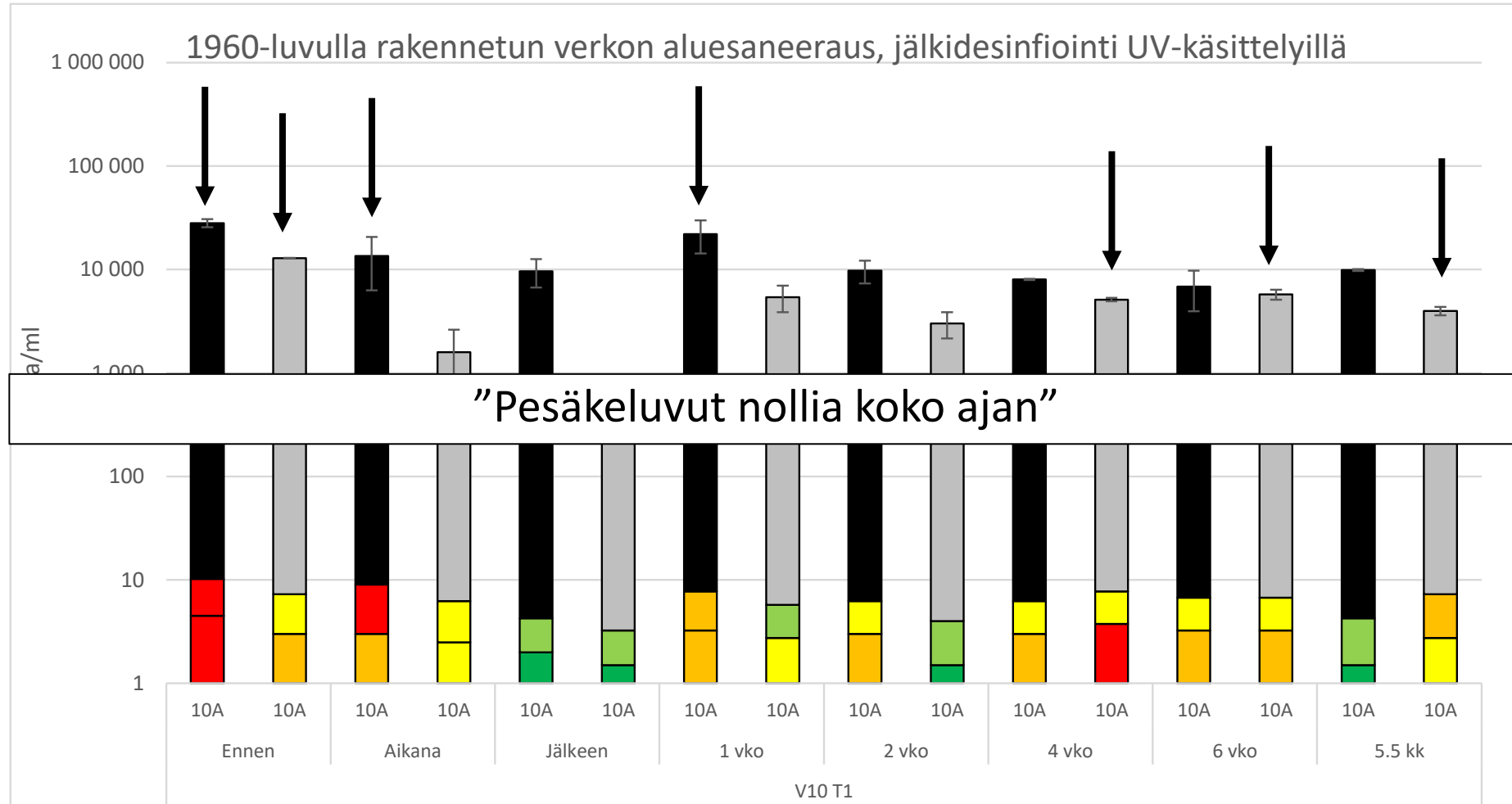
■ Biofilmi-indeksi

■ Kokonaisbakteerit



Teollisuuden Vesi

Isossa aluesaneerauksessa vaikutuksia kuukausien ajan



Mustat pylvät = Kuolleet+elävät bakteerit

Harmaat pylväät = Elävät bakteerit

■ Bakteri-indeksi

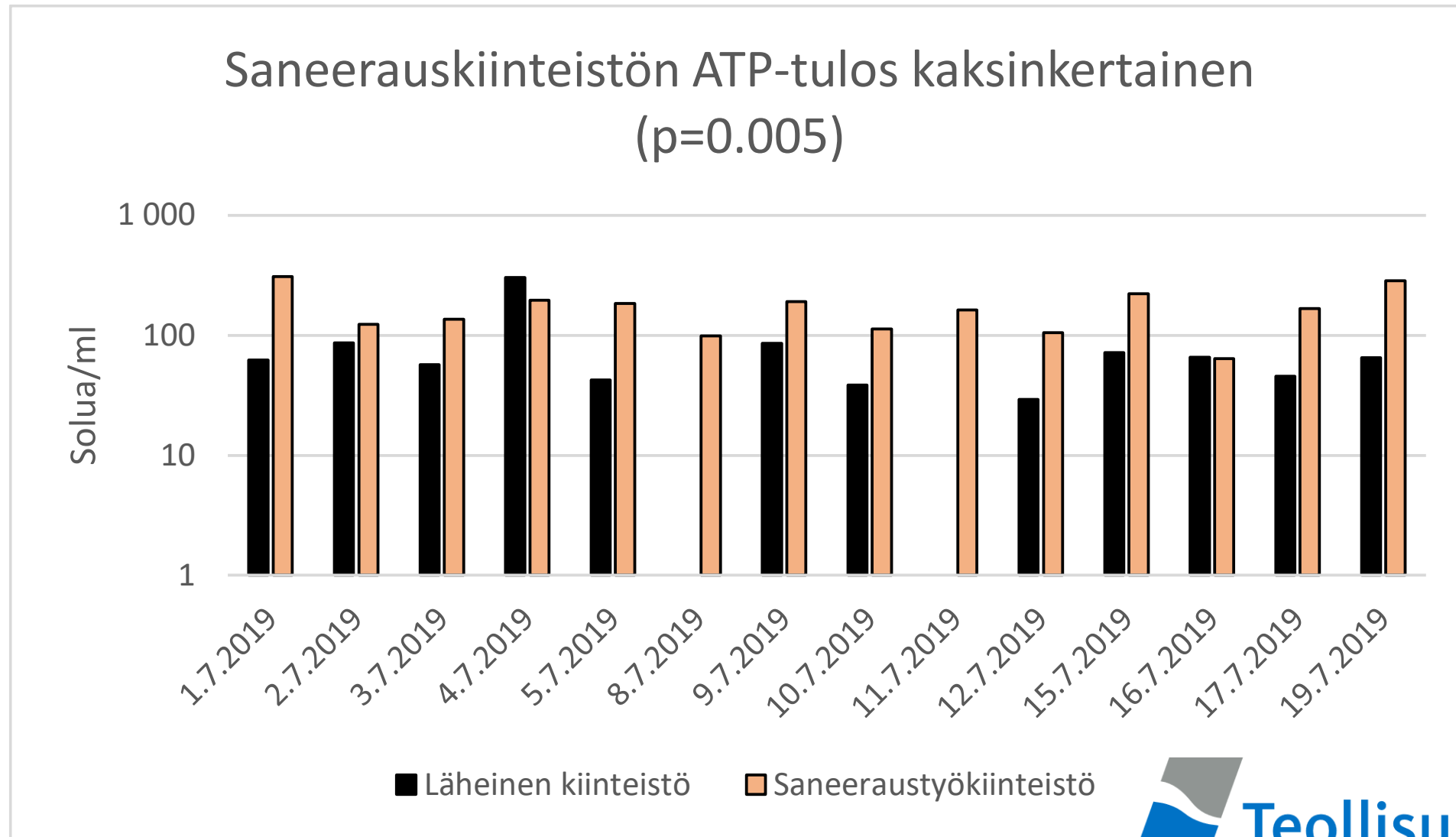
■ Biofilmi-indeksi

■ Kokonaisbakteerit



Teollisuuden Vesi

ATP-seurannalla nopeita tuloksia verkostoveden mikrobiologisesta tilasta linjasaneerauksen aikana



Johtopäätökset

- Jälkidesinfiointitapa vaikutti veden mikrobiologiaan sekä ennen töitä ja kuukausia töiden jälkeen, mutta etenkin töiden aikana ja muutamia viikkoja töiden jälkeen
 - Klooriamiini tehokkaampi kuin natriumhypokloriitti tai jälkidesinfiointi ilman klooria
- Jälkidesinfiointitavan vaikutusta ei saada selville viljelymenetelmillä
- Jälkidesinfiointitavan voimakas vaikutus vaikeutti muiden vaikutusten havaitsemista, mutta verkon kunto heijastui mikrobiologiaan



Tulosten hyödyntämismahdollisuudet

- Viljelystä riippumattomien menetelmien, etenkin ATP-seurannan, käyttö auttaa riskienhallinnassa ja tuo kustannussäästöjä
 - talousvesiverkoston perustilanteen mikrobiologisten riskien hallinta jatkuvatoimisilla mittauksilla
 - akuuttien häiriötilanteiden nopea ja monipuolinen tilannekuva
 - isojen verkostotöiden (aluesaneeraukset) läpiviemisen nopeuttaminen ja riskienhallinta



A photograph of a construction site. In the foreground, a large orange excavator is partially visible on the right. A large pile of grey gravel sits on the ground. In the background, there is a modern building with white and grey panels and windows. A yellow forklift is parked on the left. The sky is overcast.

**VERLA: Verkostöiden vaikutukset
veden mikrobiologiseen laatuun
viljelystä riippumattomilla menetelmillä**

Kysymyksiä?

Kiitos keskustelusta!

Anu Kettunen, 040-5112144
anu.kettunen@teollisuudenvesi.fi