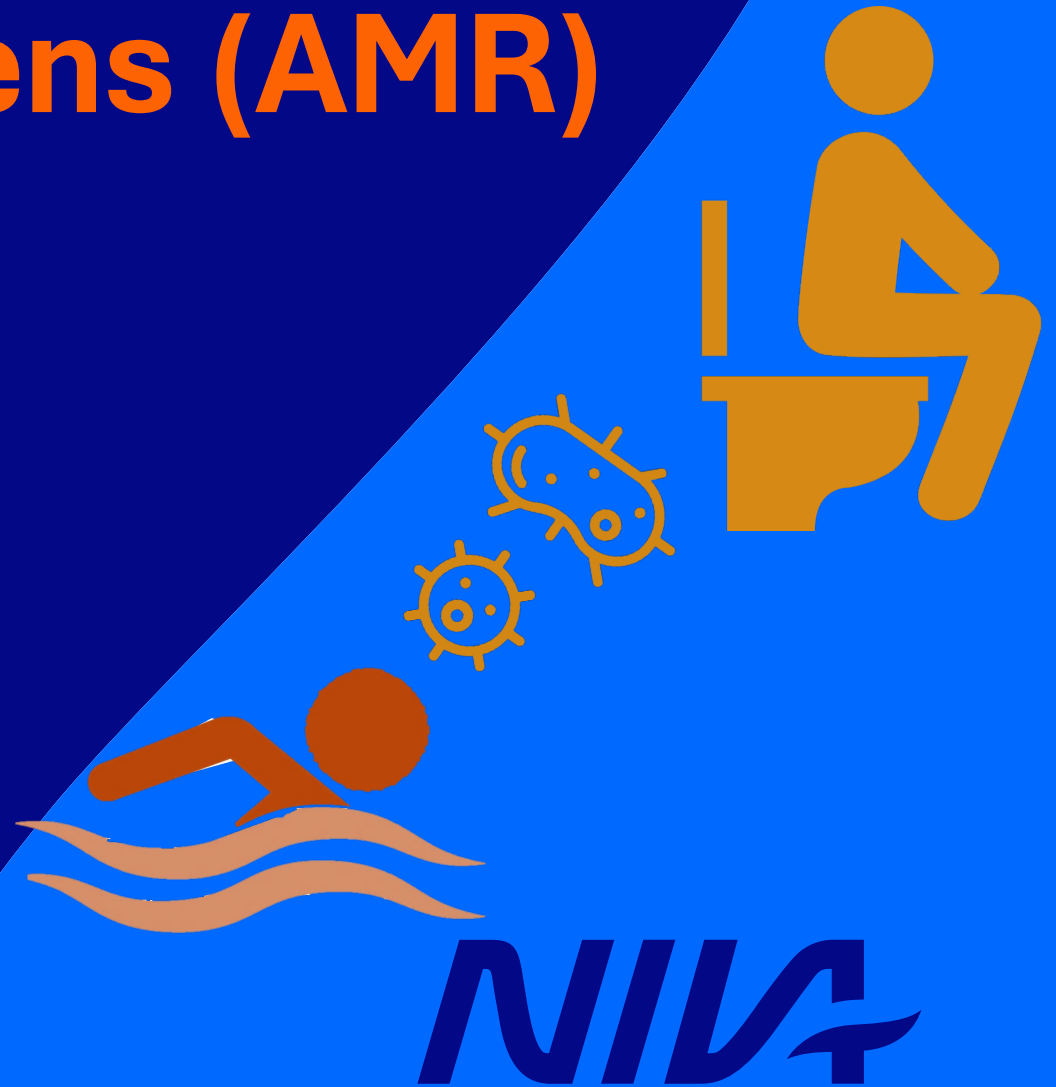


Antimikrobiell resistens (AMR) i vannressursene & betydningen for helse

Carsten U. Schwermer, forsker

Seminar Norsk Vannforening, Oslo Science Park, 11. Juni 2025

Vannkvalitetens betydning for helsen – I hvilken grad påvirker klimaendringene?





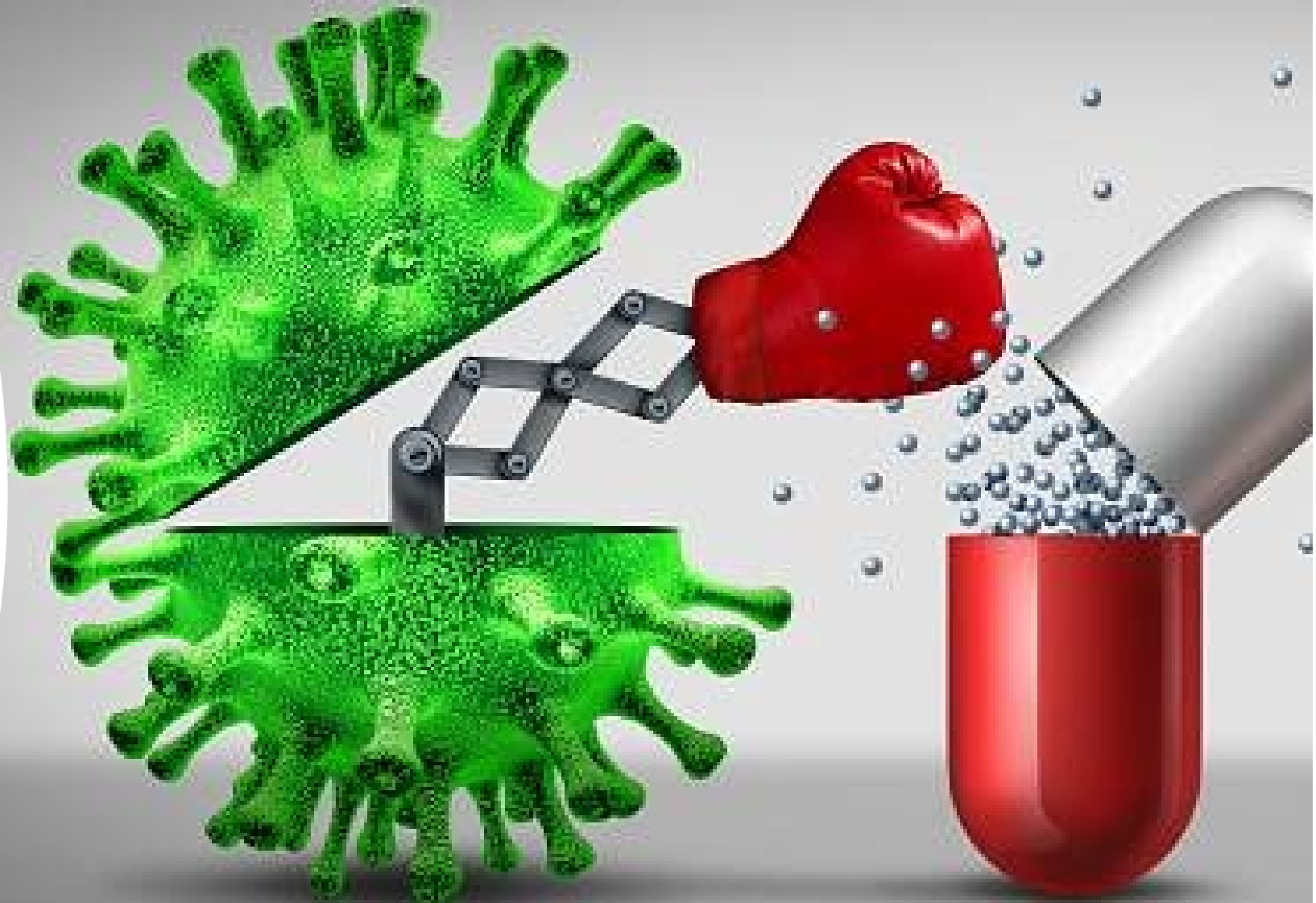
Today's Menu

Antimikrobiell resistens (AMR)

- ✓ Hva er det?
- ✓ Hvor i miljøet?
- ✓ Hva er betydning for helsen?
- ✓ Hvordan påvirker klimaendringer?
- ✓ Hva kan vi gjøre med det?

Hva er AMR?

- Mikrober utvikler **mekanismer som beskytter dem mot effekten av antimikrobielle midler.**
- Legemidler som er utviklet for å drepe disse mikrobene **blir mindre effektive. Behandling av infeksjoner blir vanskeligere.**



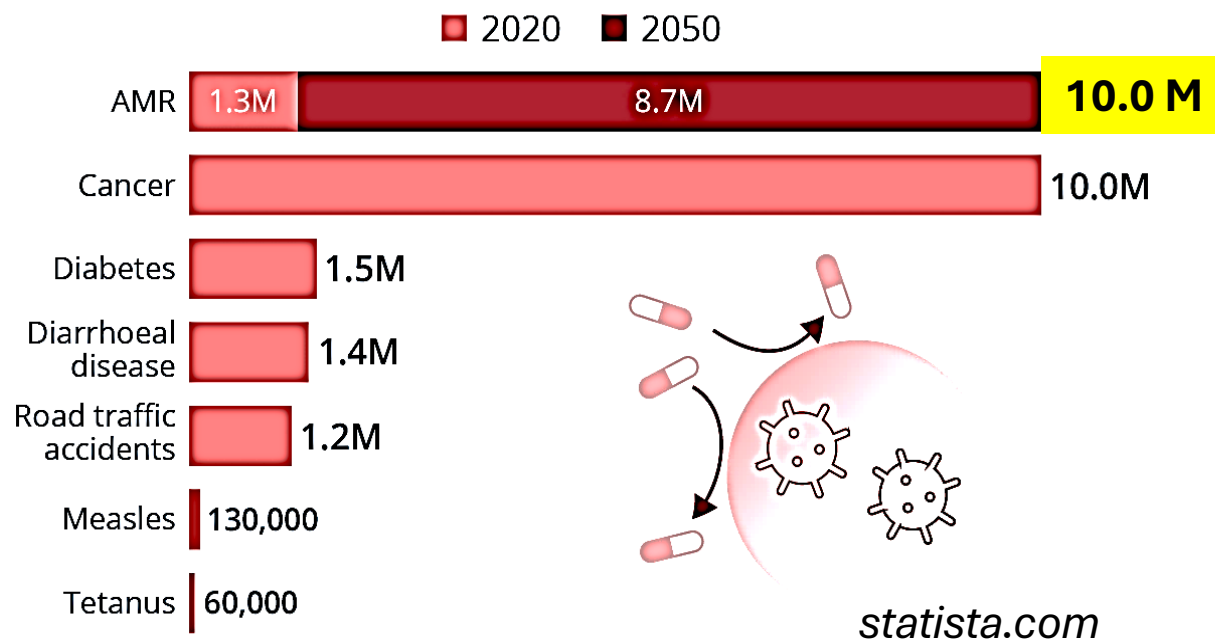
AMR

*«**AMR** er blant de
ti største
truslene mot
global helse »*



Den menneskelige og økonomiske kostnaden

- Ansvarlig for **1.3 millioner dødsfall** i 2020
- Påvirket mer enn **5 millioner dødsfall**
- **10 millioner dødsfall årlig i 2050** dersom vi ikke gjør noe



- Globale utgifter i 2050
US\$ 3.4 trillion årlig



Antibiotika i overflatevann - verden

Antibiotics in the global river system arising from human consumption

Heloisa Ehalt Macedo^{a,*}, Bernhard Lehner^{a,*}, Jim A. Nicell^b, Usman Khan^c and Eili Y. Klein^d

^aDepartment of Geography, McGill University, Montreal, QC, Canada H3A 0B9

^bDepartment of Civil Engineering, McGill University, Montreal, QC, Canada H3A 0C3

^cOne Health Trust, Washington, DC 20015, USA

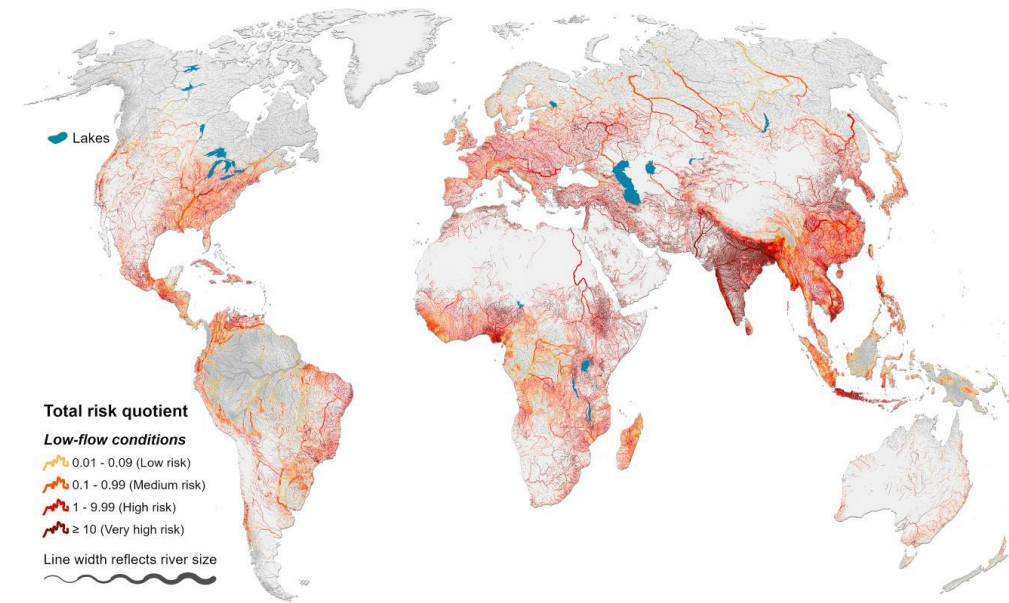
^dDepartment of Emergency Medicine, Johns Hopkins School of Medicine, Baltimore, MD 21287, USA

*To whom correspondence should be addressed. Email: heloisa.ehaltmacedo@mail.mcgill.ca (H.E.M.); Email: bernhard.lehner@mcgill.ca (B.L.)

Published: 22 April 2025

Antibiotika i overflatevann utgjør risiko til helse til mennesker og det akvatiske ecosystem p.g.a. **giftighet og pådriver av AMR.**

- Antibiotikarester skilles ut etter bruk og brytes delvis ned på vei fra avløpsvann til elver og hav.
Av 29 200 t antibiotika (40 typer) brukt årlig, havner:
 - 8 500 t (29 %) i **elver**
 - 3 300 t (11 %) i **hav** eller **innsjøer**
- 6 millioner km elver globalt: mange **overskrider trygge nivåer for økosystem og resistensutvikling.**
- Menneskelig bruk utgjør **betydelig risiko for elver** på alle kontinenter
- Størst påvirkning i **Sørøst-Asia**
- **Antibiotikabruk** har økt raskt de siste 15 årene. Størst vektst i lav- og mellominntektsland



Miljøeksponeringsnivåer av antibiotika i verdens elver. Angitt er den **totale risikokvotienten** (RQtot) beregnet som summen av individuelle risikokvotienter for alle 40 antibiotika i det globale elvesystemet.

Antibiotika i overflatevann - NORGE

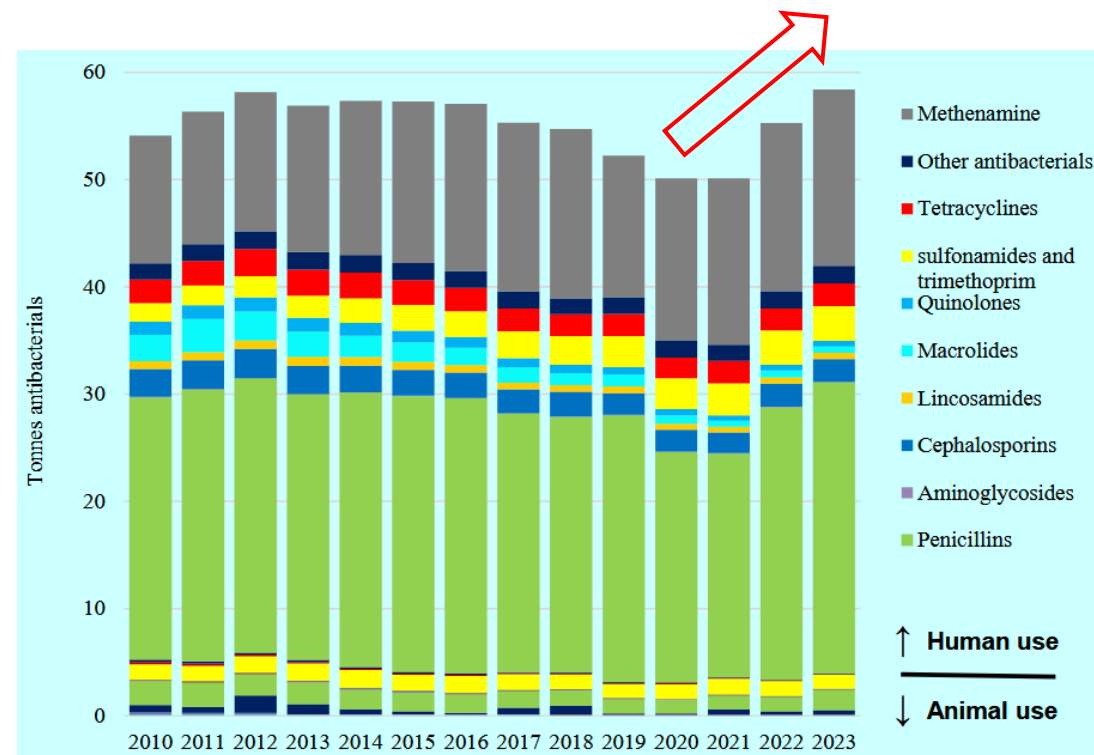
Mennesker & dyr

Finnes nøyaktig data om salg

- 58 tonn (91% human, 8% landdyr, 1% fisk) i 2023
- 2019-2024: 20% økning

Overflatevann/badevann

- Ingen systematiske konsentrasjons-data (Vannmiljø, NORM/ NORM-VET)
- Sannsynligvis lave konsentrasjoner (med unntak)

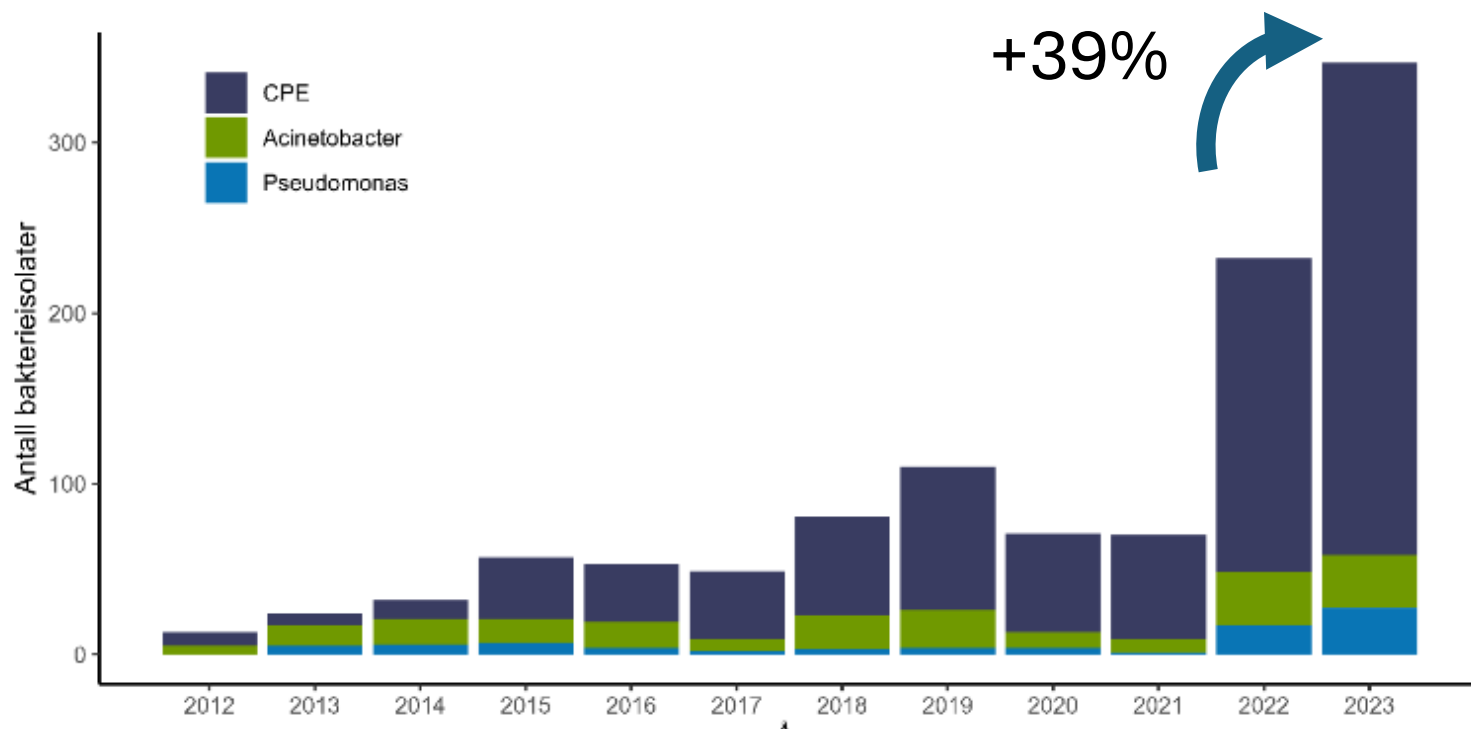


Relativ få kliniske AMR tilfeller og lite antibiotika i resipienter, MEN...

AMR har ikke grenser!

Folkehelseinstitutt i 2024:

«**Bekymringsfull økning** av sjeldene antibiotikaresistenstyper i Norge»

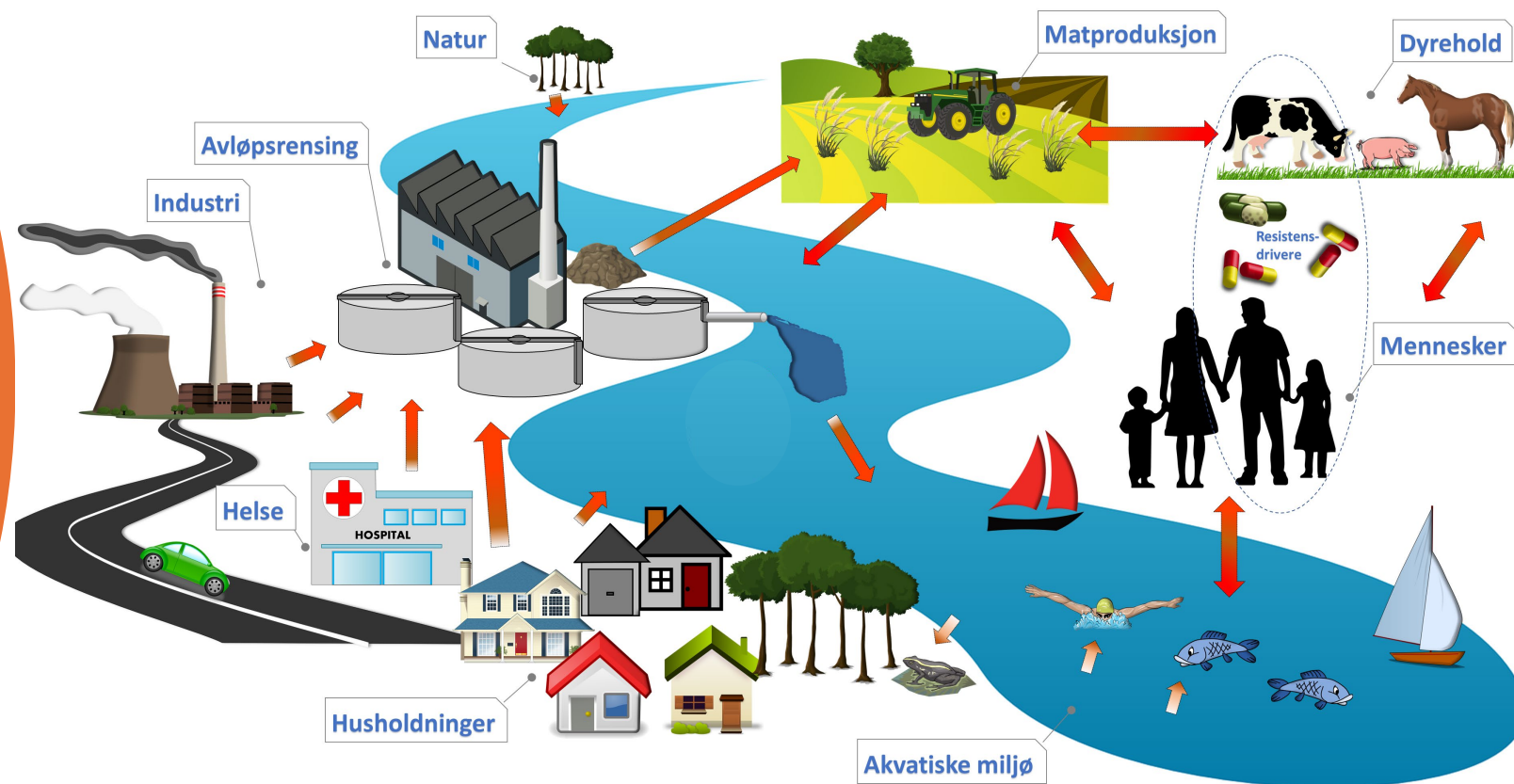


- I noen tilfeller mistenkes AMR om å ha opprinnelse i naturen.
- Miljøets rolle er ukjent.



AMR i miljøet

- Kilder
- Transportveier
- Skjebne



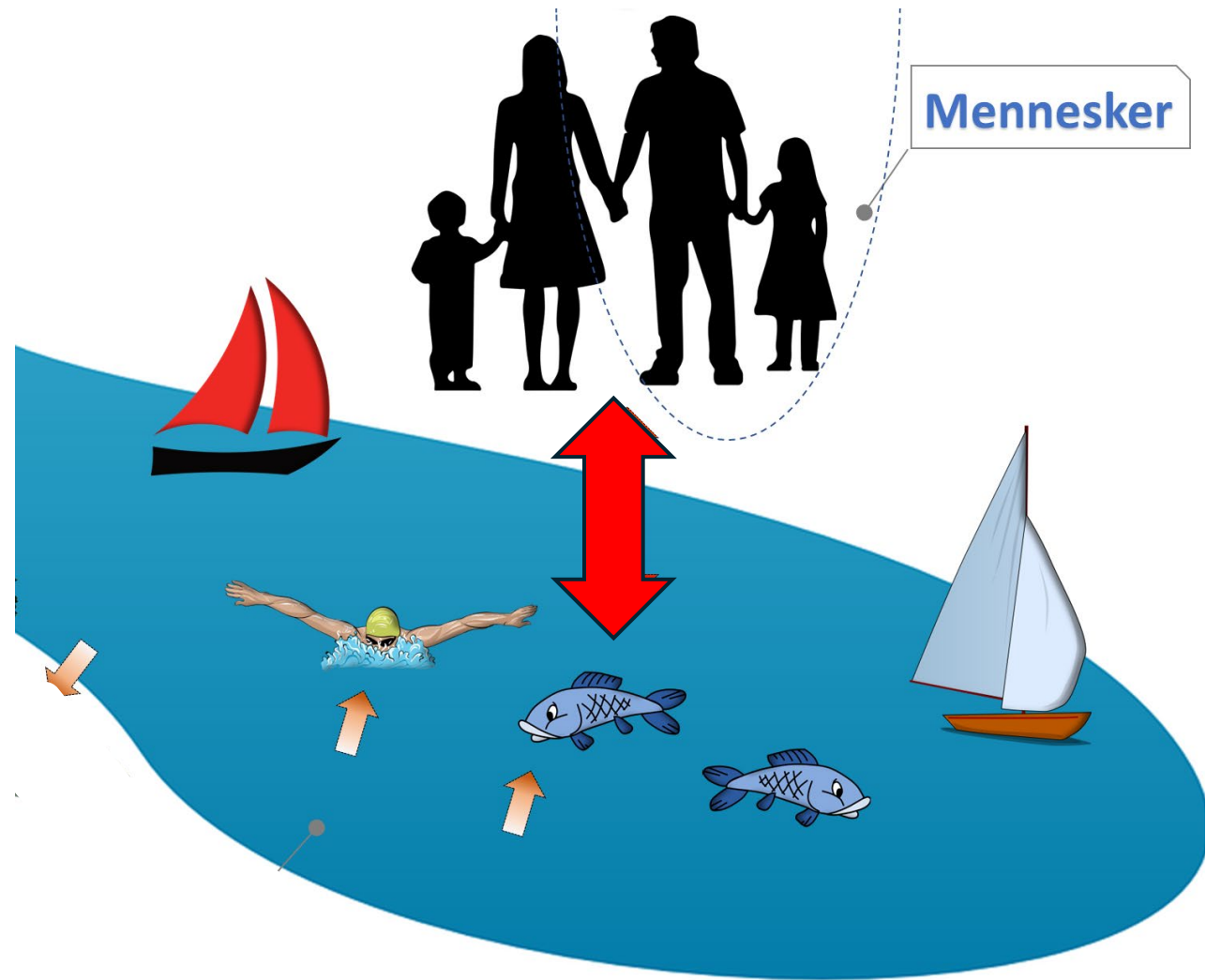
Vannspeilet nr. 4/2018

Hva skjer videre?



Vi har lite kunnskap om
- Spredning av AMR

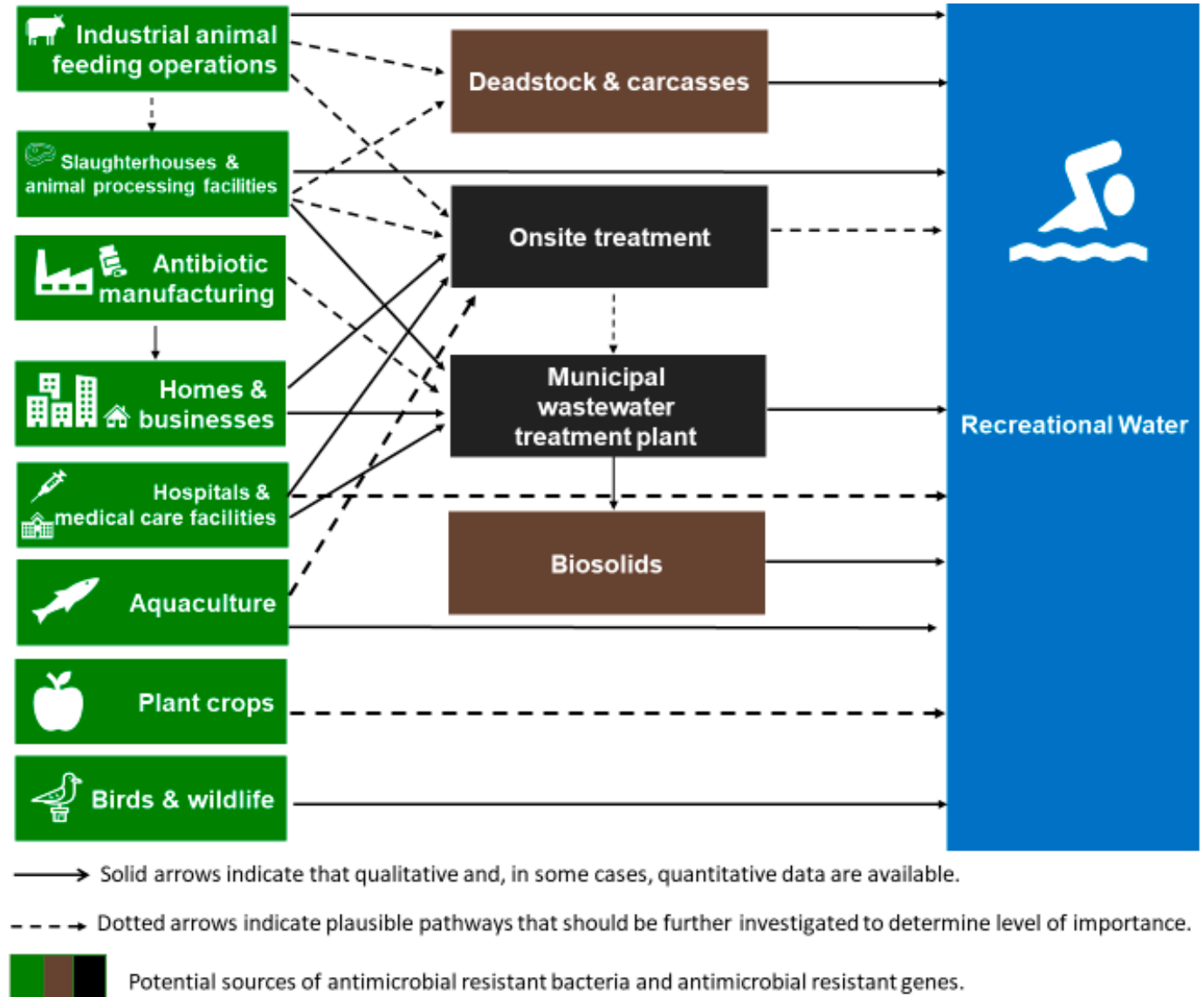
Hva skjer videre?



Vi har (for) lite kunnskap om

- Interaksjon mellom miljø og helse
- **RISIKO** for mennesker og dyr

Helsebetydning i naturlige overflatevann og kystnære badevann



Helsebetydning i naturlige overflatevann og kystnære badevann

ARB og ARG fra mennesker, dyr og miljøet i bade- og rekreasjonsvann kan overføres til mennesker og føre til:

1. Eksponering*

- direkte kontakt, som ved bading, vannaktiviteter
- inntak av forurensset vann

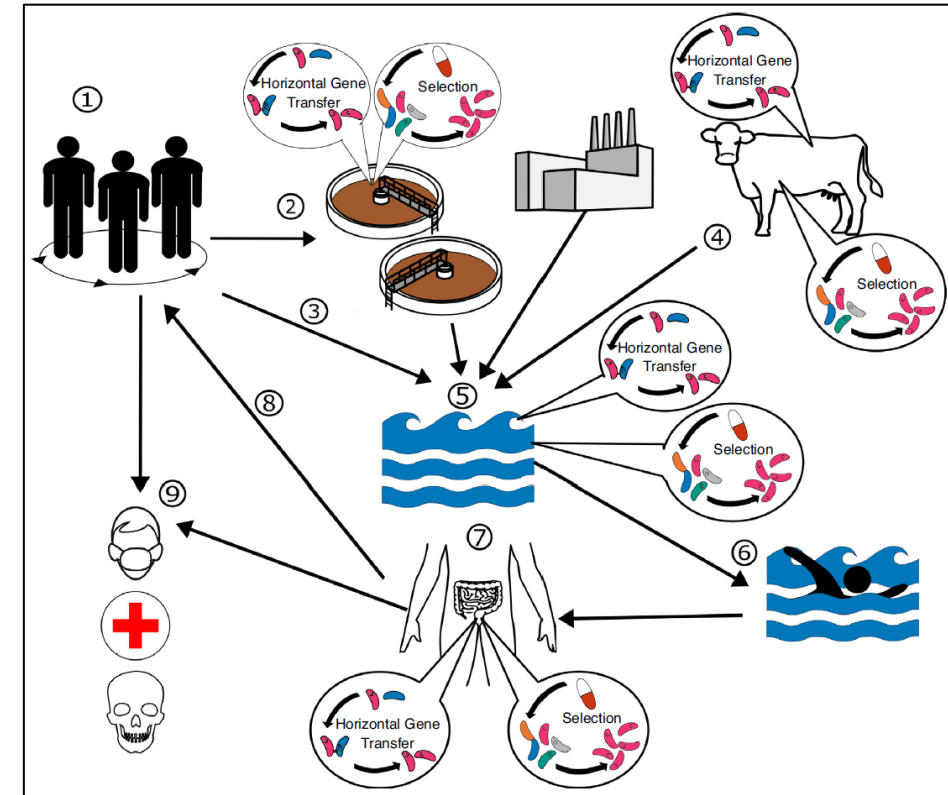
2. Kolonisering* eller horisontal genoverføring i tarmen*

3. Infeksjon

→ Spredning i samfunnet

*Rollen ukjent av

- **Miljø**-konsentrasjoner antimikrobielle stoffer på AMR?
- **Dose-respons** relasjon?
- **Lengde** eksponering og kolonisering?



Leonard et al. Current Opinion in Microbiol. 2022

Helsebetydning i naturlige overflatevann og kystnære badevann

Evidens/ caser

- England **Beach Bum Survey** (*Leonard et al. 2018*): Direkte sammenheng mellom **surfing i kystvann** og tarmkolonisering av ESBL-*E. coli* og CTX-M produserende *E. coli*.
- Nederland (*Blaak et al. 2019*): Deltakere i **svømmekonkurranser** var signifikant høyere ESBL- *E. coli* bærere enn befolkningen generelt.
- Norge (*Søraas et al. 2013*):
 - Evidens i ESBL-*Enterobacteriaceae* i lav-prevalens land
 - **Svømming** i ferskvann kan ha økt risiko for å utvikle urinveisinfeksjoner forårsaket av ARB.
- Enkelte tilfeller i Frankerrike og China med **svelging av vann** og gjennom **åpne sår** (i *Leonard et. al 2022*)

→ Veldig få caser som har målt faktiske kolonisering

Helsebetydning i naturlige overflatevann og kystnære badevann

Risiko

- Risiko av AMR i f.t. andre smitteveier er **vanskelig å kvantifisere**
- Store **kunnskapshull**: mangler overvåking for AMR
- **Metodiske ulikheter**: måling, target organismer
- **Kompleksitet**
 - Spredning og utvikling er vanskelig **å måle** og **forstå**
 - AMR er ikke akutt
 - Kan bli syk lenge etter eksponering

→ **Behov for mer forskning (standard metoder, data gjennom overvåkning)**

Klimaendringer og AMR

Klimaendringer påvirker resistente mikroorganismer like som andre patogener.

Spesielt for AMR:

Økte temperaturer*

- Økt metabolisme og vekst, noe som **fremmer genoverføring, spesielt mobile genetiske elementer (MGE)**. Gir mer smittepress.

Intens nedbør

- Øker **overflateavrenning**, og tar med seg ARB og antibiotika ut i resipienter.
- Høyere vannmengder i **avløpssystemene svekker rensing**.
- **Overløp** går rett ut i resipienter

Tørke*

- Tørke reduserer vannmengden og **konsentrerer forurensning**, inkludert antibiotika og ARB, og **fremmer genoverføring**

Temperatur, tørke & dårlig vannkvalitet:

- ARB kan utvikle andre resistenser/ co-resistens med metaller, biocider. **Overlever lenge i miljøet.**
- Mer AMR forventes i varmere og sårbarere land

Monitoring AMR i overflatevann & badevann?



Overflatevann

- AMR måles i mennesker og dyr i Norge (NORM & NORM-VET), men **ikke i miljøet**
- AMR i resipienter: Sporadiske målinger i f.m. forskningsstudier
- **Nasjonal én-helse strategi** mot AMR
- Ny **EU WWTP direktive**: AMR skal måles på WWTPs
- VKM foreslått en **NORM-ECO** m.h.t. Én-Helse og AMR.



Badevann/ Rekreasjonsvann

- Vannkvalitetskrav fokuserer på fekal forurensning men **ikke AMR!**
- 'Én-Helse' konseptet i **EU badevannsdirektive** er under vurdering

Monitoring AMR i overflatevann



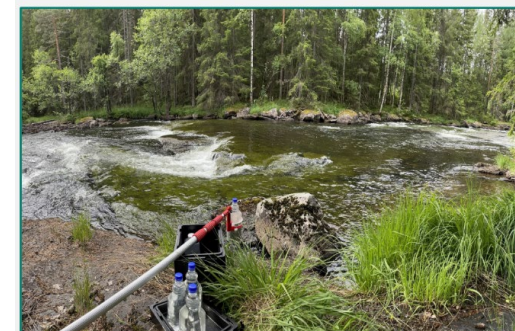
Eionet arbeidsgruppe:

- Identifiser behov og muligheter i f.t. AMR
- Mangler **metode-harmonisering** i EU
 - Gjennomført AMR-pilot (2024-2025)
 - Erfaringsbytte blant medlemslandene
 - Adopter WISE6-dataflow, rapportering

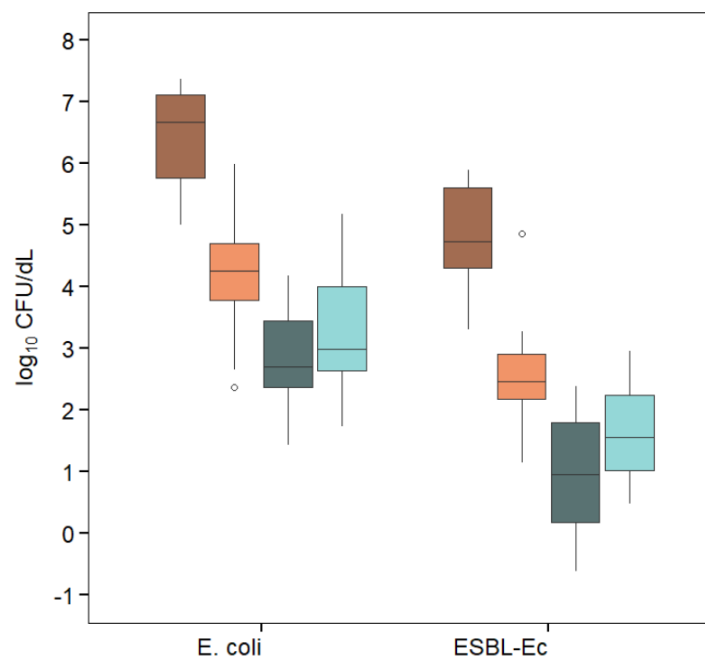
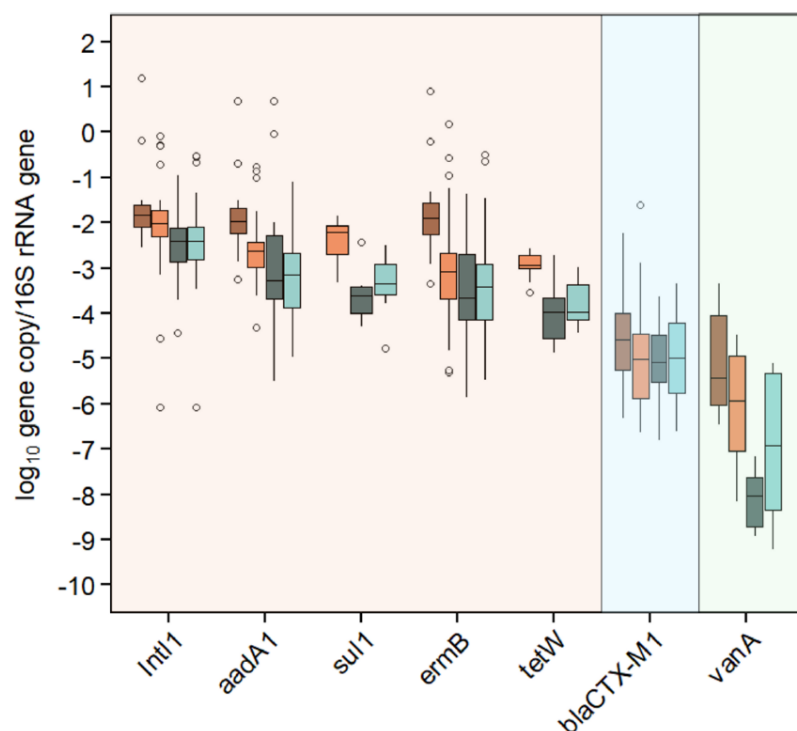
European Environment Agency
European Topic Centre
Biodiversity and ecosystems



Pilot study on antimicrobial resistance
monitoring in European surface waters –
Final report of the Eionet Working Group



Authors:
C.U. Schwermer^{1,2}, P. Krzeminski^{1,2}, M. Anglès d'Auriac^{1,2}, M. Gjeltnes^{1,2}, J. Moet^{1,2},
X. Bellanger², H. Bürgmann², B. Carapeto García², P.C. Iniesta², C. Dagot², J. de la Casa Resino², G. Ferrari²,
C. Förster², A. Haro², D. Hocquet², A. Puig Infante², M. Junghans², J. Kibildis², T. Lettieri², A. O'Connor²,
B. Guerra², M. Rousseau², I. Sanseverino², H. Schmitt², K. Sovova², M. Vehi², J. Vierheilig²,
Project Manager: C. Whalley²
¹ – European Topic Centre on Biodiversity and ecosystems (ETC BE)
² – Eionet Working Group on AMR in surface waters



Forekomst av 9 markørgener og bakterier
i WWTP og resipienter i 14 land

➤ Konsentrasjonsgradient

WWTP_{in} > WWTP_{ut} > elv_{nedstrøms} > elv_{oppstrøms}

➤ Målbare konsentrasjoner i resipienter!

Monitoring legemidler i overflatevann



Ahus sykehus



NRA WWTP



Nitelva (Lillestrøm)



**Resultater fra overvåking av legemidler i
avløpsvann fra et sykehus og gjennom
et avløpsrenseanlegg – tilstedeværelse og
miljørisiko, 2019-2022**

*Av Merete Grung, Christian Vogelsang, Carsten U. Schwermer,
Trine Christoffersen Helgerud, Heidi Johanne Espvik, Cecilie Raasok og Kirsten Gravningen*

Monitoring legemidler i overflatevann



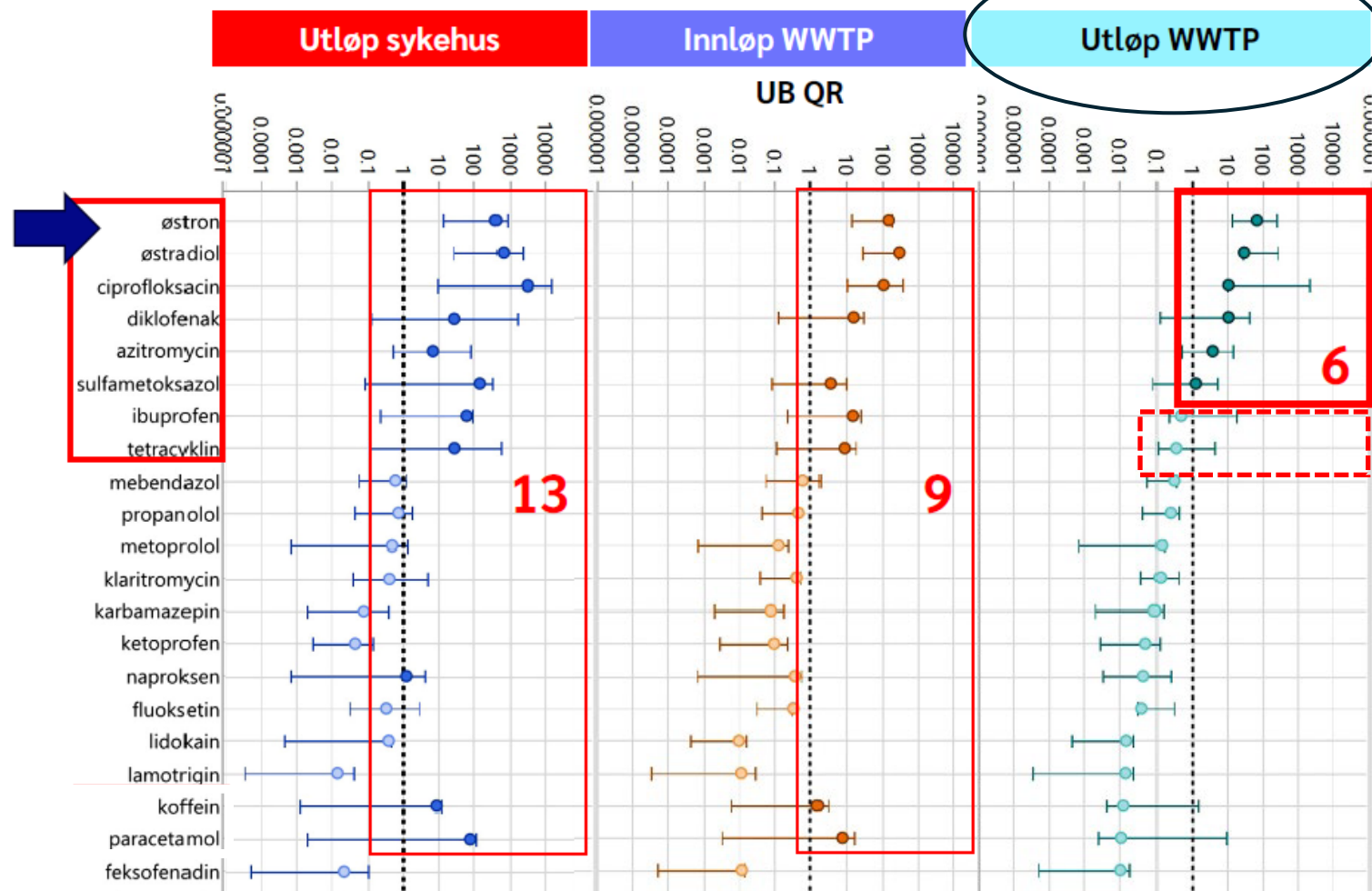
Miljøriskovurdering

Risikokvotient (RQ) i det akvatiske miljøet

$$RQ_i = \frac{C_{m\ddot{a}lt,i}}{PNEC_i}$$

- $RQ < 1$ = liten risiko for negative effekter
- $RQ > 1$ = **potensielle negative effekter**

- **6 (8) stoffer utgjør negativ effekt i Nitelva**
- **Herunder 4 antibiotika**
- **Hva er konsekvens?**

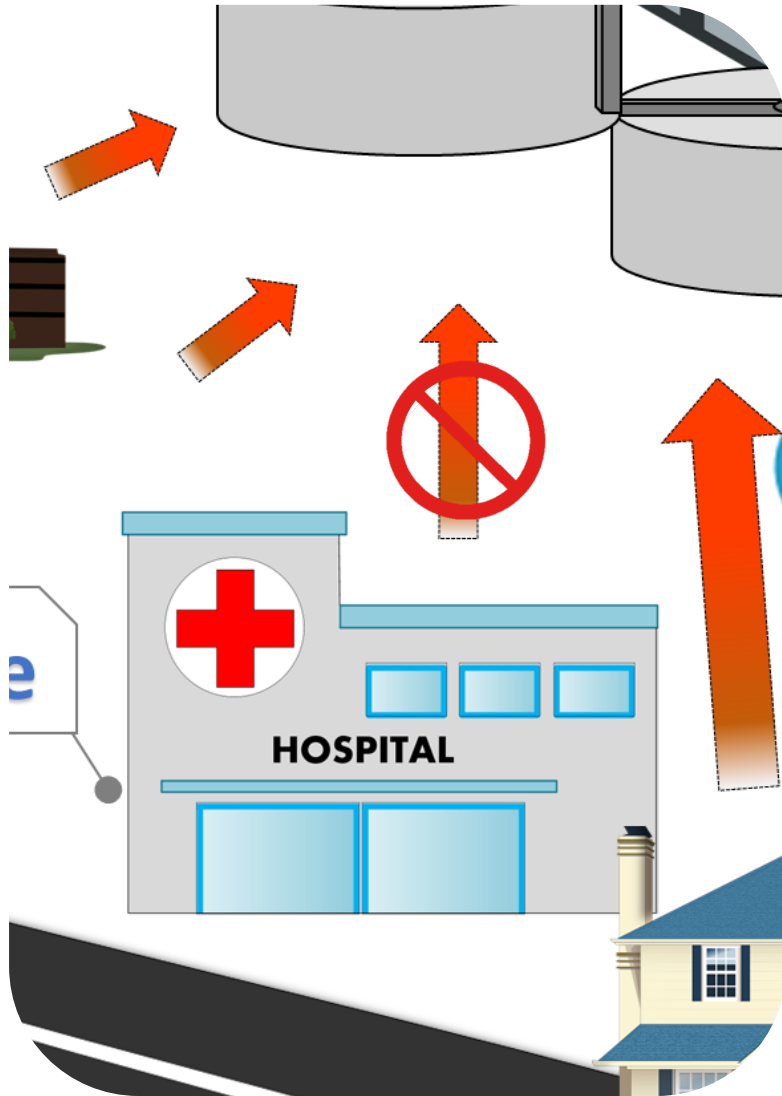


Hva kan vi gjøre?

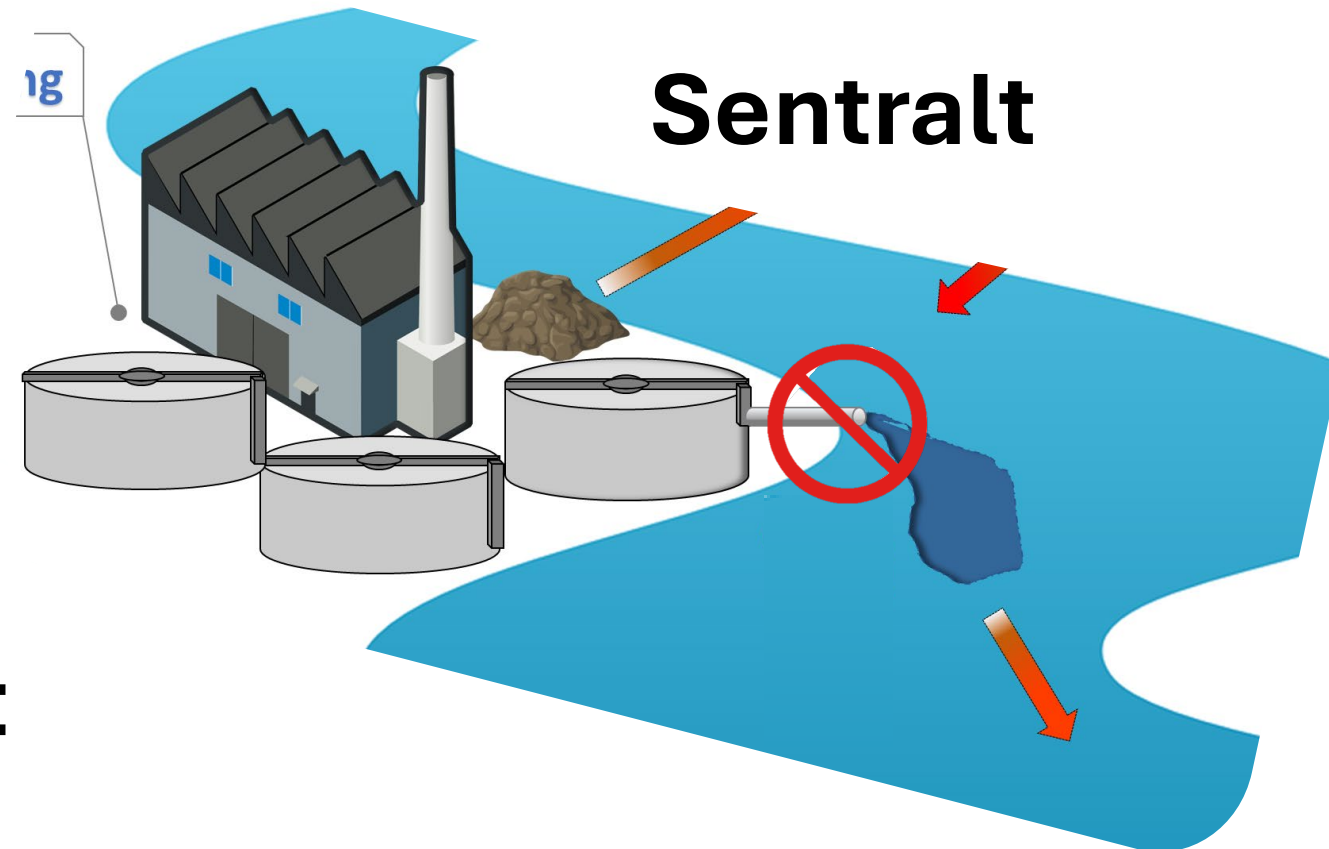
- **Tiltak avhengig av sektorer** (primær- og spesialisthelsetjenesten, veterinærmedisin, industri, hushold)
- **Generelle tiltak**
 - Redusert & smart bruk av antibiotika
 - Strengere smittevern
 - Bedre hygiene (mennesker og dyr)
 - Reduser kjemi som driver AMR
 - Overvåkning
- **Avløpssektor: Optimalisere vannbehandlingen!**

Hva kan vi gjøre?

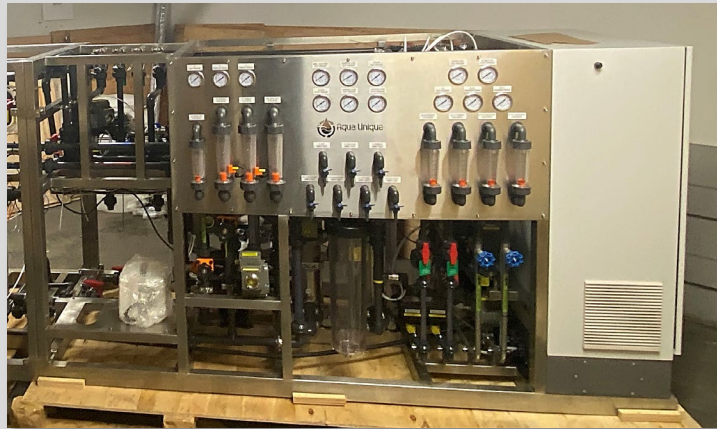
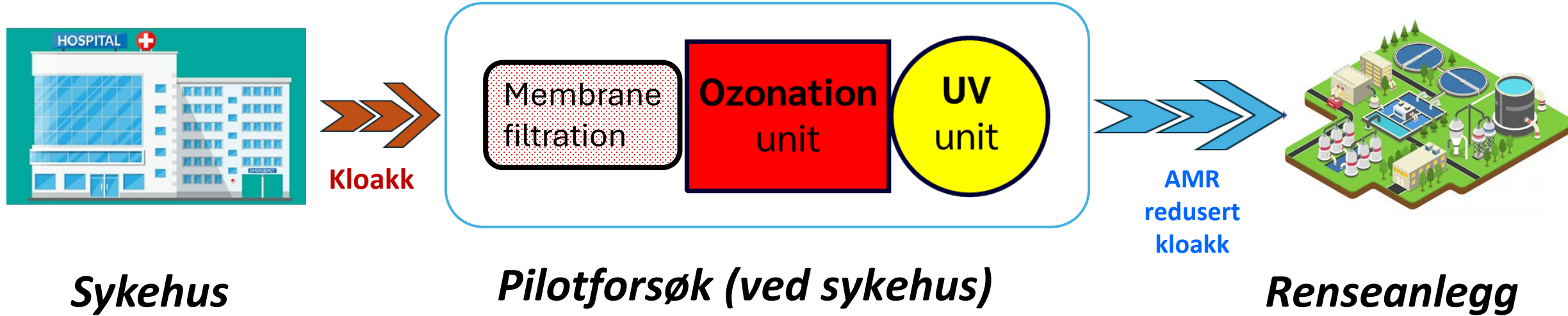
...avløpsrensing ved kilder og før utslipp!



Lokalt



Hva gjør vi? – Desentralt avløpsvannsbehandling



Vi trenger...



- 👁️ **Overvåkning** - Bedre kunnskap om AMR spredning
 - Metode standardisering & harmonisering: bedre samlikning
- 😷 **Forstå helserisikoen** - Mer data om eksponeringsveier
 - Kvantifisering av antibiotika, ARB og ARG
 - **Epidemiologiske** studier ARB og andre SFB
 - **Dose-respons**-forhold i miljøet
- 💪 **Bedre tiltak** mot AMR før utslipp til naturen
- 🤝 **Mer tverrsektorielt samarbeid**



Norsk institutt for vannforskning



csc@niva.no