

# Antimikrobiální rezistence ve vodním prostředí: aktuální stav a role čistíren odpadních vod při jejím šíření

Kateřina Sovová, Štěpánka Šabacká, Hana Zvěřinová Mlejnková

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.

# AMR ve vodním prostředí

## Antimicrobial resistance and the environment

The environment is key to antibiotic resistance. Bacteria in soil, rivers and seawater can develop resistance through contact with resistant bacteria, antibiotics, and disinfectant agents released by human activity. People and livestock can then be exposed to more resistant bacteria through food, water, and air.

Human antibiotic use jumped 36% in the 2000s



Up to 75% of antibiotics used in aquaculture may be lost into the surrounding environment



70% of antibiotics are used by animals

Manure fertilizers cause antibiotic contamination in surface runoff, groundwater and drainage networks

Antimicrobial use for livestock will jump 67% by 2030

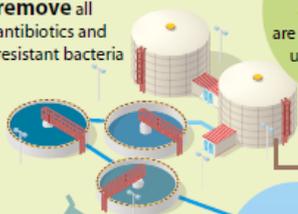
Antibiotics are increasingly used to boost animal growth in intensive farming, especially in developing countries

Antibiotics can be absorbed by plants and crops



Major waste flows including wastewater, manures and agricultural run-off contain antibiotic residues and antibiotic-resistant bacteria

Wastewater treatment plants cannot remove all antibiotics and resistant bacteria



Up to 80% of consumed antibiotics are excreted through urine and faeces

30% of antibiotics are used by humans

Antibiotic resistant bacteria may be present in raw source water and treated drinking water



A vast array of contaminants in municipal and industrial wastewater increases pressure on bacteria to become resistant



Antimicrobial concentrations in most effluents are too low to be lethal to exposed bacteria, but may be sufficient to induce antimicrobial resistance



More than 50% of municipal solid waste ends up in landfills and open dumps. This can include unused or expired drugs.



Multi-drug resistant bacteria are prevalent in marine waters and sediments in close proximity to aquaculture, industrial and municipal discharges



- ČOV hot-spoty
  - Selekcce rezistentních bakterií
  - Přenos AMR na jiné dosud citlivé bakterie
  - Možnost vzniku multirezistentních kmenů
- Rizika
  - Riziko přenosu na člověka - koupací místa, zálivka, potravní řetězec

# Iniciativy a nástroje

VÚV  
TGM



## OH AMR

European Partnership on One Health Antimicrobial Resistance



## Rámcová směrnice (WFD), Směrnice o ochraně podzemních vod před znečištěním a zhoršováním stavu (GWD), Směrnice o normách environmentální kvality (EQS)

- 23.9.2025 oznámena předběžná politická dohoda mezi Radou a Evropským parlamentem o návrhu směrnice
- Revize a aktualizace seznamů znečišťujících látek a limitů

## Směrnice o koupacích vodách (BWD)

- Evaluace BWD EK, závěry publikovány v březnu 2025
- Potřebná modernizace (doplnění dalších znečišťujících látek do monitorovacího systému)

## Nařízení (EU) 2020/741 o opětovném využívání vody

- AMR - dodatečným požadavkem na kvalitu vody a monitorování v rámci plánů řízení rizik

## Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/3019 o čištění městských odpadních vod (UWWTD)

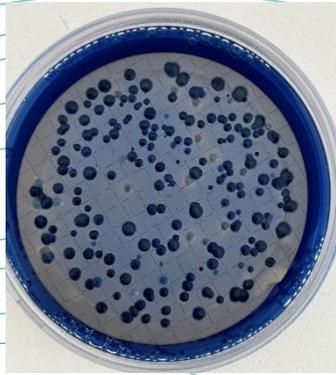
- Povinnost členských států EU **pravidelně monitorovat AMR** na přítoku i odtoku z ČOV nad 100 tis. EO, prováděcí akt pro sledování AMR 2.7.2026
- vytvoření **národních systémů pro spolupráci a koordinaci mezi kompetentními orgány v oblasti veřejného zdraví a čištění komunálních odpadních vod**

# Stanovení AMR

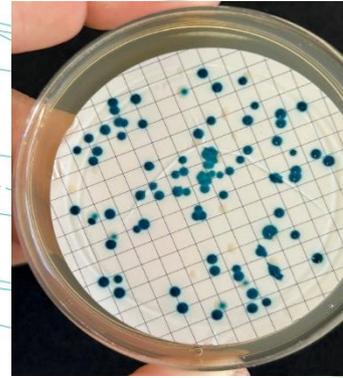
VÚV  
TGM



qPCR



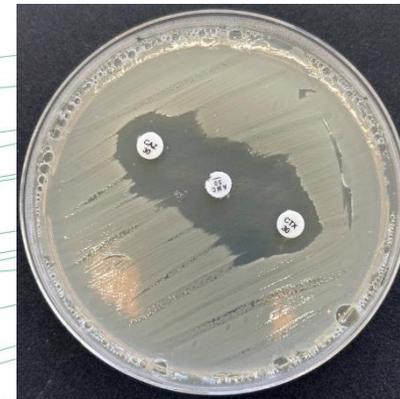
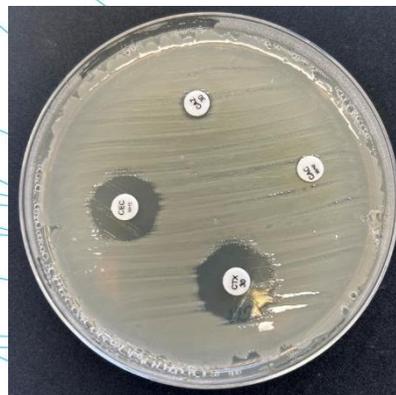
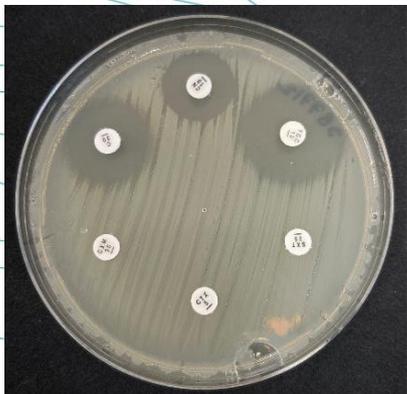
*E. coli*



*E. coli* s produkcí širokospektrých betalaktamáz

disková difúzní metoda

CDT ↓ DDST



# Stanovení AMR

## Stanovení citlivosti k ATB u kmenů *E. coli* – disková difuzní metoda

antibiotikum	zkratka	skupina	Antibiotikum	zkratka	skupina
cefuroxim	CXM	cefalosporiny 2. generace	chloramfenikol	C	amfenikoly
cefotaxim	CTX	cefalosporiny 3. generace	nitrofurantoin	F	nitrofurany
cefepim	FEP	cefalosporiny 4. generace	fosfomicin	FOS	fosfonová atb
meropenem	MEM	karbapenemy	sulphameth./trimeth.	SXT	sulfonamidy
gentamicin	CN	aminoglykosidy	tigecyklin	TGC	glycylcykliny

## Stanovení ARG - qPCR

16S rDNA	<i>int1</i>	<i>aadA1</i>	<i>ermB</i>	<i>blaCTX-M1</i>	<i>vanA</i>	<i>sul1</i>	<i>tetW</i>	<i>blaKPC</i>
odhad bakteriálního oživení	potenciál genového přenosu	rezistence k aminoglykosidům	rezistence k makrolidům	rezistence k $\beta$ -laktamům	rezistence k vankomycinu	rezistence k sulfonamidům	rezistence k tetracyklinům	rezistence ke karbapenemům

# Stanovení citlivosti k ATB u kmenů *E. coli*

Počty rezistencí a rezistentních izolátů  
Praha

Počty rezistencí a rezistentních izolátů  
Brno

nad (47)

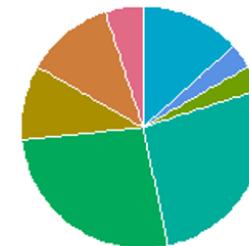
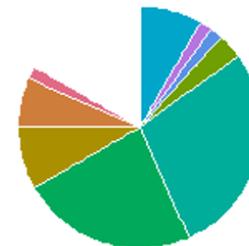
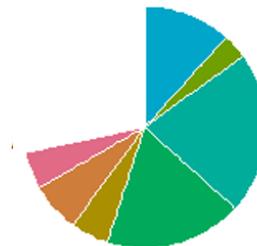
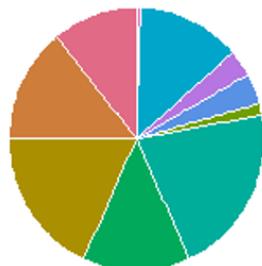
přítok (111)

odtok (213)

nad (43)

přítok (50)

odtok (60)



Antibiotikum

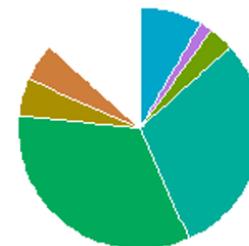
- cefepim
- cefotaxim
- cefuroxim
- fosfomicin
- gentamicin
- chloramfenikol
- meropenem
- nitrofurantoin
- sulfmeth./trim.

pod 3-5 km (62)

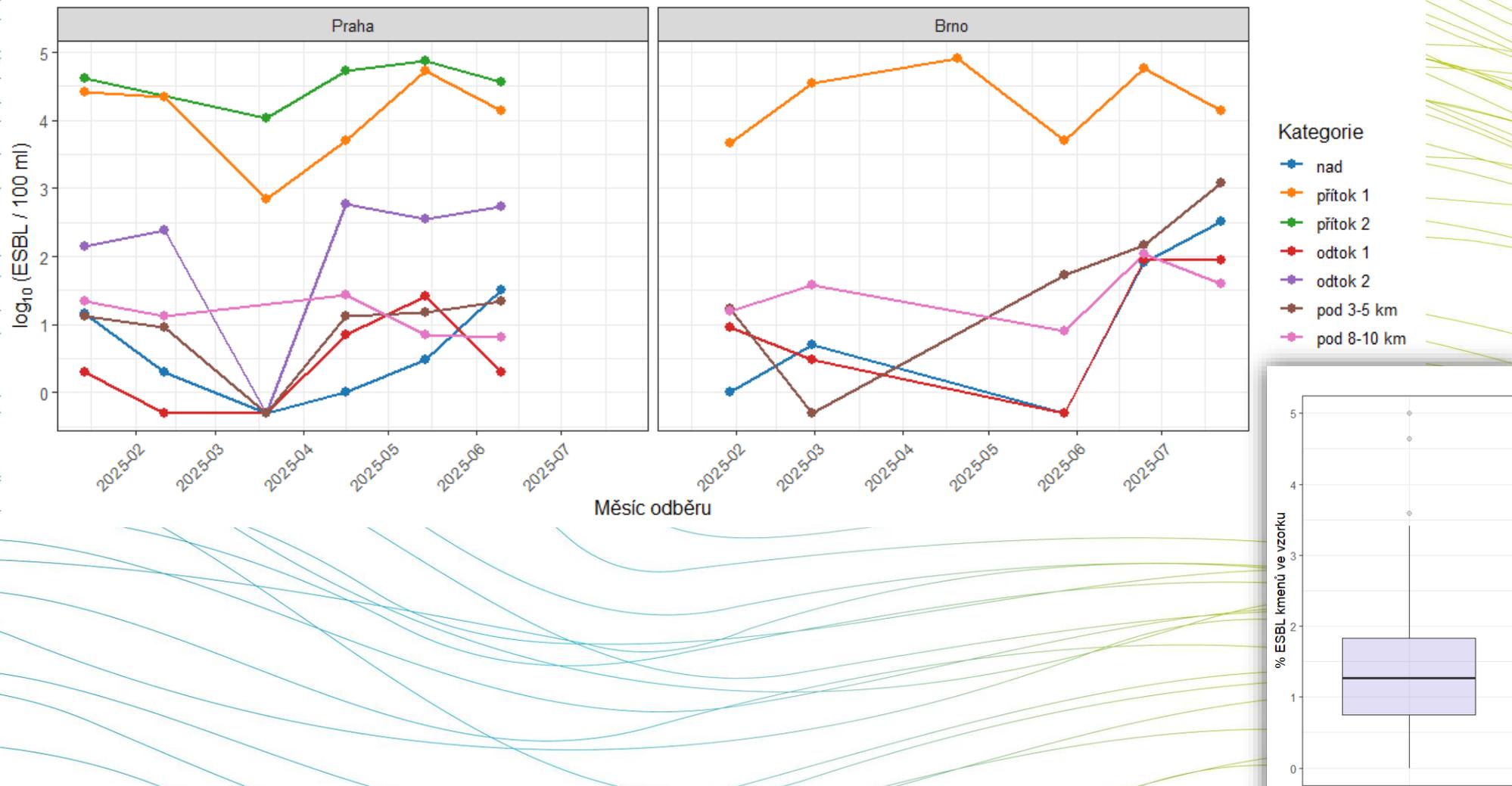
pod 8-10 km (61)

pod 3-5 km (47)

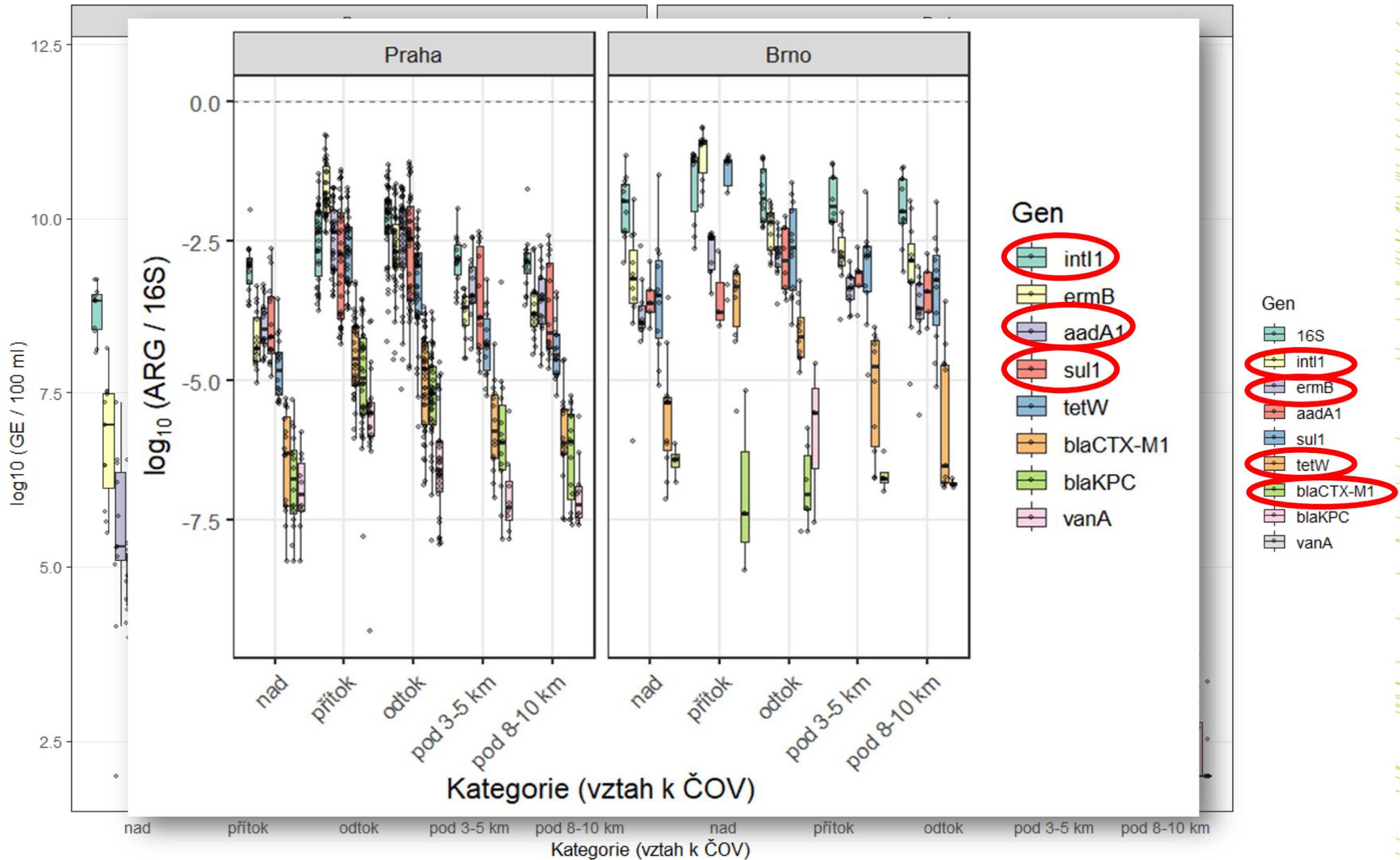
pod 8-10 km (52)



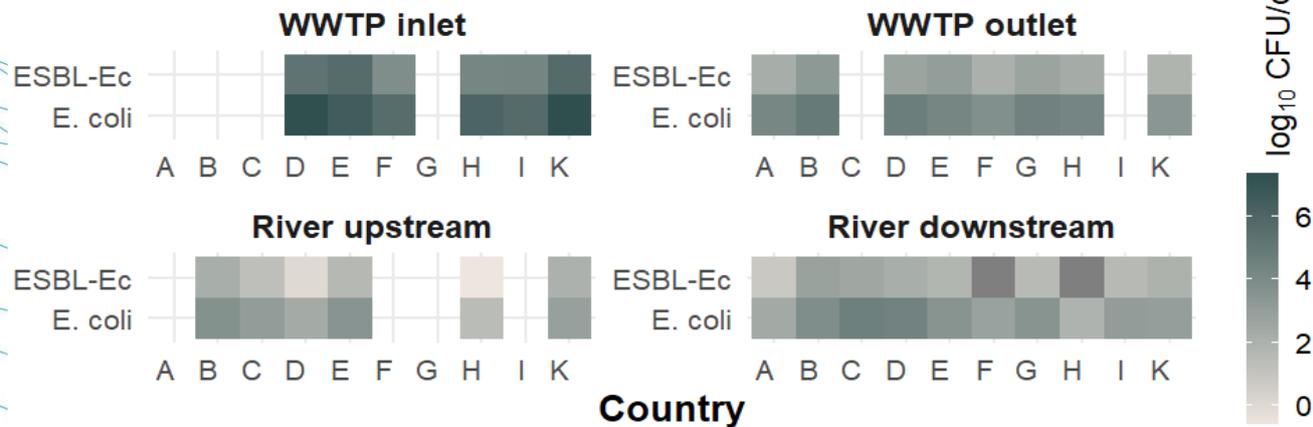
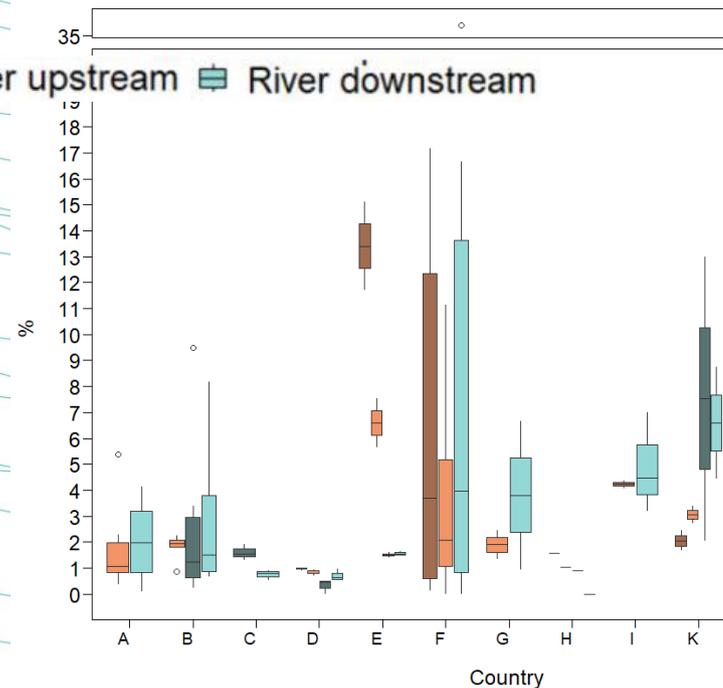
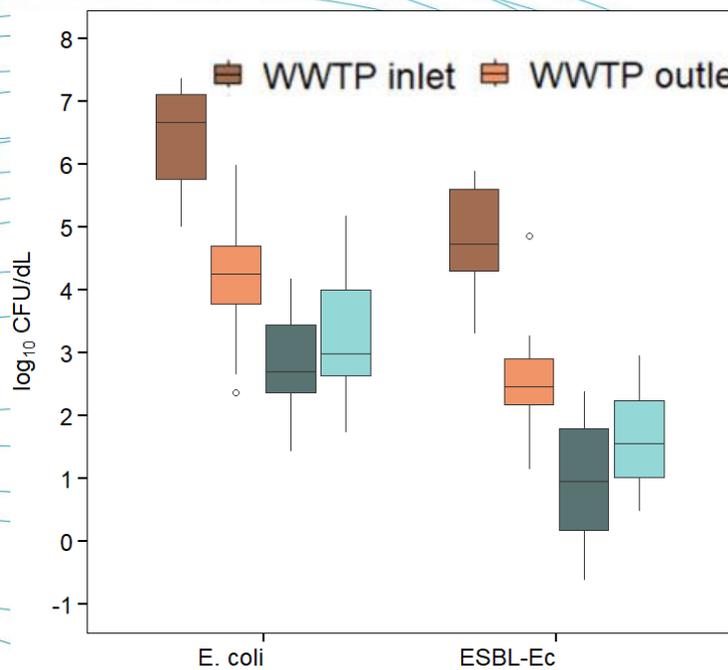
# Stanovení kmenů *E. coli* s produkcí širokospektrých betalaktamáz (ESBL-EC)



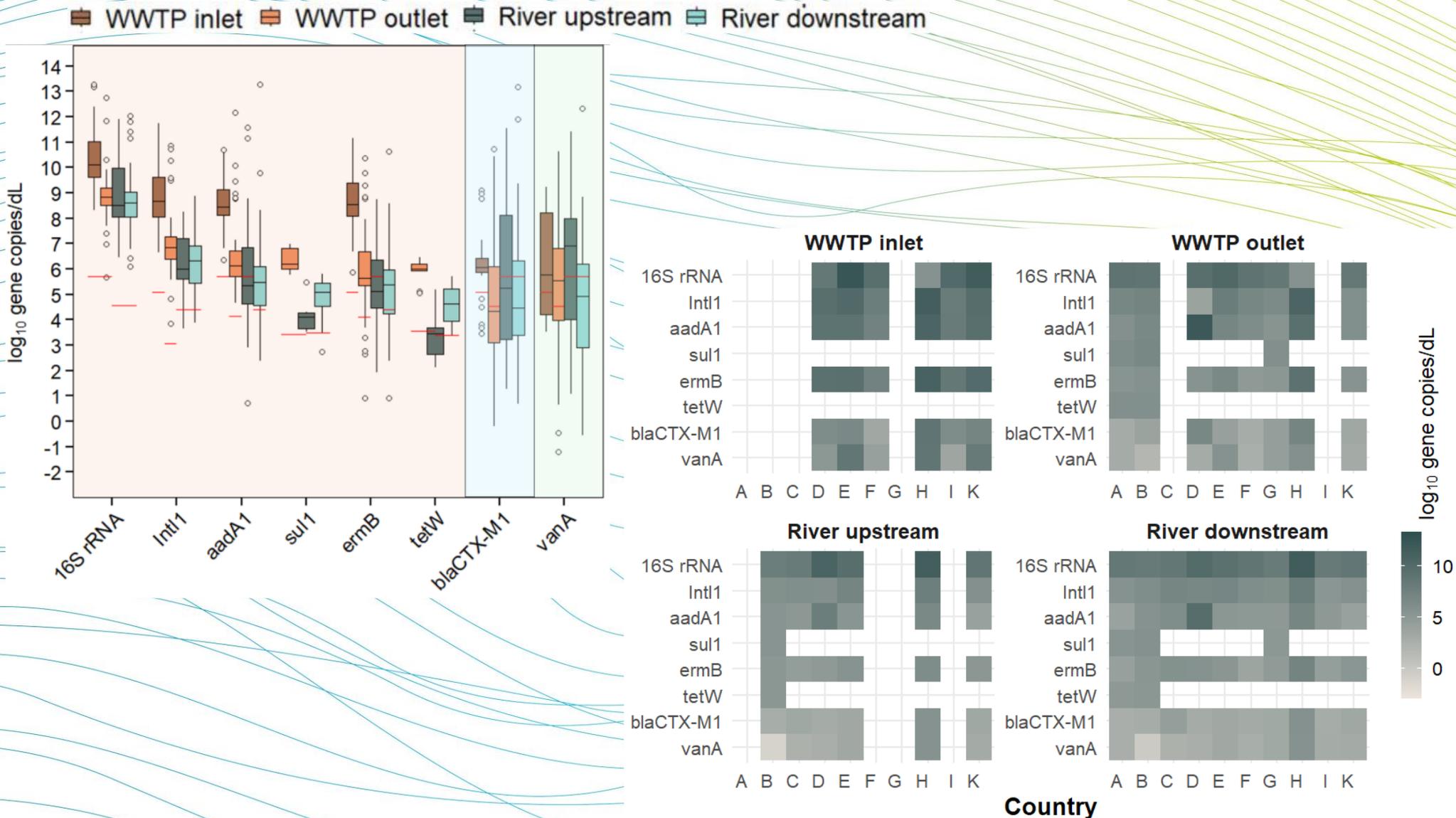
# Stanovení ARG



# Stanovení ESBL-EC v rámci Eionet WG pro AMR v povrchové vodě



# Stanovení ARG v rámci Eionet WG pro AMR v povrchové vodě



# Souhrn

- ❑ Provádíme dlouhodobé měsíční sledování na 2 ČOV nad 100 tis EO
- ❑ Z ARGs navrhovaných pro sledování v rámci UWWTD máme data pro 9
- ❑ Vyšší koncentrace ARG u brněnské ČOV
- ❑ Účinnost odstranění ARG byla průměrně 1,75, vs. 2,4 řádu u ČOV s UV, nejlépe dochází k odstraňování ermB (2,75, vs. 2,9), nejméně se odstraňuje sul1 (1,25, vs. 1,7)
- ❑ UV dočištění má vliv na množství ARG
- ❑ V případě normalizovaných hodnot na gen pro 16S rRNA byl zjištěn nárůst ve vyčištěné odpadní vodě především pro sul1, aadA1, intl1
- ❑ Nejčastěji byla detekována rezistence ke GEN, FOS, CTX, CXM
- ❑ Zaznamenané multi-rezistentní mikroorganismy
- ❑ I klinicky významné typy rezistencí, podíl ESBL EC 1-2 %
- ❑ **Výsledky podobné evropským**

Děkuji za pozornost