



# Role **životního prostředí** v Národním antibiotickém programu

**Hana Zvěřinová Mlejnková**

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, Praha





## AMR v životním prostředí – pár údajů z literatury

- intenzitu výskytu AMR nelze předpovědět z jiných údajů (např. reziduí antibiotik) = nutné AMR sledovat přímo, tj. pomocí ARB nebo ARG;
- prokázány patogenní bakterie s klinicky významnými geny, pocházející z životního prostředí;
- rezistentní i multirezistentní bakterie byly nalezeny ve všech typech vod;
- přenos fekálně-orální cestou do lidského těla ze zdrojů pitných vod a povrchové vody využívané ke koupání;
- kontaminace potravinového řetězce ze zemědělských zdrojů;

# PROČ?

## ...AMR v životním prostředí donedávna nepatřila mezi prioritní zájmy

- Poznatky prokazující její význam byly akceptovány v roce 2017 ve studii OSN **UN Environment. Frontiers 2017, Emerging Issues of Environmental Concern.** United Nations Environment Programme, Nairobi. 2017.
- Profesor W. Gaze upozornil, že *vypouštění antibiotik je přehlíženým problémem, který však může být klíčový při rozvoji rezistentních kmenů.* Ten vyvolal příslib řešit AMR napříč sektory, který vyústil v iniciativu “**Jedno zdraví**”.
- Riziko spočívá v tom, že *většina antibiotik (v různých stupních metabolizace) společně s rezistentními bakteriemi dostává do vody a půdy, kde se setkává s environmentálními bakteriemi a vznikají zde podmínky pro vzájemnou výměnu genetické informace.*
- K přenosu dále přispívají *podmínky prostředí* a další kontaminanty (těžké kovy, dezinfekční prostředky, aj.), které mohou zvýšit *selekční tlak* a tím *potenciál vzniku velkého množství nových rizikových rezistencí.*

# JAK? ...systematicky, mezinárodně a interdisciplinárně

- **Národní antibiotický program (NAP)**
  - byl v ČR ustanoven MZd 18.12.2009 na základě **Usnesení vlády ČR ze dne 4.5.2009 o ustanovení Národního antibiotického programu** a to i v souladu s obsahem a cíli **Doporučení Rady EU (2002/77/ES) o obezřetném používání antimikrobiálních látek v lékařství** a **Doporučení rady EU ze dne 9.6.2009 o bezpečnosti pacientů, včetně prevence a kontroly infekcí spojených se zdravotní péčí (2009/C151/01)**.
- **V posledních desetiletích mnoho aktivit s interdisciplinárním přístupem na celosvětové a evropské úrovni, např.:**
  - **2015** Globální akční plán WHO;
  - **2017** Evropský akční plán „Jedno zdraví“;
  - **2021** Akční plán „Zero pollution“
  - **2022-2026** Akční plán Kvadripartity:
    - FAO (Organizace pro výživu a zemědělství),
    - UNEP (United Nations Environment Programme),
    - WHO
    - WOAH (Světová organizace pro zdraví zvířat).
  - **2023** Doporučení Rady o posílení opatření EU pro boj proti antimikrobiální rezistenci v rámci přístupu „Jedno zdraví“; COM/2023/191



# ŽP a Strategie Akčního plánu Národního antibiotického programu

## České republiky na období 2024-2030

- v ČR je problematika řešena pomocí Akčního plánu Národního antibiotického programu, který akceptoval principy přístupu „Jedno zdraví“, nicméně složka životního prostředí nebyla dosud významně zastoupena,
- Národní antibiotický program (NAP)
  - byl v ČR ustanoven MZd 18.12.2009 na základě Usnesení vlády ČR ze dne 4.5.2009 o ustanovení Národního antibiotického programu a to i v souladu s obsahem a cíli Doporučení Rady EU (2002/77/ES) o obezřetném používání antimikrobiálních látek v lékařství a Doporučení rady EU ze dne 9.6.2009 o bezpečnosti pacientů, včetně prevence a kontroly infekcí spojených se zdravotní péčí (2009/C151/01).
- v květnu 2024 byl do Centrální koordinační skupiny Národního antibiotického programu (CKS NAP) přizván zástupce sektoru životního prostředí, do něhož byl následně nominován.

# Legislativa ŽP a Akční plán Národního antibiotického programu

*NAP: „V současné době probíhá podpora vyšetřování antibiotické rezistence v odpadních vodách. Tato podpora je vyvolána realizací Směrnice o vypouštění městských odpadních vod. Z hlediska antibiotické rezistence tak pokrývá potřebu včasného varování vzniku rezistence vůči antibiotikům jak u zvířat, tak i u lidské populace.“*

- **91/271/EHS Směrnice Rady o čištění městských odpadních vod (podzim 2024)**

„(23) Unie uznává význam řešení otázky AMR a v roce 2017 přijala evropský akční plán jednotného zdraví proti AMR. Podle WHO jsou odpadní vody uznávány a zdokumentovány jako hlavní zdroje antimikrobiálních látek a jejich metabolitů, stejně jako bakterií a jejich genů odolných vůči antimikrobiálním látkám.“

Pro aglomerace >100 000 EO členské státy od 1. 1. 2025 zajistí sledování antimikrobiální rezistence alespoň dvakrát ročně na vstupech a výstupech městských ČOV, případně v kanalizačních systémech.

- **2000/60/ES - Rámcová směrnice o vodě – novela 2022 – doplněn bod 13:**

'13. Mikroorganismy, geny nebo genetický materiál odrážející přítomnost mikroorganismů rezistentních vůči antimikrobiálním látkám, zejména mikroorganismů patogenních pro člověka nebo hospodářská zvířata.,,

- **2008/105/ES Směrnice o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky**

Relevantní geny antimikrobiální rezistence by měly být rovněž zahrnuty do seznamů sledovaných ukazatelů povrchových a podzemních vod a monitorovány, jakmile budou vyvinuty vhodné monitorovací metody.

# ŽP a oblasti strategie CKS NAP 2024-2030

## I. Surveillance antibiotické rezistence

*Očekávané výstupy: sledování výskytu antibiotické rezistence v prostředí a jeho vyhodnocování*

Realizace - veterinární oblast: V návaznosti na již uskutečněné pilotní studie a analýzu recentních dat, by v rámci akčních plánů měl být postupně zbudován systém monitorování výskytu reziduí a antibiotické rezistence v půdě, případně v zemědělských plodinách či hnojivech s možností navázání na ostatní programy v humánní a veterinární medicíně a také celkovým zhodnocením používání antimikrobik do jednotlivých částí životního prostředí.

## VI. Podpora výzkumu a vývoje

Výzkum může významně přispět k monitorování a tlumení antibiotické rezistence. V současnosti existuje stále řada neobjasněných otázek v oblasti vzniku a šíření mechanismů antibiotické rezistence, přenosu rezistentních patogenů a mobilních genetických elementů nesoucích antibiotickou rezistenci, mezi lidmi, zvířaty a prostředím a faktorů, které rozvoji a šíření antibiotické rezistence napomáhají nebo je naopak omezují. Znalost ekologie rezistentních patogenů je nezbytná pro pochopení vzniku a šíření rezistentních bakterií.

*Očekávané výstupy: studium kontaminace životního prostředí antibiotiky, environmentální zdroje a cesty šíření rezistentních bakterií.*

Realizace: Přesah mezi oblastmi humánní, veterinární a životního prostředí: Porovnávání genetické informace bakteriálních izolátů z člověka, zvířat i životního prostředí pomocí celogenomového sekvenování by zásadní měrou posunulo porozumění ekologii rezistence (poznání zdrojů a cest šíření rezistentních mikroorganismů) v souladu s principem Jednoho zdraví. Vybudování společné platformy celogenomového sekvenování pro oblast humánní i veterinární by mělo navazovat na výzkumné aktivity tuzemských výzkumných a univerzitních pracovišť.



# Pilotní studie VÚV na téma antimikrobiální rezistence ve vodách

- **Buriánková...Sovová (2021): Antibiotic Resistance in Wastewater and Its Impact on a Receiving River: A Case Study of WWTP Brno-Modřice, Czech Republic (Water 13)**

E. coli a ARG - nejčastěji detekována rezistence na sulfonamidy, tetracykliny a betalaktamy. I přes vysokou účinnost odstraňování AMR při čištění odpadních vod přispívá odtok z ČOV ke zhoršování kvality vody recipientu a šíření AMR.

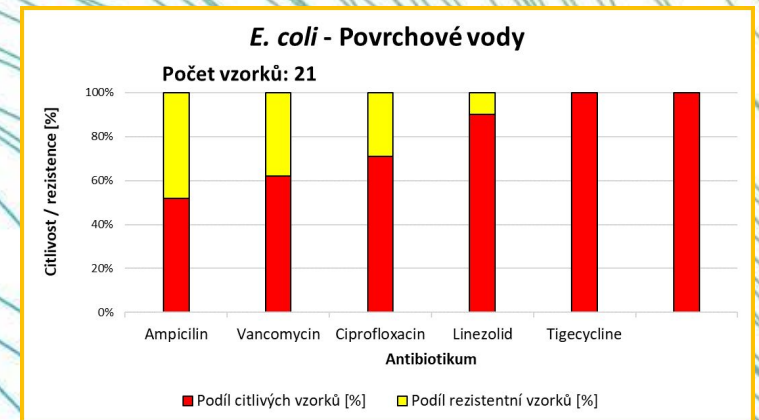
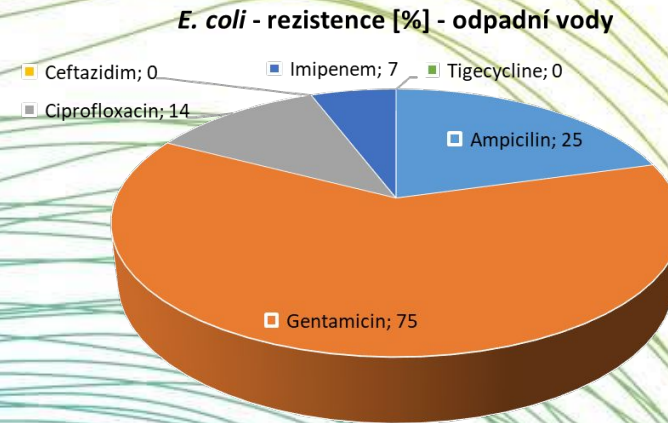
- **Valášek, Zvěřinová (2022): Výskyt antibiotické rezistence v různých typech vod (Kongres ČSSM, 2022)**

E. coli

odpadní vody: tobramycin, gentamicin, amikacin, ampicilin, amoxycilin/clavulan. kys., ofloxacin, ciprofloxacin, moxifloxacin, levofloxacin, piperacilin, ticarcilin, imipenem, ertapenem a cefixime;  
povrchové vody: ampicilin, vancomycin, ciprofloxacin;

Enterokoky

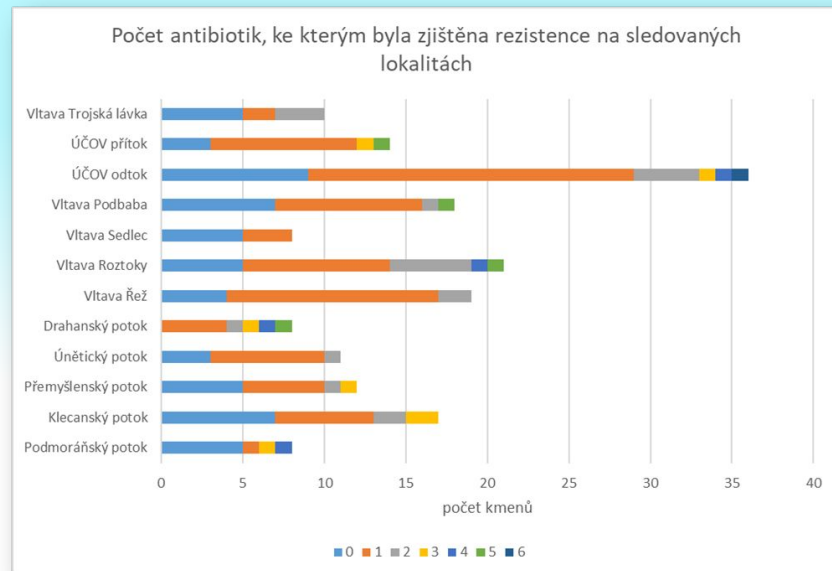
odpadní vody: ampicilin, ciprofloxacin;  
povrchové vody: ampicilin.



# Pilotní studie VÚV na téma antimikrobiální rezistence ve vodách

- Šmída, Zvěřinová (2024): Pilotní monitoring AMR u *Escherichia coli* ve Vltavě pod Prahou (Vodárenská biologie, 2024)

182 kmenů *E. coli* z 53 vzorků - rezistence pomocí diskové difuzí metody detekována u 68 %; nejčastěji: gentamicin (54 %), fosfomycin (17 %), cefuroxim (8%).



- Účast v **monitoringu sledování AMR v evropských povrchových vodách** ovlivněných městskými odpadními vodami, organizovaném pracovní skupinou EIONET (Eionet Work Group on Antimicrobial Resistance in Surface Water)
- v souvislosti s revizí Směrnice pro čištění odpadních vod,
- absence informací v Evropě,
- systematicky nesledováno,
- pilotní monitoring (5 zemí),
- společné metody,
- reporting - podklad pro EK ,
- zapojení: NIVA (Norsko), AT, BE, CH, CZ, DE, EE, ES, FR, IE, LU, LV, MK, NL, TR
- odběry
  - 3x květen-srpen 2024; ČOV Brno + ÚČOV Praha, recipienty;
  - ARGs - *bla*CTX-M1, *aadA*1, *vanA*, *ermB* + 16S rDNA, *int1*1;
  - ESBL u kmenů *E. coli* - kultivace + disková difuzní metoda

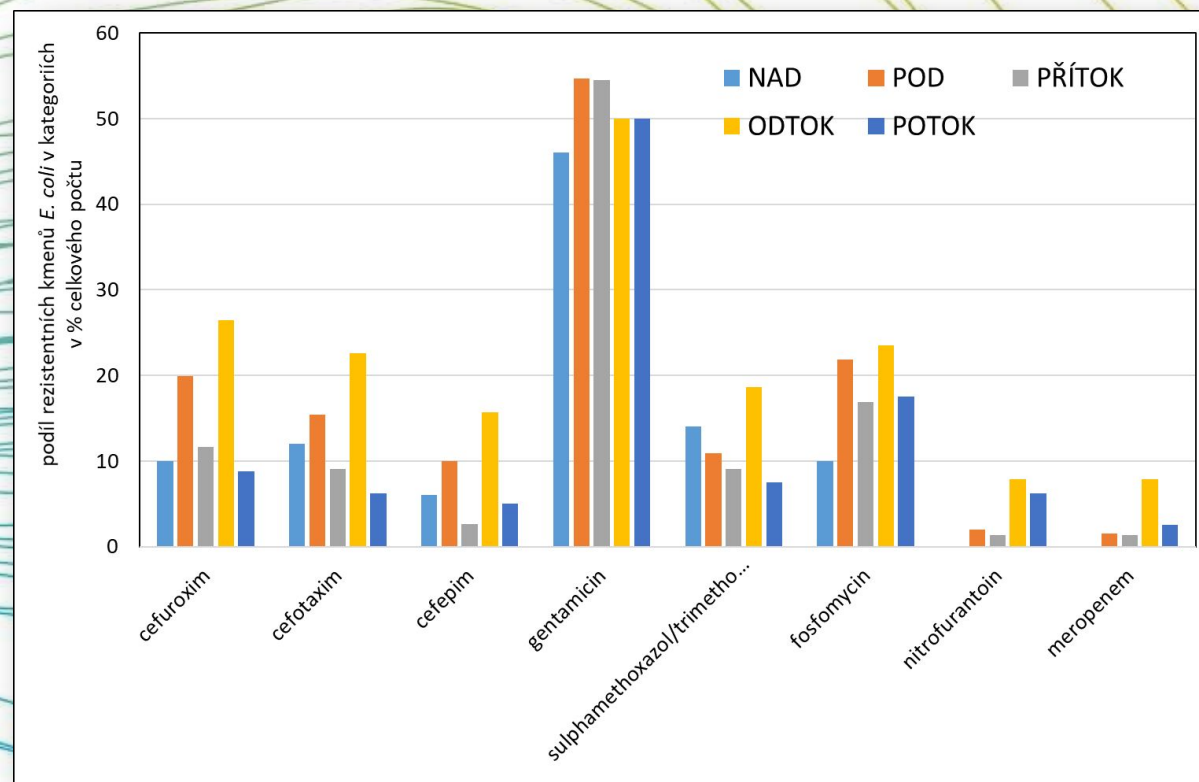


# Pilotní studie VÚV na téma antimikrobiální rezistence ve vodách

- Zvěřinová, Sovová, Šabacká (2024): Problematika antimikrobiální rezistence ve vodním prostředí ČR** (VTEI 12/2024, v tisku)

Pomocí diskové difuzní metody byl stanoven téměř 100% výskyt rezistentních kmenů *E. coli* v kategoriích vzorků: přítok a odtok ČOV, recipient nad a pod ČOV a potoky s menšími ČOV na cefuroxim, cefotaxim, cefepim, gentamicin, sulphamethoxazol/trimethoprim, fosfomycin, nitrofurantoin, meropenem a ESBL, včetně multirezistentních.

- Sovová, Šabacká, Zvěřinová Mlejnková: Výskyt antimikrobiální rezistence ve vodním prostředí ČR – poster zde** (ARB, ARG, ESBL)



# Jak na to?

## Návrh realizace cílů NAP v oblasti ŽP

### Cíle zástupce ŽP v NAP:

1. Reálná podpora resortu ŽP řešení tématu AMR.
2. Reálná podpora zapojení resortu ŽP do výzkumných projektů s tématem AMR.
3. Monitorování antibiotické rezistence v životním prostředí, charakteristika zdrojů.
4. Analýza vlivu životního prostředí na šíření antibiotické rezistence.
5. Monitorování vlivu zdrojů AMR na její šíření v ŽP.
6. Využívání technologií k redukci kontaminace ŽP ARB a ARG a tím přispívání k prevenci šíření antibiotické rezistence.

### Jak na dosažení cílů 3-5:

- vývoj a optimalizace vhodných **monitorovacích metod** pro stanovení AMR v ŽP – vytvoření jednotné metodiky,
- **screening výskytu AMR** ve vodách – průzkumný monitoring, určení hot spotů, sledování vlivu podmínek prostředí na proměnlivost ARG a ARB ve vodách,
- **zařazení AMR do seznamu sledovaných ukazatelů** povrchových a podzemních vod a jejich systematický monitoring dle požadavku 2008/105/ES Směrnice o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky ,
- hodnocení výskytu AMR v ŽP v ČR z výsledků trvalého **systematického monitoringu** (podklady opatření pro prevenci).

### Jak na dosažení cíle 6:

- vývoj a optimalizace vhodných **monitorovacích metod** pro stanovení AMR v ŽP – vytvoření jednotné metodiky,
- **testování a vývoj čistírenských technologií** s cílem eliminace ARB a ARG ve vodách – vytvoření metodiky,
- nastavení **aktivní spolupráce** s vodárenskými společnostmi.



## Antimikrobiální rezistence v ŽP – financování v projektech VÚV

- **Podpora výkonu státní správy** (01/2024) - Odborná podpora činností v oblasti snížení dopadů kontaminace vod na ohrožení zdraví lidí a vodní ekosystémy (MŽP 2024: 513 400,- Kč)
  - podpora zapojení do iniciativy Jedno zdraví a dalších aktivit s problematikou AMR; Eionet
- **Centrum VODA** – 10/2024-2026: Studie výskytu antibiotické rezistence v povrchových vodách v ČR a určení míry rizika pro ohrožení lidského zdraví (TAČR: 1,1 mil. Kč)
  - identifikace vztahů mezi fenotypovým a genotypovým projevem AMR detekovaných ve vodách,
  - informace o efektivním potenciálu využití obou přístupů pro dohled nad šířením AMR vodním prostředím v podmínkách ČR, který bude podkladem pro další výzkumy a konečné nastavení systému pravidelného dohledu.
- **Centrum ODPADY** (2022-2026) Dílčí cíl 2.A.4 Výzkum a identifikace mikrobiálního zatížení povrchových vod odpadními vodami z ČOV v ČR (TAČR: cca 300 tis./rok)
  - pilotní monitoring AMR ve Vltavě (2024-snaha o získání financí v rámci operativního výzkumu)

## Závěrem

- ❑ význam antibiotické rezistence v životním prostředí je i přes současný nedostatek informací nesporný,
- ❑ potvrzuje to i vznik iniciativy „Jedno zdraví“,
- ❑ nutné řešit na národní úrovni (odlišné užívání ATB),
- ❑ efektivní výzkum by mohl přispět k účinným opatřením v prioritních oblastech (klinická a veterinární medicína)
- ❑ Je potřeba získat podporu!



# Děkuji za pozornost 😊

VÝZKUMNÝ ÚSTAV  
VODOHOSPODÁŘSKÝ  
T.G. MASARYKA

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

Podbabská 2582/30, 160 00 Praha 6 | +420 220 197 111 | [info@vuv.cz](mailto:info@vuv.cz), [www.vuv.cz](http://www.vuv.cz),

**Pobočka Brno** | Mojžírovo náměstí 16, 612 00 Brno-Královo Pole | +420 541 126 311 | [info.brno@vuv.cz](mailto:info.brno@vuv.cz),

**Pobočka Ostrava** | Macharova 5, 702 00 Ostrava | +420 595 134 800 | [info.ostrava@vuv.cz](mailto:info.ostrava@vuv.cz)