

Ösztrogének koncentráció-csökkentésére alkalmas, biológiai alapú szennyvíztisztítási módszer fejlesztése a BioTreatED projekt keretében

Dzsudzsák Emília Laura, Pápai Márton, Tánicsics András, Kobolák Julianna, Kriszt Balázs, Kaszab Edit

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet

Dulovics Junior Szimpózium 2026

A BiTreatED projekt bemutatása

- Az Európai Unió társfinanszírozásával megvalósuló Water4All pályázat
- Hét partnerintézmény hat országból



NIBIO
NORWEGIAN INSTITUTE OF
BIOECONOMY RESEARCH



**Instituto Politécnico
de Viana do Castelo**



Célok:



A mezőgazdaságban használt hígtrágyában előforduló hormonálisan aktív vegyületek és azok hatásainak monitorozása.



A hormonálisan aktív vegyületek sorsának vizsgálata az öntözött földeken és a talajvízben, különböző vízáramlási és talajtani viszonyok mellett.



Lebontásra alkalmas mikrobatorzsek keresése és kiválasztása.



Bioalapú módszerek fejlesztése és validálása a hormonálisan aktív vegyületek lebontására és detoxifikálására.



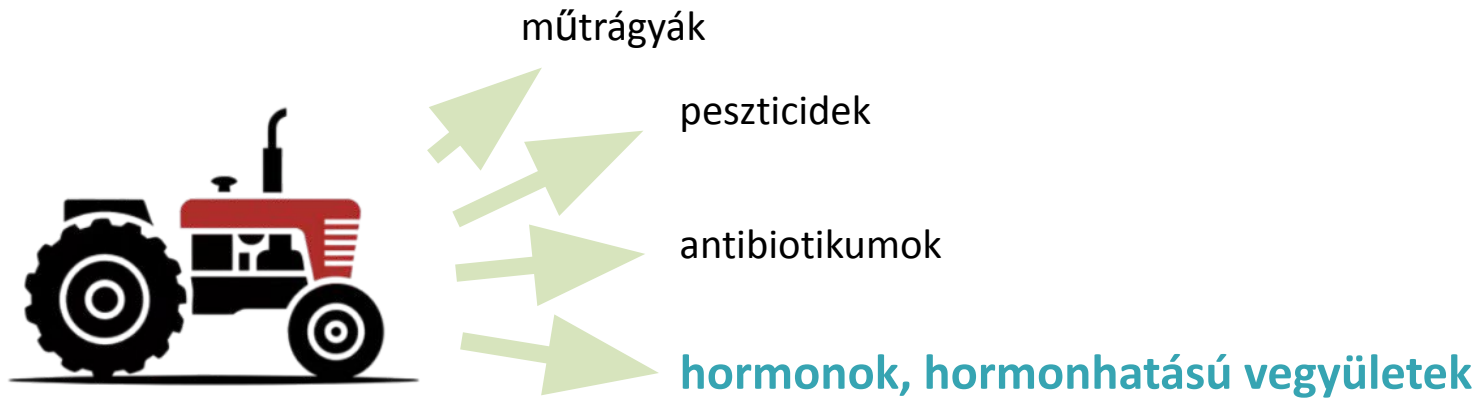
A célzott kezelés hatékonyságának értékelése laboratóriumi és terepi vizsgálatokkal.



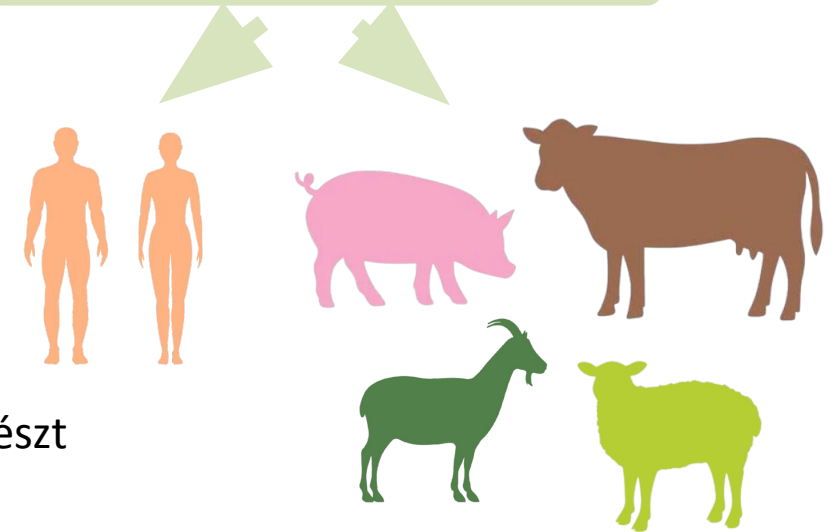
Érdekelte felek (gazdálkodók, vízgazdálkodásban érintettek) bevonása és hálózatépítés.



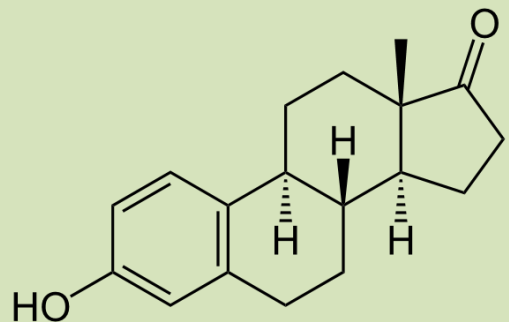
Mezőgazdasági szennyező anyagok



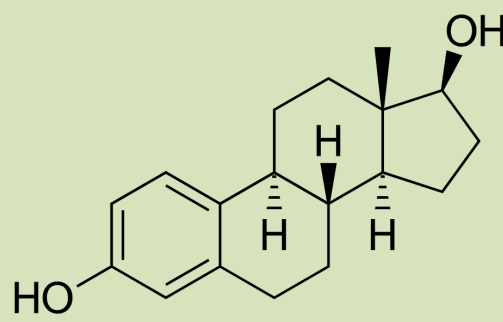
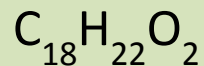
Természetes ösztrogének forrása



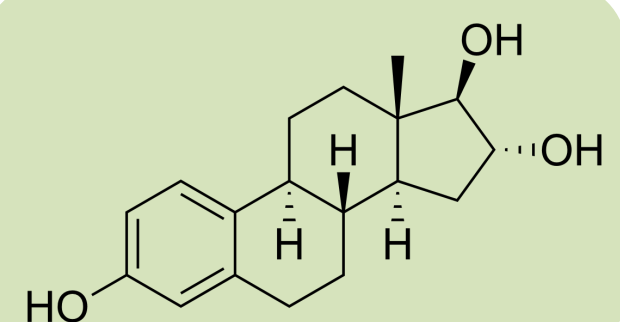
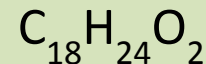
- nemi jellegekért felelős hormonok - a szaporodás szabályozásában vesznek részt
- endokrin diszruptor vegyületek (EDC)



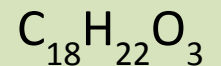
Ösztron (E1)



Ösztradiol (E2)



Ösztriol (E3)



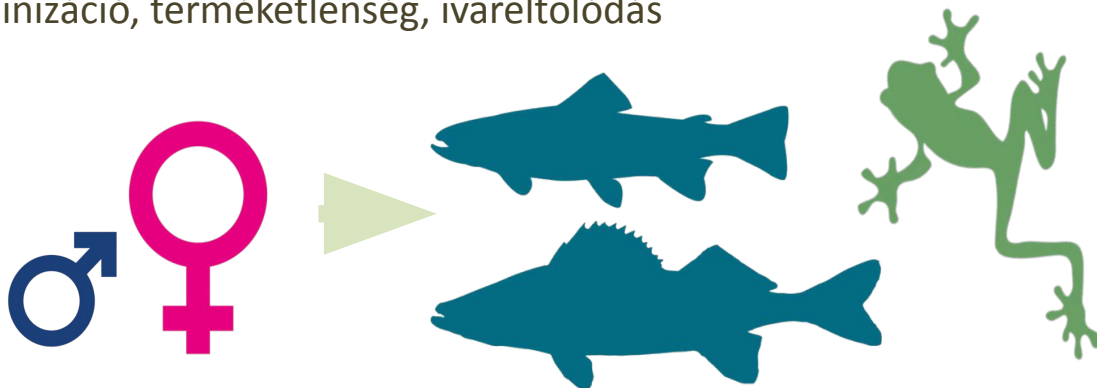
Az ösztrogének környezeti kimutathatósága

Hol és milyen mennyiségben mutathatók ki?

- Kommunális befolyó szennyvíz: 1-50 ng/L (1)
- Kommunális kifolyó szennyvíz, szennyvíziszap: 0,1-15 ng/L (2)
- Felszíni víztestek: <1 – 10 ng/L (3)
- **Hígtrágyatárolók: 1000-150 000 ng/L (4)**
- **Szilárd trágya: 10-300 mcg/kg (5)**

Környezetbiztonsági kockázat!

- Ökoszisztémák esetében általában kockázatosnak tekinthető, ha felszíni vizek természetes ösztrogénszintje tartósan meghaladja a **~2–6 ng/L-t.** (6)
- Feminizáció, terméketlenség, ivareltolódás



Kimutatási módszerek

1. Analitikai – célzott módszerek

- Csak mennyiségi meghatározás, hatásmérés nélkül
- SPE
- LC-MS/MS
- Gyors és érzékeny meghatározás a célvegyületekre



2. Biológiai – hatásalapú módszerek

- Csak minőségi meghatározás
- *In vitro*: egysejtű prokarióta és eukarióta modellek
- *In vivo*: gerinctelen és gerinces modellek
- Gyors és érzékeny a keverékhatásokra

**Kombinált megközelítés
szükséges.**



Mintavételek

3 magyarországi tejelő szarvasmarhatelep trágyaszeparátor technológiával

Szeparált hígtrágya folyadék frakció

Szeparált hígtrágya szilárd frakció

Monitoring kút

Kezelés előtti és kezelt talaj



A minták a MATE Állattenyésztési Tudományok Intézet és a KÖTIVIZIG munkatársai segítségével kerültek megvételezésre.

Baktériumok azonosítása



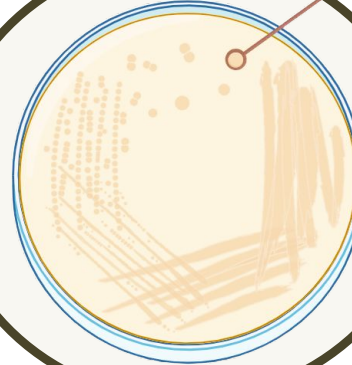
Mintavétel

- Szeparált trágyafrakciók, művelt talaj, monitoring kút
- 3 magyarországi tejelő szarvasmarha telepről, szezonálisan (2025-2026)



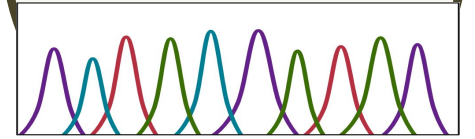
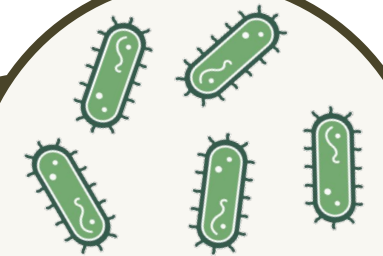
Dúsítás

- Beoltás trágyával és a monitoring kútból vett víz-mintával
- 6 hetes inkubációs idő
- E1, E2, E3, mint fő szén-forrás



Tenyésztés

- Hormon-toleráns mikrobák
- a természetes ösztrogének hasznosítása
- R2A agar táptalaj
- Többszöri tisztítószelesztés



G A C T A G T C T G

Identifikáció

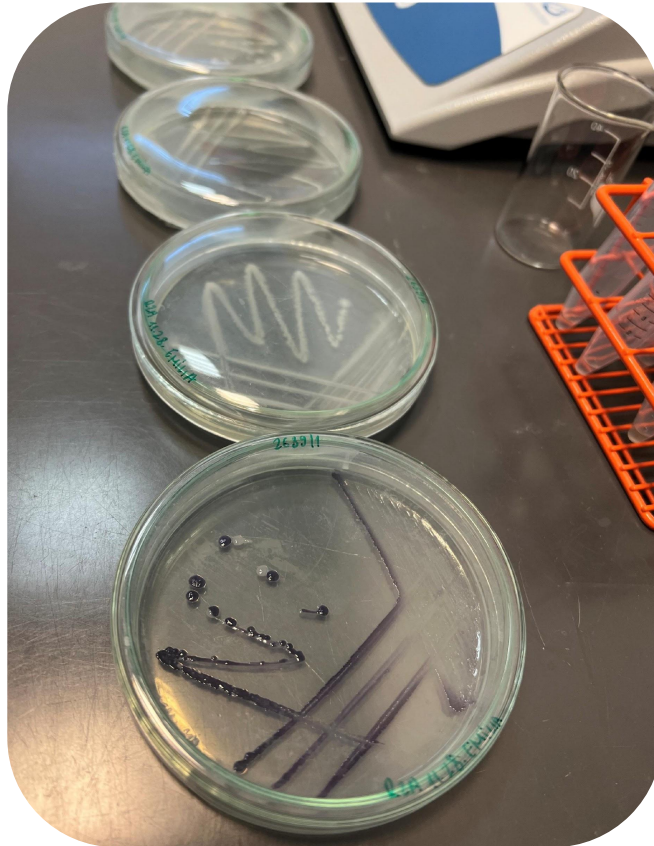
Lépések:

- DNS izolálása
- 16S rDNS PCR
- 16S rDNS szekvenálás
- MEGA Software
- EzBiocloud

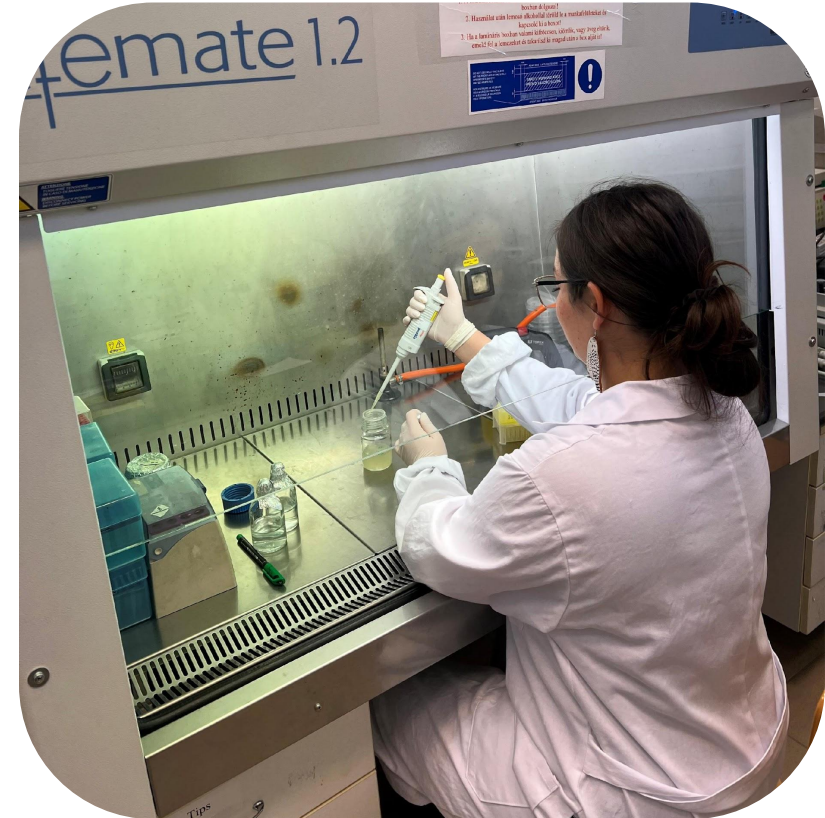
Eddigi eredmények

- Összesen eddig **42 db, faj szinten identifikált baktérium izolátum**
 - Patogén mentes státusz igazolása (Technical Rules for Biological Agents – TRBA alapján)
 - Dokumentált ösztrogénbontó potenciál az adott törzsnél vagy rokon fajoknál
- **9 db potenciális hormon-biodegradációra alkalmas jelölt:**

| |
|--------------------------------|
| <i>Bacillus</i> sp. 1 |
| <i>Janthinobacterium</i> sp. 1 |
| <i>Janthinobacterium</i> sp. 2 |
| <i>Microbacterium</i> sp. 1 |
| <i>Microbacterium</i> sp. 2 |
| <i>Pseudomonas</i> sp. 1 |
| <i>Pseudomonas</i> sp. 1. |
| <i>Sphingobacterium</i> sp 1. |
| <i>Stenotrophomonas</i> sp. 1. |



Izolált tisztatenyészetek

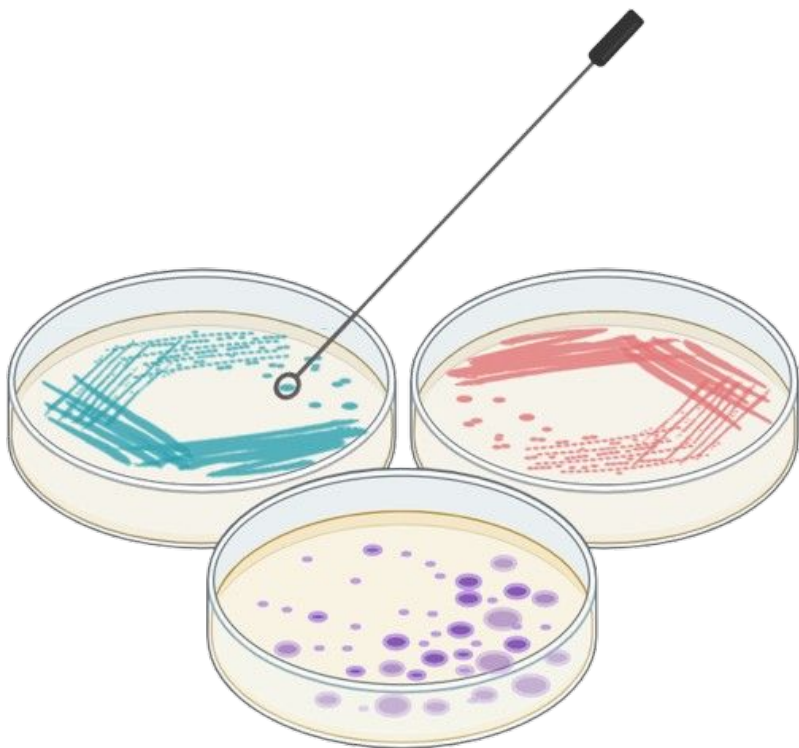


Tenyészetek beoltása ösztrogént tartalmazó tápközegbe

Tervezett további vizsgálatok:

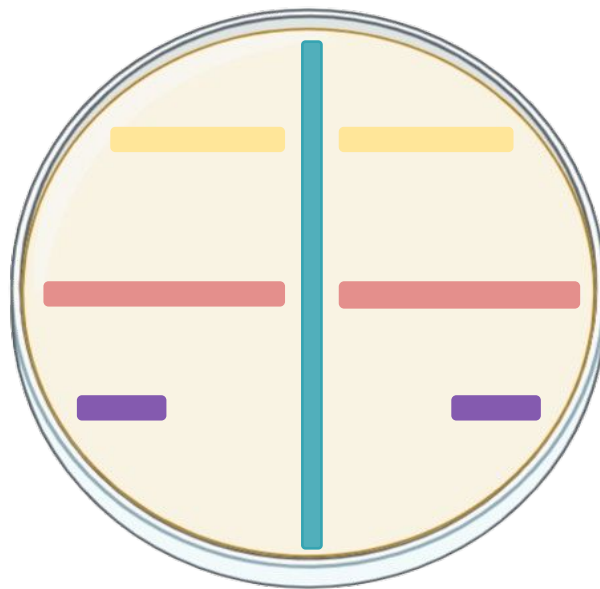
Együtt-tenyészthetőség

Faj szinten meghatározott, potenciálisan
ösztrogén bontására képes mikrobák



1. Keresztcsíkozás -screening

- Megfigyelhető-e gátló hatás?



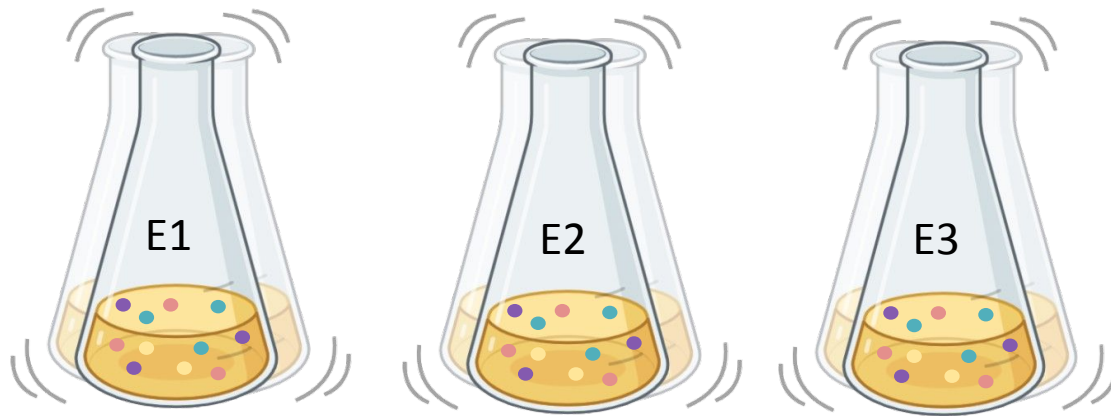
2. Együtt-tenyészthetőség vizsgálata

- Terminális Restrikciós Fragmenthossz
Polimorfizmus (T-RFLP) analízis



Tervezett további vizsgálatok:

Bontási kísérletek, analitikai és hatásalapú vizsgálatok



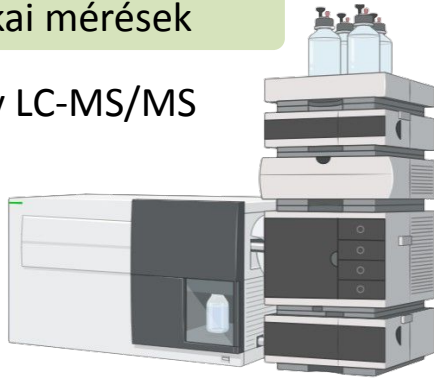
Kezdeti
hormon-koncentráció



?

Analitikai mérések

SPE vagy LC-MS/MS



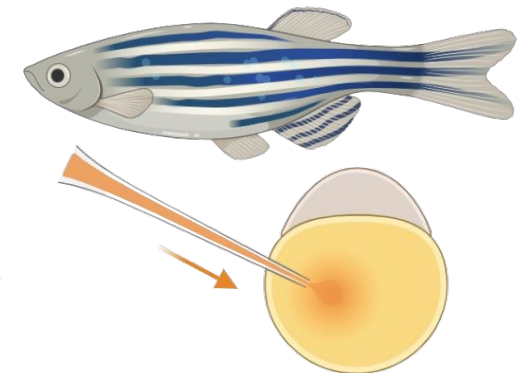
In vitro: BLYES teszt

Bioluminescent yeast estrogen assay

- Genetikailag módosított, fluoreszcens **élesztőgomba**
- A testszervezet ösztrogénhatású anyagra fénykibocsátás emelkedéssel reagál

In vivo: mikroinjektálás

- Tg(Vtg1:mcherry) zebradánió embrió mikroinjektálás



Végső cél: mezőgazdaságban is alkalmazható, ösztrogén-koncentráció csökkentésére alkalmas mikroba-konzorcium létrehozása.

Köszönöm a figyelmet!



Az Európai Unió
társfinanszírozásával



A BioTreatED projekt (Water4All2023-334) megvalósulását támogatja a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (Hungary), The Research Council of Norway (Norway), Fundação para a Ciência e a Tecnologia (Portugal), Agencia Estatal de Investigación (Spain), Narodowe Centrum Nauki (Poland), TÜBITAK - The Scientific and Technological Research Council of Türkiye (Türkiye) és az Európai Unió Horizont Európa programja keretében, az Európai Partnerség Water4All 2023 közös transznacionális felhívása (Grant Agreement n°101060874).

Említett szakirodalmak

1. Tang, Z., Liu, Z. H., Wang, H., Dang, Z., Yin, H., Zhou, Y., & Liu, Y. (2020). Trace determination of eleven natural estrogens and insights from their occurrence in a municipal wastewater treatment plant and river water. *Water research*, 182, 115976.
2. Čelić, M., Škrbić, B. D., Insa, S., Živančev, J., Gros, M., & Petrović, M. (2020). Occurrence and assessment of environmental risks of endocrine disrupting compounds in drinking, surface and wastewaters in Serbia. *Environmental Pollution*, 262, 114344. Rechsteiner, D., Wettstein, F. E., Warren, B. P., Vermeirssen, E. L., Simon, E., Schneider, M. K., ... & Bucheli, T. D. (2020). Natural estrogens in surface waters of a catchment with intensive livestock farming in Switzerland. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 22(11), 2244-2255.
3. Ciślak, M., Kruszelnicka, I., Zembrzuska, J., & Ginter-Kramarczyk, D. (2023). Estrogen pollution of the European aquatic environment: A critical review. *Water research*, 229, 119413.
4. Grzegorzek, M., Wartalska, K., & Kowalik, R. (2024). Occurrence and sources of hormones in water resources—environmental and health impact. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(26), 37907-37922.
5. Li, C., Li, Y., Li, X., Ma, X., Ru, S., Qiu, T., & Lu, A. (2021). Veterinary antibiotics and estrogen hormones in manures from concentrated animal feedlots and their potential ecological risks. *Environmental Research*, 198, 110463.
6. Caldwell, D. J., Mastrocco, F., Anderson, P. D., Länge, R., & Sumpter, J. P. (2012). Predicted-no-effect concentrations for the steroid estrogens estrone, 17 β -estradiol, estriol, and 17 α -ethinylestradiol. *Environmental toxicology and chemistry*, 31(6), 1396-1406.

A projektben résztvevő partnerek:



NIBIO
NORWEGIAN INSTITUTE OF
BIOECONOMY RESEARCH



Instituto Politécnico
de Viana do Castelo

