

Ponovna uporaba odpadne vode – projekt LIFE Hidaqua in trajnostno ravnanje s komunalnim blatom,

Krožno gospodarstvo v gradbeništvu – kako ga vnovčiti
(Seminar Zbornice gradbeništva in industrije gradbenega materiala)

dr. Primož Oprčkal, dr. Alenka Mauko Pranjič, doc. dr. Ana Mladenovič

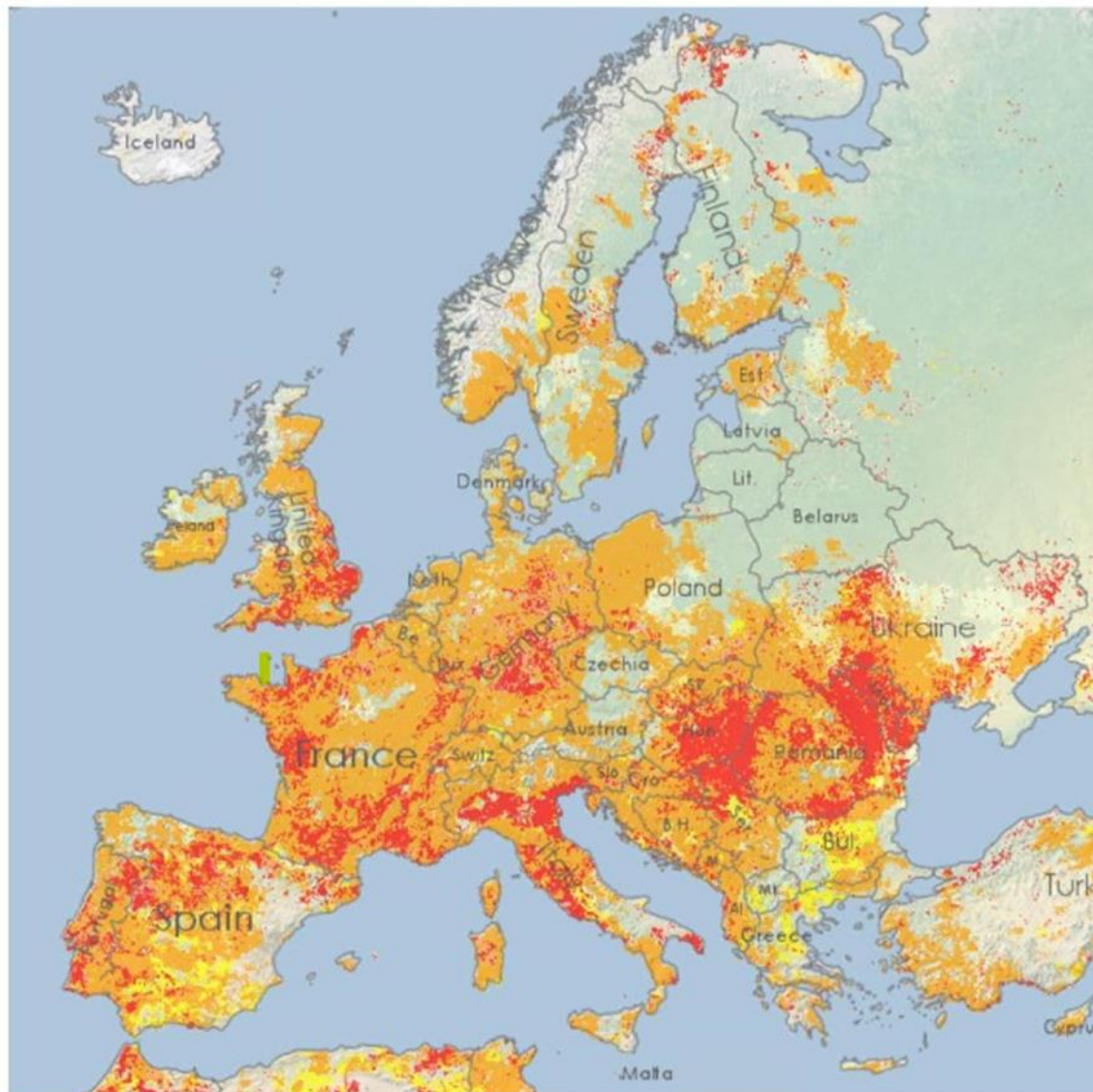
Problematika pomanjkanja vode

- Svetovna vodna bilanca:
- Približno 70 % površine planeta pokriva voda,
- za človekove potrebe dosegljive < 1 % teh zalog.
- Po podatkih OZN 2 milijardi ljudi živi v pomanjkanju vode.
- Do leta 2050 bo v pomanjkanju vode živel 5 milijard ljudi.



Prok

- Poc
suš
- Priz



European Drought Observatory:

<https://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000>

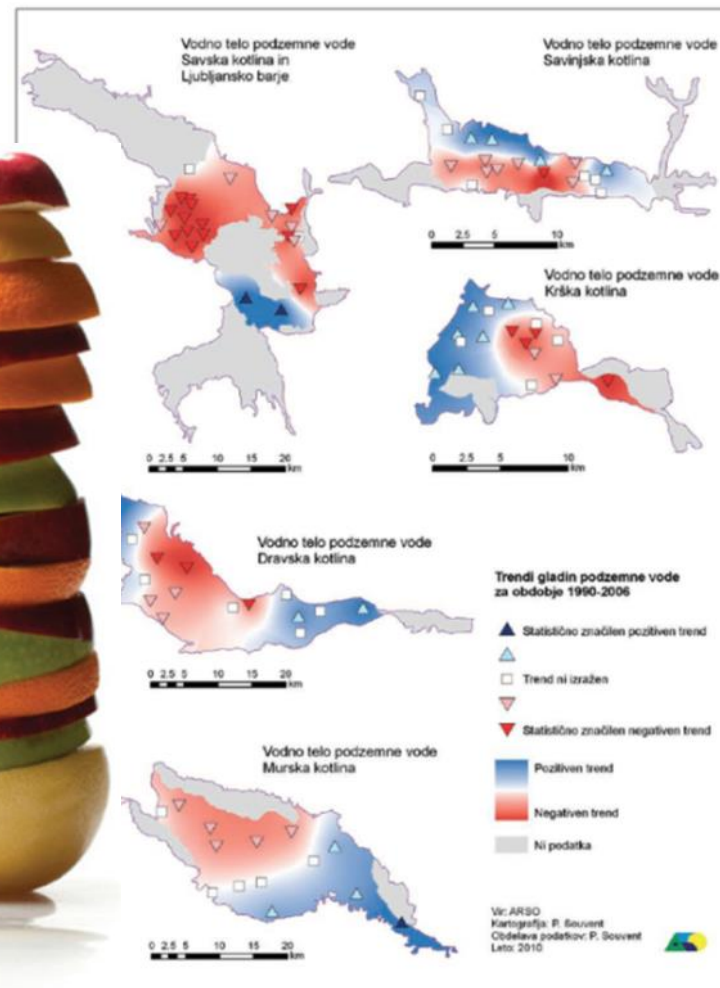
Figure 1: Combined Drought Indicator (CDI v.2.1) – beginning of August 2022.



Problematika pomanjkanja vode

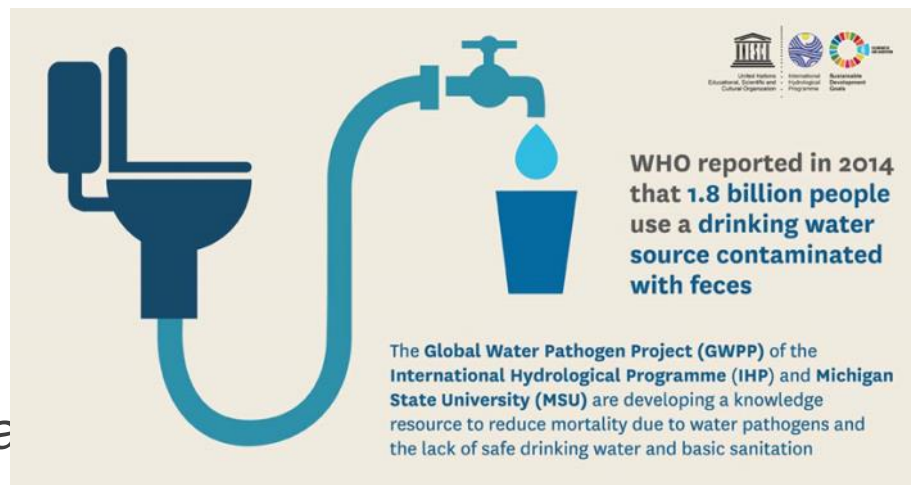
- Povečevanje porabe vode

It is estimated that by 2030 we will need to see at least a **50% increase** in food productivity.



Problematika pomanjkanja vode

- Onesnaževanje vodnih virov
- Hranila (fosfati, organska snov),
- patogene bakterije,
- amonijak in nitrati,
- obstojna organska onesnažila (plastifikatorji, farmacevtske učinkovine, naftni derivati, sredstva za osebno nego, zaviralci gorenja, čistila...),
- potencialno toksični elementi (PTE),
- mikro plastika...

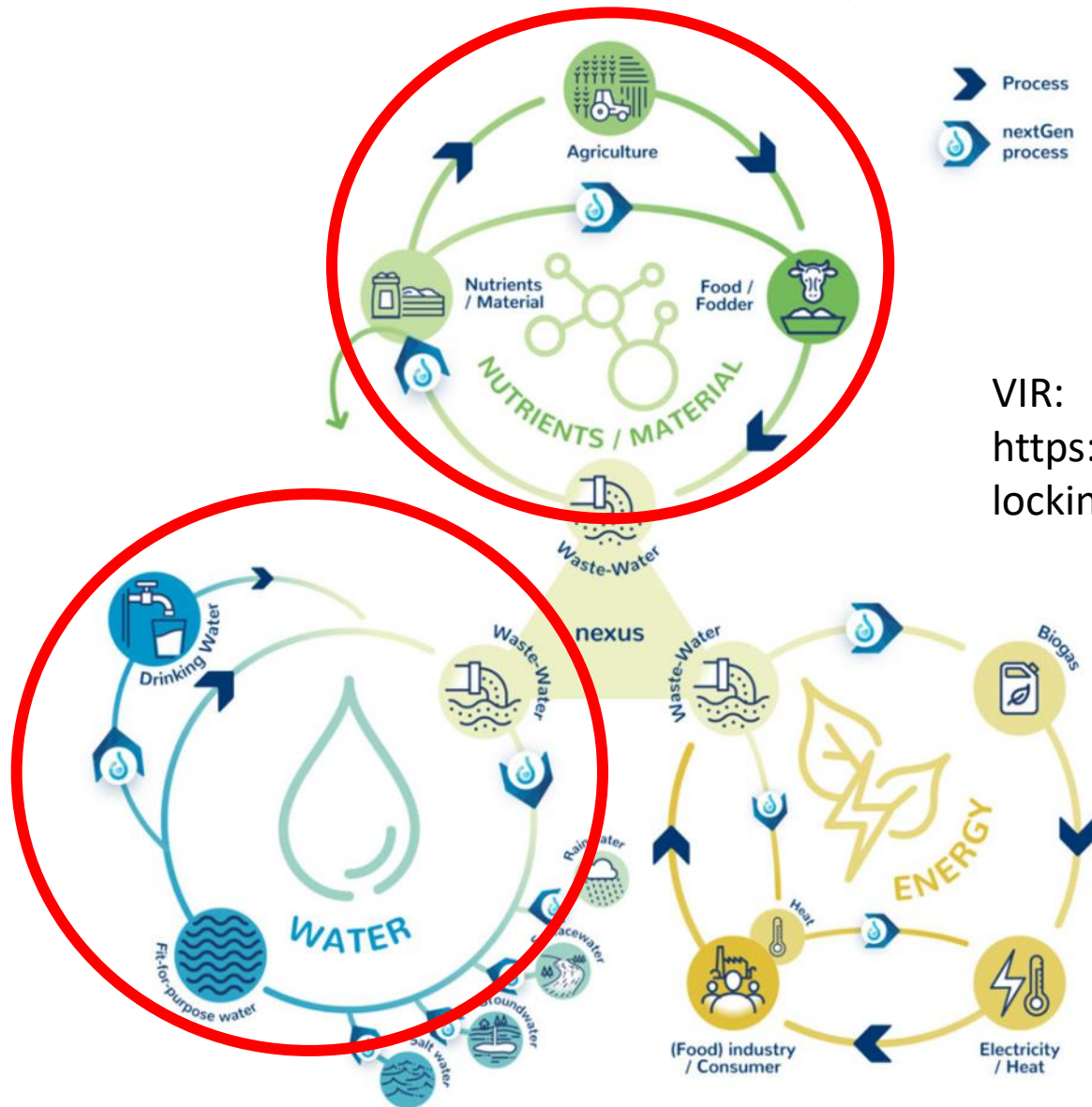


Rešitev?

➤ Ponovna uporaba odpadne vode



Voda v krožni ekonomiji



VIR:
<https://nextgenwater.eu/unlocking-hidden-potential/>

Projekt LIFE RusaLCA

LIFE12 ENV/SI/000443: „Nanoremediation of water from small waste water treatment plants and reuse of water and solid remains for local needs“

www.rusalca.si/en

- Proračun projekta: 852.388 EUR (50% sofinanciranja EU)
- Začetek 01/07/2013 – Zaključek 30/09/2017
- Partnerji projekta: ZAG (koordinator), IJS, PKG Šprinzer Mirko, Structum, NLZOH Novo mesto, Občina Šentrupert, Esplanada



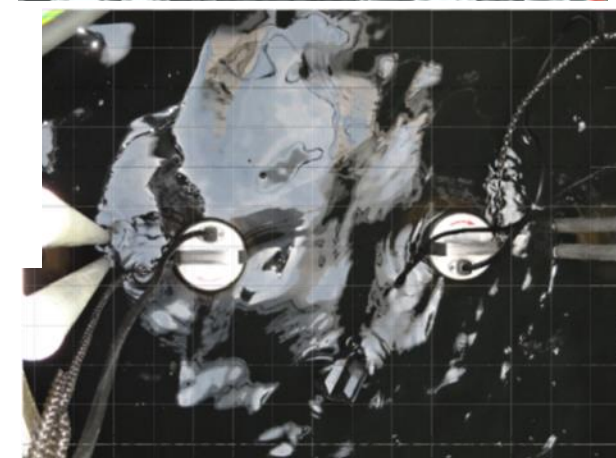
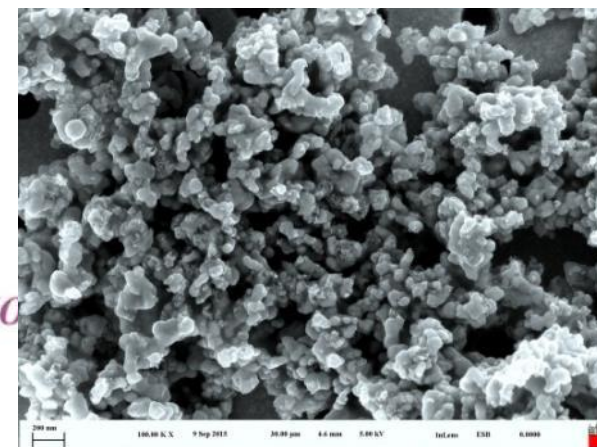
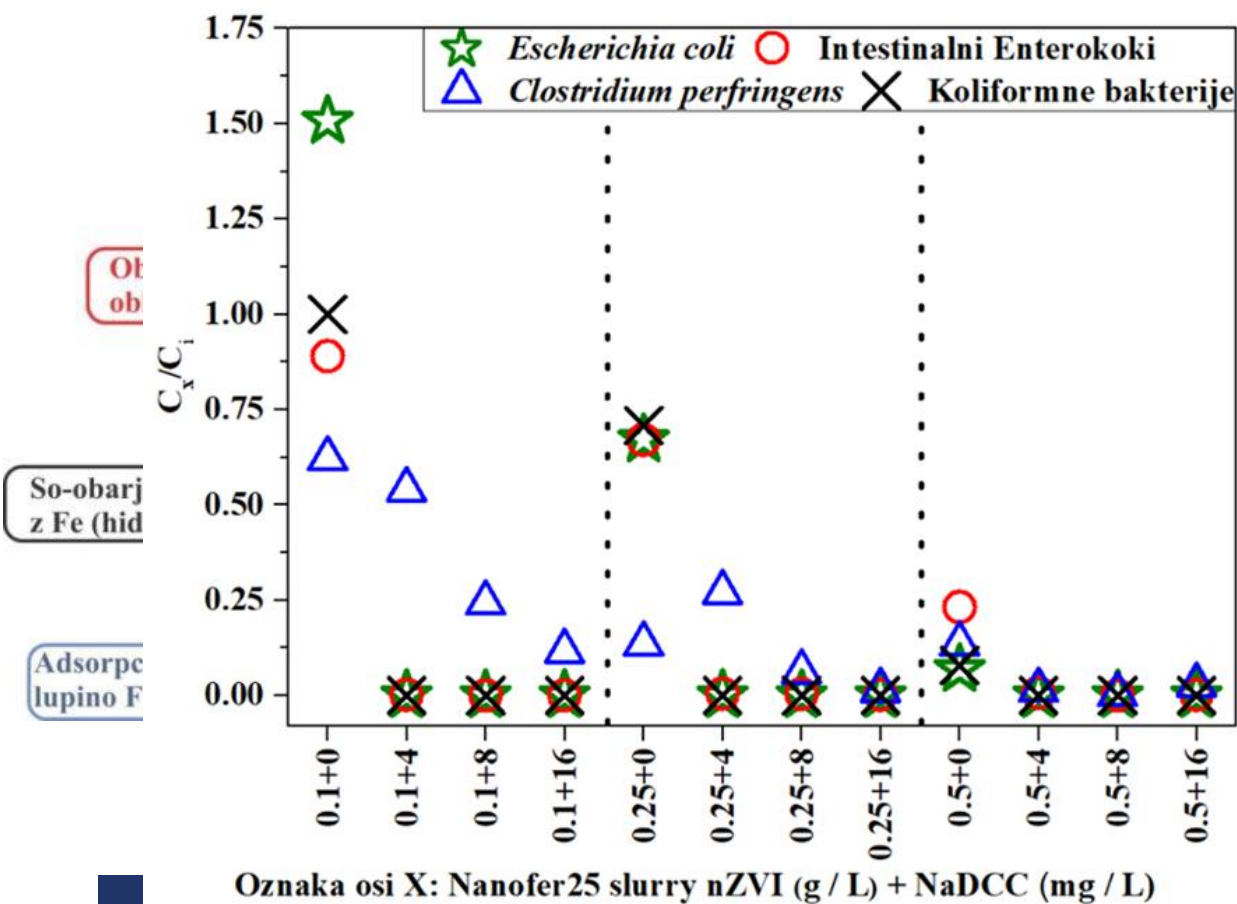
LIFE RusaLCA

- Aktivni pristop k prilagajanju podnebnim spremembam in pomanjkanju vode.
- Glavni cilj je posredno zmanjšanje porabe pitne vode za 30 % z uporabo očiščene vode.
- Recikliranje vode temelji na remediaciji delno očiščene vode iz malih bioloških čistilnih naprav.
- Inovativni pilotni sistem za remediacijo vode s pomočjo nanodelcev nič-valentnega železa.



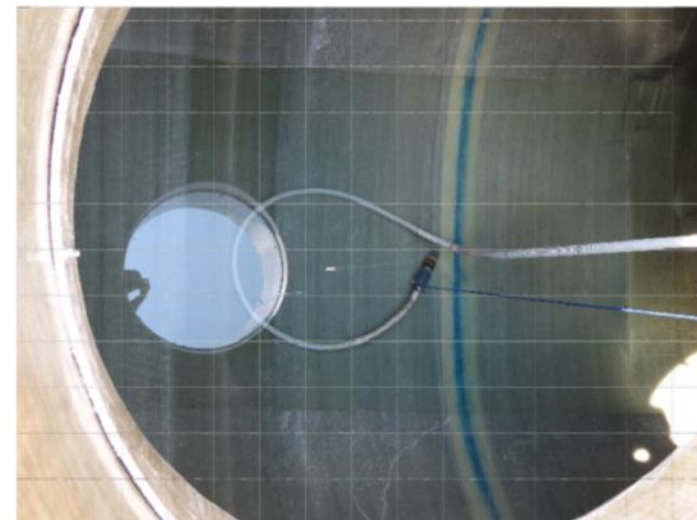
LIFE RusaLCA

- Inovativni postopek nanoremediacije z uporabo nanodelcev nič-valentnega železa (nZVI)



LIFE RusaLCA

- PILOTNA ČISTILNA NAPRAVA
- Investicija v vrednosti približno 130,000 EUR
- Kapaciteta 100 PE
- Kapaciteta čiščenja vode cca. 1000 m³ na leto



Projekt LIFE Hidaqua

LIFE HIDAQUA (LIFE18 ENV/SI/000673) „Sustainable water management in high water demanding industries“

- Trajanje: 01.09.2019 do 31.09.2024
- Proračun: 2,502,647.00 €
- EU : 1,332,102.00 € (53.23 %)
- Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo: 173,309 € (10 %)



HIDAQUA



REPUBLIC OF SLOVENIA
MINISTRY OF THE ENVIRONMENT
AND SPATIAL PLANNING



ZAVOD ZA
GRADNENIŠTVO
SLOVENIJE
SLOVENIAN
NATIONAL BUILDING
AND CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE



Jožef Stefan
Institute
Ljubljana, Slovenia

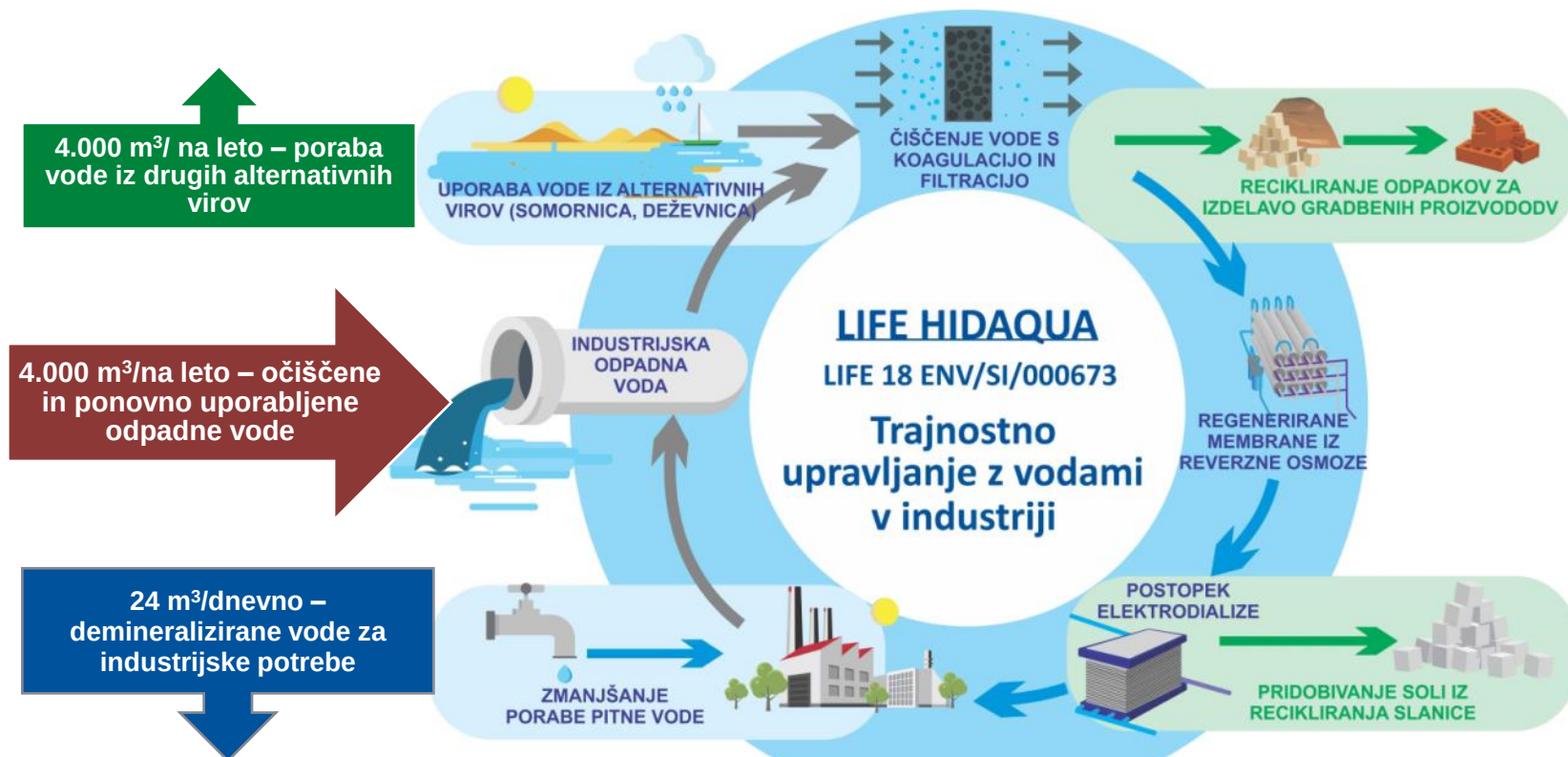


Centre Tecnològic de Catalunya



LIFE Hidaqua

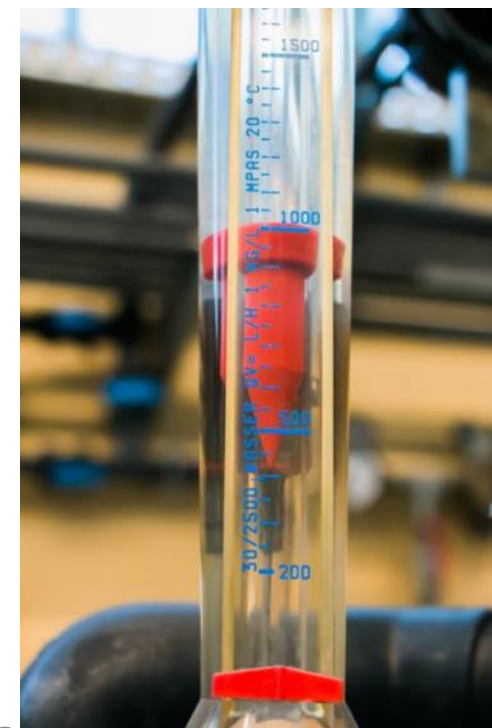
Glavni cilj projekta LIFE HIDAQUA je **demonstrirati uporabo koncepta trajnostnega ravnanja z vodo v industriji**, na primeru podjetja HIDRIA, z **zmanjšanjem emisij onesnažil** (z namenom ohranjanja kvalitete naravnih vodnih teles) in z izkoriščanjem alternativnih virov vode (z namenom ohranjanja naravnih zalog pitne vode).



LIFE Hidaqua

Parameteri	Prevodnost	Motnost	TSS	COD	TOC	Masti	Mineralna olja	B
Industrijska odpadna voda	5.220	25	2,1	37.100	10.670	439	189	16
Enote	$\mu\text{S/cm}$	NTU	mg/L	mgO_2/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L

Parametri	Ca	Na	Bikarbonat	Kloridi	Fe
Somornica iz priobalnega vodnjaka	406	558	448	973	8
Deževnica	55,8	82,3	306,5	69,4	/
Enote	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	Mg/L

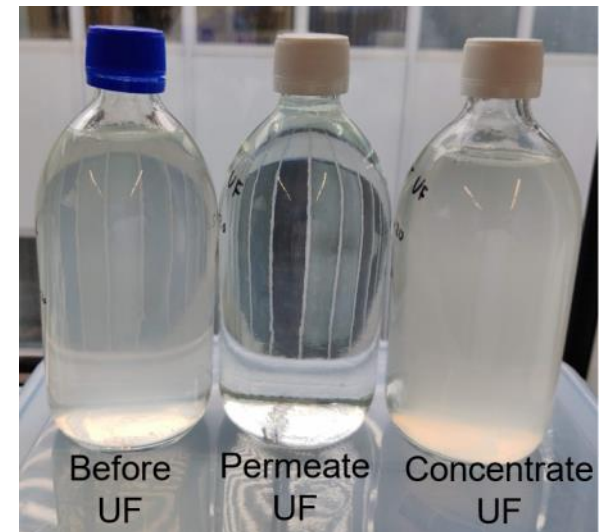
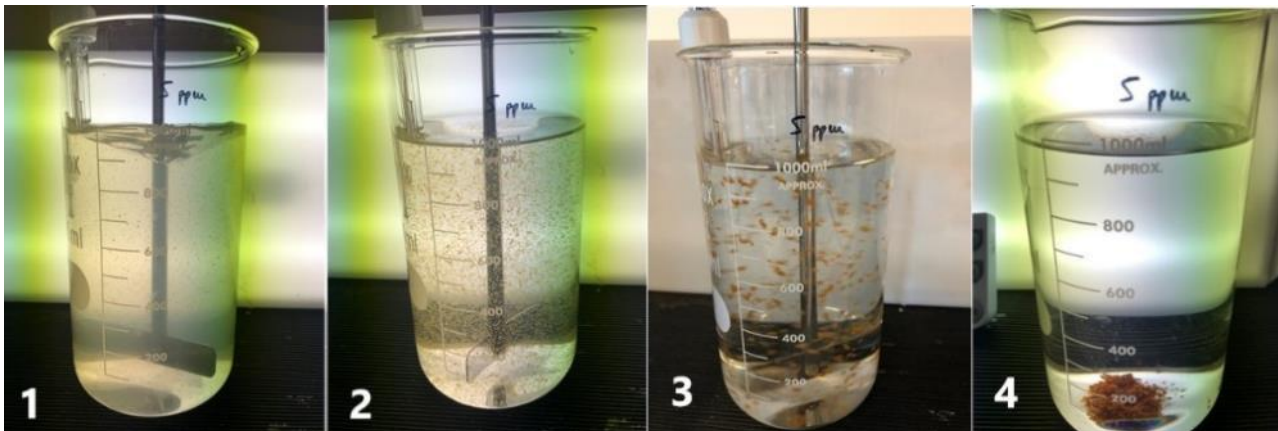


LIFE Hidaqua

- Jar test
 - to determine the optimum type and dose of coagulant and flocculant
- Dissolved air flotation
 - removing suspended particles from liquid by bringing them to the surface through flotation
- Ultrafiltration
 - a filter system with ceramic membranes
- Recycled reverse osmosis membranes
 - pressure-driven membrane process; removes majority of dissolved solids
- Electrodialysis reversal system (electrochemical charge-driven separation process → not (too) useful)

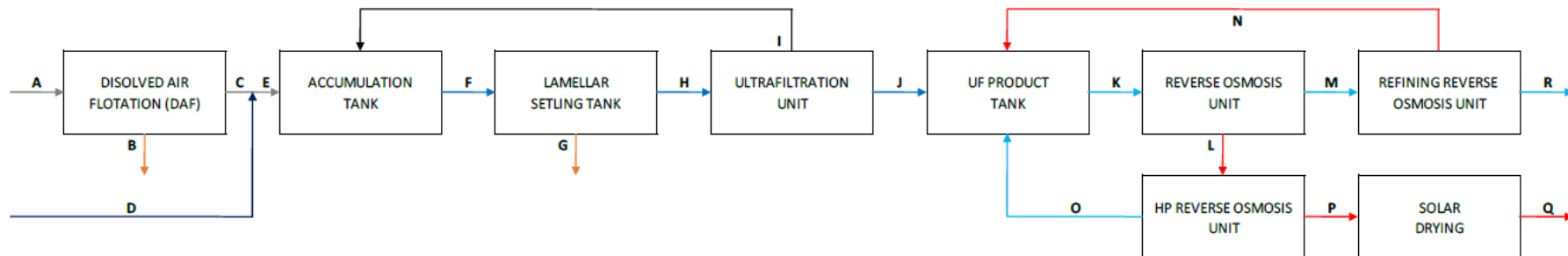


DAF test apparatus used to perform the experiments at lab scale



LIFE Hidaqua

- Večstopenjski mobilni modularni prototipni sistem za čiščenje vode, z 99 % učinkovitostjo



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	Units
10,0	0,1	9,9	14,0	23,9	26,5	0,8	25,7	2,57	23,1	30,4	6,1	24,3	2,4	4,9	1,2	1,0	21,9	m ³ /d
0,4	0,0	0,4	0,6	1,0	1,1	0,0	1,1	0,1	1,0	1,3	0,3	1,0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,9	m ³ /h

Recovery DAF 99,00% Recovery FQ 97,00% Recovery UF 90,00% Recovery RO 80,00% Recovery HPRO 80,00% Recovery RFRO 90,00% Global recovery 91,21%

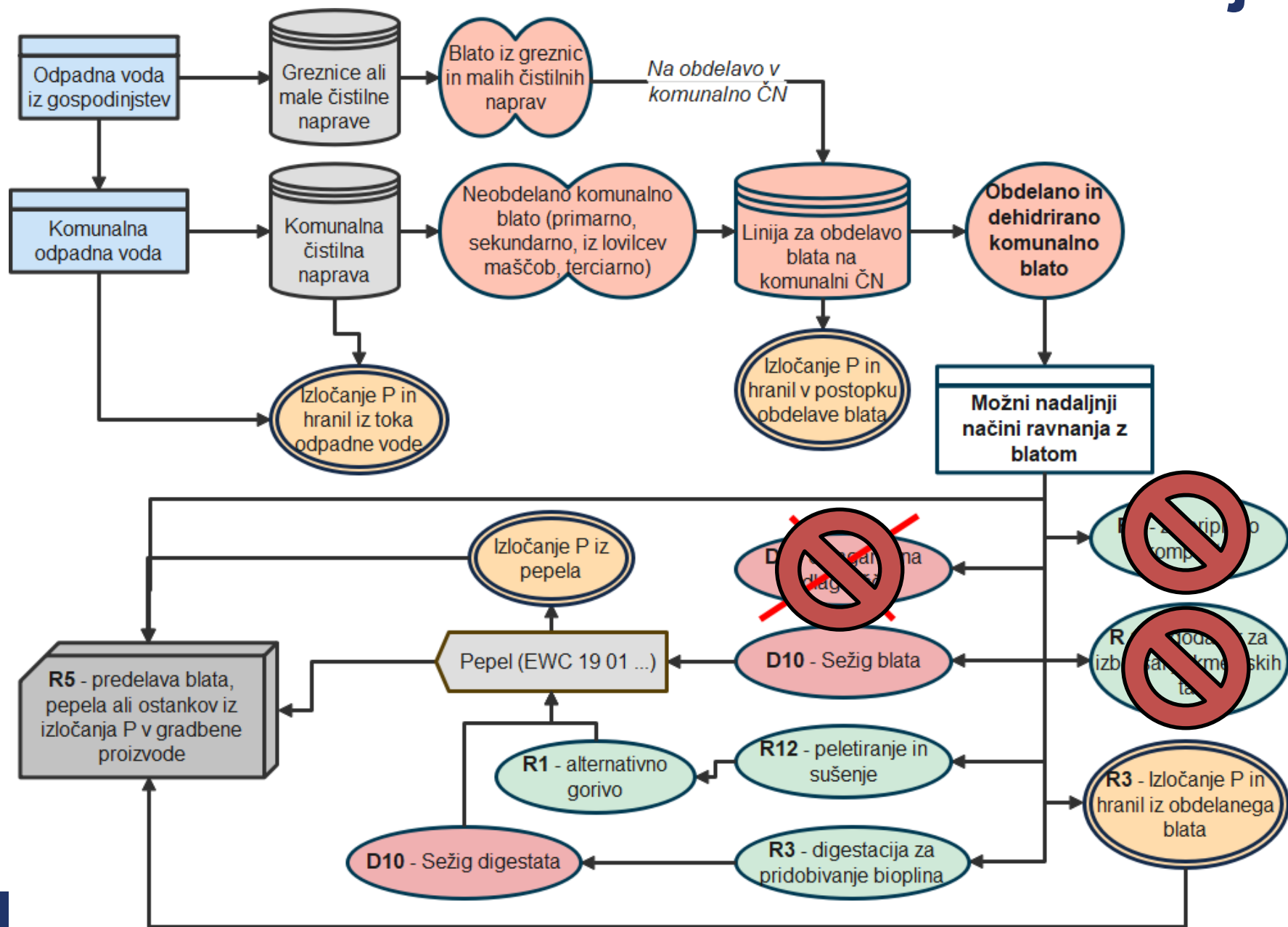
A Industrial water B Oils and greases C DAF product D Well water E Mix water F FQ feed water G FQ sludge H FQ product I UF reject J UF product K RO feed water L RO reject M RO product N RFRO reject O HPRO product P HPRO reject Q SD brine R Final product water





Komunalno blato – surovina za pridobivanje fosforja in uporabo v gradbeništvu

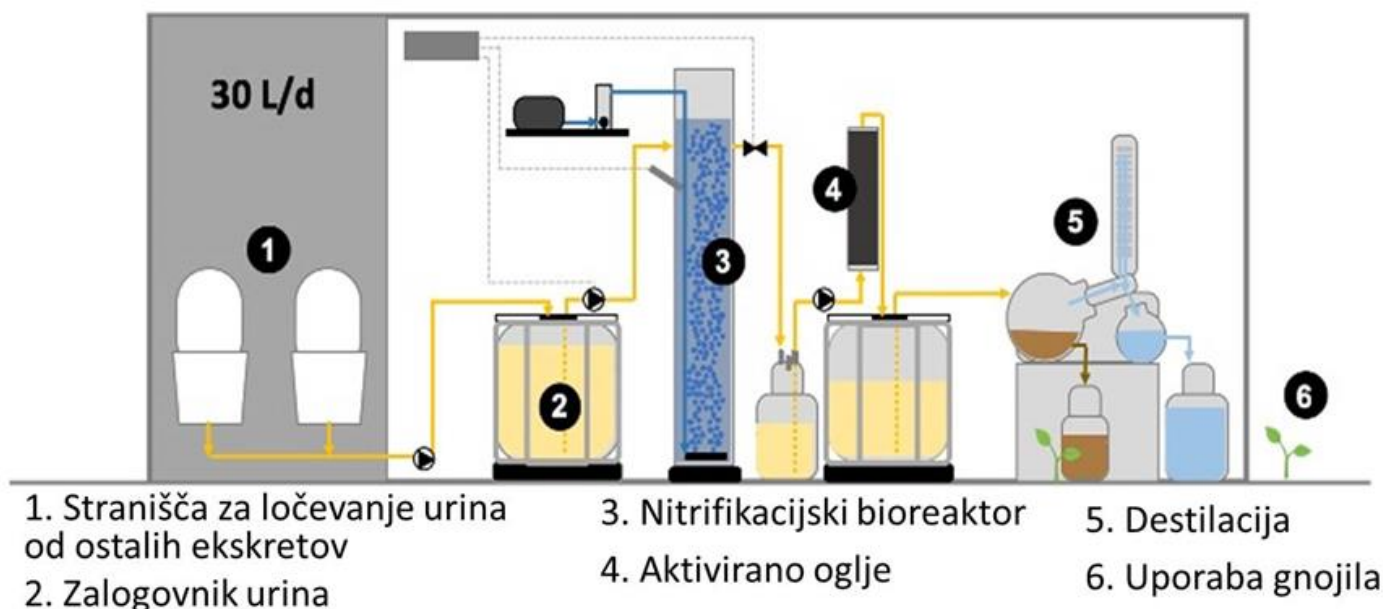
Nastanek blata in možni načini ravnanja



Izločanje fosforja iz odpadne vode



Pilotni proces predelave urina – „Complete Nutrient Recovery“ in pridobivanja s fosforjem bogatega tekočega gnojila neposredno iz toka odpadne vode.



Projekt CINDERELA financira Evropska Unija v programu Obzorje 2020 (Program raziskav in inovacij) s pogodbo št. 776751



ZAVOD ZA
GRADNENJE
SLOVENIJE
NATIONAL BUILDING
AND CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE



Università
Bocconi
IEFE
Centre for Research
on Energy and Environmental
Economics and Policy



Komunalno blato

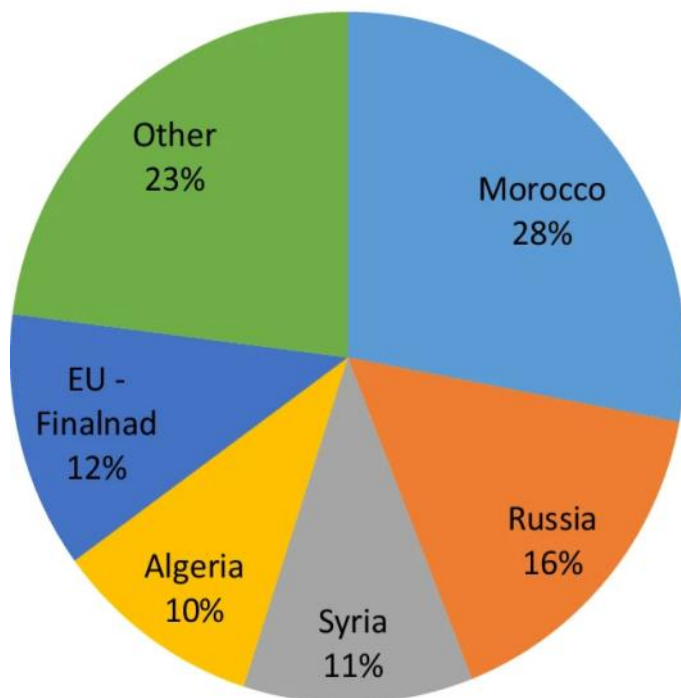
19 08 05 – Odpadki iz naprav za ravnanje z odpadki, čistilnih naprav zunaj kraja nastanka ter iz priprave pitne vode - odpadki iz čistilnih naprav, ki niso navedeni drugje - **blato iz čiščenja komunalnih odpadnih voda**



TOC	60 – 70 %
N	6 %
P	2 - 4 %
K	0,3 %
As	3,5 mg/kg
Cd	1 mg/kg
Cr	120 mg/kg
Cu	350 mg/kg
Hg	2 mg/kg
Pb	80 mg/kg
Zn	900 mg/kg

Izločanje fosforja iz obdelanega blata

Razvoj trajnostnega postopka bioizluževanja fosforja s heterotrofnimi bakterijami (genus *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Acetobacter*, *Citrobacter*...)



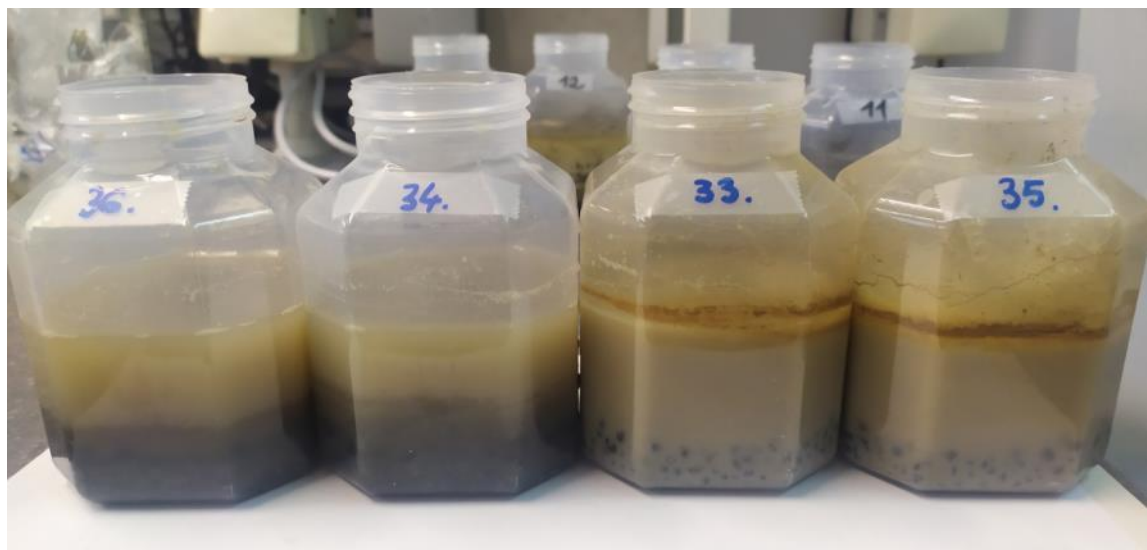
Smol, M. The importance of sustainable phosphorus management in the circular economy (CE) model: the Polish case study. J Mater Cycles Waste Manag 21, 227–238 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0794-6>



Izločanje fosforja iz obdelanega blata

Razvoj nizkoogljčnega trajnostnega postopka bioizluževanja fosforja s heterotrofnimi in avtotrofnimi bakterijami:

- razgradnja organske snovi in onesnažil,
- selektivno izločanje fosforja (60 – 70 % učinkovitosti).



Snovna predelava blata

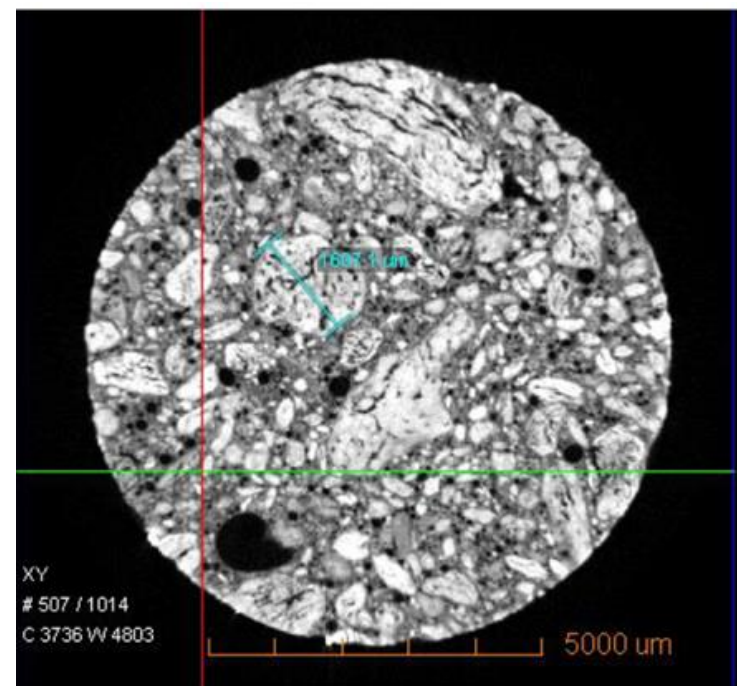
- **Snovna predelava** obdelanega, stabiliziranega in dehidriranega blata ali ostanka po izločanju fosforja v **geotehnične kompozite**.
- Predelava **temelji na mešanju blata z vezivnimi dodatki** – **kalcijskimi pepeli** (premogovi, biomasa), v kombinaciji z drugimi materiali (ogorki iz sežiga biomase ali premoga, oglje, cement, apno, zeoliti...)



Predelava blata v geotehnične kompozite

Lastnosti kompozitov iz blata:

- mikrobiološka neoporečnost (delovanje alkalnega pH in povišane temperature),
- okoljska sprejemljivost na podlagi izluževalnih testov (imobilizacija v vezani matrici).

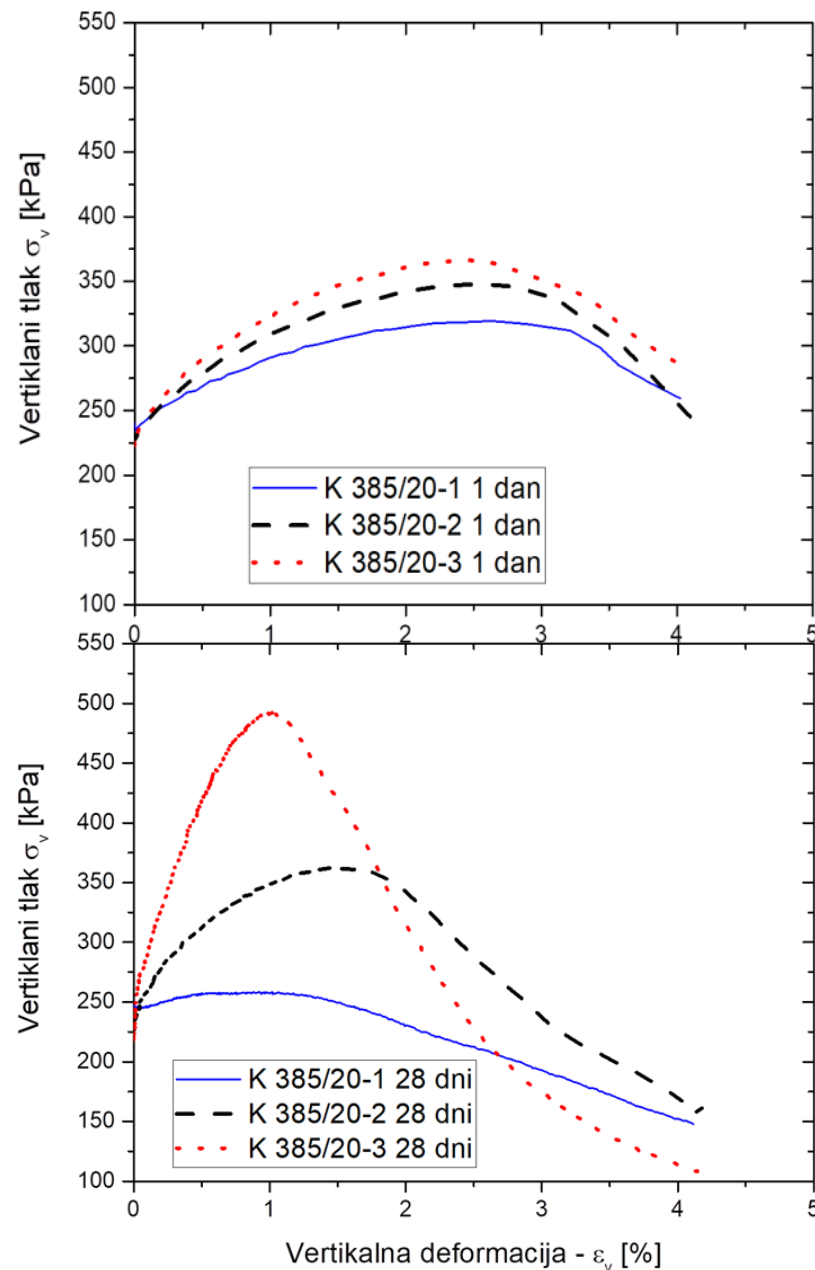


	<i>Escherichia coli</i> [MPN/g]	<i>Salmonella</i> spp. [prisotnost v 25 g]
Komunalno blato ČN Maribor	690.000	Prisotno
Kompozit iz blata ČN Maribor in papirniškega pepela	< 56	Ni najdeno

Predelava blata v geotehnične kompozite

Lastnosti kompozitov iz blata:

- vodonepropustnost ($<10^{-9}$ m/sec),
- mehanska stabilnost (do 1,2 MPa tlačne trdnosti, strižni do 35°)
- kompoziti z nižjimi deleži pepela so deformabilni.



Predelava blata v geotehnične kompozite

Primer priprave kompozita „in-plant“:

- Avtomatsko doziranje komponent v predpisanem masnem razmerju.
- Zagotavljanje učinkovite homogenizacije.
- Priprava z optimalno vsebnostjo vlage in primerno konsistenco za vgradnjo.



Uporaba geotehničnih kompozitov iz blata

- Za namene izgradnje nezahtevnih in neobremenjenih zemeljskih objektov – nasipov, zasipov, prekrivnih plasti, tesnilnih plasti v pokrovih...
- Za projekte sanacije in zapiranja odlagališč odpadkov ali revitalizacije degradiranih območij (se že uveljavlja v skandinavskih državah, v Švici...)
- Nadomešča uporabo naravnih materialov (npr. gline).



Zaključki

- Komunalno blato in ostanki po ekstrakciji P so vir surovin za gradbeništvo, saj jih znamo spremeniti v okoljsko in tehnično sprejemljive proizvode.
- Na ta način se zapirajo snovne krožne zanke, brez potreb po naravnih surovinah.
- Potrebujemo primerna veziva za imobilizacijo (cena, učinkovita, z visokim pH).

Hvala za vašo pozornost!

dr. Primož Oprčkal (primoz.oprckal@zag.si)

