

# SNÍŽENÍ EUTROFIZACE VODNÍCH TOKŮ DÍKY SEPARACI VOD U ZDROJE A VYUŽITÍ NUTRIENTŮ

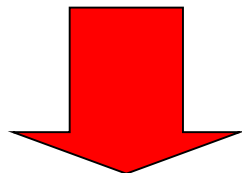
**Marek Holba<sup>1,3</sup>, Michal Černý<sup>2</sup>, Michal Došek<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> ASIO, spol. s r.o., Kšírova 552/45, 619 00 Brno, [dosek@asio.cz](mailto:dosek@asio.cz)

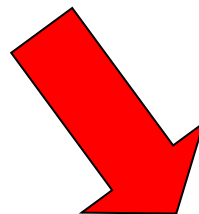
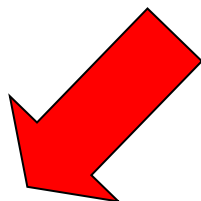
<sup>2</sup> Mendelova universita v Brně, Zemědělská 1/1665 613 00, Ústav techniky a automobilové dopravy, [xcerny@node.mendelu.cz](mailto:xcerny@node.mendelu.cz)

<sup>3</sup> Botanický ústav AV ČR, Oddělení experimentální fykologie a ekotoxikologie, Lidická 25/27, 657 20 Brno, [holba@asio.cz](mailto:holba@asio.cz)

**Zvýšená koncentrace fosforu způsobuje trofizaci recipientů**



**Zabránění trofizace vodních toků**



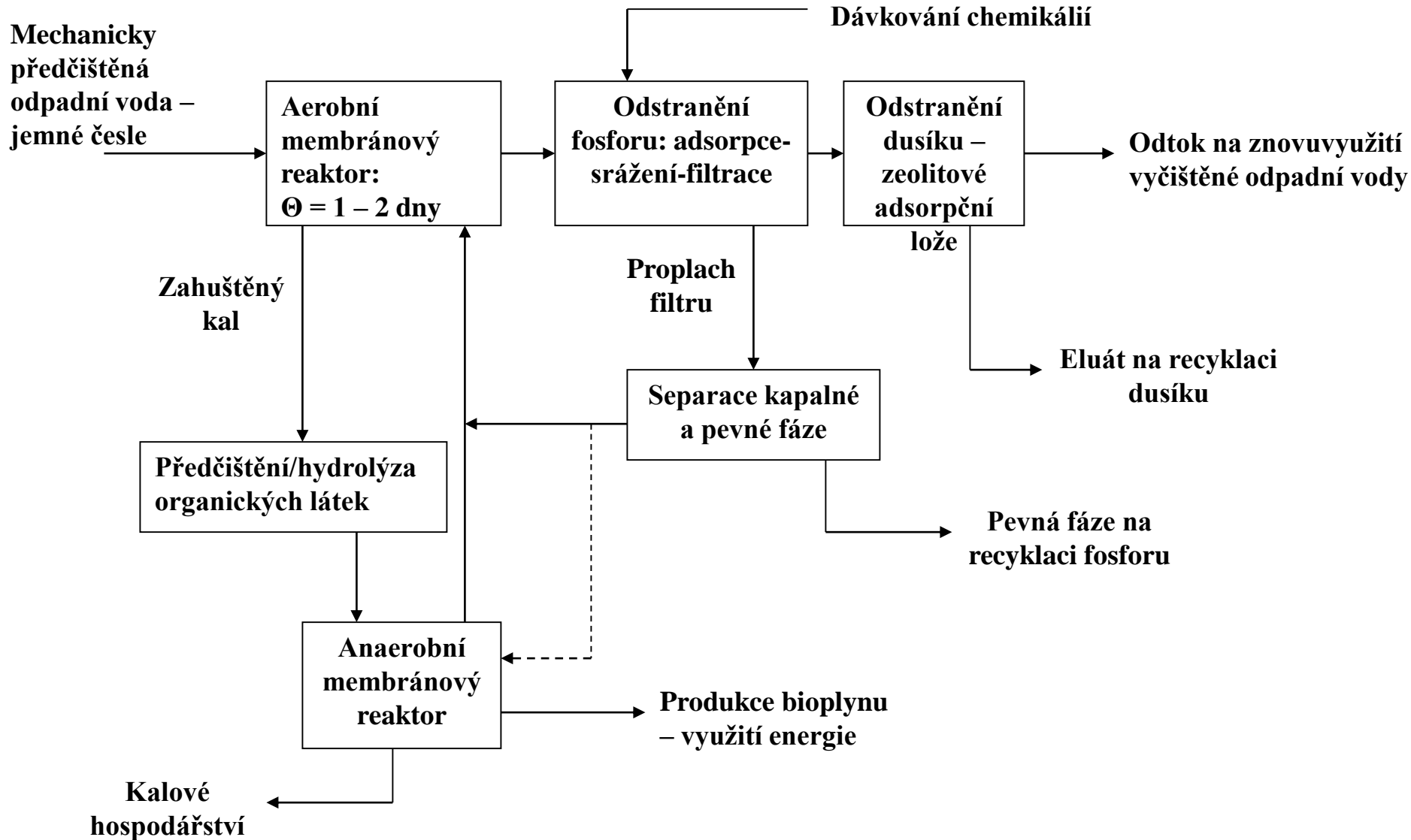
**ŘEŠENÍ PŘÍČINY**

(zabránění vnosu fosforu –  
difúzní zdroje - splachy,  
čistírny odpadních vod,  
atd.)

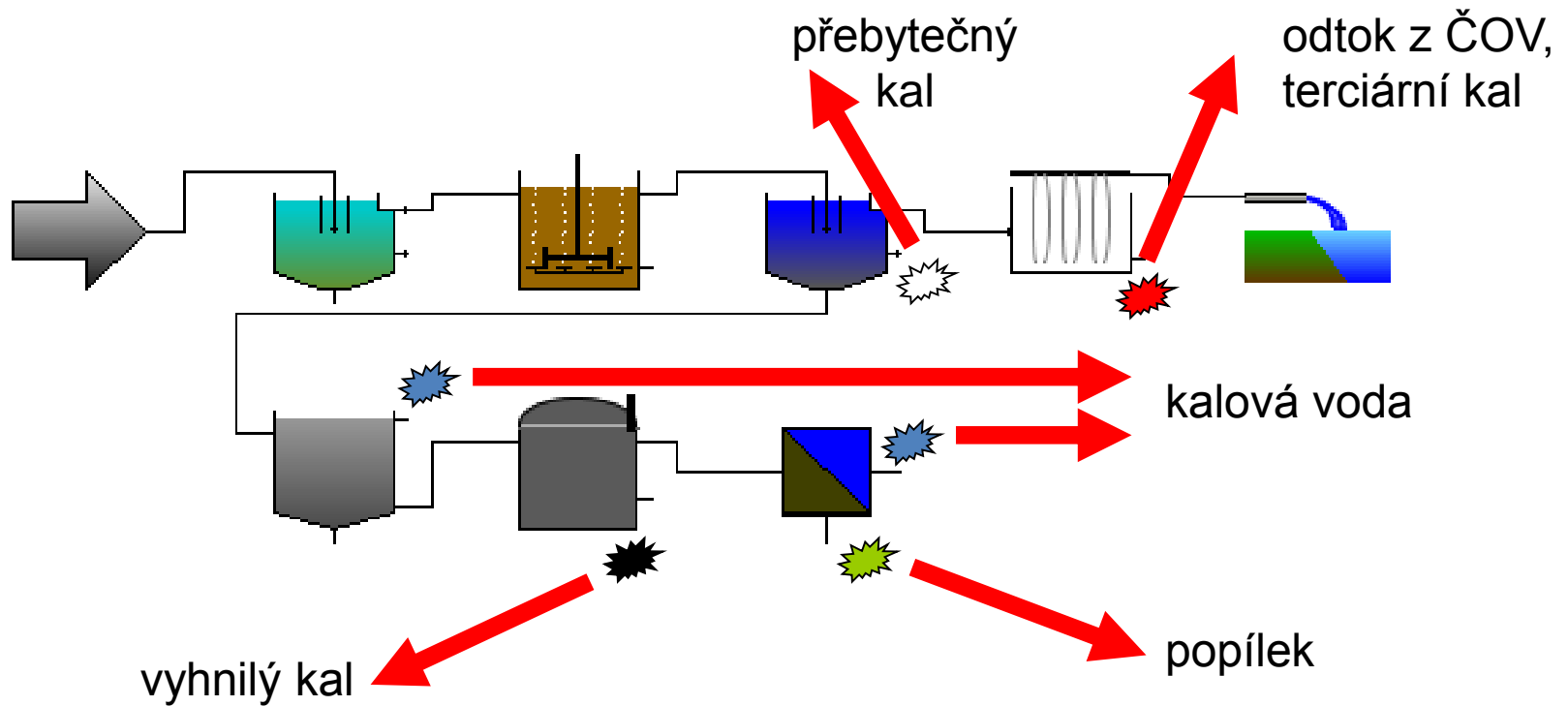
**ŘEŠENÍ DŮSLEDKU**

(odstranění sinic a  
vodního květu)

# ČISTÍRNA BUDOUCNOSTI ???



# RECYKLACE FOSFORU



- v současnosti existuje něco přes 20 technologií na recyklaci fosforu
- fosfor lze na čistírnách recyklovat ca. na pěti místech – odtok, přebytečný kal, vyhnílý kal, kalová voda a popílek
- procesy recyklace lze rozdělit zhruba do třech kategorií: srážení, termická úprava a mokrá chemická extrakce se srážením
- pokud konstatuju, že hlavním problémem recyklace jsou těžké kovy a soustředím se pouze na technologie spojené s kalem, pak:



kalová voda

srážení

PHOSTRIP (CaP), PRISA  
(MAP)

pelety

CRYSTALACTOR (CaP, MAP), OSTARA  
(MAP)

adsorpce

PROPHOS (CaP), RECYPHOS (FeP),  
PHOSEIDI (CaP)

těžké kovy  
přítomny

bez loužení

BERLIN (MAP), AIRPREX (MAP), FIXPHOS  
(CaP)

vyhnilý kal

loužení

SEABORNE (MAP), LOPROX/PHOXAN (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>),  
AQUARECI (FeP, AIP, CaP), CAMBI (FeP, AIP,  
CaP), KREPRO (FeP), SEPHOS (AIP, CaP), PASCH  
(MAP), BIOLEACHING (MAP), BIOCON (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)

těžké kovy  
rozpuštěny

popílek

termické  
čištění

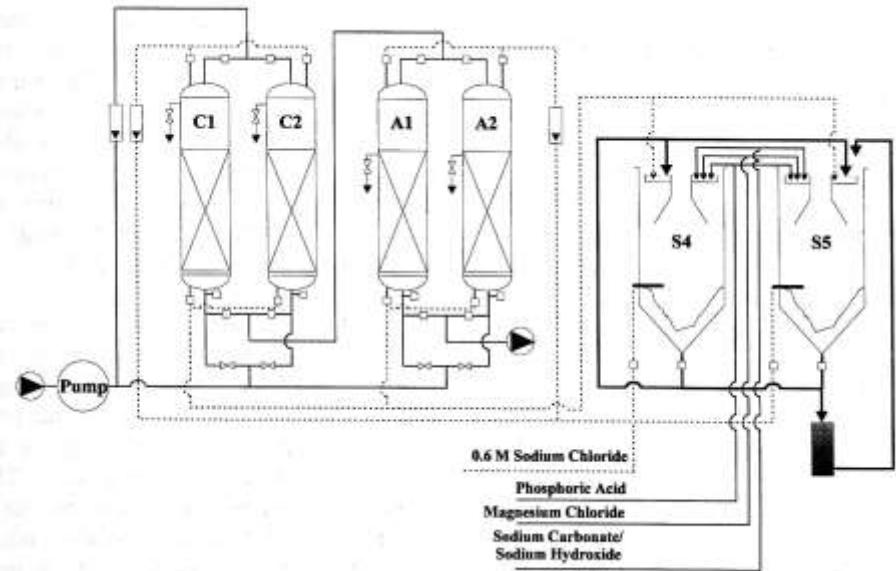
MEPHREC (CaP), ASHDEC (hnojivo), P-  
INDUSTRY (hnojivo), THERMPHOS

těžké kovy zplyněny

# SPOLEČNÁ RECYKLACE DUSÍKU A FOSFORU

## - technologie RIM-NUT

Princip: terciární čištění, ve kterém je adsorpční kolona se selektivními ionexy na amonné a fosforečnanové ionty; ty jsou po regeneraci kolony smíseny s  $MgCl_2$  za vzniku struvitu; realizace regenerovala nakonec pouze amonné ionty a do směsi byla dodávána  $H_3PO_4$



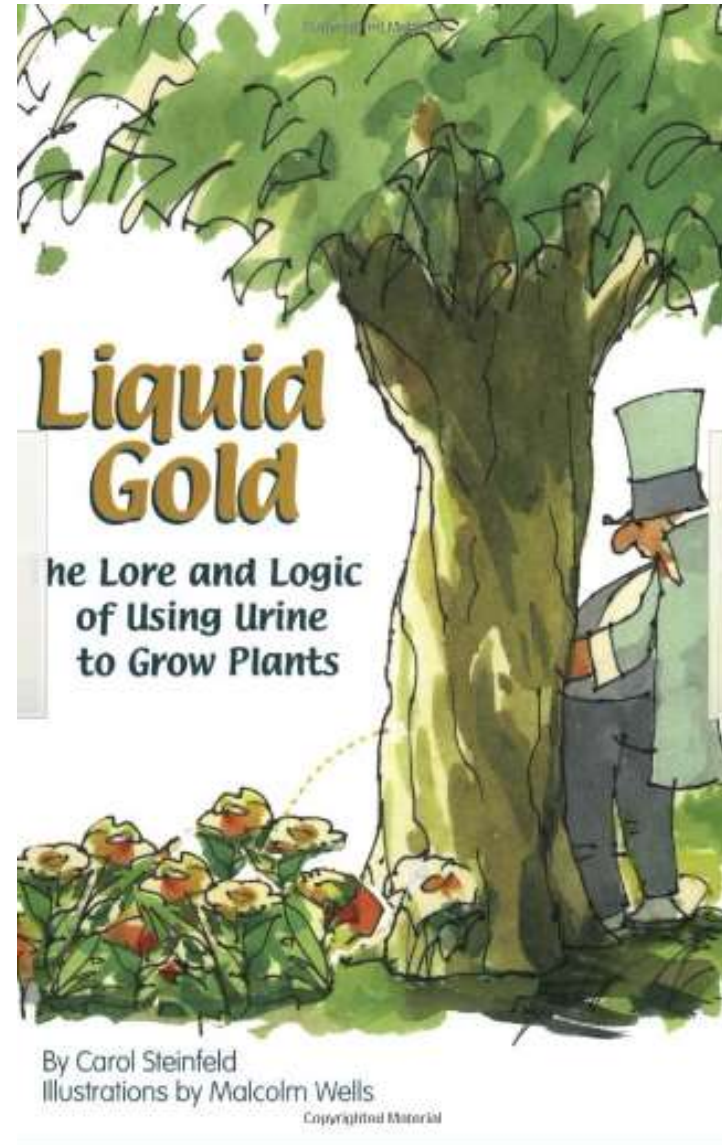
## - technologie BER

- do odvodněného kalu se přidá bezvodý amoniak, čímž se zvedne pH na 11 a teplota na  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ , poté se přidá  $H_3PO_4$  a pH se zneutralizuje, nicméně teplota se zvedne na  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , čímž se kal hygienizuje, po vysušení se prodává jako hnojivo – realizace v Arizoně



# SEPARACE U ZDROJE

- oddělení moče a výroba hnojiva – buď struvitu nebo fosforečnanu vápenatého





# EXPERIMENTY SE ŽLUTÝMI VODAMI

- moč je potřeba před dalším nakládáním moč hygienizovat. Nejjednodušší způsob je její uskladnění po dobu několika měsíců. Příručka WHO pro nakládání s exkrementy stanovuje dobu stabilizace na 6 měsíců, při 20 °C
- čistá moč mužského původu o objemu 10 m<sup>3</sup> uskladněna v nádržích a pravidelně monitorována. Klíčovými parametry byly mikrobiální ukazatele a obsah N, P, K



# SLOŽENÍ HYGIENIZOVANÉ MOČI

Mikrobiální ukazatele sledované v moči během hygienizace

<i>Mikrobiální parametr</i>	<i>1. měsíc (KTJ/100 ml)</i>	<i>6. měsíc (KTJ/100 ml)</i>
Enterokoky	85	0
<i>Escherichia coli</i>	0	0
<i>Salmonella</i>	negativní	negativní
Termotolerantní koliformní bakterie	0	0

Obsah nutrientů v moči po 6 měsících uskladnění

<i>Parametr</i>	<i>Jednotka (mg/l)</i>	<i>Parametr</i>	<i>Jednotka (mg/l)</i>
TP	180	K	301
TKN	2200	CHSK <sub>Cr</sub>	2280
N-NO <sub>3</sub>	< 0,2		

# EKONOMICKÁ BILANCE

Nutrienty obsažené v lidských výkalech a jejich obsah v standardním hnojivu potřebném k vyprodukování 250 kg zrní za rok

<b>Nutrienty</b>	<b>Moč (500 l)</b>	<b>Fekálie (50 l)</b>	<b>M+F</b>	<b>Hnojivo</b>
<b>N (kg)</b>	5,6	0,09	5,7	5,6
<b>P (kg)</b>	0,4	0,19	0,6	0,7
<b>K (kg)</b>	1,0	0,17	1,2	1,2
<b>N+P+K (kg)</b>	7,6 (94%)	0,45 (6%)	7,5 (100%)	7,5

# DŮVODY SEPARACE MOČI

- snížení koncentrace nutrientů s ohledem na následné problémy s trofizací a s ohledem na náklady spojené s odstraněním jejich následků
- minimalizace množství odtékajících živin v OV s ohledem na ekonomiku čištění vod, zejména snížení koncentrace dusíku zlevní proces čištění
- odlehčení nátokových parametrů na vstupu do ČOV, díky čemuž je možno uvažovat o dalších, ekonomicky méně náročných technologiích pro ČOV např. u domovních čistíren
- recyklace živin obsažených v moči ve formě hnojiva - zásoby fosforu klesají a cena fosforečnanových i dusičnanových hnojiv opakovaně vzrůstá

# SNÍŽENÍ EUTROFIZACE VOD

**Složky a zdroje znečištění domovních odpadních vod a jejich hodnoty, standardní domácnost**

Parametr	Jednotka	Toaleta celkem	Žlutá voda	Kuchyně	Koupelna/pračka	Celkem
OV	m <sup>3</sup> /rok	19	11	18	18	55
CHSK	kg/rok	27,5	5,5	16	3,7	47,2
BSK	kg/rok	9,1	1,8	11	1,8	21,9
N	kg/rok	4,4	4,0	0,3	0,4	5,1
P	kg/rok	0,7	0,5	0,07	0,1	0,87
K	kg/rok	1,3	0,9	0,15	0,15	1,6

**Roční produkce fosforu obsaženého v žluté vodě o objemu 11 m<sup>3</sup> je 0,5 kg fosforu, což je 20 % z celkově sledovaného množství odpadní vody,**

# ZÁVĚRY – I.

- cena fosforečnanových hnojiv stoupá a bude stoupat čím dál tím markantněji a pouze trh ukáže, které technologie budou životaschopné → fosfor by se ale měl recyklovat a ne odstraňovat
- z technologického hlediska se nejlépe ekonomicky jeví výroba struvitu nebo fosforečnanu vápenatého a aplikace hygienizovaného kalu na zemědělskou půdu
- recyklace dusíku vyjde prozatím dražší než vlastní výroba hnojiv ze vzdušného dusíku, hlavní proměnná která může toto tvrzení změnit je pravděpodobně cena energie
- jako jediná ekonomicky zajímavější z příp. cest recyklace dusíku se jeví recyklace z kalové vody
- rozhodopádně největší potenciál pro recyklaci N a P v oblasti čištění komunálních odpadních vod je separace u zdroje (zejména moči) – velice dobře a snadno realizovatelné zejména v kancelářských, průmyslových a obchodních budovách
- mnohem větší potenciál recyklace nutrientů leží v průmyslových odpadních vodách než v komunálních, zejména kvůli tomu, že jsou tam koncentrované proudy nutrientů

# ZÁVĚRY – II.

- existuje velký sortiment separačních zařízení umožňujících jak oddělení moči, tak minimalizaci naředění (výrobky umožňující odvádění, skladování a zpracování moči)
- z pohledu ekonomického se jeví důležitá i minimalizace množství odtékajících živin v OV a zejména pak odlehčení látkových parametrů na vstupu do ČOV pomocí separace moči, čímž se sníží i celková spotřeba energie potřebná pro vyčištění odpadní vody
- vhodné je v řadě případů také využít možnosti odseparování moči k dosažení potřebných odtokových parametrů, jako je koncentrace amoniakálního dusíku, zejména na lokalitách se zvýšenými požadavky na odstranění nutrientů nebo zefektivnění procesů čištění vod na lokalitách, kde díky vysokým koncentracím obyvatel není možné bez problémů a efektivně odpadní vodu čistit běžným způsobem
- pokud by se podařilo odseparovat kromě žluté vody i šedou a hnědou vodu a využít jejich potenciál v zemědělství, došlo by k významnému zlepšení eutrofizace vodních toků a rovněž by se zlepšily půdní poměry a udržitelnost zemědělství. V dnešní době chybí v půdě organické odpady, které zatím nerozvážně skládkujeme nebo vypouštíme spolu s odpadní vodou

***Poděkování: Projekt QJ1320234:  
„Z odpadů surovinami“ je  
financován za podpory NAZV***



**Děkuji za pozornost**





