

Výhled přístupů k využívání kalů z ČOV

Miroslav Kos



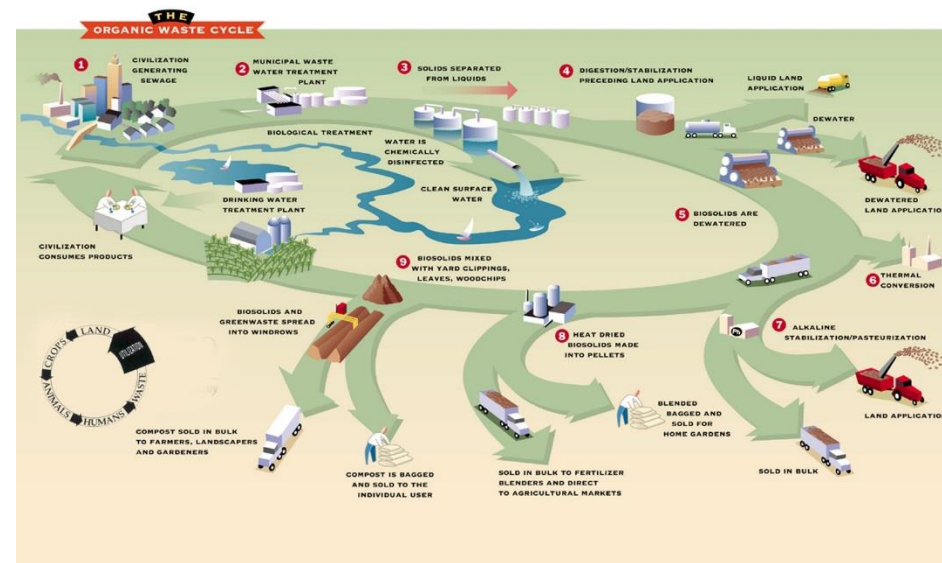
1. Současná praxe a Oběhové hospodářství
2. Mikropolutanty, energie a fosfor vymezují prostor
3. Legislativa – vývoj
4. Budoucí vývoj v kalovém hospodářství
5. Souhrn



| | | |
|---|---|-------------|
| Mesophilic Anaerobic Digestion | - | MAD |
| Thermophilic Anaerobic Digestion | - | TAD |
| Combined Heat and Power | - | CHP |
| Advanced MAD | - | AMAD |
| Thermal Hydrolysis Process | - | THP |

Současné změny v nakládání s kaly jsou vyvolány celou řadou omezení z hlediska dříve konvenční likvidace kalů nebo podmínek pro využití kalů. Omezení jsou nevyhnutelným důsledkem několika významných trendů:

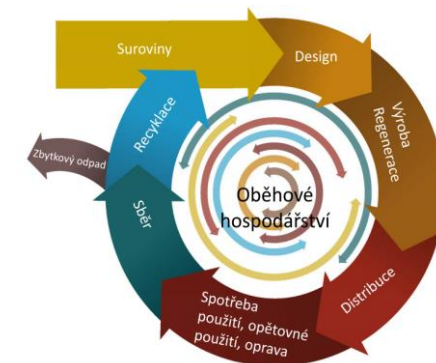
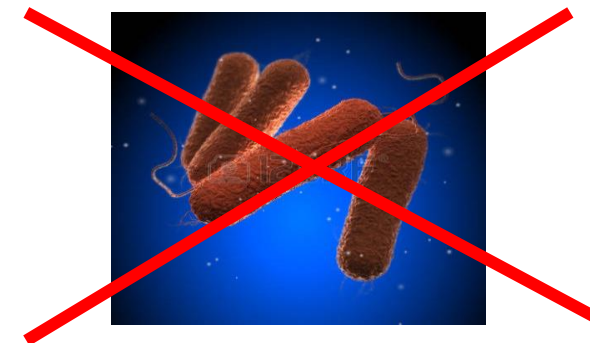
- Postupné snižování dostupnosti skládek pro likvidaci pro biologicky rozložitelných odpadů (závěrný termín – rok 2024)
- Zvýšený odpor k zemědělskému využití ze strany zainteresovaných stran pod tlakem informací o změnách složení kalů
- Zásadně odlišným složením kalu oproti minulosti, které vyvolává přísnější požadavky na kvalitu kalů z hlediska kovů, specifických organických mikropolutantů a hygienických parametrů
- Přípravou nových evropských i směrnic jednotlivých států o využívání kalů na půdu, resp. o hnojivech
- Cíleně zvyšující se náklady na ukládání na skládky jako strategie zabránění ukládání organických látek na skládky
- Zájemem na získání fosforu jako výhledově kritického materiálu EU, možnost materiálové transformace nebo prosté energetické využití jako palivo

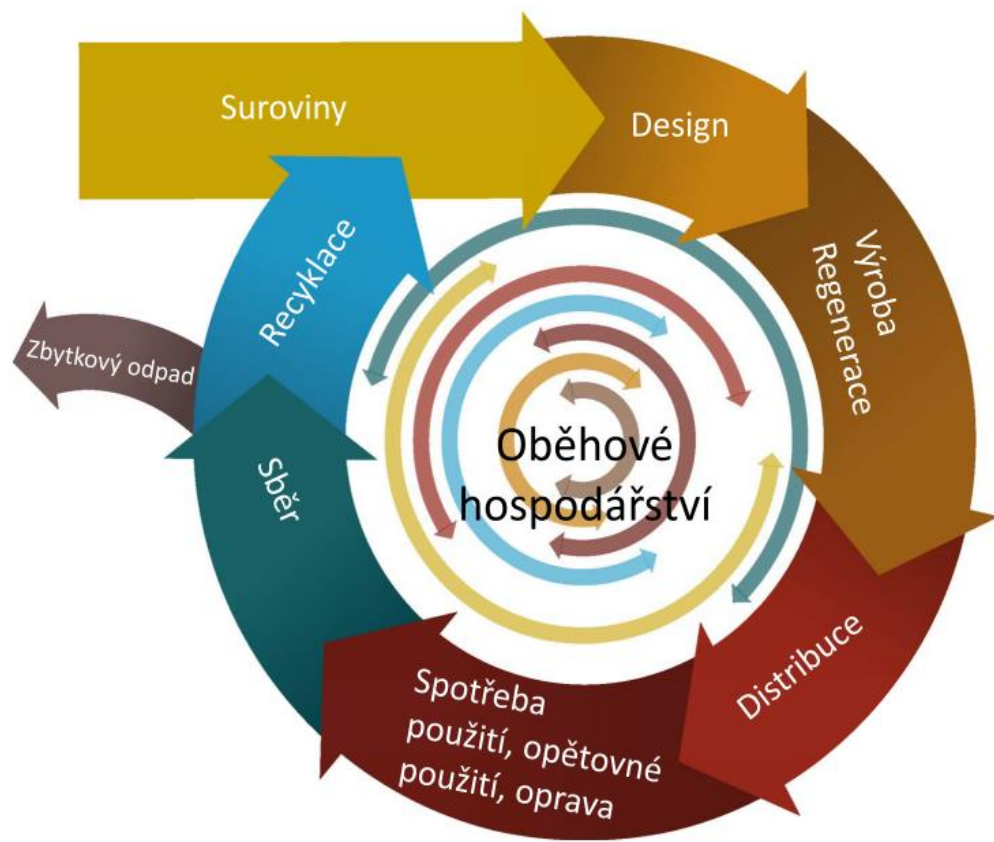


1. První bylo zaměření se na **mikrobiální vlastnosti kalů**. Přenos patogenů z nakládání s čistírenskými kaly je stále velkým hygienickým problémem. Proto bylo v roce 2010 doporučeno požadovat v nových národních a mezinárodních předpisech a normativch uplatnění přísnějších limitů (tzv. Enhanced nebo Class A) s cílem výrazně snížit jakékoli riziko vzniku nemoci vyplývající z používání kalů pro zemědělské praxi nebo jiného využití.

2. Druhou a klíčovou skutečností byly závěry EU projektu zaměřeného na **složení čistírenských kalů** v souvislosti s přípravou nových směrnic souvisejících s kritérii „End-of-waste“. Kritickým zjištěním bylo, že v kalech a kompostu vyrobeném s použitím čistírenských kalů byly **dramaticky překročeny koncentrace PFC** (per a polyfluoridované sloučeniny). Pozornost je soustředěna na perfluorooctan sulfonát (PFOS) and perfluorooctanovou kyselinu (PFOA), což jsou silné **endokrinní disruptory** (snížení funkce imunitního systému, mohou způsobit nepříznivé účinky na více orgánů, včetně jater a slinivky břišní a způsobit např. vývojové problémy hlodavců)

3. **Filosofie Circular Economy** (Oběhové hospodářství) definuje kal v několika polohách jako předmět tohoto přístupu.

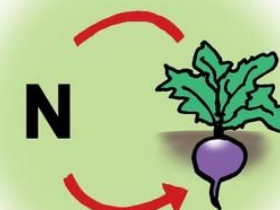
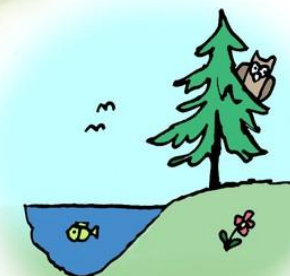




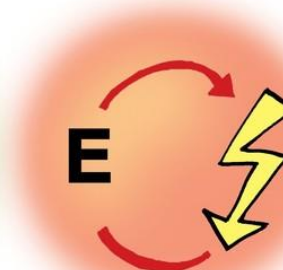
Ochrana zdraví



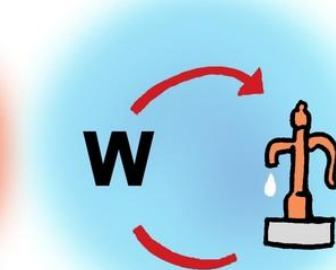
Ochrana životního prostředí



Recyklace
Nutrientů



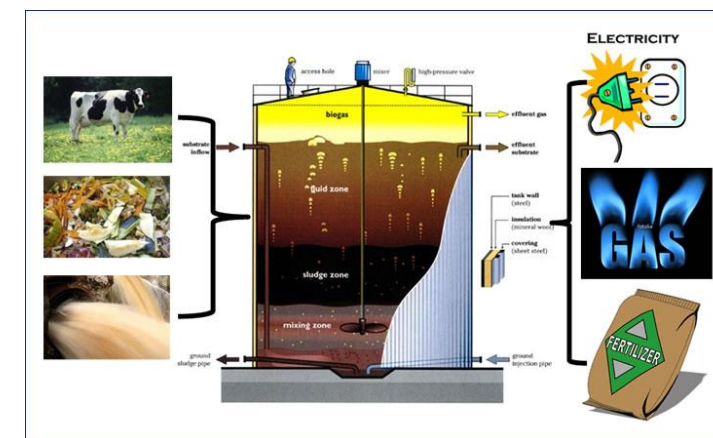
Recyklace
Energie



Recyklace
Vody

V závislosti na legislativě a provozních podmínkách, jsou především následující potřeby

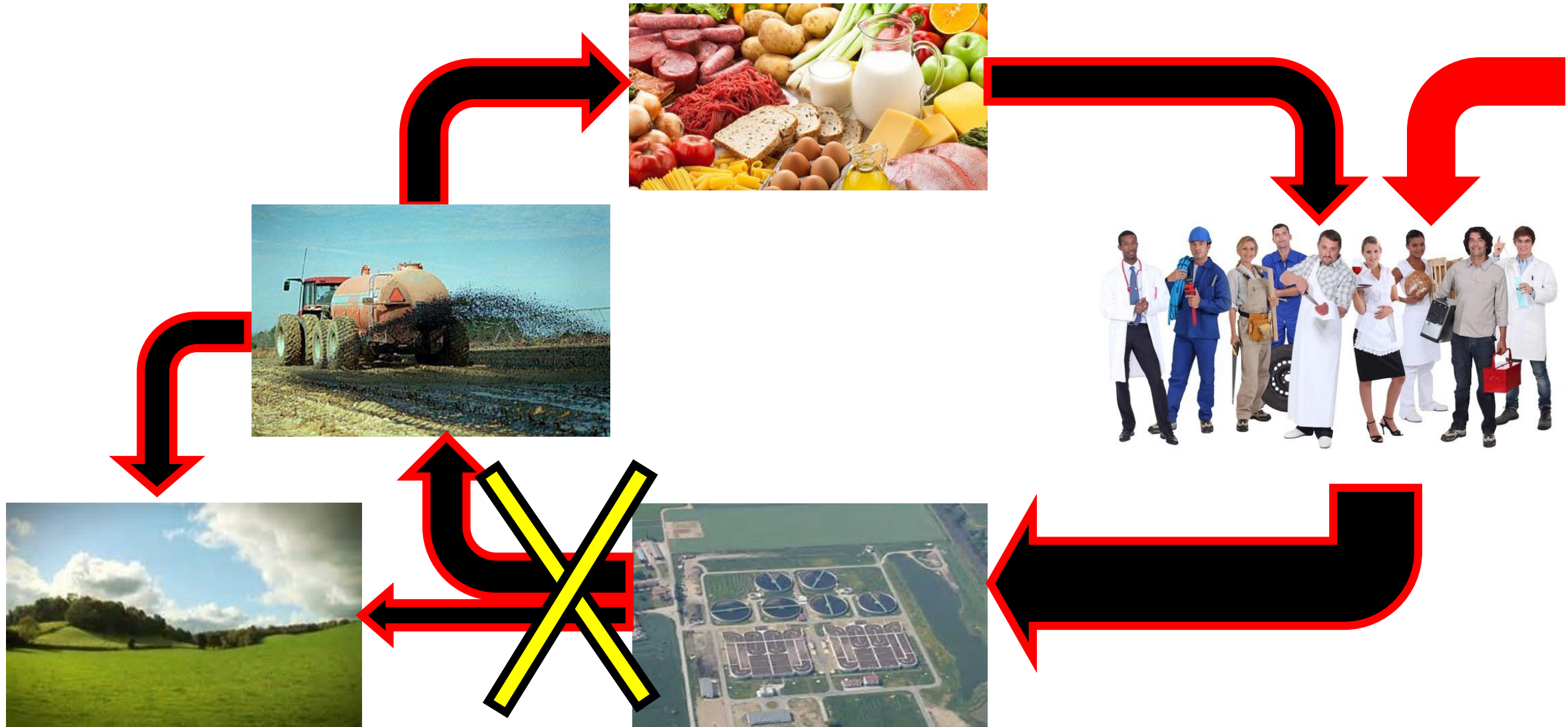
- Snížit koncentrace patogenních organismů ve stabilizovaném kalu, stabilizace produkce kvalitního kalu z hlediska mikrobiologických vlastností
- Zvýšit rozklad organického podílu kalu s cílem snížit produkci množství kalu následně zpracovávaného za anaerobní stabilizací, tedy snížit provozní náklady na odvodnění a následné nakládání s kalem (např. sušení kalu, doprava kalu)
- Zvýšit produkci bioplynu s cílem pokrýt zvýšenou produkcí obnovitelné energie část provozních nákladů tepelných procesů kalového hospodářství
- Snížit náklady na ohřev kalu a tepelné ztráty při MAD prostřednictvím zvýšení provozní koncentrace vyhnívaného kalu (snížit množství ohřívané vody), současně zvýšit jednotkový výkon MAD (zvýšení výkonu stávajících vyhnívacích nádrží)
- Dosáhnout vyšší odvodnitelnosti kalu díky odstranění buněčné vody mikroorganismů, snížení nákladů na odvodnění a dopravu kalů
- Snížit pěnění ve vyhnívacích nádržích (díky snížení viskozity kalu)
- Stabilizovat kvalitu výstupu, snížení možnosti vývoje zápachu za anaerobní stabilizací.



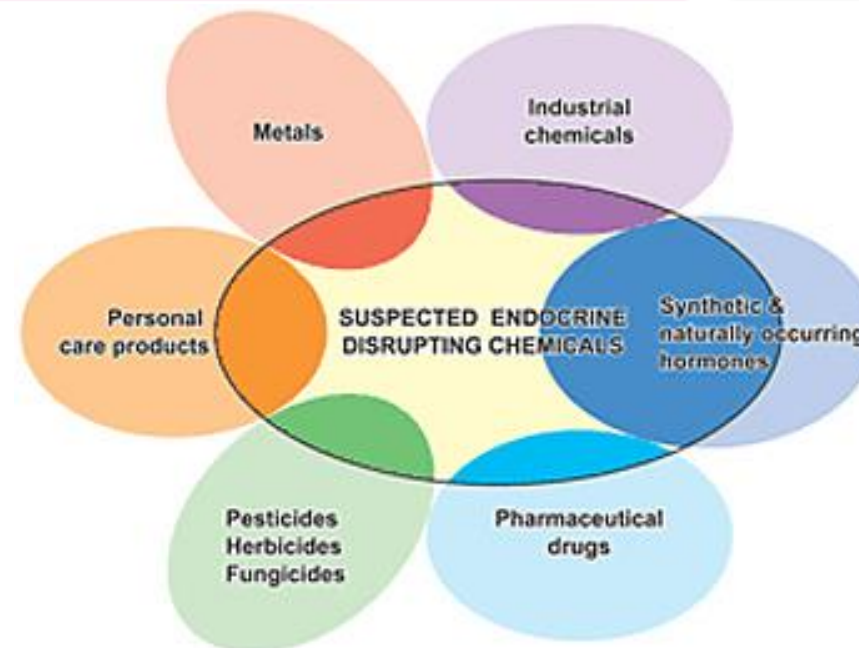
Současný způsob nakládání s kaly (95 % finálně skončí na půdě!!!)



Recyklace mikropolutantů nebo jejich odstranění (?)



- **patogeny**
- **zbytky léků**
- **těžké kovy**
- **mikroplasty**
- **drogy**
- **biocidy**
- **hormony**
- **látky narušující činnost žláz s vnitřní sekrecí**



Some chemicals from the "families" above are potentially endocrine disruptors

Ve smyslu principu předběžné opatrnosti vzhledem k aplikaci čistírenských kalů na půdu a kompostování, **je nezbytné zvážit pokračování této praxe.**

Rovněž skutečnosti ze studií OECD, poukazující na zvyšující se znečištění čistírenských kalů umělými nanomateriály a s tím související nejistoty vyplývající se současné praxe aplikace čistírenských kalů, jsou **významným důvodem na přehodnocení současné praxe**

Pharmaceuticals



Harm = Poškodit

Co bude cílovým řešením a co je postupným cílem?

Je evidentní, že **cílovým řešením** bude **eliminace zdravotních rizik** – tzn. musí být dosaženo **likvidace mikropolutantů**.

- Termické procesy

První postupný cíl - **problém mikrobiálních vlastností**, ostatně už měl být dávno řešen

- Hygenizace
- Sušení nebo termické procesy

Ekonomicky a politicky postupný cíl - **maximální výtěžek energie** z biomasy kalu a její regionální využití při zpracování kalů.

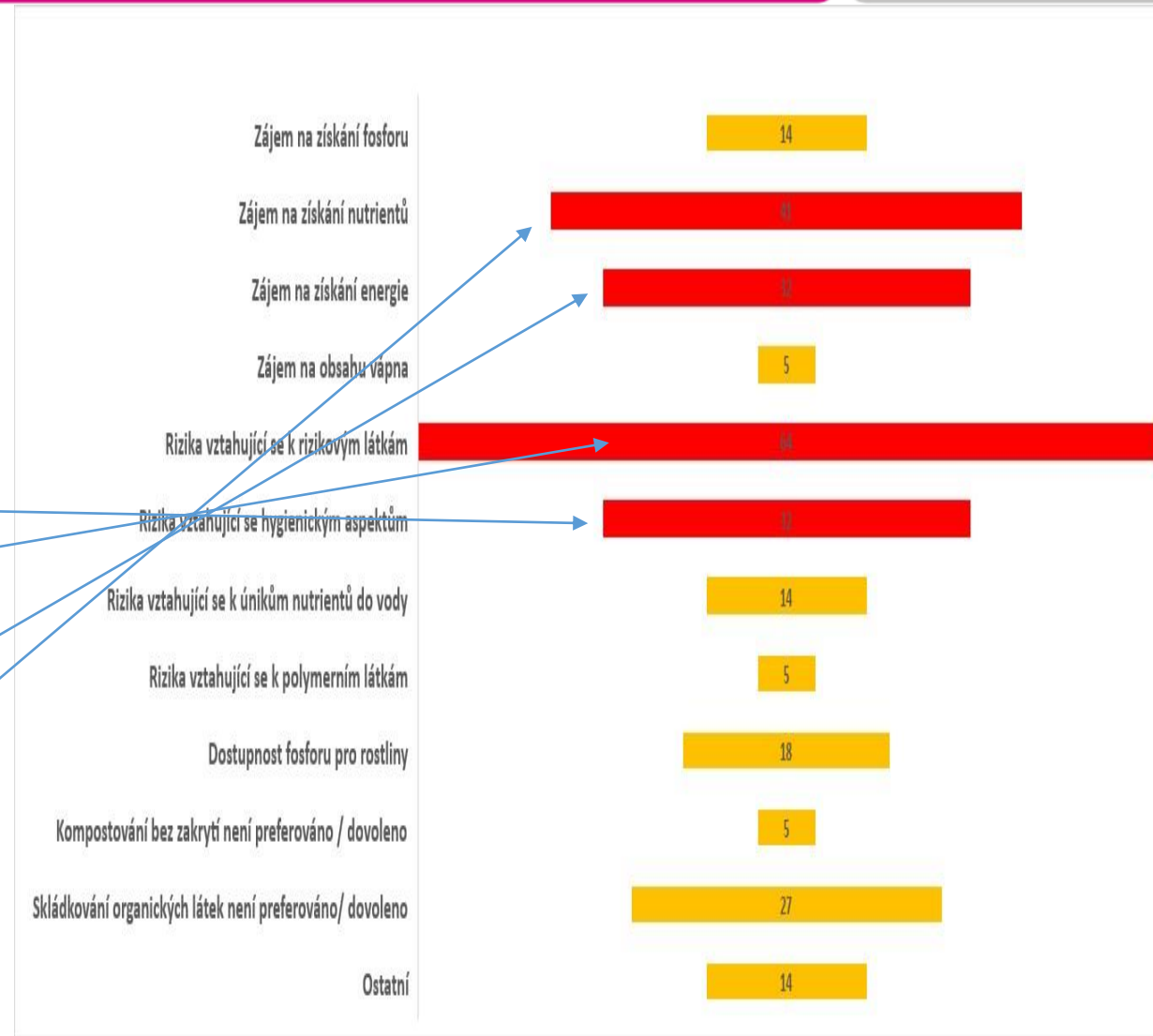
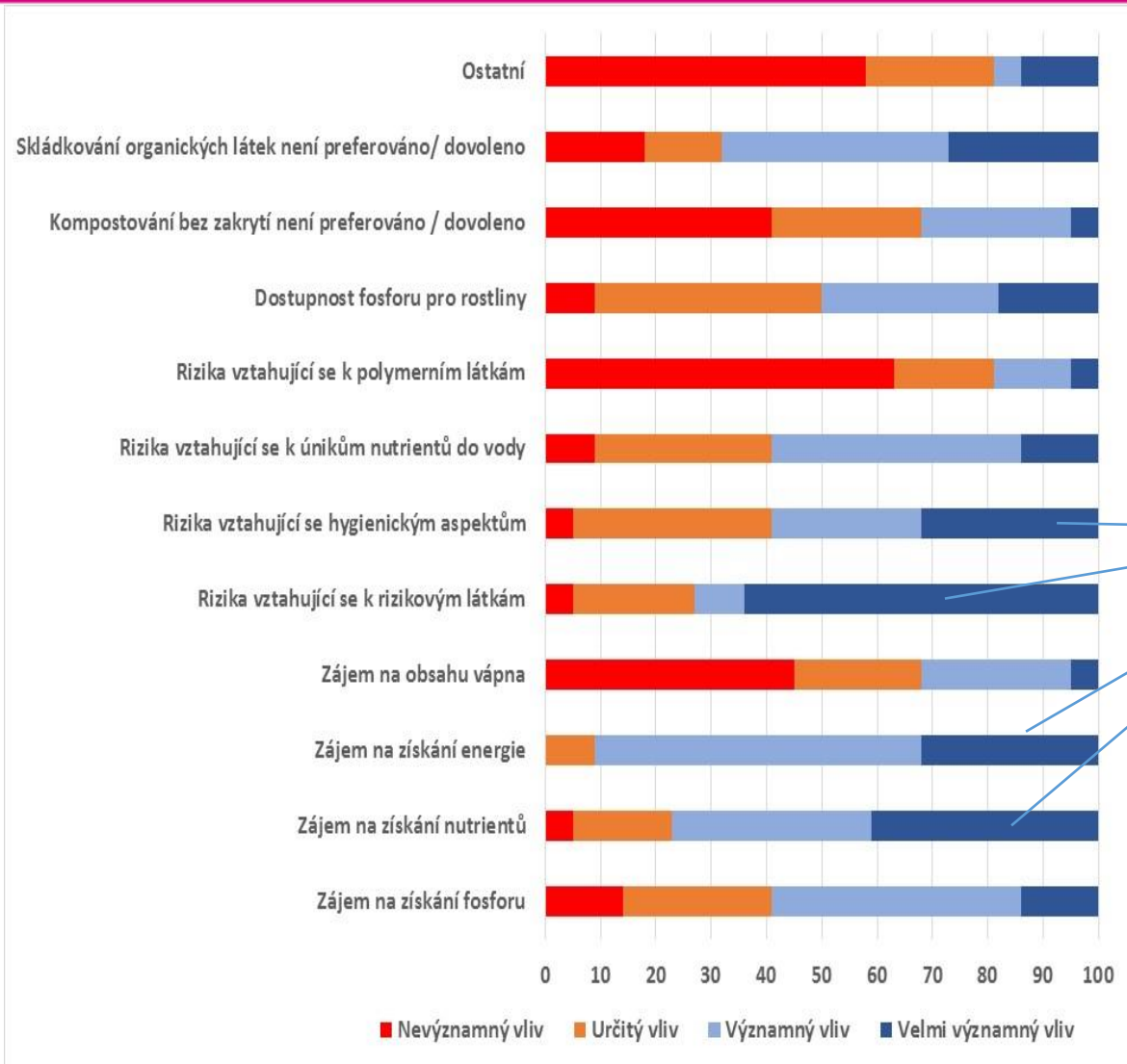
- Hydrolýza kalu
- Účinné využití bioplynu a tepla

Ekonomicky a politicky postupný cíl - požadavek na **získání fosforu**, výhledová situace je skutečně vážná, zřejmě rovněž **cílové řešení**

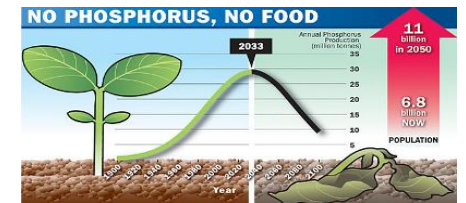
- Chemicky (struvit)
- Sušení a monotermitické procesy (fosfor z popele)
- Sušení a termochemické procesy (biochar)

| | Politické důvody | Environmentální důvody | Hygienické aspekty |
|--|--|--|--|
|  | Filosofie oběhového hospodářství jako součást chytrého vyživání zdrojů. Kritické materiály EU - jako další politický cíl. Vydány návrhy nových směrnic blokující přímé využívání. | Prokázané negativní dopady na životní prostředí jsou hlavním důvodem. Nové hnací síly – endokrinní disruptory, mikroplasty, zbytky léčiv. | Základem je doporučení z roku 2010, v každé členské zemi různá pravidla . Tlak na uplatnění BAT technologie produkující kal pouze třídy A nebo Enhanced. Nově návrh zákazu využívání z důvodu mikropolutantů . |
|  | Koaliční dohoda „Deutschlands Zukunft gestalten“ („Utváření budoucnosti Německa“) v současné německé vlády „.. k zastavení využívání čistírenských kalů jako hnojivo v zemědělství a získávání fosforu a dalších živin,“ | Hnojení rozptýlí těžké kovy, perzistentní organické sloučeniny a jiné znečišťující látky (jako mikroplasty), které představují potenciální riziko pro životní prostředí . | Zbytky léčiv z čištění komunálních odpadních nebo ze živočišné výroby mohou obsahovat rezistentní bakteriální kmeny , které se mohou dostat až do lidského organismu prostřednictvím životního prostředí a potravinového řetězce. |
|  | Žádný , není součástí politických programů – zatím. Byrokratické – nutnost přijmout (aplikovat) EU směrnice. | Existující pravidla jsou více než 20 let stará, je potřeba jejich obnovy na novou úroveň. Boj o zákon o nových odpadech . | Nově je to Nařízení vlády 437/2016 Sb., efektivní od 1.1.2020. Dotýká se převážně mikrobiologické kvality kalů , ostatní přístupy až po uvedení nového zákona o odpadech či směrnic EU. Probíhá notifikace doplnění Vyhl. č. 474/2000 Sb. |

Trendy očekávaného vývoje podle průzkumu EurEau (10/2016)



- Spolková republika Německo přistupuje na přísnějšími limity pro použití v zemědělství
- Spolkové ministerstvo životního prostředí, ochrany přírody, stavebnictví a jaderné bezpečnosti, po dlouhých letech příprav, předložilo aktualizovaný návrh zákona (AbfKlarV) pro čistírenské kalý v červnu 2016, který byl **26.9. 2016 notifikován EU**. Dne **18.1.2017 byl schválen vládou SRN** a doplněn o max. délku přechodného období. **12.5.2017 bylo schváleno Bundesratem**.
- **Podle tohoto návrhu je přímé zemědělské využití kalů (bez materiálové transformace) zcela zakázáno pro čistírny nad 50 000 EO, materiálová transformace fosforu bude povinná při obsahu P na 2%, ČOV pod 50 000 EO budou muset splňovat nové předpisy pro aplikaci kalu. Zcela ukončení využívání do 15 let.**
- **Vláda prodloužila původně navrhovaná období, aby bylo možné postavit nová zařízení, případně aplikovat nové technologie. Žádný typ technologie není předepsán. Pro ČOV nad 100 000 EO je max. lhůta 12 let, pro ČOV nad 50 000 EO pak max. 15 let. Regionální vlády mohou tyto lhůty zkrátit.**
- Předpoklad, že vstoupí v platnost 1.1.2018, Další důvody:
 - ❖ **Používání polymerních flokulantů k odvodňování kalů !!! – zjištěn zásadní negativní vliv na degradaci půd (polyacrylamid), požadována bude 20% rozložitelnost během 2 let!!!**
 - ❖ **Znečištění organickými mikropolutanty (antibiotika, hormony, endokrinní disruptory), které zásadně ovlivňují už i zpracování odpadních vod, vyluhují se z kalů do půdy**



- Rakouské Spolkové ministerstvo zemědělství, lesnictví, životního prostředí a vodního hospodářství (také označováno zkráceně jako Ministerstvo životního prostředí) zveřejnilo **27.ledna 2017** návrh Spolkového plánu odpadového hospodářství (Bundes-Abfallwirtschaftsplan) a zahájilo proces projednávání za účasti veřejnosti
- **Návrh řešení obsahuje zákaz přímého používání kalů jako hnojiva nebo kompostování čistírenských kalů vzniklých v čistírnách odpadních vod s kapacitou 20 000 EO nebo vyšší, a to během přechodného období 10 let.**
- **Tyto čistírny budou muset získávat fosfor z kalů přímo na místě v případech (ČOV nad 50 000 EO), když obsah fosforu bude vyšší než 20 g P / kg sušiny, nebo mají dodávat své kaly do spalovny kalů, kde je zabezpečeno monospalování čistírenských kalů a následné získávání P z popela spálených kalů.**
- Zdůvodnění v kapitole 7.5 : „Vzhledem k tomu, že čistírenský kal obsahuje znečišťující látky, jako jsou hormony a látky narušující činnost žláz s vnitřní sekrecí, patogeny, zbytky léků, těžké kovy a mikroplasty, ve smyslu principu předběžné opatrnosti vzhledem k aplikaci čistírenských kalů na půdu a kompostování, je nezbytné zvážit pokračování této praxe. Rovněž skutečnosti ze studií OECD, poukazující na zvyšující se znečištění čistírenských kalů umělými nanomateriály a s tím související nejistoty vyplývající se současné praxe aplikace čistírenských kalů, jsou významným důvodem na přehodnocení současné praxe“.



• Ve Sbírce předpisů 19.12.2016 byla zveřejněna nová Vyhláška č. 437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady).



• Vyhláška stanovuje požadavky pro provozovatele zařízení na úpravu kalů tak, aby bylo prokazatelné, že technologie úpravy je schopna účinně kaly hygienizovat na požadované snížení počtu patogenních mikroorganismů. Provozovatel tedy bude povinen ověřovat technologii na úpravu kalů, a to na základě odebrání vzorků na vstupu do technologie a na výstupu z technologie a následného porovnání kontaminace, která nesmí překročit stanovený počet kolonií tvořících jednotku (KTJ).

• Podle § 10 - Požadavky na ověření účinnosti technologie úpravy kalů, je požadován rozdíl mezi kontaminací kalu před úpravou a kontaminací kalu po úpravě minimálně 10⁵ KTJ na gram kalu pro mikroorganismus *Escherichia coli* nebo enterokoky.

• Současně jsou upravena mikrobiologická kritéria pro použití upravených kalů na zemědělskou půdu, kdy od 1. ledna 2020 bude možné aplikovat na zemědělské půdy pouze kal kategorie I uvedený v tabulce č. 1 přílohy č. 4.

Vývoj legislativy ČR

Vyhláška č. 437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě

§ 5

Mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek a prvků v kalech a mikrobiologická kritéria pro použití kalů na zemědělské půdě

Na zemědělskou půdu mohou být použity pouze kaly, které

- nepřekračují mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek a prvků uvedené v příloze č. 3 k této vyhlášce a
- vyhovují mikrobiologickým kritériím uvedeným v příloze č. 4 k této vyhlášce.



Příloha č. 4 k vyhlášce č. 437/2016 Sb.

Mikrobiologická kritéria pro upravený kal pro aplikaci na zemědělské půdě

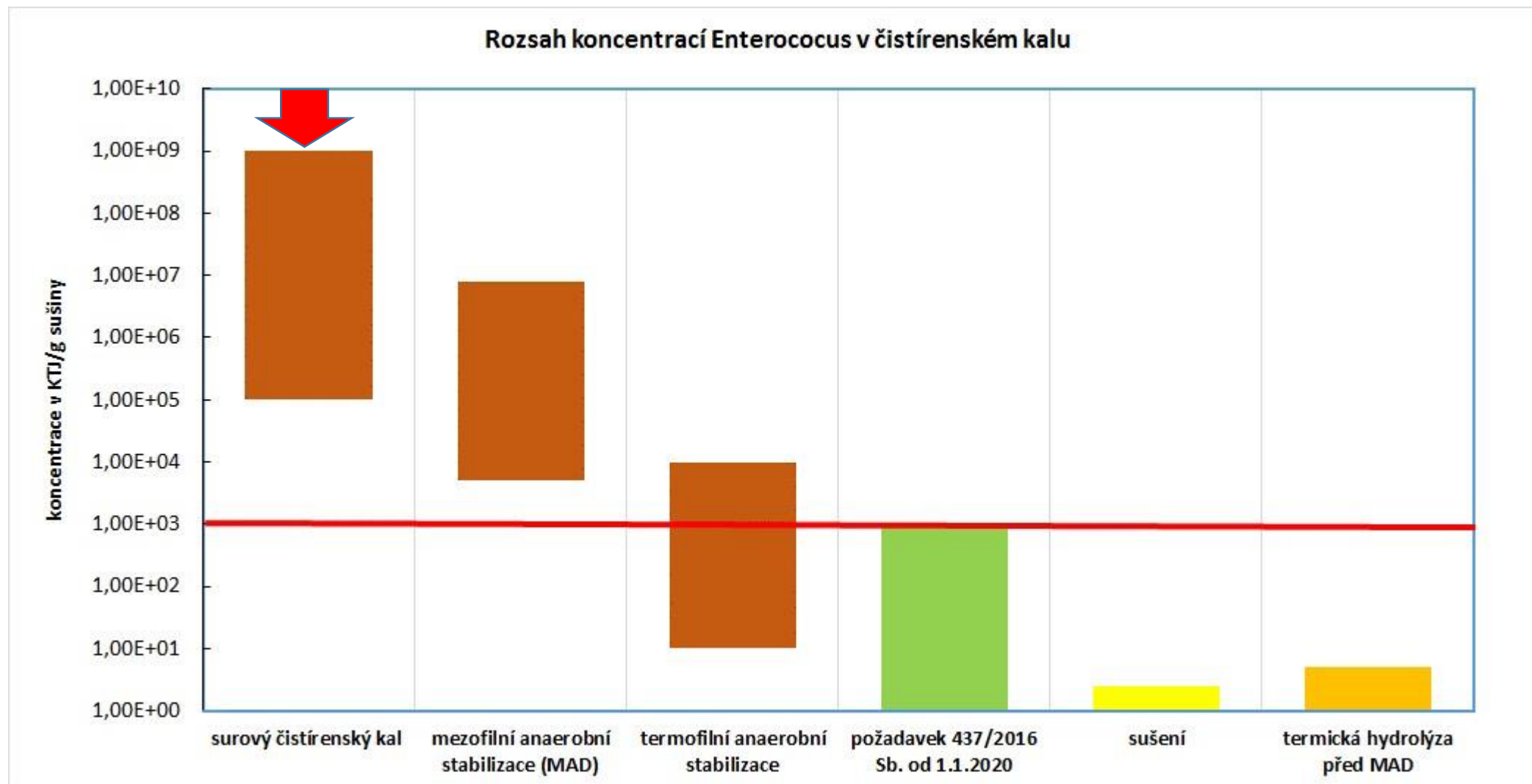
| Indikátorový mikroorganismus | Jednotky | Počet zkoušených vzorků při každé kontrole výstupu | Limitní hodnota (nález/ KTJ*) |
|----------------------------------|----------------|--|-------------------------------|
| Salmonella spp. | nález v 50g | 5 | negativní |
| Escherichia coli nebo enterokoky | KTJ* v 1 gramu | 5 | 4 1 |

* KTJ - kolonie tvořící jednotku

Mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek a prvků v kalech pro jejich použití na zemědělské půdě (ukazatele pro hodnocení kalů)

| Riziková látka | Mezní(maximální) hodnoty koncentrací v kalech (mg.kg ⁻¹ sušiny) |
|--|--|
| As - arzén | 30 |
| Cd - kadmium | 5 |
| Cr - chrom | 200 |
| Cu - měď | 500 |
| Hg - rtuť | 4 |
| Ni - nikl | 100 |
| Pb - olovo | 200 |
| Zn - zinek | 2500 |
| AOX | 500 |
| PCB (suma 7 kongenerů - 28+52+101+118+138+153+180) | 0,6 |
| PAU (suma antracenu, benzo(a) antracenu, benzo(b) fluoranthenu, benzo(k) fluoranthenu, benzo(a) pyrenu, benzo(ghi) perylenu, fenantrenu, fluoranthenu, chrysenu, indeno(1,2,3-cd)pyrenu, naftalenu a pyrenu) | 10 |

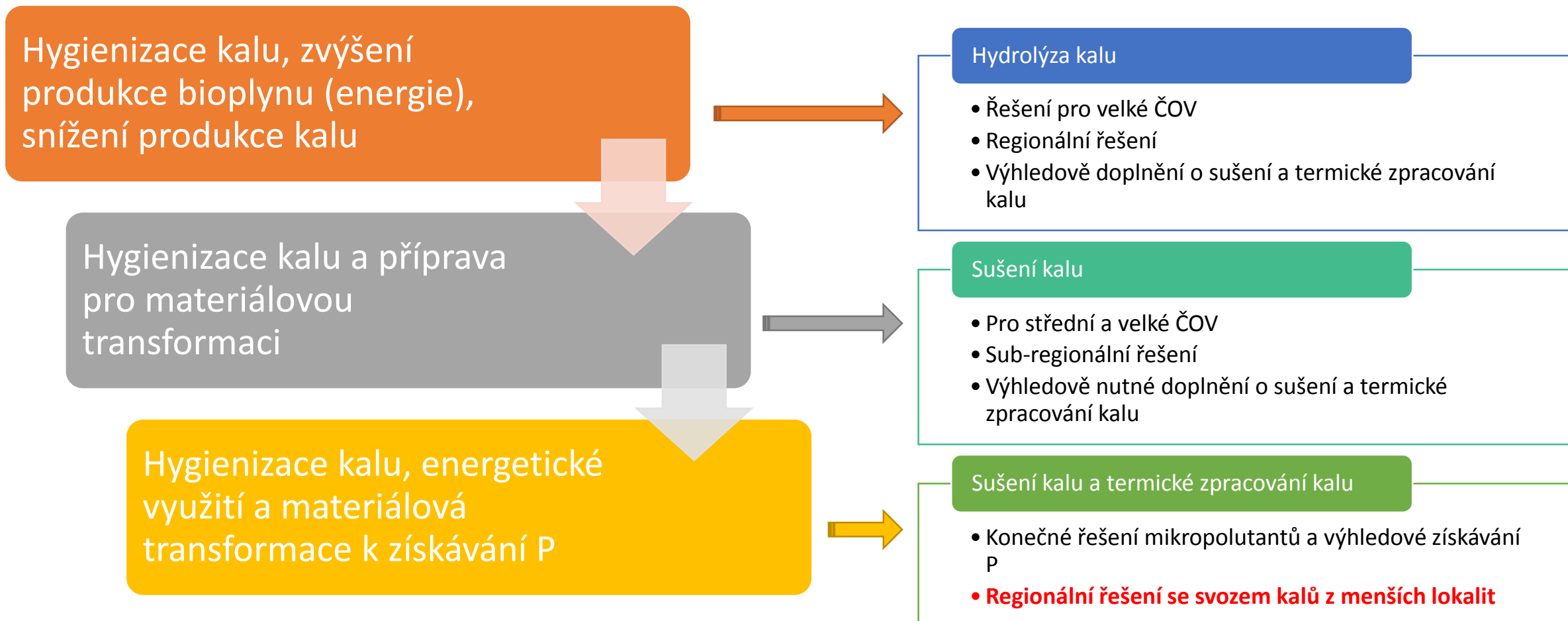
Kal kategorie II - kaly, které je možno do 31. prosince 2019 aplikovat na zemědělské půdy určené k pěstování technických plodin, na kterých se nejméně 3 roky po použití čistírenských kalů nebude pěstovat polní zelenina a intenzivně plodící ovocná výsadba, a při dodržení zásad ochrany zdraví při práci a ostatních ustanovení vyhlášky. **Od 1. ledna 2020 je možno aplikovat na zemědělské půdy pouze kal kategorie I**



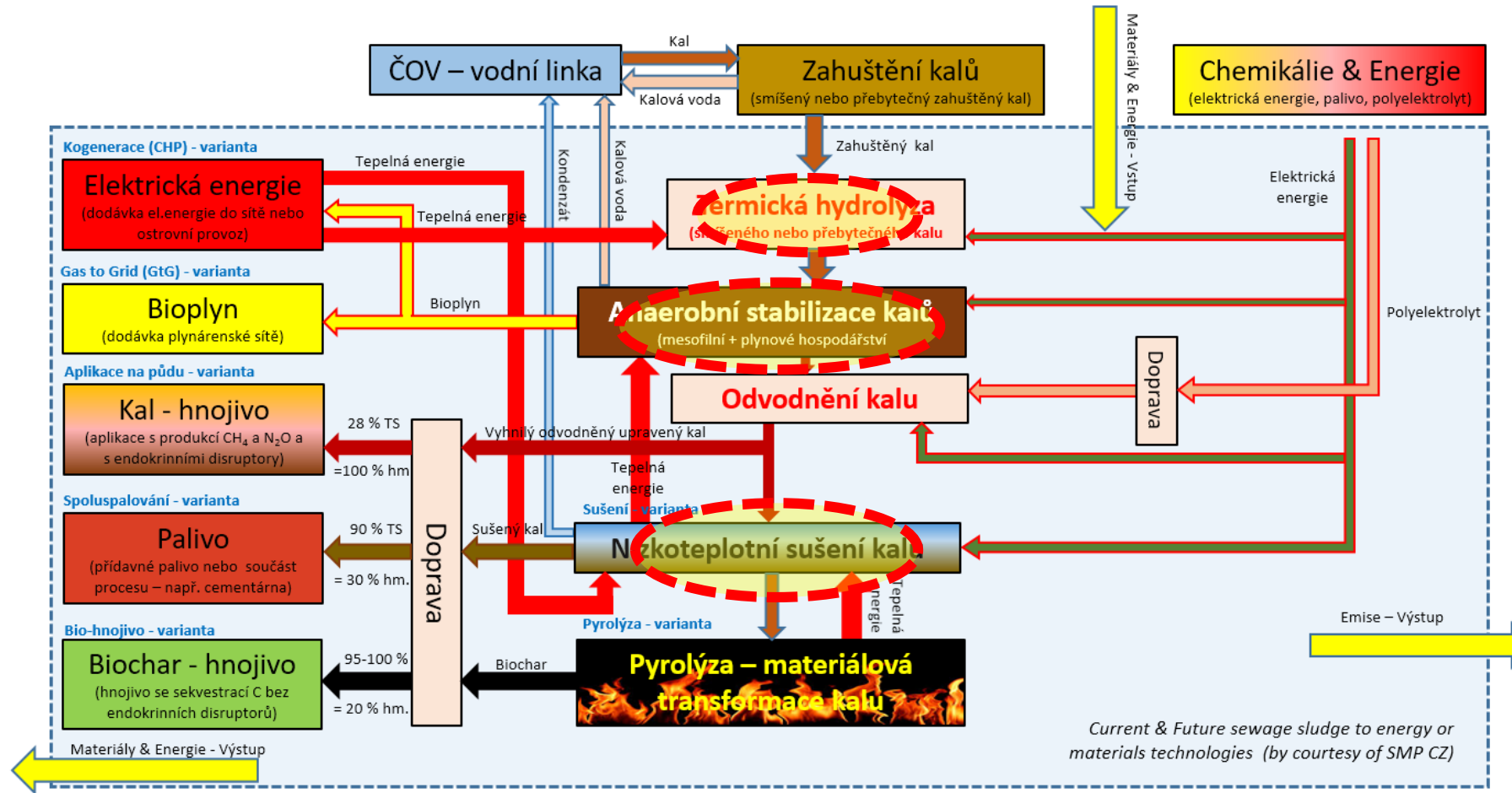
Hlavní trendy vývoje technologií kalového hospodářství ČOV jsou zaměřeny na získání energie a transformovaných materiálů za současné likvidace mikropolutantů



Takto to asi
nepůjde!!



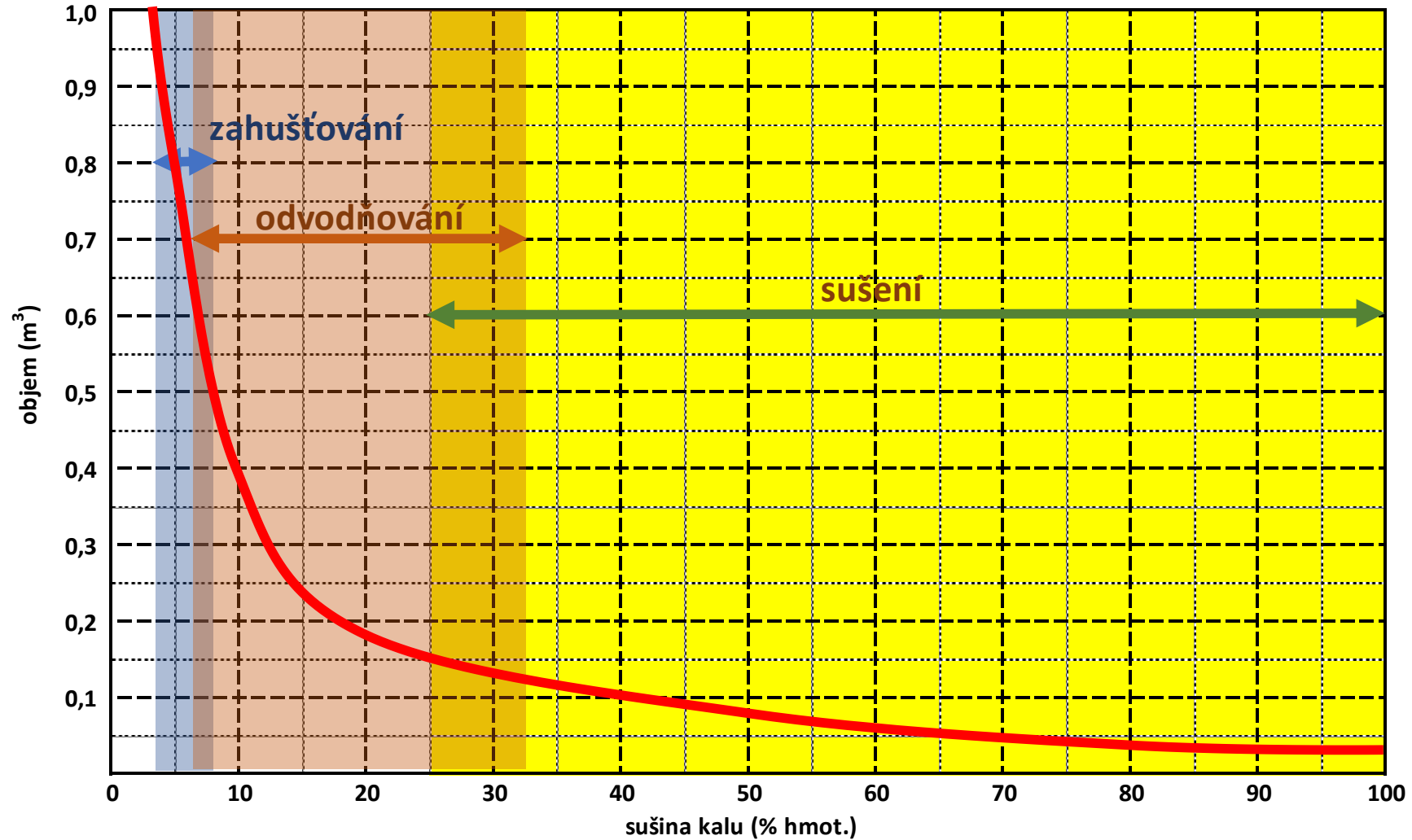
Současný trend – vznik tzv. „ Advanced Mesophilic Anaerobic Digestion (AMAD)“



- ✓ Spolehlivé zabezpečení hygienizace kalu
- ✓ Okamžitá implementace do stávajících linek kalového hospodářství bez dopadu na současné technologie kalového hosp.
- ✓ Možnost využití odpadního tepla z kogenerace
- ✓ Snížení objemu produkováných kalů, zvýšení sušiny kalech 20 % na 90 %
- ✓ Vytvoření nového „produktu“ - zvýšení možností finálního využití kalů



Snížení objemu 1m³ kalu o sušině 3,5 % hmot. během zpracování v kalovém hospodářství

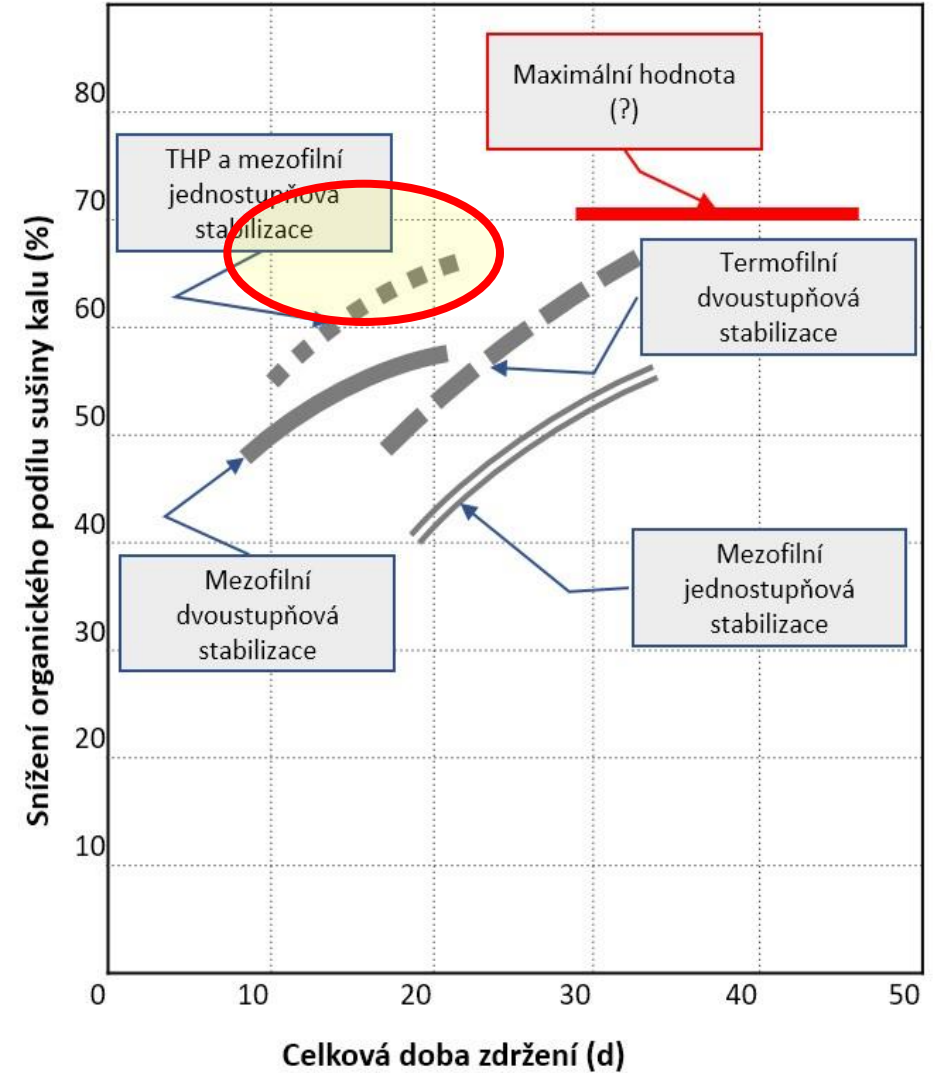
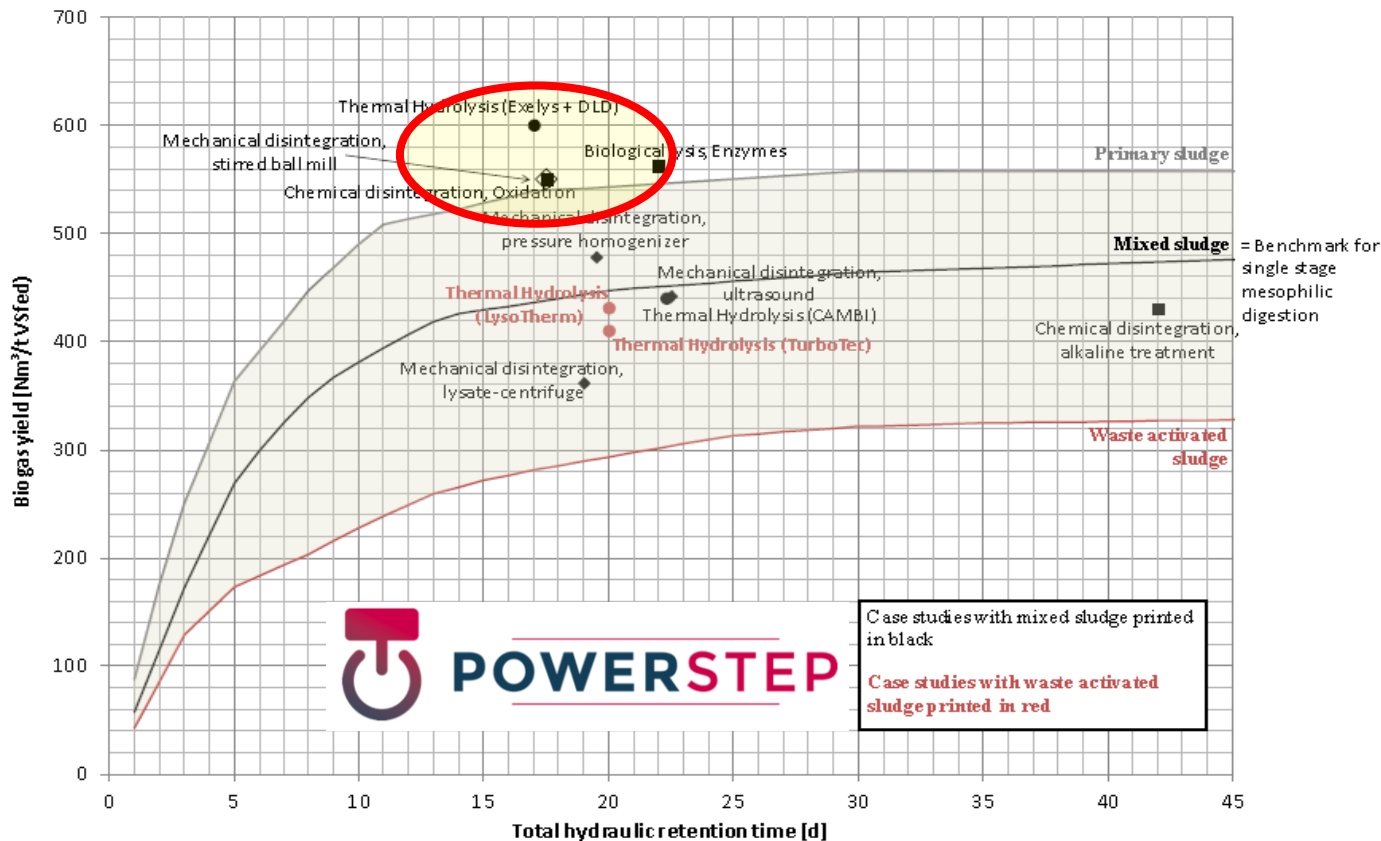


EU Project “Full scale demonstration of energy positive sewage treatment plant concepts towards market penetration” (POWERSTEP)

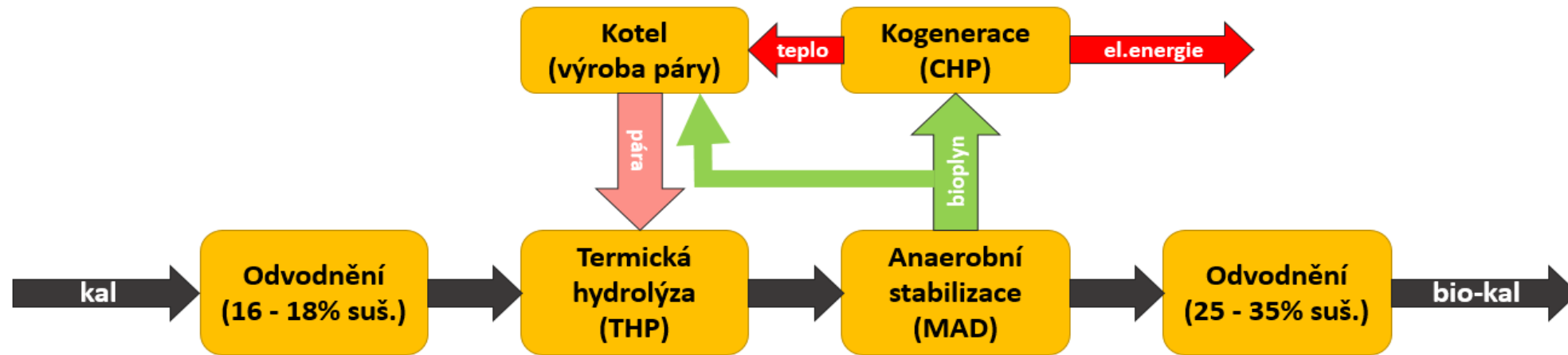
WP3 – Biogas valorization and efficient energy management

D3.1: Best practices for improved sludge Digestion, 2/2017

Performance of advanced anaerobic digestion technologies using disintegration (full-scale references)



| Provozní parametr | Rozměr | Klasická MAD | Advanced MAD (THP+MAD) |
|---|------------------------------|----------------------|---------------------------|
| doba zdržení celková | d | 20 | 15 |
| objem vyhnivací nádrže | poměr % | 100 | 50 - 60 |
| koncentrace sušiny kalu v MAD | % hmot. sušiny | 3 - 6 | 8 - 12 |
| zatížení org. sušinou kalu | kg / (m ³ .d) | 2 - 3 | > 5 |
| pH | - | 6,8 - 7,5 | 7,5 - 8,0 |
| teplota | °C | 37 - 39 | 38 - 42 |
| VFA/celková alkalita | - | 0,1 - 0,5 | 0,1 - 0,5 |
| koncentrace amoniaku | mg/l | 600 - 1200 | 2500 - 3000 |
| pěnotvorné bakterie | - | Nocardia, Microthrix | žádné |
| produkce bioplynu na přived.org.suš. | Nm ³ /kg org.suš. | 0,45 | 0,61 |
| kvalita bioplynu - CH ₄ | % objem. | 60 - 65 | 60 - 68 |
| kvalita bioplynu - H ₂ S (koncentrace) | - | vysoká | nízká |
| viskozita | - | vysoká | nízká |
| stupeň hygienizace (E.Coli) | KTJ/g suš. | > 10 ³ | < 10 ³ |
| odstranění org.podílu kalu celkem | % | 40 - 50 | 55 - 65 |

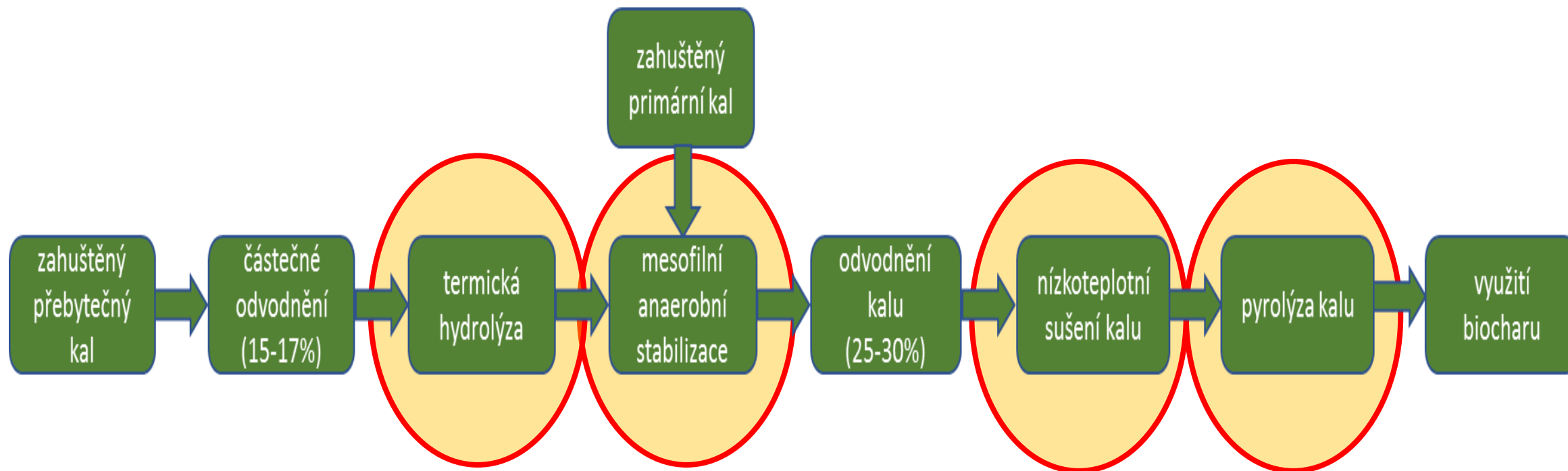


➤ Důvod odvodnění před termickou hydrolýzou – ohřívá se podstatně méně vody

Termická hydrolýza (THP - Thermal Hydrolysis Process)

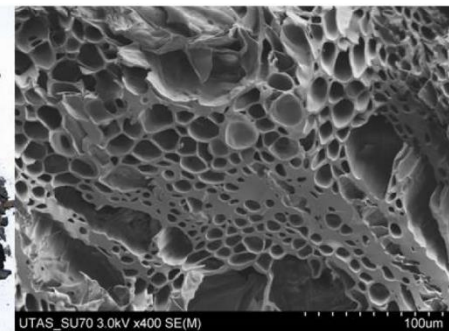
- ✓ Menší objem vyhřívacích nádrží
- ✓ Vyšší konverze organického podílu ve vyhřívání
- ✓ Více bioplynu
- ✓ Snížení množství vyprodukovaného kalu
- ✓ Stabilizace rheologických vlastností kalu
- ✓ Lepší odvodnitelnost kalu
- ✓ Kal je bez patogenních organismů
- ✓ Snížení pění ve vyhřívacích nádržích





Využití fosforu z čistírenských kalů ve formě **biocharu** jako součást hnojiv má tyto pozitivní efekty:

- snížení ztrát dusíku a fosforu do podzemních vod v důsledku jejich postupného uvolňování z biocharu,
- podporuje transformaci dusíku v půdě,
- může snížit emise oxidu dusného a metanu z půdy do ovzduší (skleníkové plyny!!),
- v důsledku zvýšené kapacity iontové výměny dochází ke zvýšení úrodnosti půdy,
- zvýšení zadržování vody v půdě,
- zvýšení množství prospěšných mikroorganismů v půdě.



Biochar – součást moderních substrátů pro kultivaci rostlin



Carbon Larder

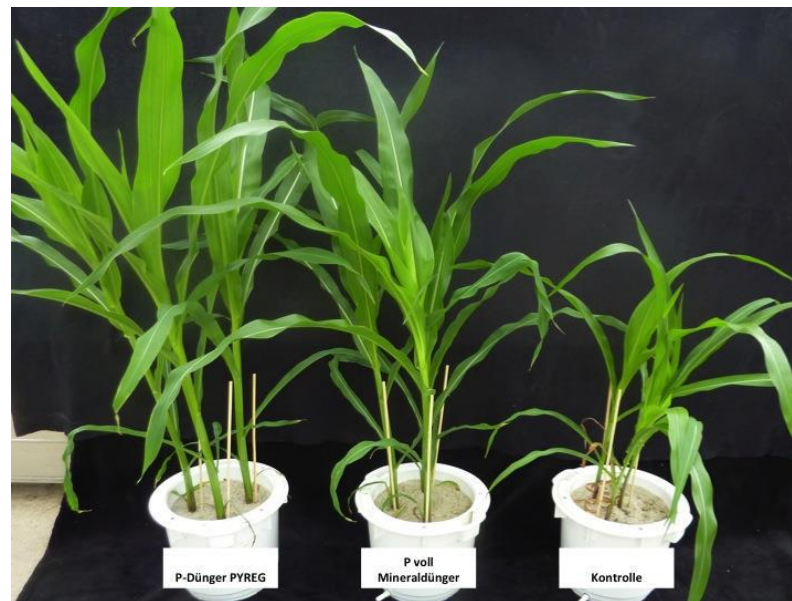
SOIL CONDITIONING BIOCHAR

Ideal for veggies, lush gardens & natives

- Permanently improves soil fertility & crop yields
- Improves soil aeration & microbial health
- Increases fertiliser efficiency
- Improves water retention
- Reduces soil acidity

30 LITRES

SOIL CONDITIONING BIOCHAR
Biochar slows Climate Change



The effect of sewage sludge biochar on peat-based growing media

Mendez, A, Cardenas-Aguiar, E, Paz-Ferreiro, J, Plaza, C and Gasco, G 2016, '(In Press) The effect of sewage sludge biochar on peat-based growing media', *Biological Agriculture and Horticulture*, pp. 1-12.

Abstract

Peat is the main component of growing media in horticulture. Increasing demand, environmental concerns and rising costs for peat make the search for alternative materials imperative. Much research has been performed aiming to find high quality and low cost substrates from different organic wastes such as compost and thus decrease peat consumption. Biochar is a carbon-rich material that has attracted important research as a soil amendment. However, its potential utilization as a peat substitute for growing media formulation remains less well explored. The aim of this study was to evaluate the effects of sewage sludge and sewage sludge biochar on peat properties as growing media and on lettuce (*Lactuca sativa*) growth. Sewage sludge transformation into biochar proved to be a sustainable waste management approach in order to promote their future use as growing media components. **Addition of biochar from sewage sludge increased the N, P and K content of growing media.** The biochar addition to peat at a 10%vol rate

increased lettuce **biomass production by 184–270%** and the shoot length by 137–147% despite hydrophysical properties not being improved. Also, biochar addition had a positive effect on growing media microbial biomass which increased more than 966%. **In spite of the higher metal concentration in biochar than in sewage sludge, their transfer to plants seems to be reduced when compared with direct sewage sludge use.** The effect of sewage sludge biochar on peat-based growing media.

Available from:

https://www.researchgate.net/publication/303097391_The_effect_of_sewage_sludge_biochar_on_peat-based_growing_media [accessed Apr 19, 2017].

HEALTH WARNING
This product contains fine particles.
Avoid breathing dust or smoke. Avoid contact with eyes.
Wear gloves and wash products' hands after handling.
Read health instructions on the bag.
Keep children away from soil in this bag.

Carbon Larder
ESTABLISHED 2011

SOIL CONDITIONING
BIOCHAR

Ideal for veggies, lush gardens & natives



- ✓ Permanently improves soil fertility & crop yields
- ✓ Improves soil aeration & microbial health
- ✓ Increases fertiliser efficiency
- ✓ Improves water retention
- ✓ Reduces soil acidity



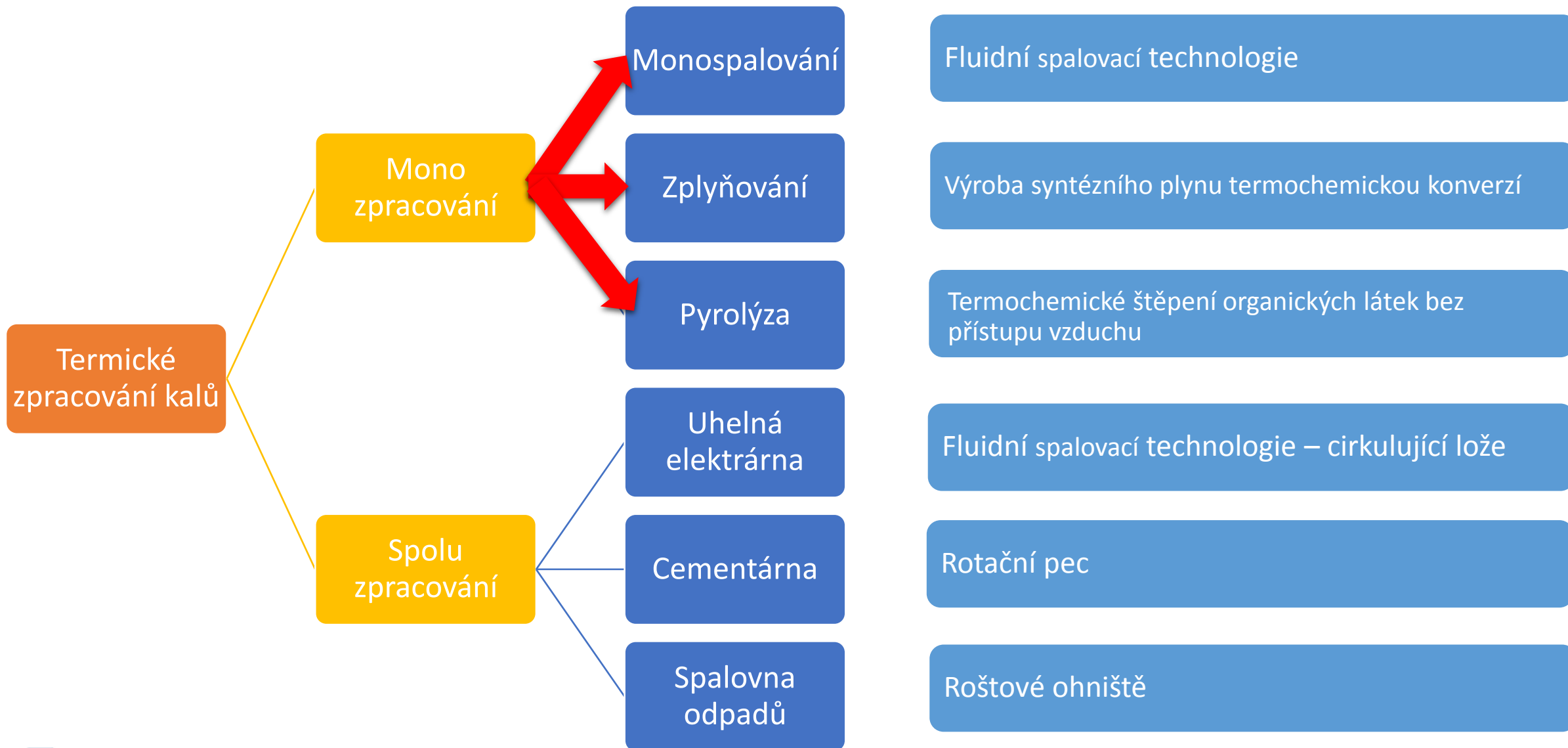
Carbon Larder

30 LITRES

SOIL CONDITIONING **BIOCHAR**

Biochar slows Climate Change





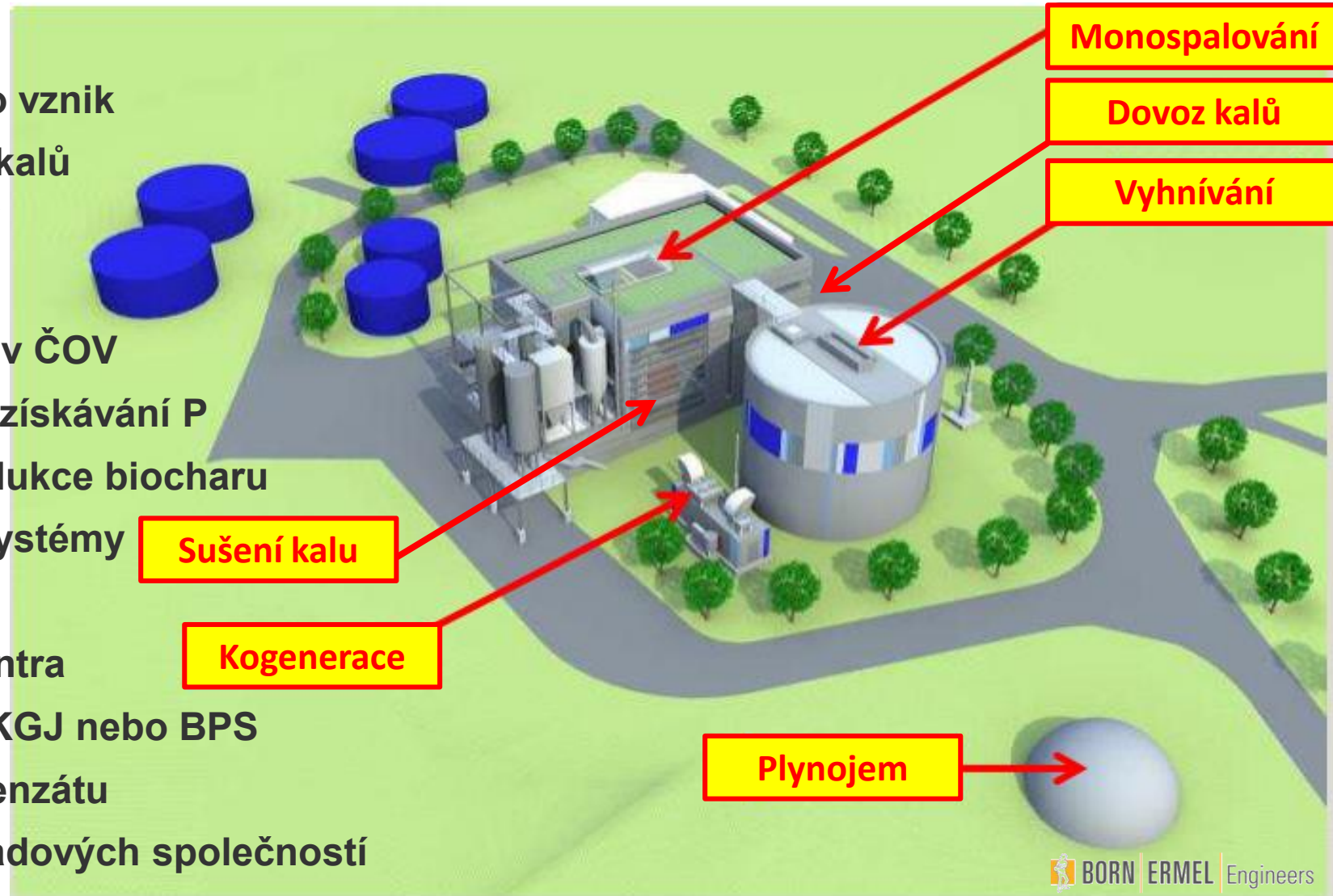
Regionální centra zpracování kalů – (Regional Sludge Re-use Center) budoucnost

Scénář 1

- ✓ Velké ČOV – ideální potenciál pro vznik Regionálního centra zpracování kalů
- ✓ Využití odtoku z ČOV ke chlazení
- ✓ Využití kalového plynu
- ✓ Možnost zpracování kondenzátu v ČOV
- ✓ Uskladnění popele k budoucímu získávání P
- ✓ Koexistence kompostáren a produkce biocharu
- ✓ Logické navázání na současné systémy

Scénář 2

- ✓ Možnost vzniku Regionálního centra zpracování kalů na skládkách s KGJ nebo BPS
- ✓ Nevýhoda - obtížné čištění kondenzátu
- ✓ Nová podnikatelská aktivita odpadových společností



- ✓ Česká republika má obrovský, ale přesto nedostatečně využitý, potenciál pro vytváření obnovitelné energie z hlavního vedlejšího produktu čištění odpadních vod – čistírenského kalu a možnost získání fosforu a kvalitního materiálu pro obnovu zemědělských půd.
- ✓ Čistírenský kal je energeticky bohatý zdroj udržitelné biomasy s podobnou výhřevností např. na úrovni dřevní štěpky. Je to zdroj obsahující významné obsahy fosforu (kritický materiál EU).
- ✓ Kalové hospodářství čistíren odpadních vod bude předmětem uplatnění nových technologií zaměřených na využití energetického potenciálu kalů jako biomasy.
- ✓ Jedná se o technologie termické hydrolýzy, nízkoteplotního sušení kalu, pyrolýzy nebo zplyňování. Tyto technologie v kombinaci s anaerobní stabilizací nabízí komplexní zpracování kalů z ČOV, a to zcela v souladu s požadavky Circular Economy.
- ✓ Pomocí uvedených technologií:
 - lze získat prakticky bezodpadovou technologii
 - lze významně pokrýt energetické potřeby nezbytných procesů a produkovat elektrickou energii s možností zvýšení procenta energetické soběstačnosti ČOV
 - lze zajistit hygienizaci kalu, dostat kal do stavu k využívání fosforu a zajistit odstranění endokrinních disruptorů z kalu.

Děkuji za pozornost !

