

Moderní technologie zpracování kalů s využitím tepla

Miroslav Kos

Oto Zwettler



1. Co se to stalo s čistírenským kalem, že je v centru pozornosti?
2. Sludge-to-Energy a Sludge-to-Phosphorus
3. Termická hydrolýza
4. Nízkoteplotní sušení ($t \leq 90^{\circ}\text{C}$) pásovými sušárnami
5. Solární sušení kalů a využívání odpadního tepla pro podporu sušení kalů
6. Pyrolýza a spalování
7. Souhrn



Významné trendy ovlivňující nakládání s kalem:

- Snaha po dosažení energetické soběstačnosti ČOV vede k maximálnímu vytěžení biomasy kalu do bioplynu – termické hydrolýza, tím se snižuje organický podíl v produkovaných kalech a jejich sušina, ale dochází k zakoncentrování polutantů v kalu, ale i k jeho hygienizaci
- Zvýšený odpor k zemědělskému využití ze strany zainteresovaných stran pod tlakem informací o změnách složení kalů
- Snaha po využití odpadního tepla na ČOV a využití energetického potenciálu kalu jako obnovitelného paliva
- Postupné snižování dostupnosti skládek (zákaz) pro likvidaci pro biologicky rozložitelných odpadů, cíleně se zvyšující poplatky za ukládání na skládky jako strategie zabránění ukládání organických látek na skládky
- Zásadně odlišným složením kalu oproti minulosti, což vyvolává zpřísnění požadavků na kvalitu kalů z hlediska kovů, specifických organických mikropolutantů a hygienických parametrů
- Příprava nových evropských i směrnic jednotlivých států EU o využívání kalů na půdu, resp. o hnojivech, založená na principu předběžné opatrnosti reagující na nevyhovující kvalitu kalu
- Zájemem na získání fosforu jako výhledově kritického materiálu EU, možnost materiálové transformace nebo prosté energetické využití jako palivo



- Těžké kovy => kontrolovatelné
- Perzistentní organické znečišťující látky (PAH, PCB, dioxiny atd.) => Kontrolovatelné
- Patogeny => kontrolovatelné, nutná inaktivace

**Sledujeme,
ale toto není hlavní problém**

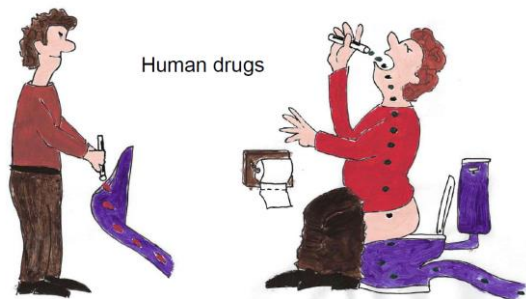
- Hormony => obtížně kontrolovatelné, inaktivace?
- Antibiotika => obtížná kontrola, inaktivace?
- Škodlivé látky => pesticidy, biocidy, retardéry hoření, drogy, povrchově aktivní látky, sorbované látky na mikroplasty, metabolity atd. => Velké nejistoty ohledně různosti (počtu) a negativním vlivu, rozkladu v půdě a prostředí=> obtížně kontrolovatelné, inaktivace?

**V ČR
systematicky
nesledujeme
není technické řešení**

- Antibiotická odolnost (Antibiotic Resistances – AR), bakterie odolné antibiotikům (Antibiotic-Resistant Bacteria – ARB), genetická antibiotická odolnost (Antibiotic Resistance Genes – ARG) = produkt čištění odpadních vod => obtížná kontrola, inaktivace?

**Akutní,
toto je hlavní problém!**

Hlavní problém využití kalů - vstup léčiv, antibiotik a ostatních mikropolutantů do životního prostředí

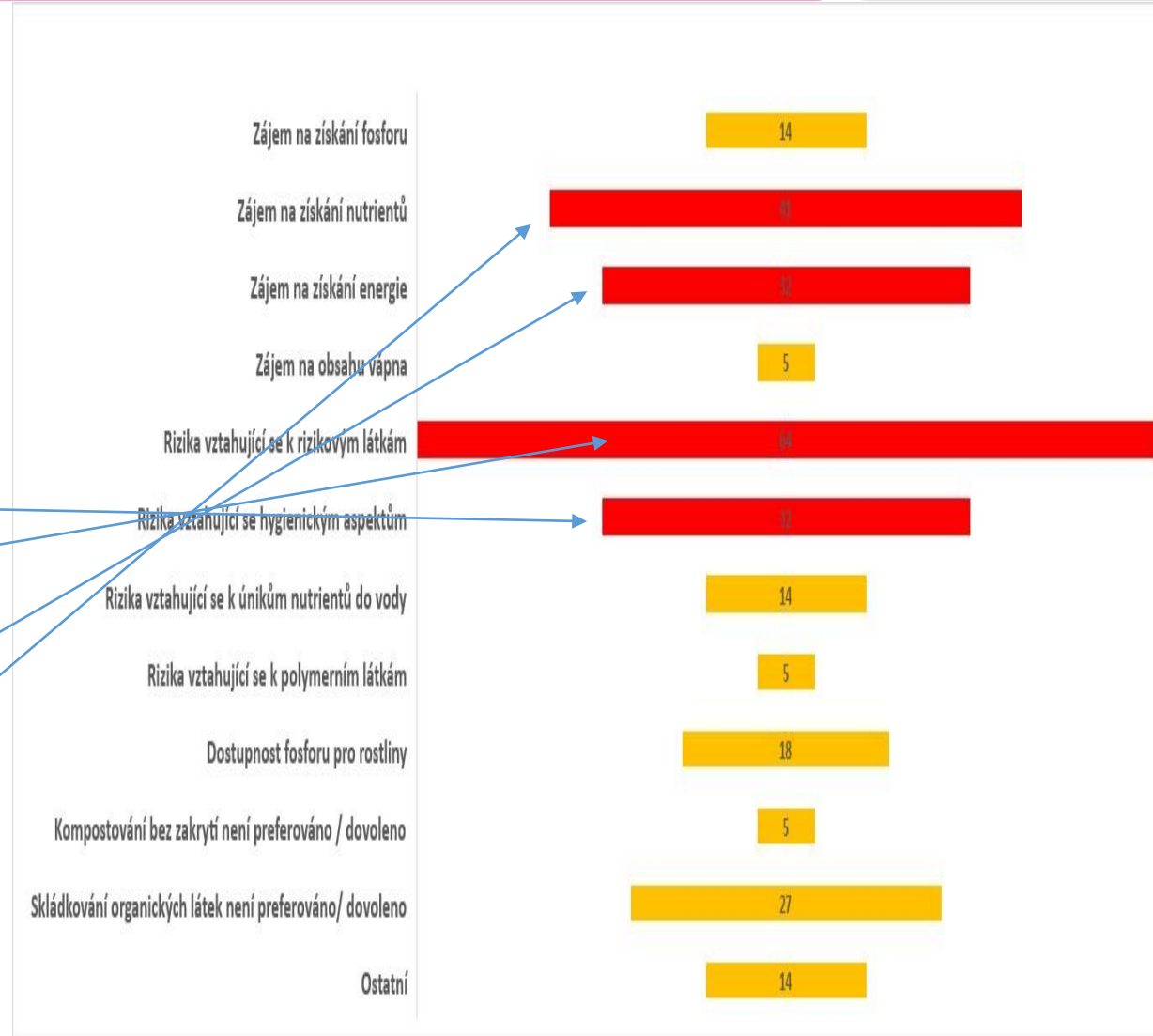
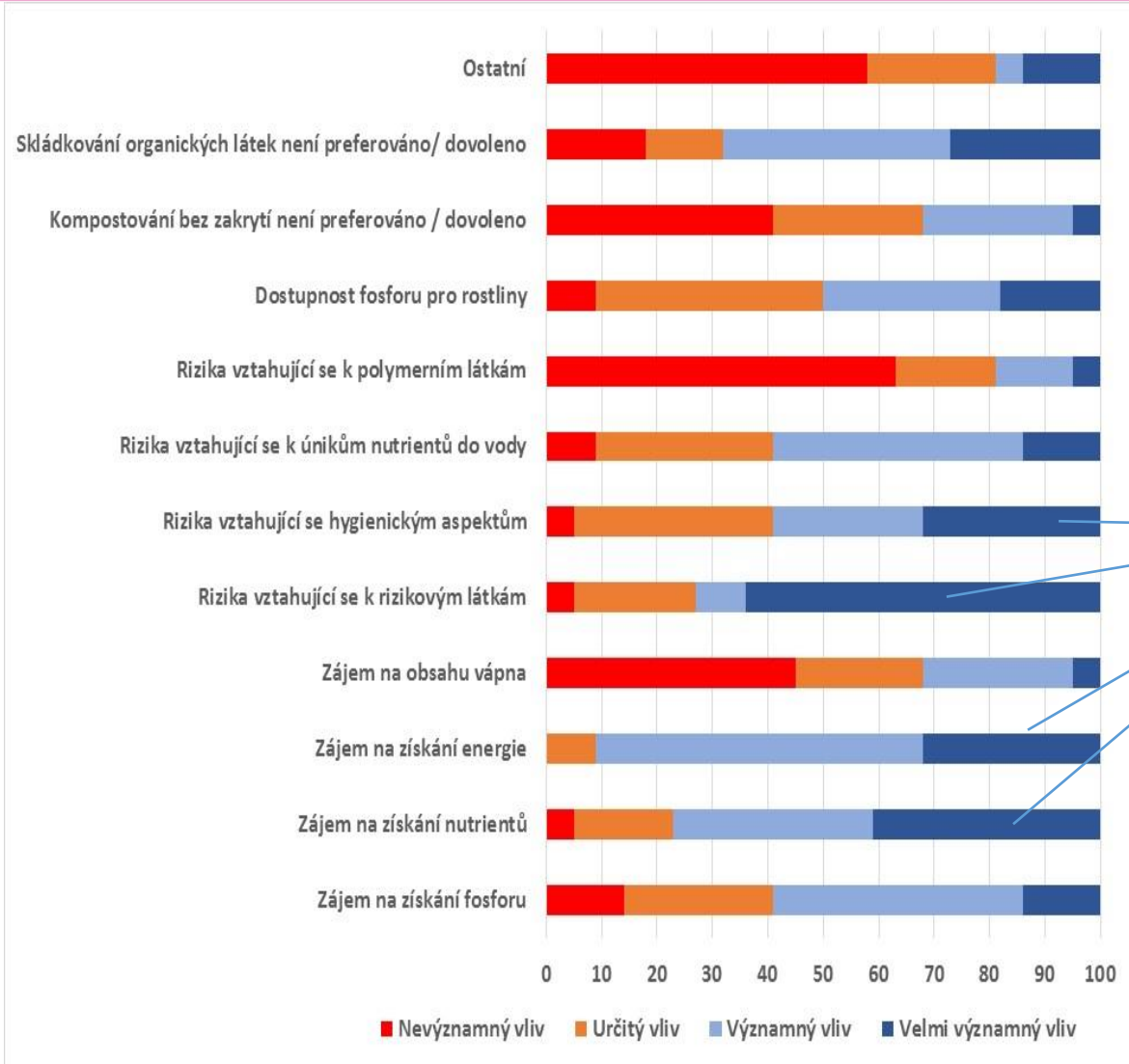


Humánní antibiotika

Veterinární antibiotika



Trendy očekávaného vývoje nakládání s čistírenskými kaly podle průzkumu EurEau



„Kalové hospodářství bude hrát hlavní roli v budoucím vývoji čistíren odpadních vod“

„Sušení je počátek materiálové transformace čistírenského kalu na zdroj energie a hnojiva“

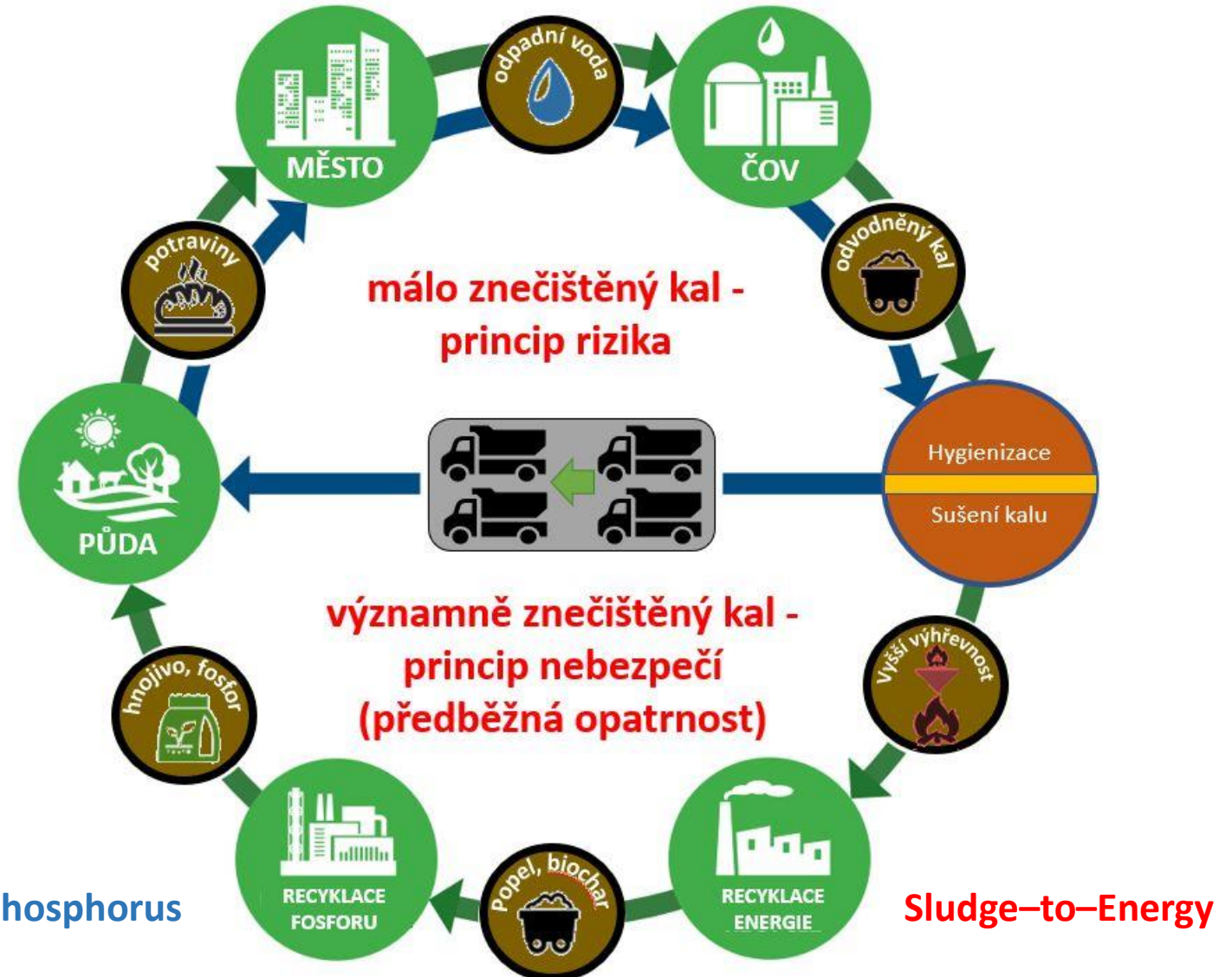
Změny nakládání s čistírenským kalem – pokračování využívání jinou bezpečnější cestou

Hledají se nové životaschopné alternativy k aplikaci čistírenských kalů na zemědělskou půdu.

Lze očekávat změny nakládání s čistírenskými kaly s ohledem na zjištěné vyšší obsahy mikropolutantů (endokrinní disruptory, zbytky léků, těžké kovy, mikroplasty, drogy, biocidy, hormony, antibiotickou rezistenci, látky narušující činnost žláz s vnitřní sekrecí atd.).

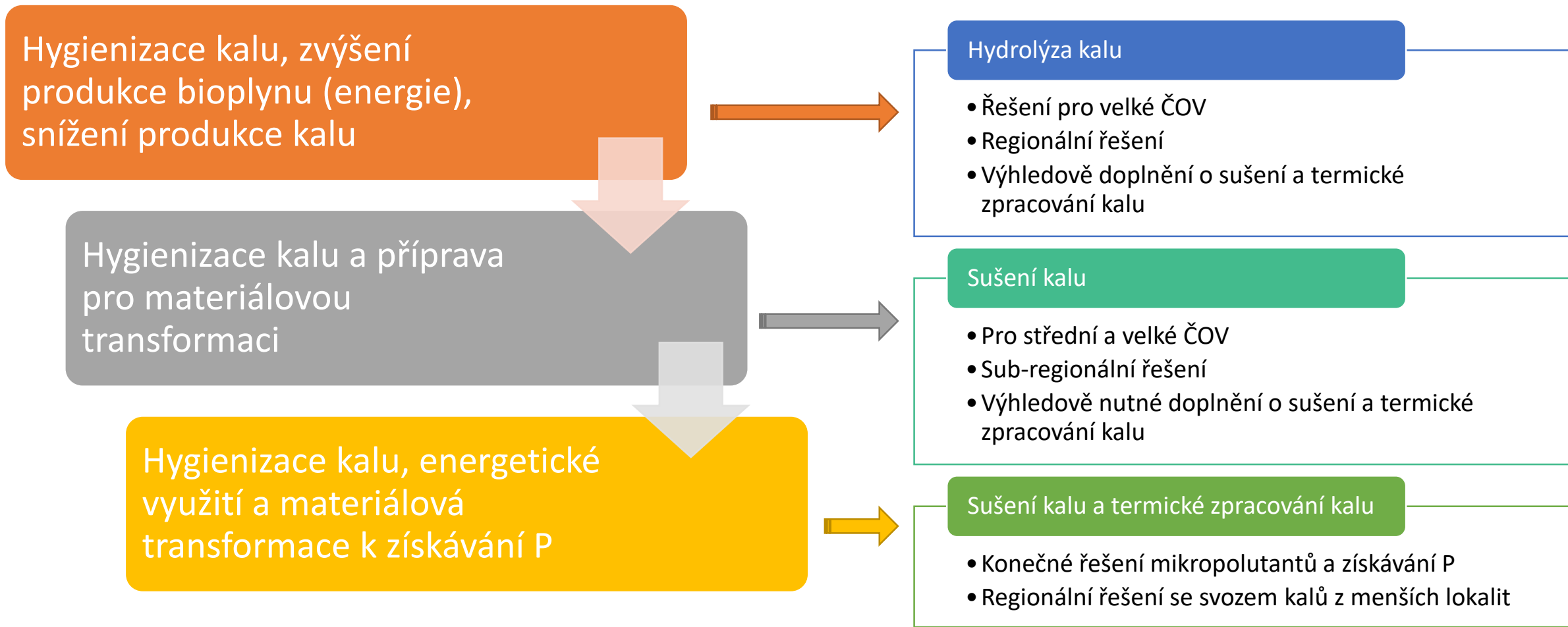
V řadě zemí EU je nebo bude nastaven směr k energetickému nebo materiálovému (zdroj fosforu a strukturovaného uhlíku) využití čistírenských kalů v rámci oběhového hospodářství,

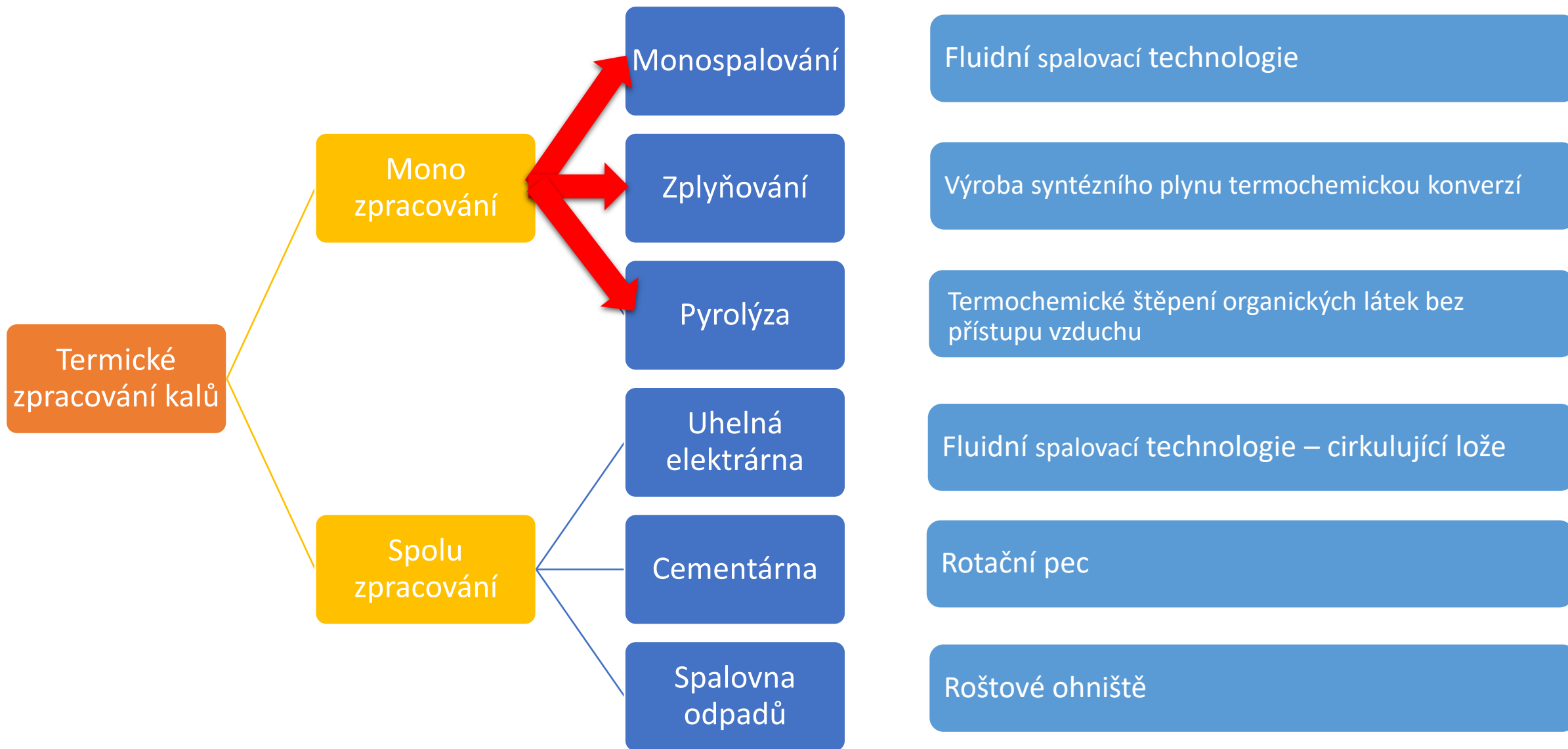
Současně použité procesy musí zajistit odstranění organických polutantů.



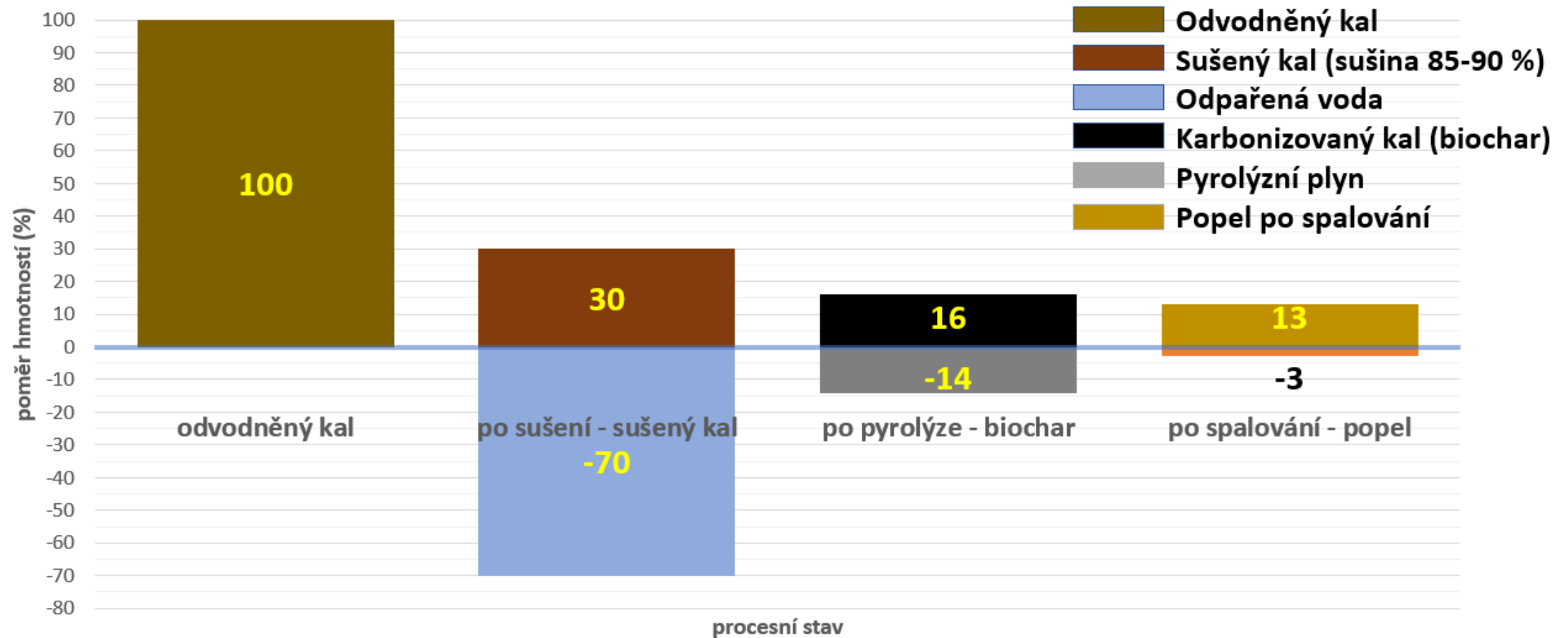
Sludge-to-Phosphorus

Sludge-to-Energy



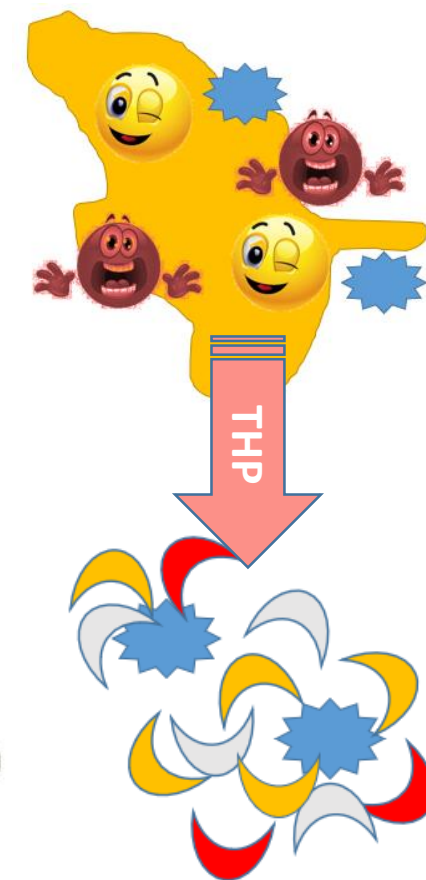


Snížení hmotnosti při termickém zpracování kalů



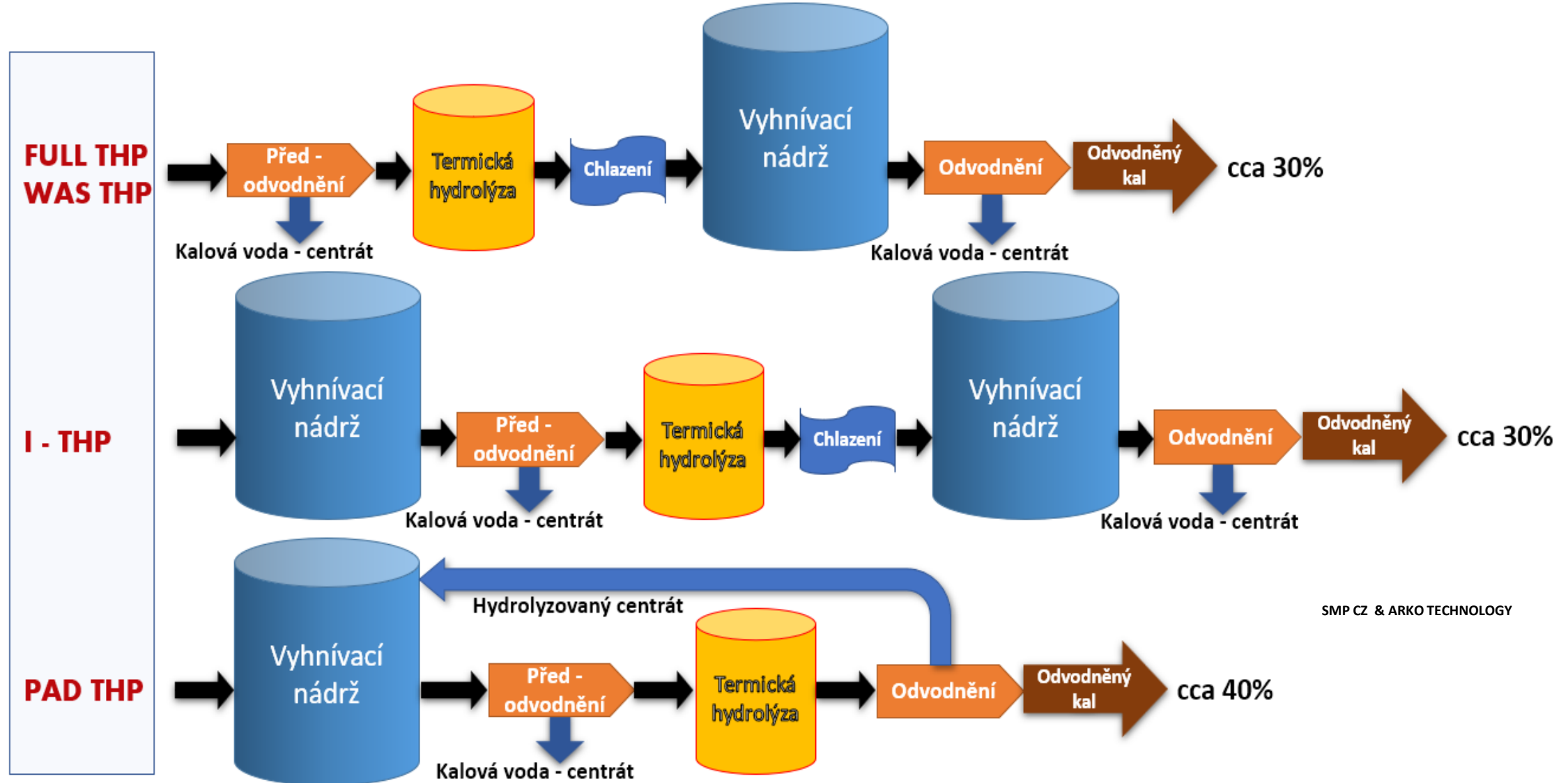
- **nízkoteplotní sušení** jako hygienizační stupeň v případě požadavku na zajištění pouze hygienizace, nebo jako předstupeň před dalším energetickým nebo materiálovým využitím, které je vhodné pro střední a větší kapacity,
- **solární sušení** jako nízkonákladová technologie pro menší a střední kapacity, a to i ve funkci hygienizačního stupně,
- **termická hydrolýza** (THP-Thermal Hydrolysis Process) v různých modifikacích a kombinacích s vyhnívacími nádržemi, jako nástroj ke zvýšení účinnosti získání energie z kalu a snížení množství kalu operovaného v následných procesech,
- **termochemická transformace sušeného kalu** se získáváním energie (pyrolýzní plyn, syngas) a získáváním biocharu s agrochemicky využitelným fosforem (využití jako hnojivo či hnojivá komponenta), monospalování kalu a využití popele

- Zaměřena na biologicky rozložitelný materiál za vysoké teploty a dostatečného tlaku se rozkládají organické látky na chemicky jednodušší, které jsou jednodušeji rozložitelné za anaerobních podmínek.
- Na rozdíl od Papinova hrnce (r. 1679, předchůdcem Papinova hrnce měl být kerotakis, tlakový hrnec údajně vynalezený alchymistkou Marií Židovkou (Prorokyní) ve 2. století v severní Africe) je součástí procesu prudké snížení tlaku na k periody (tzv. parní exploze)
- Typické provozní parametry termické hydrolýzy
 - **Tlak 6 bar** (v hrnci jsou 3 bar)
 - **Teplota 150 – 170 °C** (v hrnci je cca 120 – 130 °C)
 - **Doba kontaktu - 20-30 minut**



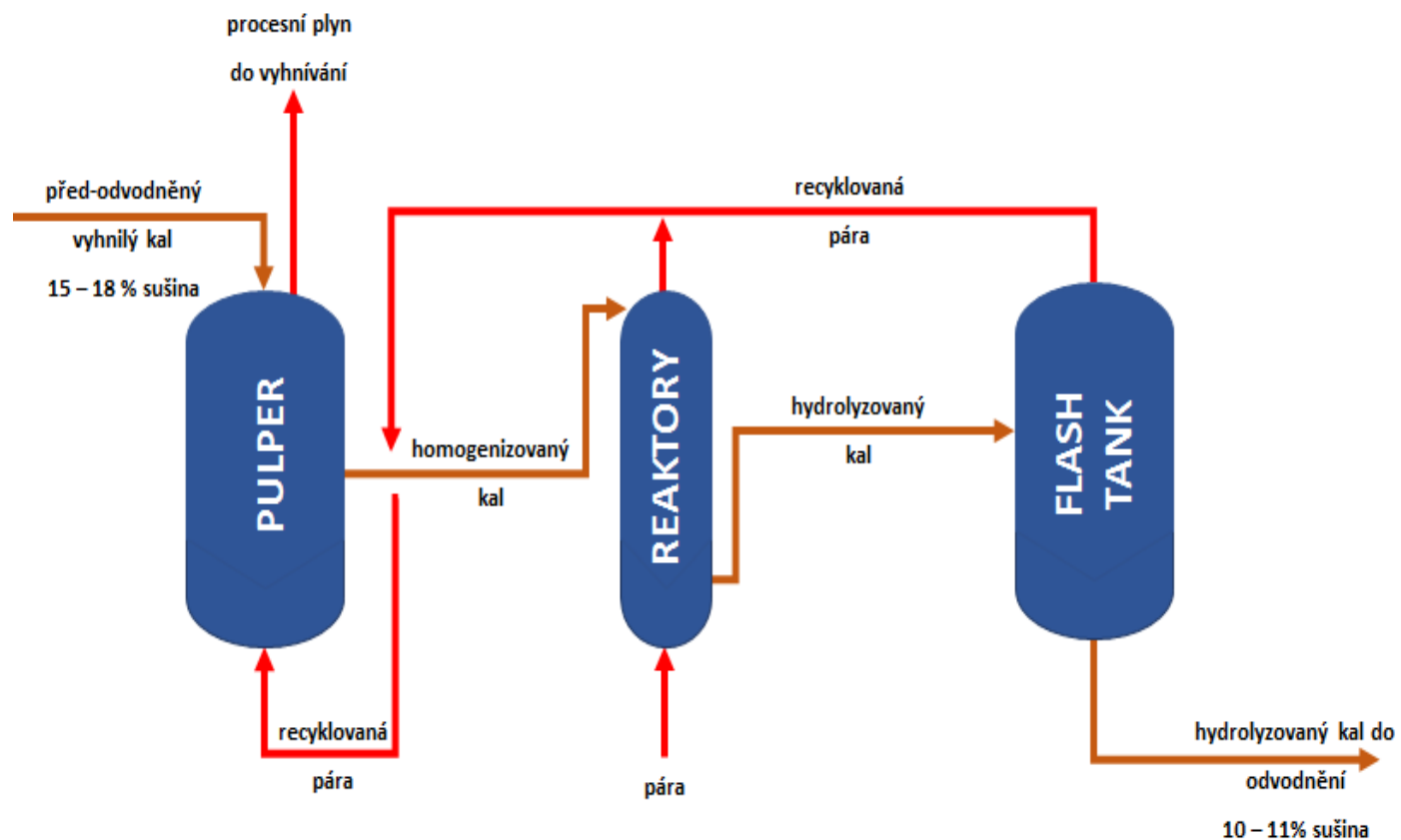
- ☀ inertní látky
- ☺ extracelulárních polymerech (EPS)
- 😊 bakterie
- 😬 patogenní organismy

Možnosti umístění termické nebo termochemické hydrolyzy kalu v kalové lince ČOV



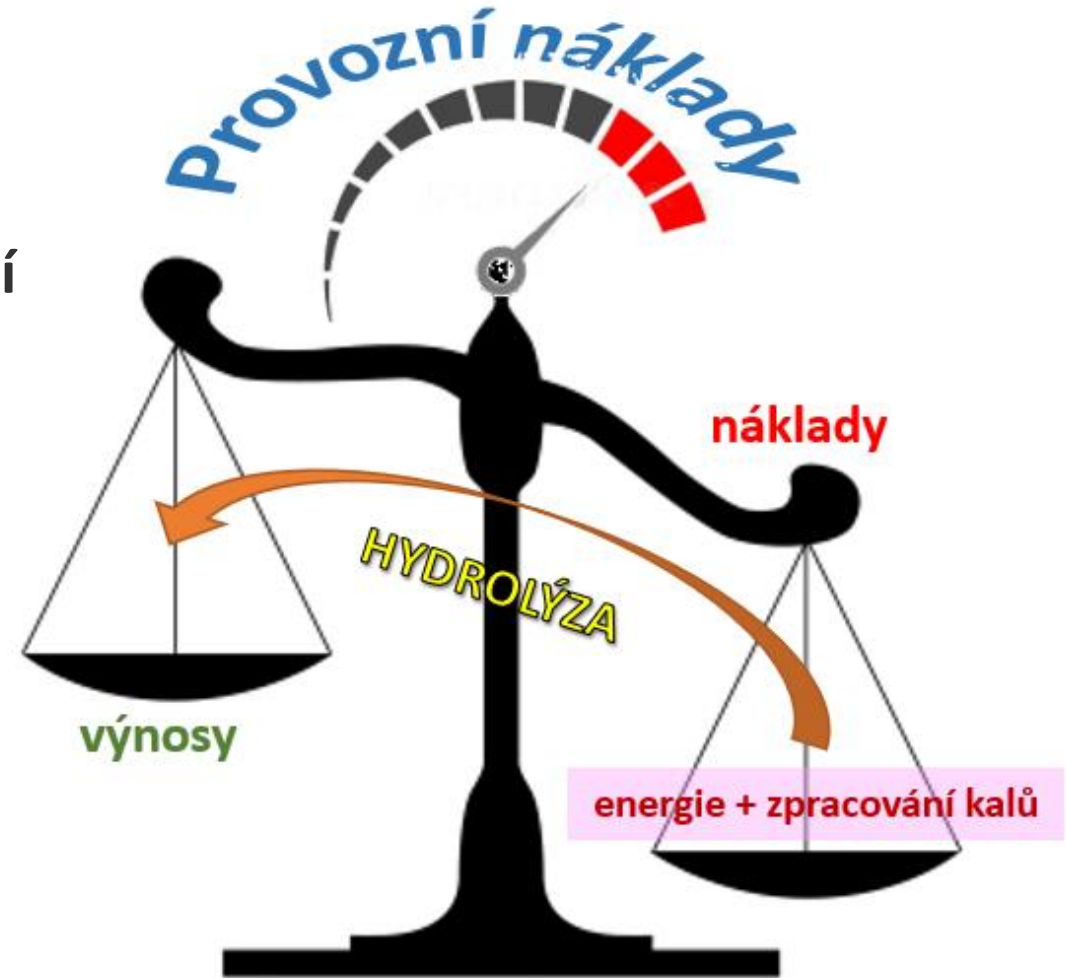
SMP CZ & ARKO TECHNOLOGY

Uspořádání reaktorů termické hydrolyzy procesu CambiTHP™



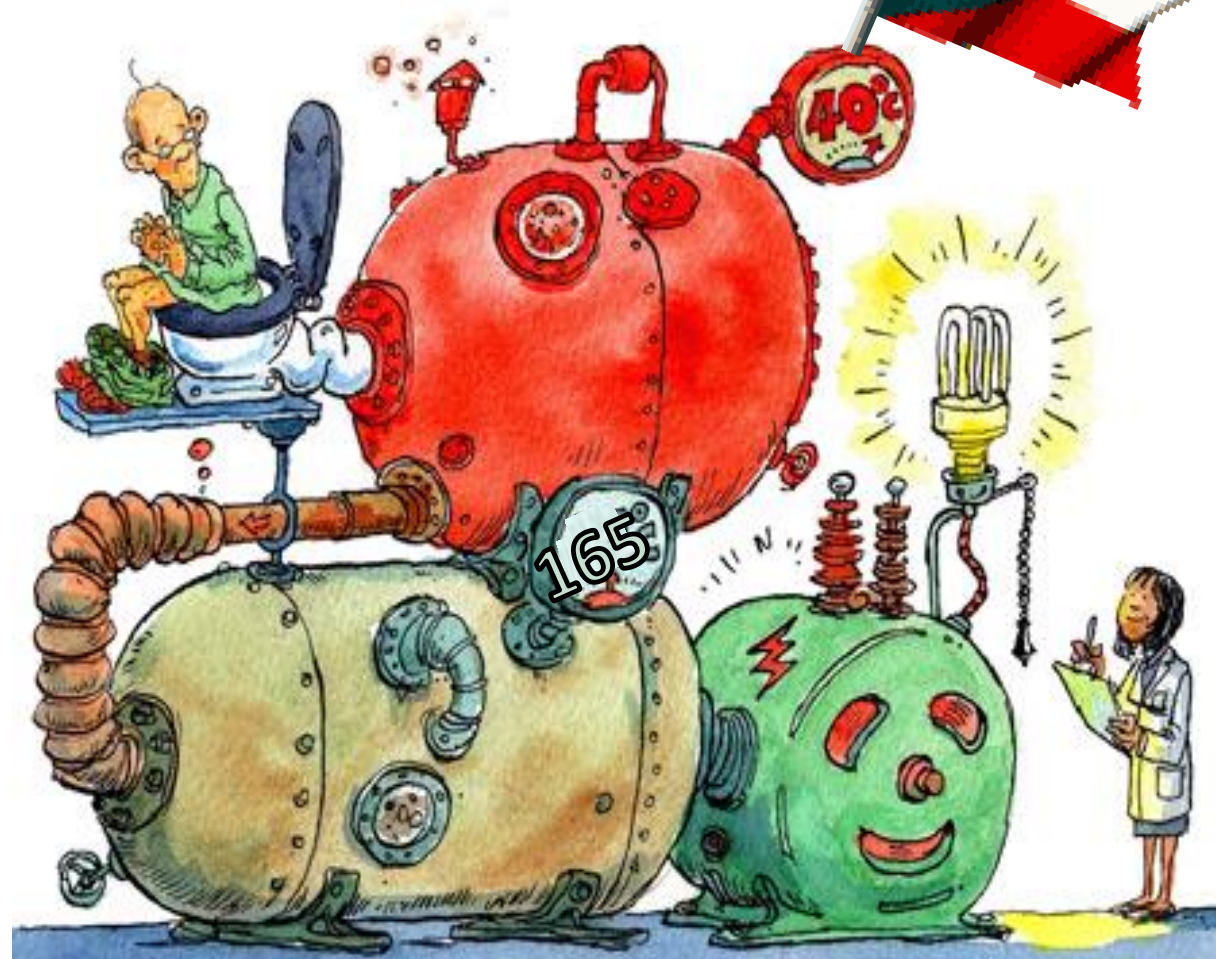
Termická hydrolýza (THP - Thermal Hydrolysis Process)

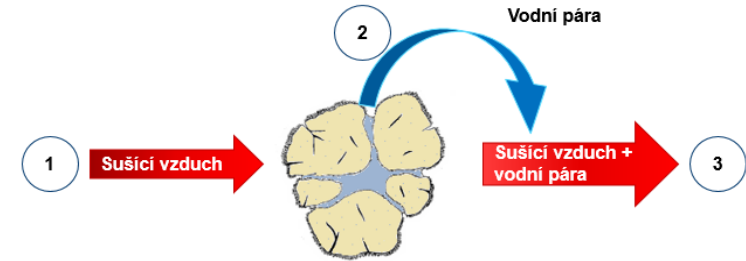
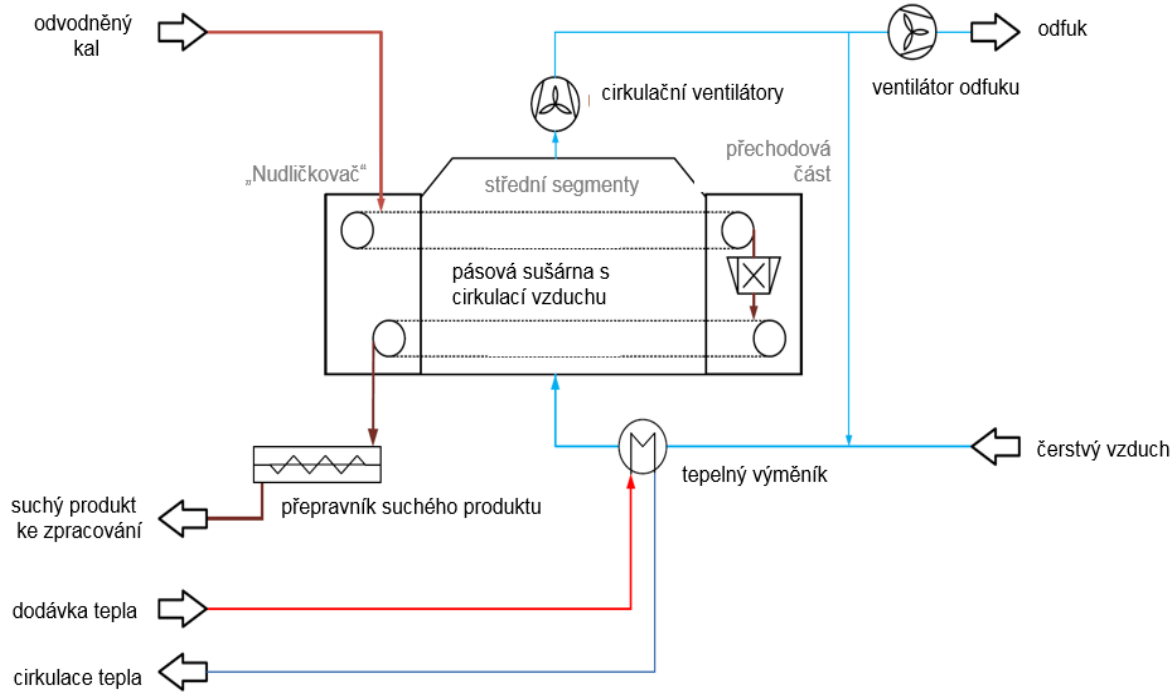
- ✓ Menší objem vyhnívacích nádrží
- ✓ Vyšší konverze organického podílu ve vyhnívání
- ✓ Více bioplynu (⇒ biometan)
- ✓ Snížení množství vyprodukovaného kalu
- ✓ Stabilizace rheologických vlastností kalu
- ✓ Lepší odvodnitelnost kalu
- ✓ Kal je bez patogenních organismů
- ✓ Snížení pěnění ve vyhnívacích nádržích





- Hydrolýza kalu je chybějící technologií kalového hospodářství českých ČOV.
- Je jednou z mála technologií, která přináší významné ekonomické úspory provozních nákladů.
- Jedná se o technologii plně zvládnutou bez ohledu na místo použití v kalové lince.
- Hydrolýza kalu zvyšuje výtěžnost bioplynu z produkovaných kalů, zlepšuje kvalitu bioplynu, snižuje emise skleníkových plynů a uhlíkovou stopu, snižuje množství odvodněného kalu zlepšením odvodňovacích vlastností kalu (zvláště PAD THP) a následně pak náklady na manipulaci,
- Zlepšuje kvalitu kalu z hlediska mikrobiologických vlastností (pomocí některých sestav je možné zabezpečit hygienizaci kalu), produkuje kal bez zápachu, zvyšuje provozní komfort anaerobní stabilizace kalu, snižuje viskozitu kalu, využívá vyprodukovaného tepla v kogeneračních jednotkách po teplotním spádu a k přímému vytápění vyhnívacích nádrží, vyrovnává zatížení vyhnívacích nádrží a zdvojnásobuje jejich kapacitu.
- To vše má velmi pozitivní vliv na provozní náklady kalového hospodářství a směřuje provoz ČOV k energetické soběstačnosti.
- Termická hydrolýza je především vhodná pro velké ČOV, termochemická hydrolýza pak pro střední ČOV.
- Předpokládám, že po první realizaci na ČOV Brno budou rychle následovat další lokality, kde bude doplněn do sestavy kalového hospodářství proces hydrolýzy kalu.



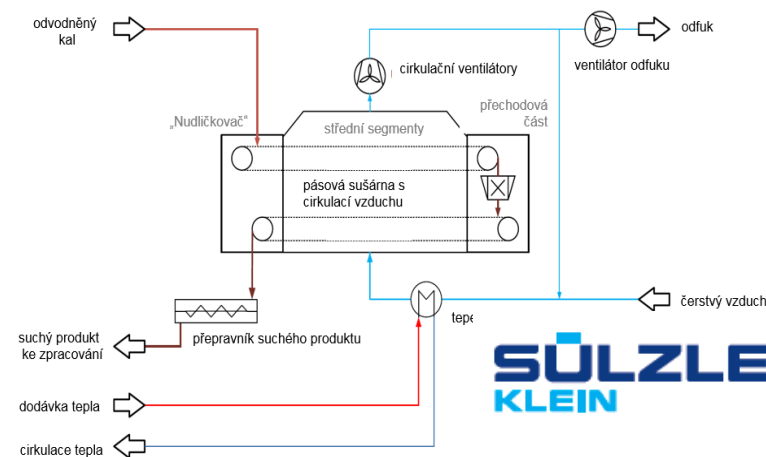


- 1 Sušící vzduch proudí kolem rozprostřeného odvodněného kalu
- 2 Voda se vypařuje ze sušeného kalu
- 3 Sušící vzduch přebírá odpařenou vodu a transportuje ji mimo sušárnu

- Teplá voda (nosič odpadního tepla z kogenerace, nebo z pyrolyzéry či spalovacího nebo plynového kotle) je cirkulována přes výměníky tepla umístěné přímo v sušárně.
- Vháněný vzduch je po predehřátí v rekuperaci ohříván výměníky tepla a následně prostupuje vrstvu sušeného kalu rozprostřenou na pásovém sítu pomocí nudličkovacího zařízení.
- Voda je z odvodněného kalu odpařena do vzduchu, sušící vzduch odvádí odpařenou vodu mimo sušící část do ovzduší, může být kondenzována nebo ne)

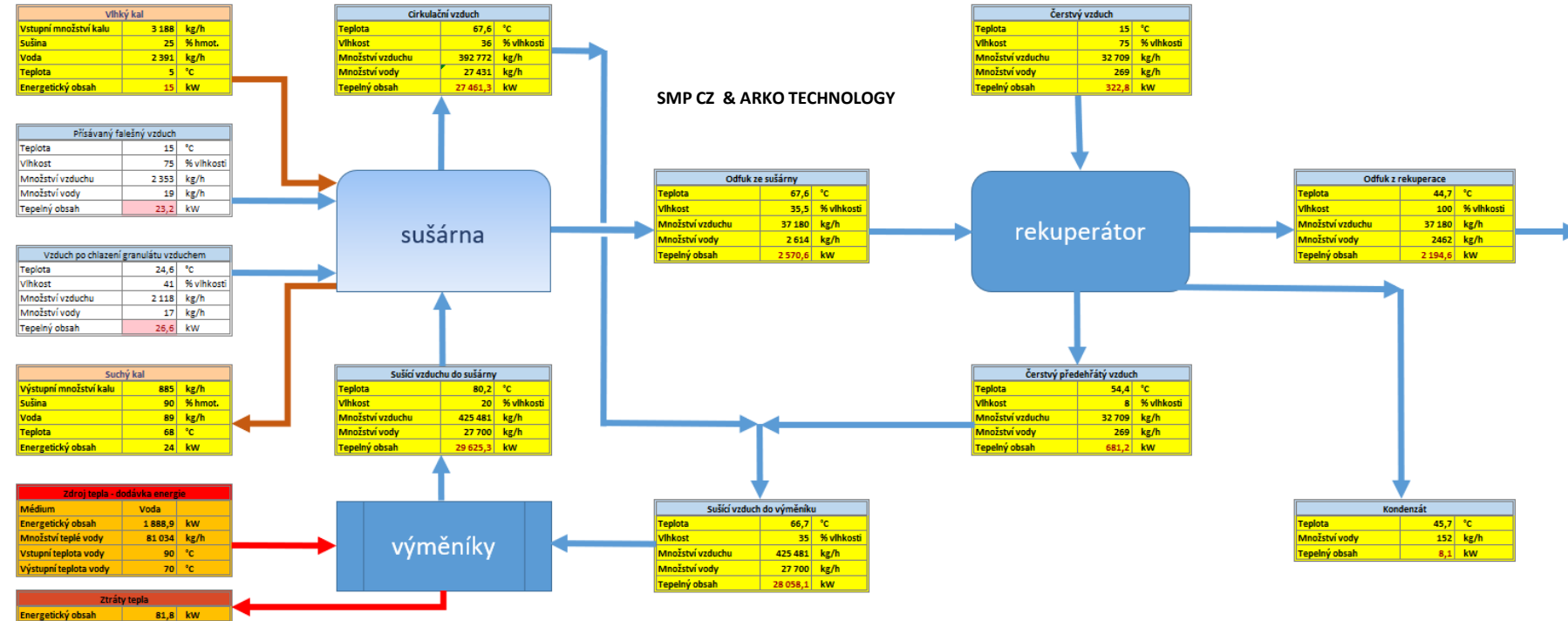
Nízkoteplotní sušení kalů

- Jde o osvědčené a spolehlivé řešení s jednoduchým provozem, dlouhou životností,
- Procesní návrh je prováděn s vysokým stupněm bezpečnosti při provozu sušárny a s ohledem na velmi nízké náklady na údržbu,
- Díky pásovému sušení je zabezpečena nízká prašnost a nízká úroveň sušící teploty,
- Sušený produkt je ve formě granulované a s velmi malým podílem prachu, což umožňuje jeho skladovatelnost,
- Odpařovací výkon je poměrně konstantní a nezávislý na okolních podmínkách,
- Sušárna má malé prostorové nároky, lze ji řešit jako kondenzační či bez kondenzace,
- Díky dezodorizačnímu zabezpečení není produkován zápach do okolí,
- Sušárny mohou využívat odpadní teplo na ČOV a kondenzační teplo je za určitých podmínek také využitelné (např. k vytápění),
- Specifická potřeba tepelné energie na odpaření vody je od cca 840 do 950 kWh/t H₂O,
- Specifická spotřeba elektrické energie na odpaření vody je od 70 do 130 kWh/t H₂O.

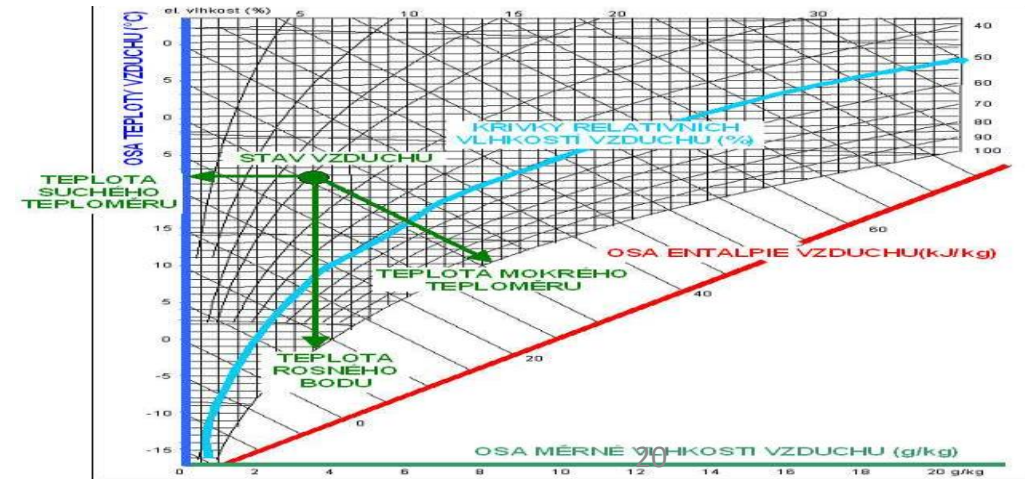


Nízkoteplotní sušení kalů - Příklad výpočtu hmotové a energetické bilance nízkoteplotní sušárny kalu

parametr	rozměr	označení	hodnota
Vstupní vlhkost sušeného materiálu	% hmot. H ₂ O	x1	75,0
Vstupní vlhkost sušeného materiálu	% hmot. H ₂ O	x2	10,0
Roční produkce odvodněného kalu	t/rok		8 000,0
Počet provozních hodin produkce kalu	h/rok		3 188
Hmotnostní průtok odvodněného kalu	t/d		76,500
Hmotnostní průtok sušiny kalu	kg/d		19 125,0
Hmotnostní průtok vody v kalu	kg/h		2 390,6
Hmotnostní průtok materiálu na vstupu do sušárny	kg/h	m _{vstup}	3 187,5
Hmotnostní průtok materiálu na výstupu	kg/h	m _{vystup}	885,4
Množství odpařené vody	kg/h	m _{vap}	2 302,1
Měrná tepelná kapacita vody	J/kg·K	C _{H2O}	4 180,0
Měrná tepelná kapacita vodní páry	J/kg·K	C _{pára}	1 840,0
Měrné výparné teplo vody	kJ/kg	q _{H2O} 0°C	2 510,0
Měrná tepelná kapacita sušiny kalu	J/kg·K	C _{kal}	1 100,0
Teplo odvodněného kalu na vstupu	°C	T1	5,0
Teplo páry na vstupu ze sušárny	°C	T2	100,0
Teplo vzduchu na výstupu ze sušárny a cirkulačního vzduchu	°C	T _{vzduch} výstup sušárna	67,6
Teplo vzduchu do výměníku ohřevu	°C	T _{vzduch} vstup výměník	66,7
Teplo vzduchu z výměníku ohřevu do sušárny	°C	T _{vzduch} výstup výměník	80,2
Teplo přisávaného falešného vzduchu z haly	°C	T _{vzduch} hala	15,0
Teplo vzduchu pro chlazení granulátu	°C	T _{vzduch} granulát	24,6
Teplo sušeného kalu	°C	T _{sušený kal}	68,0
Teplo topné vody - vstup	°C	T _{topná voda in}	90,0
Teplo topné vody - výstup	°C	T _{topná voda out}	70,0
Teplo čerstvého vzduchu pro sušení	°C	T _{vzduch} - externí	15,0
Teplo čerstvého vzduchu po ohřevu v rekuperaci	°C	T _{vzduch} - externí ohř	54,4
Teplo vlhkého vzduchu z rekuperace	°C	T _{kondenzát}	44,7
Teplo kondenzátu z rekuperace	°C	T _{kondenzát}	45,7
Relativní vlhkost čerstvého vzduchu	%	% rel.	75,0
Relativní vlhkost vzduchu v hale	%	% rel.	75,0
Relativní vlhkost odfuků z rekuperace	%	% rel.	100,0
Relativní vlhkost vzduchu pro chlazení granulátu	%	% rel.	41,0
Relativní vlhkost odfuku ze sušárny	%	% rel.	35,5
Relativní vlhkost cirkulačního vzduchu sušárny	%	% rel.	36,0
Relativní vlhkost vzduchu do výměníku ohřevu	%	% rel.	35,0
Relativní vlhkost vzduchu z výměníku ohřevu	%	% rel.	20,0
Relativní vlhkost čerstvého vzduchu po ohřevu v rekuperaci	%	% rel.	8,0
Teplo rosného bodu pro odfuk ze sušárny	°C		45,8
Teplo pro ohřev vody	MJ/h	Q _{ohř H2O}	602,4
Teplo pro ohřev vodní páry	MJ/h	Q _{ohř pára}	137,2
Teplo pro odpaření vody	MJ/h	Q _{odp H2O}	5 778,2
Teplo celkové výpočtové bez ztrát	MJ/h	Q _{celkem teorie}	6 517,9
	MJ/d		156 428,4
	kWh/d		43 451,1
	kW		1 810,5
Ztráty tepla na sušárně	% spotřeby		0,043
Specifická spotřeba tepelné energie - výpočet	kWh/kg H ₂ O		0,821
Specifická spotřeba elektrické energie - výpočet	kWh/kg H ₂ O		0,074
Teplo celkové výpočtové	MJ/h	Q _{celkem praxe}	6 800,1
	MJ/d		163 201,9
	kWh/d		45 333,9
Příkon zdroje tepla pro sušárnu	kW	P _{sušárna}	1 888,9
Měrná spotřeba teply vody na kW tepla	m ³ /kW		0,0429
Spotřeba teple vody	m ³ /h		81,0

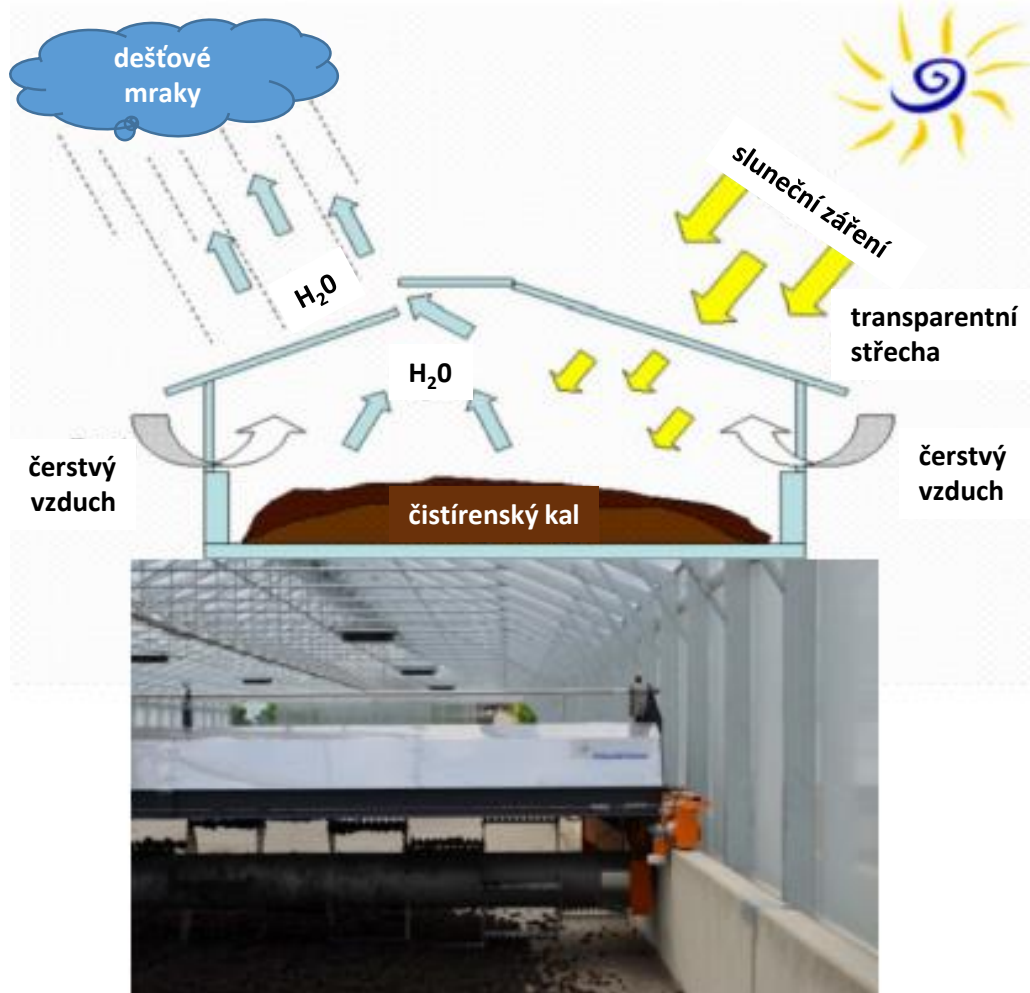


			energetický obsah
			kW
množství přisávaného falešného vzduchu	kg/h	2353	23,2
množství vzduchu pro chlazení granulátu	kg/h	2118	26,6
množství vzduchu za sušárnou do rekuperace	kg/h	37 180	2 570,6
potřebné množství vzduchu za rekuperací	kg/h	37 180	2 194,6
potřebné množství čerstvého vzduchu	kg/h	32 709	322,8
potřebné množství cirkulačního vzduchu	kg/h	392 772	27 461,3
množství čerstvého vzduchu po předehřevu v rekuperaci	kg/h	32 709	681,2
množství vzduchu do výměníku	kg/h	425 481	28 058,1
množství vzduchu z výměníku	kg/h	425 481	29 625,3
množství vody v čerstvém vzduchu	kg/h	269,2	
množství vody v přisávaném falešném vzduchu	kg/h	19,4	
množství vody v chladičím vzduchu granulátu	kg/h	17,4	
množství vody v odvodněném kalu	kg/h	2 390,6	
množství vody po rekuperaci	kg/h	2462,4	162,4
množství kondenzátu	kg/h	152,1	8,1
množství vody za sušárnou	kg/h	2614,5	
množství vody v cirkulačním vzduchu	kg/h	27 431	
množství vody do výměníku	kg/h	27 700	



Sušárna a její výkon je dán:

- Výkon sušárny je závislý primárně na dodávce tepla pro sušení
- Klíčovým údajem je odpařovací výkon sušárny (water evaporation kg H₂O/h)
- Obecně je dimenzování sušárny fixní na jeden výkonový bod (vstupní sušina kalu, roční produkce odvodněného kalu, počet předpokládaných provozních hodin (7 000 až 8000 h/rok podle velikosti sušárny)
- Sušárna je dvoupásová a klíčové je dosažení stavu na horním pasu mimo oblasti „sticky phase“
- Regulace odpařovacího výkonu je možná, ale složitá (sladění rychlosti posunu pasu, ventilátoru vstupního vzduchu, teploty vody – ostatní výkony prakticky fixní)
- Výkon sušárny kolísá v průběhu roku na – vnější teplotě, relativní vlhkosti vstupního vzduchu, atmosférickém tlaku
- Sušárnu lze odstavovat za cenu provozní nákladovosti a časových ztrát
- Nízkoteplotní sušárny jsou plně automatické včetně řešení havarijních stavů



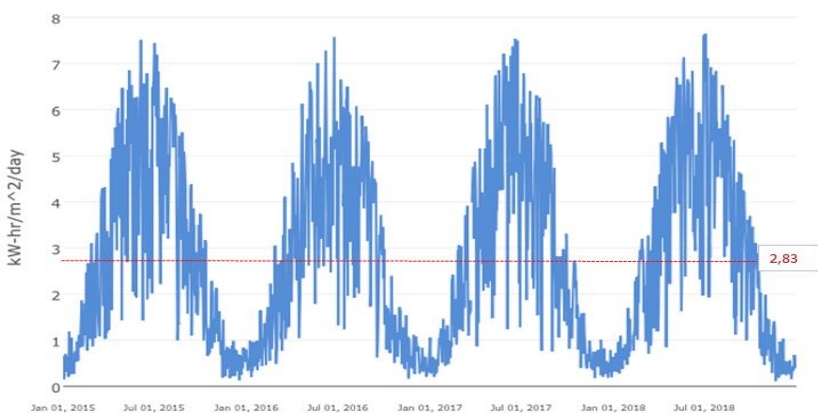
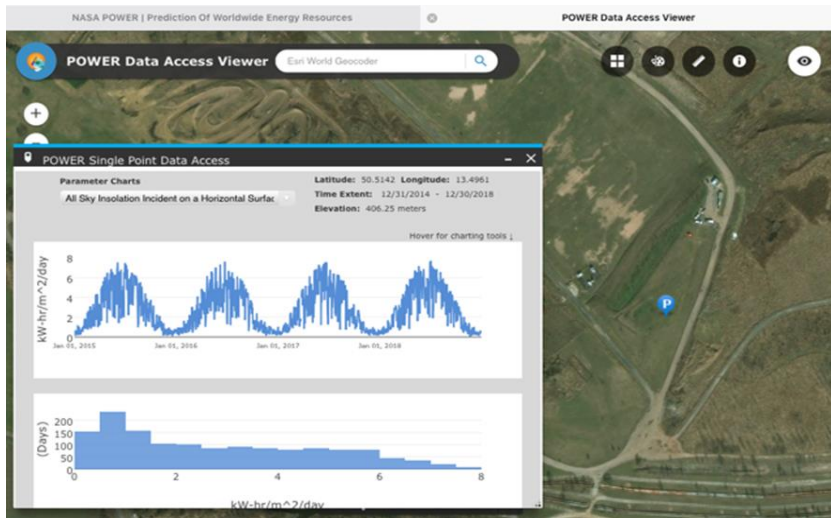
Sluneční energie prostřednictvím záření ohřívá a odpařuje vodu z odvodněného kalu.

Plocha sušení je zakryta před deštěm světlu prostupnou střechou podobně jako u skleníku

Zařízení prohrabává sušený kal a posunuje ho ke konci solární sušárny.

Vlhký vzduch je z povrchu sušeného kalu co nejrychleji dopravován mimo skleník. Proudění uvnitř sušárny je podporováno ventilátory.

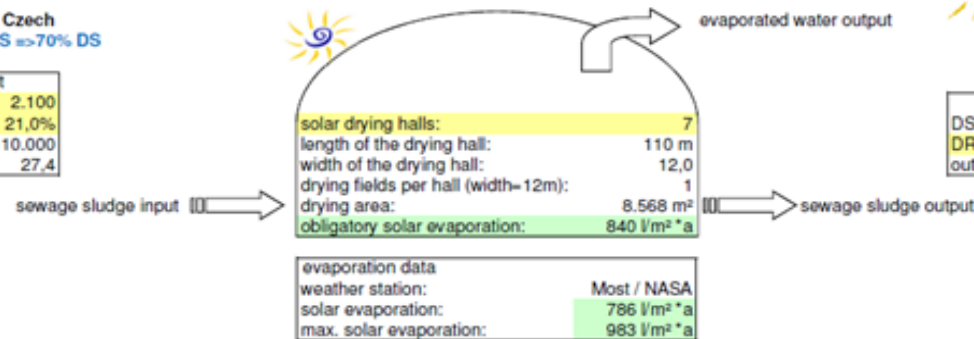
Technologický návrh solární sušárny kalů



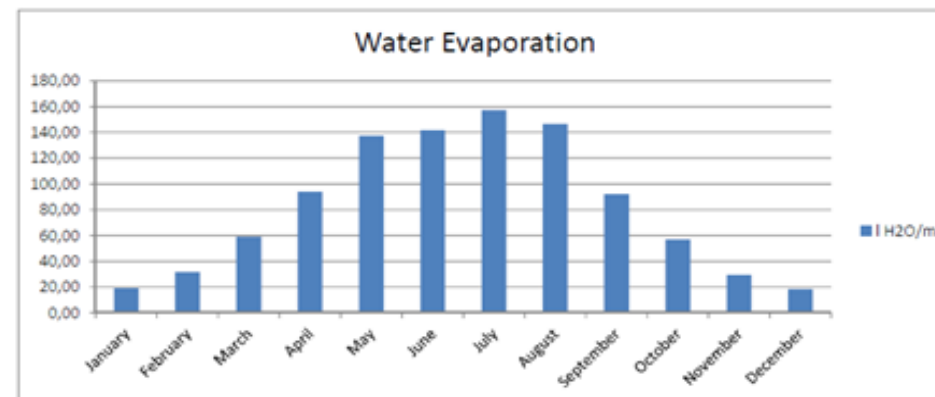
PROCESS DESIGN OF SEWAGE SLUDGE SOLAR DRYING

Solar drying: **Most / Czech**
21% DS => 70% DS

sewage sludge input	
DS [t DS/a]:	2.100
DR [%]:	21,0%
input [t/a]:	10.000
input [t/d]:	27,4



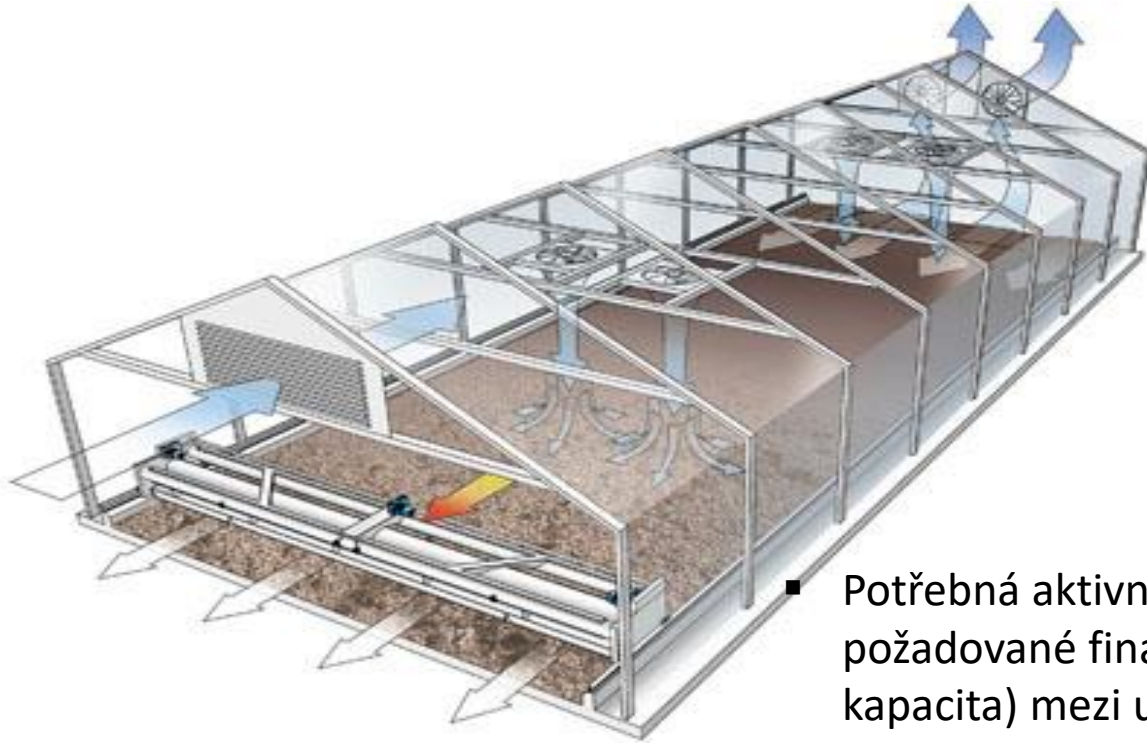
Latitude: 50,51° N
Longitude: 13,49° E
Date of simulation: 28.02.2019
Location: Most / NASA
Drying area: 8.568 m²



Autor: Thomas Rothmaier

28.02.2019
Project Design solar drying Most_02_2019 EN_V_0

SolarTiger GmbH / Freiling 23 / 4942 Gurten / e-mail: office@solars tiger.at
www.solars tiger.at



Obrázek - HUBER



- Potřebná aktivní plocha solární sušárny je funkcí počáteční vlhkosti kalu, požadované finální sušiny sušeného kalu a uskladňovacího objemu (akumulační kapacita) mezi uvažovanými periodami odvozu sušeného kalu ze sušárny k finálnímu využití.
- Návrhový program pracuje s využitím místních meteorologických dat (průběh intenzity záření, teplot, relativní vlhkosti) a na základě uvedených požadavků počítá potřebnou půdorysnou plochu solární sušárny.
- Orientačně instalace solární sušárny ve střední Evropě vyžaduje cca 1,0 až 1,5 m² na tunu roční kalové produkce běžně odvodněného kalu (1,0 až 1,5 m²/(t/rok)).

Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší ze dne 2. května 2012 ve znění zákona č. 64/2014 Sb., zákona č. 87/2014 Sb., zákona č. 382/2015 Sb., zákona č. 369/2016 Sb., zákona č. 369/2016 Sb.

Vyhláška č 415 Sb. ze dne 21. listopadu 2012 o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší

Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2008/1/ES ze dne 15. ledna 2008 o integrované prevenci a omezování znečištění (IPPC),

Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), ve znění pozdějších předpisů.

- **Teplota spalin přesahující 850 °C po dobu alespoň 2 sekundy za posledním přívodem spalovacího vzduchu**
- **A současně dosažení energetické účinnosti minimálně 65% pro výrobu tepla (pro výrobu elektřiny 75%)**
- **Se vzrůstajícím podílem popelovin významně roste v kotli ztráta mechanickým nedopalem a dochází k nárůstu podílu nespáleného uhlíku v tuhých zbytcích. Při ideálních podmínkách by z jednoho kilogramu odpadu vzniklo 0,5 kg popela. Ztrátu je potřeba pokrýt ve zdroji.**
- **Nestačí „aby hořelo“, ale aby byly pokryty ztráty a dosaženy povolené podmínky**

Maximální přípustné koncentrace znečišťujících látek v emisích ze spaloven odpadů dle vyhlášky č. 415/2012 Sb., respektive dle směrnice evropské komise 2010/75/EU[25]

(vztaženo na suché spaliny při 0°C a 101,325 kPa, referenční obsah kyslíku 11 % obj.)

	Znečišťující látka	Jednotka	Denní průměr	Půlhodinové průměry	
				A (100 %) i)	B (97 %) ii)
Kontinuálně monitorované emise	TZL	[mg/m ³]	10	30	10
	TOC	[mg/ m ³]	10	20	10
	HCl	[mg/ m ³]	10	60	10
	HF	[mg/ m ³]	1	4	2
	SO ₂	[mg/ m ³]	50	200	50
	NO ₂	[mg/ m ³]	200/400 ⁱⁱⁱ⁾	400	200
	CO	[mg/ m ³]	50	100	150
Jednorázově monitorované emise	Cd a Tl a jejich sloučeniny	[mg/ m ³]		Σ0,05	
	Hg a její sloučeniny	[mg/ m ³]		0,05	
	Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Ni, Mn, V a jejich sloučeniny	[mg/ m ³]		Σ0,5	
	Dioxiny a furany	[ng TEQ/ m ³]		0,1	

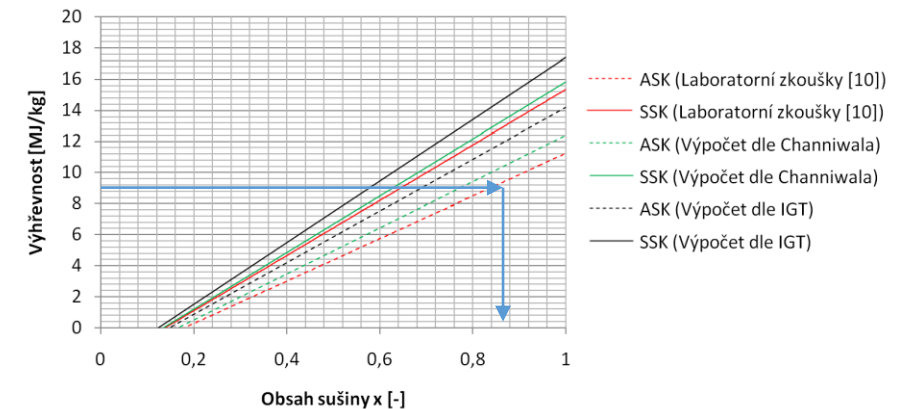
Pozn:

- i) Pro 100 % všech půlhodinových průměrů za kalendářní rok
- ii) Pro minimálně 97 % všech půlhodinových průměrů za kalendářní rok
- iii) Pro stacionární zdroje o jmenovité kapacitě do 6 t/h pro něž byla podána kompletní žádost do 28.11.2002 a byly uvedeny do provozu nejpozději do 28.12.2003

- K dosažení požadované teploty **850 °C** a současně energetické účinnosti limitně dané hodnotou **0,65** (výroba pouze tepla) je třeba přivést kal o výhřevnosti výhřevnost původního vzorku Q_{ir} 8,5 MJ/kg (v sušině **10 MJ/kg**), viz. tab. 1, V4.
- **Uvedené hodnoty jsou limitní respektive minimální pro zajištění požadovaných parametrů.**
- Se vzrůstajícím podílem popelovin významně roste v kotli ztráta mechanickým nedopalem a dochází k nárůstu podílu nespáleného uhlíku v tuhých zbytcích. Při ideálních podmínkách by z jednoho kilogramu odpadu vzniklo 0,56 kg popela.

		V1	V2	V3	V4
W^r	[%]	15	15	15	15
A^d	[%]	65,46	65,46	53,30	47,8
Q_i^r	[MJ/kg]	5,53	5,53	7,60	8,54
Q_i^d	[MJ/kg]	6,50	6,50	8,94	10,05
t_{np}	[°C]	643	850	852	915
X_{zp}	[Nm ³ /kg]	0	0,2195	0	0
Q_i směs	[MJ/kg]	-	12,88	-	-
η_k	[%]	56,1	67,1	63,3	68,01
η^1	[-]	-	0,169	0,600	0,650
η^2	[-]	-	0,262	0,682	0,739

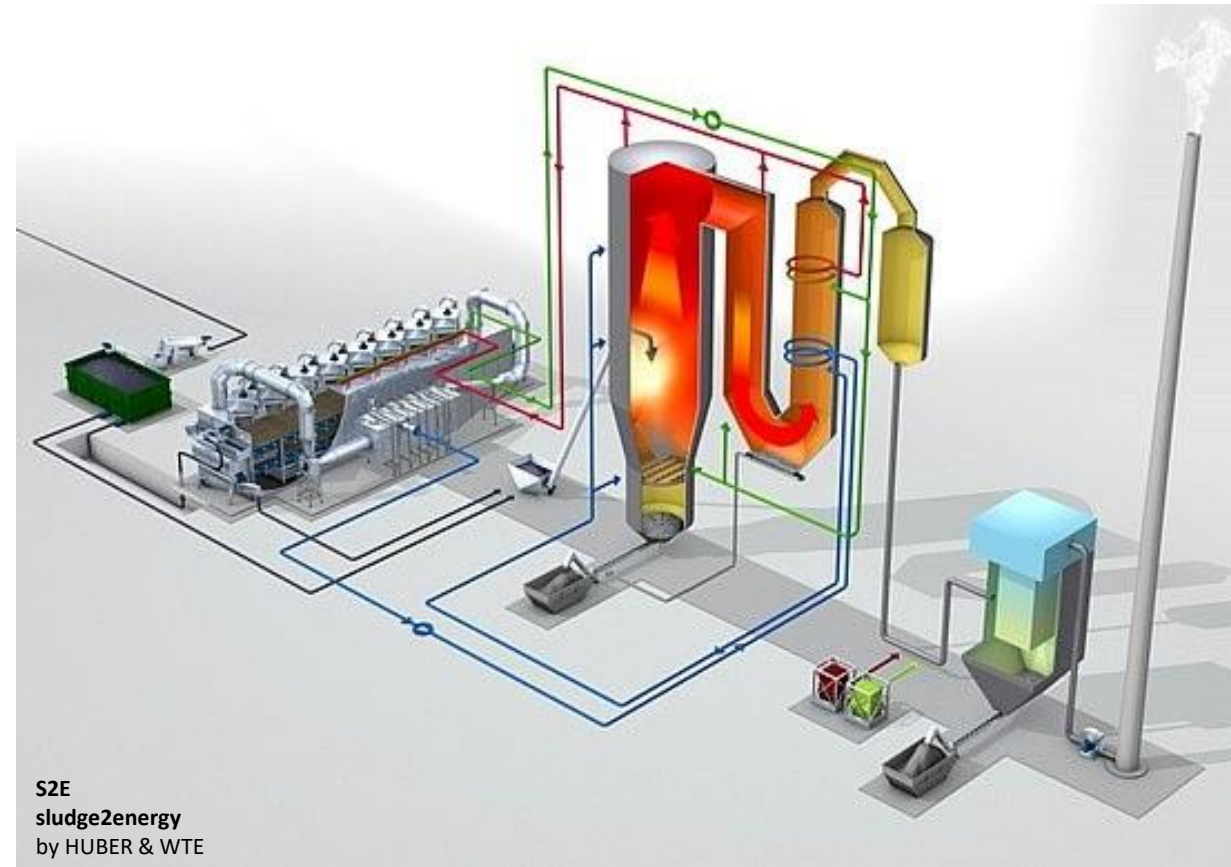
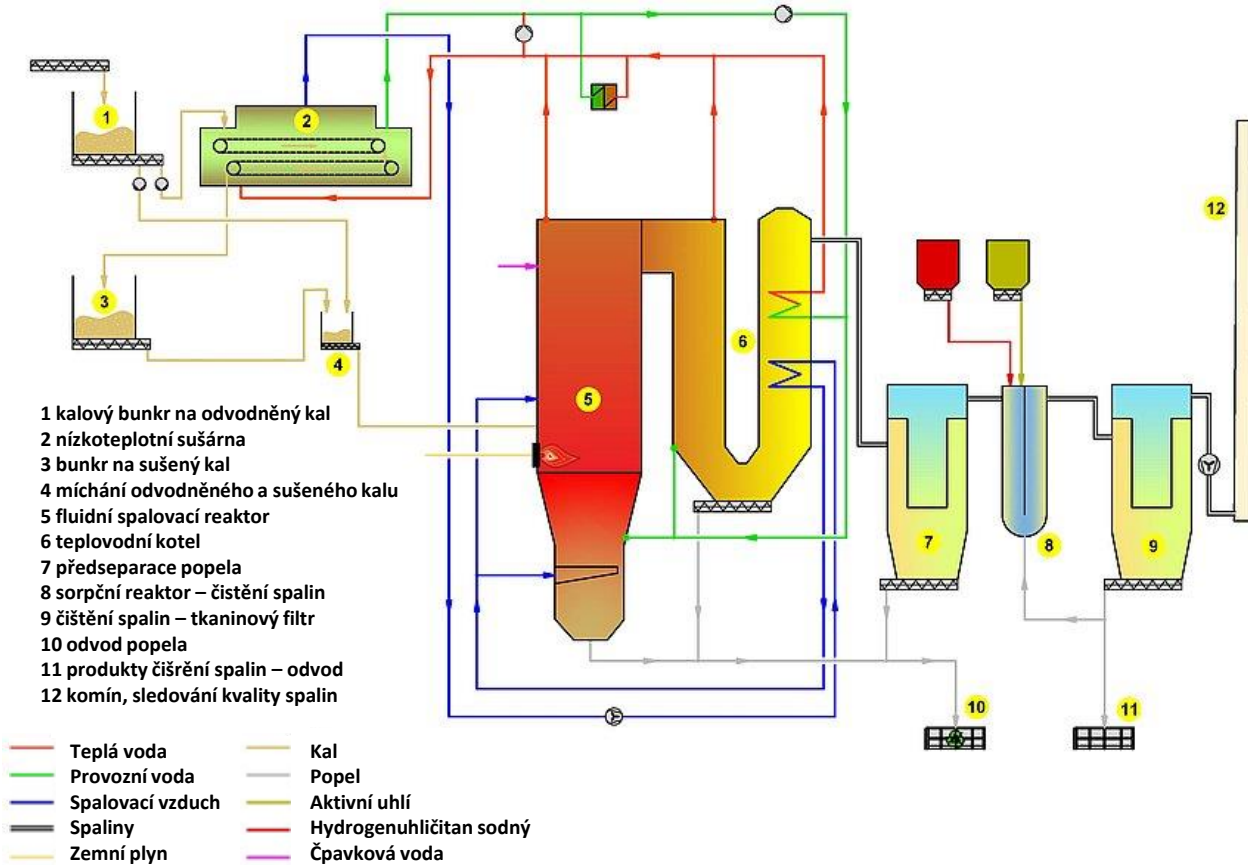
1 - výroba pouze tepla, 2 - výroba tepla a elektřiny



- **Potřebuji minimálně sušinu 85%**
- **Potřebuji výhřevnost minimálně 10 MJ/kg suš.**

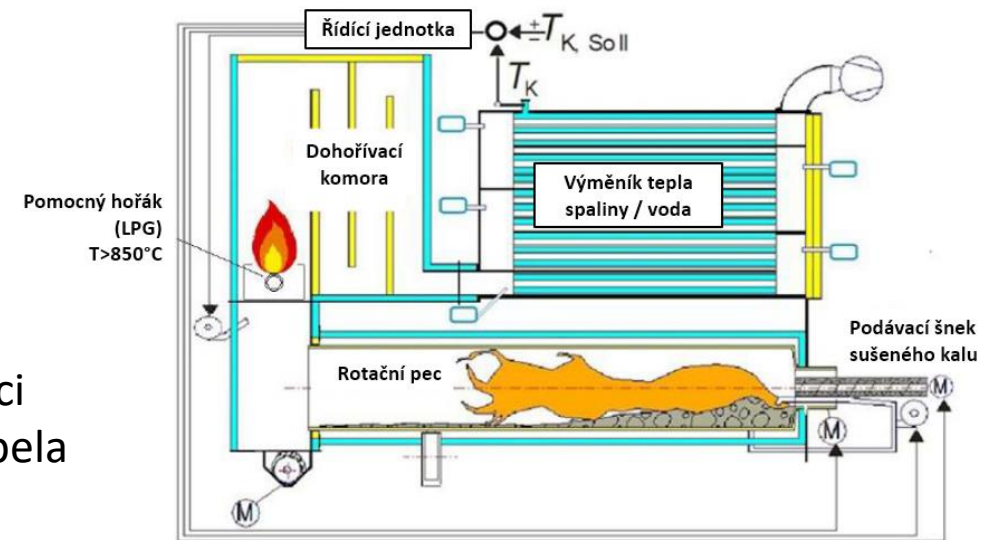
Velké zdroje a velká regionální kalová centra

Nízkoteplotní sušení a monospalování



Základní stavební kameny:

- ❖ Mechanické odvodnění kalu
- ❖ Sušení odvodněného čistírenského kalu do 85-90% -TS, včetně úpravy odpadního vzduchu
- ❖ Mono-spalování sušeného kalu v rotační peci, včetně čištění spalin
- ❖ Technologie spalování je založena inovativní, vodou chlazené rotační peci
- ❖ Vhodné pro paliva s nízkým bodem tání popela a vysokým obsahem popela (až 25%)
- ❖ Spalování probíhá po celé délce rotující roury s turbulentním proudovým ventilátorem
- ❖ Všechny komponenty z kotle, které jsou vystaveny opotřebení a / nebo tepelnému zatížení, jsou obloženy žáruvzdornou a otěruvzdornou keramikou.
- ❖ V dohořivací komoře jsou spaliny zcela spáleny při teplotě nejméně 850 °C a době kontaktu 2 vteřiny (hořák na LPG) než vstoupí do výměníku tepla.
- ❖ Hodnoty emisí CO, NOx a prachu jsou hluboko pod požadavky německé normy 4. BImSchV (TA Luft)
- ❖ Práškový popel má nízký obsah uhlíku a neobsahuje strusku, obsahuje minerální látky využitelné jako pomocné půdní látky ke hnojení rostlin



WERKSTÄTTEN heating-systems GmbH

Verbrennungs- und Abgastechnik von Biomassen



- ✓ Základem zůstává mezofilní nebo termofilní anaerobní stabilizace úzce provázaná s energetickým využitím kalového plynu v moderních kogeneračních jednotkách s vysokou elektrickou účinností.
- ✓ Tento základ je účelné doplnit procesem termické hydrolýzy, která může být umístěna před, mezi nebo za vyhnívacími nádržemi. Velmi perspektivní a nejvíce účinná je modifikace označovaná jako PAD-THP. Jde o řešení kombinující termickou hydrolýzu vyhnílého kalu a termickou kondicionizaci kalu.
- ✓ Cestu k úplnému vytěžení energetického obsahu pak otevírají procesy nízkoteplotního sušení nebo solárního sušení, na které mohou navazovat podle velikosti ČOV procesy termochemické transformace sušeného kalu získáváním energie ve formě plynu (pyrolýzní plyn, syngas) a získáváním mineralizovaného uhlíkatého zbytku (karbonizát, biochar, popel) s agrochemicky využitelným fosforem (využití jako hnojivo či hnojivá komponenta) nebo popela z mono-spalování.

- ✓ Použití monospalování s výhledovým získáváním fosforu, tedy cestou, kterou se vydává Německo, Švýcarsko a Rakousko, nejnověji připravuje Švédsko.
- ✓ Energetické aspekty a využitelnost konečného produktu budou hrát klíčovou roli v rozhodovacím procesu jak dále, ale jak již bylo řečeno, potřeba řešení materiálové transformace čistírenských kalů je za dveřmi („ante portas“).
- ✓ Různé zainteresované strany, odvětví a země mají velmi rozdílné až protichůdné postoje. Obavy vyplývající z prokázané vzrůstající přítomnosti různých kontaminujících látek a šíření antibiotické rezistence vedou k používání principu předběžné opatrnosti při zpracování kalů.
- ✓ Je evidentní, že do kalového hospodářství ČOV rázně vstupují termické procesy a naplňují koncepte Sludge-to-Energy a principy oběhového hospodářství (Sludge – Phosphorus) spolu s ochranou zdraví. K dispozici je celá řada ověřených technologií.

Děkuji za pozornost !

© SMP CZ, a.s.

Tato prezentace je duševním vlastnictvím akciových společností SMP CZ, a.s. a ARKO Technology a.s. Fyzické nebo právnické osoby nejsou bez předchozího výslovného souhlasu obou společností (autorů) oprávněny tuto prezentaci ani její části jakkoli využívat, kopírovat nebo zpřístupnit dalším osobám.

