

Zkušenosti z provozu linky na zpracování čistírenských kalů AČOV Tábor

Ing. Lubor Tomanec, Ing. Jaroslav Fuka

květen 2026



ÚVOD

Areálová čistírna odpadních vod Tábor

- mechanicko-biologická ČOV, kapacita 95 000 EO
- čistí odpadní vody z větší části Táboru, celého Sezimova Ústí a Plané nad Lužnicí



- Objem čištěných odpadních vod: 4,2 mil. m³/rok (balasty 0,7 mil. m³/rok), podíl průmyslových odpadních vod 35 – 40 %
- 90 % soběstačnost spotřeby el. energie
- **Množství odvodněného kalu:** AČOV 5.800 t/rok, ČOV Klokoty 600 t/rok

ZPŮSOB ZPRACOVÁNÍ A NAKLÁDÁNÍ S KALY

Příprava hygienizace odvodněných kalů v r. 2017 jako reakce na:

- změny v legislativě
- rostoucí komplikace při uplatnění čistírenských kalů v okolí (ochranná pásma vodních zdrojů, nedostatek lokalit vhodných k zemědělské aplikaci, velké dopravní vzdálenosti)
- avízované ukončení možnosti likvidace v kalojemech odkališť bývalé chemické úpravy uranové rudy v Mydlovarech na „technickou rekultivaci“ (doprava do vzdálenosti 65 km, 1–2 nákladní soupravy/den)
- v první fázi byla navržena pouze nízkoteplotní pásová sušárna jako nástroj k hygienizaci kalů
- po zdražení energií, ekonomickém vyhodnocení a praktické nemožnosti uplatnění sušeného kalu byla linka sušení kalu doplněna o pyrolýzní jednotku

V roce 2023 proběhlo výběrové řízení v režimu nadlimitní stavby a byl vybrán zhotovitel stavby - sdružení Hochtief – HST Tábor s cenou 256.963.289,-Kč. Dotace z fondu OPŽP na sušárnu činila 87,5 mil. Kč. Na pokrytí zbylých nákladů čerpala VST úvěr, hrazený z nájemného v období 2028 - 2037. Investice tedy nezatěžuje napřímo cenu vodného a stočného, v budoucnu by se měla naopak projevit dlouhodobou stabilizací nákladů na likvidaci zmíněného kalu ve formě odpadu a následně jako výrobek ve formě pomocné půdní látky.

REKAPITULACE – ČASOVÉ MILNÍKY

- Změna ÚR - doplnění pyrolyzéro [12/2021](#)
- DSP a následně vydané SP na stavbu sušárny, kalového bunkru a pyrolýzy kalů a ostatních objektů [1/2023](#)
- Nabytí platnosti SP [2/2023](#)
- Zpracování dokumentace pro výběr zhotovitele (Red Fidic) [9/2022](#)
- Rozhodnutí o přidělení dotace v rámci výzvy 05-22-004 OPŽP 2021-2027 ve výši 87,5 mil. Kč [5/2023](#)
- Výběrové řízení dle ZZVZ v kategorii nadlimitní zakázka, finální výběr zhotovitele [8/2023](#)
- Zahájení stavby [12/2023](#)
- Ukončení stavebních prací [5/2025](#)
- Garanční zkoušky [10/2025](#)
- Uvedení do zkušebního provozu [5/2026](#)

POPIS TECHNOLOGIE – SUŠÁRNA

- odvodněný kal z odstředivky je dopravován pomocí šnekových dopravníků do horizontální nízkoteplotní pásové sušárny fy ELIQUO NT48 s nepřímým ohřevem a teplotou topné vody 85 až 95 °C
- v prostoru za sušárnou je umístěn rekuperační výměník vzduch/vzduch pro předeřívání vzduchu nasávaného z místnosti přivedeného zpátky do sušárny, mokrá pračka vzduchu s kyselým i alkalickým praním
- hlavním zdrojem tepla pro sušárnu je odpadní teplo (až 70 %) z výměníku pyrolyzéru, zbytek potřebné tepelné energie je dodáván z odpadního tepla z kogeneračních jednotek, případně z kotlů na bioplyn nebo zemní plyn
- topným médiem je horká voda s teplotním spádem 90/70 °C
- kapacita linky je 10 000 tun odvodněného kalu za rok, součástí je také podzemní kalový bunkr o objemu 60 m³ pro dovoz kalů z ČOV Klokoty, případně z dalších lokalit (po splnění lhůty udržitelnosti projektu 5 let)

SUŠÁRNA



POPIS TECHNOLOGIE – PYROLYZÉR

- pyrolyzér v kontejnerovém provedení je osazen na železobetonové desce pod přístřeškem vedle budovy sušárny
- k provozu se připravuje pomocí startovacího hořáku na zemní plyn, po jeho zahřátí na provozní teplotu je následně sušený kal dávkován do dvou paralelních reaktorů
- reaktor je tvořen vnitřní a vnější částí - ve vnitřní části je kal pomocí šnekového dopravníku posouván a tepelně rozkládán za nepřítomnosti vzduchu. Ve vnějším plášti proudí spaliny o teplotě 850 – 950°C, které zajišťují kritickou teplotu karbonizace (580 – 650°C) ve vnitřním prostoru reaktoru
- spaliny jsou vedeny přímo k ohřevu materiálu, dál do vysokoteplotního výměníku a předané teplo je distribuováno potrubím na vstup sušárny. Spaliny jsou následně čištěny v mokré alkalické pračce a ve filtru s aktivním uhlím a vedeny do komínu.

PYROLYZÉR



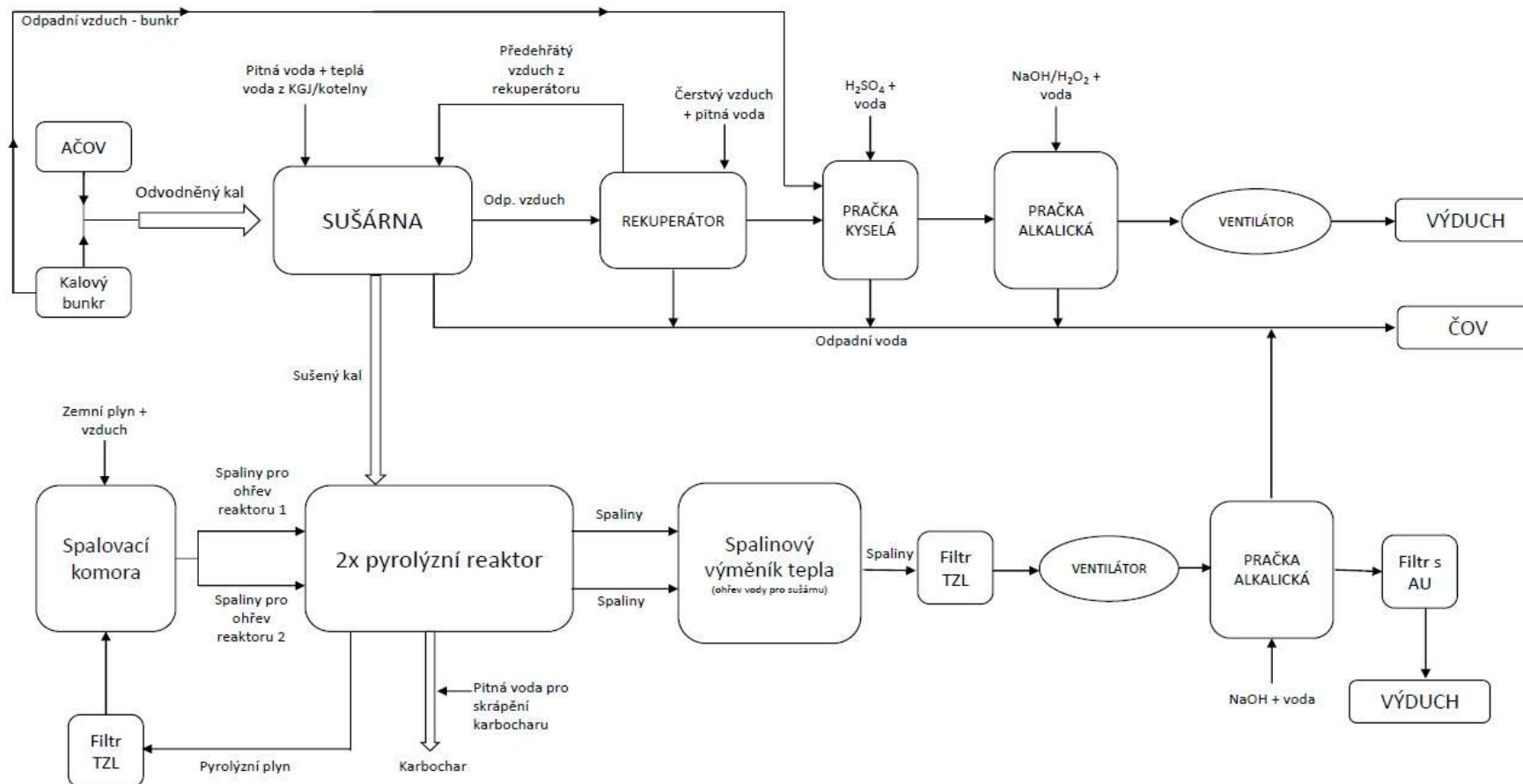
CELKOVÝ POHLED NA SUŠÁRNU A PYROLÝZNÍ REAKTOR



KONTEJNERY NA KARBOCHAR (SUŠENÝ KAL)



POPIS TECHNOLOGIE - BLOKOVÉ SCHÉMA



VELÍN



PYROLÝZNÍ JEDNOTKA

SUŠÁRNA

GARANČNÍ ZKOUŠKY

Kriterium	Parametr	Hodnota	Hodnota naměřená	Jednotky	Poznámka
a)	Minimální látkový výkon nízkoteplotní sušárny	1 200	1 284	kg/h	Min. sušina vstupního kalu 22 % Min. sušina vysušeného kalu 87 %
b)	Maximální specifická spotřeba tepla sušárny na odpaření 1 kg vody	0,89	0,83	kWt/kg H ₂ O	
c)	Maximální specifická spotřeba elektrické energie sušárny na odpaření 1 kg vody	0,09	0,05	kWe/kg H ₂ O	Včetně odtahového ventilátoru
d)	Maximální celková doba spouštění karbonizační jednotky	7	6,88	hod	Teplota nasávaného vzduchu min. 10 °C
e)	Minimální tepelný výkon karbonizační jednotky	400	481,34	kWt	Ve formě předané topné vody
f)	Kvalita spalin, vypouštěných z karbonizační jednotky, musí splňovat požadované emisní limity znečišťujících látek, zjišťovaných kontinuálním i jednorázovým měřením	Viz protokoly z měření	Všechny hodnoty splněny, většinou hluboko pod limitem		Limity jsou uvedené v povolení stavby vodního díla „Zpracování čistírenských kalů AČOV Tábor“.
g)	Hluk při standardním provozu všech zařízení, instalovaných v rámci realizované stavby, nesmí překročit hygienické limity pro denní i noční dobu v okolních chráněných prostorech		Všechny hodnoty splněny		

Garanční zkoušky v délce trvání 3 dnů dle podmínek smlouvy proběhly 13. - 16.10.2025.

V průběhu GZ se projevilo výrazné kolísání sušiny vyhnílého kalu v rozmezí cca 2,4 až 3,0 %, to znamená při odhadovaném průměrném výkonu odstředivky 12,5 m³/hod kolísání sušiny od 300 do 375 kg, během zkoušek bylo naměřeno průměrné množství odvodněného kalu 1284 kg/hod s průměrnou sušinou 26,378 %, což v důsledku znamená kolísání množství vody k odpaření od 942 do 886 kg v sušárně při vysušení na 90 %.

S menším kolísáním sušiny, případně výhřevnosti si poradí automatiky sušárny i pyrolyzéru samy, ovšem při větším rozdílu se musí změnit výkon ručně, což vyžaduje zásah obsluhy. Po zvětšení kapacity uskladňovací nádrže by se měla stabilita celé linky výrazně zlepšit.

ZKUŠENOSTI Z PROVOZU

1. komplexní zkoušky (květen 2025):

- „čerstvě vybalená“ a nainstalovaná technologie
- vysoká náročnost montážních prací a vzájemného propojení jednotlivých komponentů
- automatika a režim ovládání = stavba na zelené louce
- během 48 hodin průběhu KZ byla většina jednotlivých částí linky ovládána ručně
- jednoznačně se prokázal zásadní význam kvality odvodněného kalu (sušina, lepivost, organika)

2. období květen - říjen 2025 (mezi KZ a GZ)

- po několika marných pokusech bylo konstatováno, že navržený způsob dopravy kalů z kalového bunkru pomocí vertikálního dopravníku nefunguje (přeměna konzistence kalu na lepivou hmotu, nevhodnou k dalšímu transportu)
- v současnosti není kalový bunkr v provozu, řeší se jiný způsob dopravy kalů (tlaková pomocí čerpadla a extrudéru na konci výtlačného potrubí)
- předpoklad uvedení do provozu: 08/2026

DOPRAVA KALŮ Z KALOVÉHO BUNKRU





ZKUŠENOSTI Z PROVOZU :

3. období listopad 2025 – leden 2026

- postupné zapracovávání systému, optimalizace chodu, soulad s kvalitou kalu
- problémy s ucpáváním výsypky šnekového dopravníku na pás sušárny (zalepování kalem)
- další četné drobné poruchy a výpadky (čidla, sondy, ucpané filtry pračky pyrolyzéru,...)
- velké teplotní výkyvy na vstupu do přední (severní) a zadní (jižní) části sušárny
- v důsledku toho nebyl kal dostatečně vysušený (sušina mezi 75 až 85 %, požadovaná 85 – 90 %)
- vlivem nedostatečné sušiny kalu na vstupu do pyrolyzéru byl problém s plněním limitů emisí NOx, ostatní limity měřené kontinuálně (CO, TOC a Tzl) byly trvale hluboko pod limitem

Na základě problémů s dodávkou tepla do sušárny se ukázala jako nezbytná úprava topného systému, provoz linky byl pozastaven

4. období únor 2026 – duben 2026

- monitorovací, projekční a realizační práce na doplnění topného systému
- čtvrtletní garanční prohlídka pyrolyzéru
- instalace 4 ks kamer na kritická místa linky (výpad šneku odstředivky, násypka sušárny, kontejnery)
- odstraňování konkrétních problémů, zaznamenaných v uplynulém období

5. období květen 2026 –

- postupné uvádění do chodu, distribuční tepelné testy, příprava na zahájení zkušebního provozu

POROVNÁNÍ PROVOZNÍCH NÁKLADŮ – POUZE ODVODNĚNÝ KAL

položka	hodnota	měrná cena	celkem rok
2022	7 500 t/rok	863 Kč/t	6 473 000 Kč
2023	7 500 t/rok	1 013 Kč/t	7 598 000 Kč
2024	7 100 t/rok	1 000 Kč/t	7 100 000 Kč
2025	6 500 t/rok	1 050 Kč/t	6 825 000 Kč
2026 odhad	6 500 t/rok	1 100 Kč/t	7 150 000 Kč

POROVNÁNÍ PROVOZNÍCH NÁKLADŮ – SUŠENÍ A KARBONIZACE

Cena elektřiny – průměrná (VT a NT).....3,86 Kč/kWh (2023 činila cena 4,10 Kč/kWh)
 Cena za dodávku plynu včetně komodity, přepravy, služby, atd21,44 Kč/m³, 2,1 Kč/MWh, 756 Kč/GJ
 (2023....13 Kč/m³)

Položka	hodnota	měrná cena	celkem rok
Nákup zemního plynu + starty pyrolyzéru – kotel na zemní plyn	2 000 GJ/rok	756 Kč/GJ	1 512 000 Kč
Elektrická energie pro sušárnu a pyrolyzér vč. příslušenství (40 + 30 + 5) kW, 5 100 h/rok	502 000 kWh	3,86 Kč/kWh	1 940 000 Kč
Chemikálie, aktivní uhlí			540 000 Kč
Autorizované měření emisí			200 000 Kč
Údržba, náhradní díly, servis, mzdy			2 500 000 Kč
Likvidace karbocharu 1 000 t/rok, 85 % sušiny	1000 t/rok	500 Kč/t	500 000 Kč
Celkové náklady na likvidaci kalu			7 192 000 Kč

KARBOCHAR (BIOCHAR)

Výsledkem procesu pyrolýzy (karbonizace) je **redukce objemu odvodněného kalu na cca 12 % původního objemu a také odstranění všech škodlivých látek jako jsou mikropolutanty, mikroplasty, PFAS, hormony, zbytky léčiv apod.**

Výsledný produkt - **vysoce porézní karbochar (biochar)** s pevně vázaným uhlíkem (jedná se o uhlíkově negativní technologii) bez znečišťujících látek **byl k 31.3.2026 zaregistrován ÚKZÚZ jako pomocná půdní látka.** Na základě této registrace je spuštěn u Krajského úřadu proces převedení na výrobek (EoW). **Tím dojde k ukončení jeho cyklu v enviromentálním oběhu.**

V současné době dochází ve spolupráci s akademickou sférou (ČZU, VŠCHT, spolek Biochar platform a další) k dalšímu rozvoji uplatnění karbocharu (biocharu) jako **součástí substrátů pro zelené střechy, v zahradnictví, zemědělství, lesnictví apod.**

- obsahuje cca 55 % hmotnosti sušiny sušeného kalu. **Hlavní stavební složkou karbocharu je chemicky stabilní uhlík, který nepodléhá dalšímu rozkladu a oxidaci (v půdě).**
- je porézní, zvyšuje zadržování vody v půdě
- obsahuje velký obsah fosforu i další živiny: N, Ca apod.
- **do karbocharu se koncentrují v podlimitním množství ostatní stopové prvky (těžké kovy apod.), kromě rtuti a částečně kadmia, které odcházejí do spalin a jsou zachyceny ve filtru s aktivním uhlím**
- obsah hlavních složek (teplota pyrolýzy = 600 °C)
popel cca 75 % hmotnosti, C cca 25 % , P cca 5 % , N cca 2,5 % hmotnosti

APLIKACE NA ZEMĚDĚLSKOU PŮDU

- zvyšuje úrodnost půdy a zadržování vody v půdě, kypří a zlehčuje ji
- snižuje průnik biogenních prvků (P, N apod.) z hnojiv do podzemních vod v důsledku jejich retence a postupného uvolňování z biocharu
- v prvních měsících po aplikaci (v prvním roce aplikace) částečně nahrazuje kombinovaná a vápeno-hořečnatá hnojiva z důvodu vysokého obsahu biogenních prvků (P, N, Ca)
- snižuje vyluhovatelnost těžkých kovů

INSTALACE SUŠÁRNY A PYROLYZÉRU - SHRNUTÍ

Řešení splňuje veškeré současné i doposud známé budoucí legislativní požadavky a zajišťuje vlastníkově a následně provozovateli nezávislost likvidace kalů z čistírny na vnějších okolnostech a podmínkách včetně kontroly nad cenou poplatku za jeho uplatnění, aniž by její výše byla závislá na třetím subjektu.

Nové řešení by mělo přinést zamezení razantního nárůstu poplatků za likvidaci hygienicky neupraveného kalu.

- registrace karbocharu jako pomocné půdní látky umožní po získání povolení Krajského úřadu převedení odpadu vstupujícího do kalové koncovky na výrobek, což bude znamenat definitivní řešení likvidace čistírenského kalu jako odpadu a naopak potenciální využití karbocharu s ekonomickým efektem
- typický příklad cirkulární ekonomiky
nejedná se o likvidaci materiálu ale o jeho přeměnu a využití



- technologie Pyreg karbonizuje kal na vysoce porézní KARBOCHAR bez znečišťujících látek. Na rozdíl od fermentace nebo spalování neuvolňuje uhlík, ale stabilně jej váže v KARBOCHARU. Díky tomu je výroba KARBOCHARU uznávána jako **technologie uhlíkově negativních emisí (NET)**
- po rozvinutí trhu s CO2 kredity v ČR možný příjem za prodej těchto kreditů

























DĚKUJEME ZA POZORNOST