

Chemické metody stabilizace kalů

1

Stabilizace vápnem

Podmínky pro dosažení hygienizace kalu na úroveň třídy I. :

- alkalizace vápnem nad pH 12 a dosažení teploty nad 55 ° C a udržení těchto hodnot po dobu alespoň 2 hodin
- alkalizace vápnem nad pH 12 při teplotě prostředí po dobu alespoň 3 měsíců, přitom pH nesmí klesnout pod uvedenou hodnotu.

Podmínky pro dosažení hygienizace kalu na úroveň třídy II. :

Kondicionace vápnem na pH>12 a udržení pH na této hodnotě po dobu nejméně 24 hodin.

Dávky vápna závisí na charakteru konkrétního kalu

Sýkora (2001) : CaO v rozmezí 100 – 300 kg/tunu sušiny kalu.

Kemira (1995) : CaO: 200 – 400 kg/tunu sušiny kalu

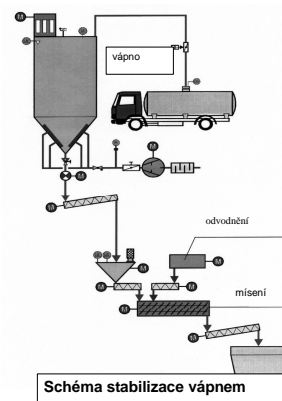
Ca(OH)₂: 300 – 500 kg/tunu sušiny kalu.

2

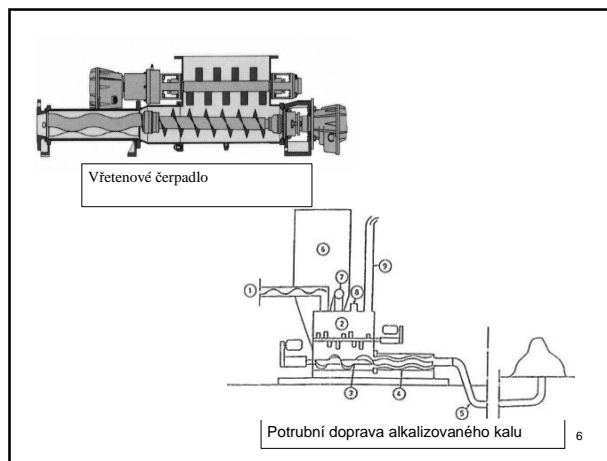
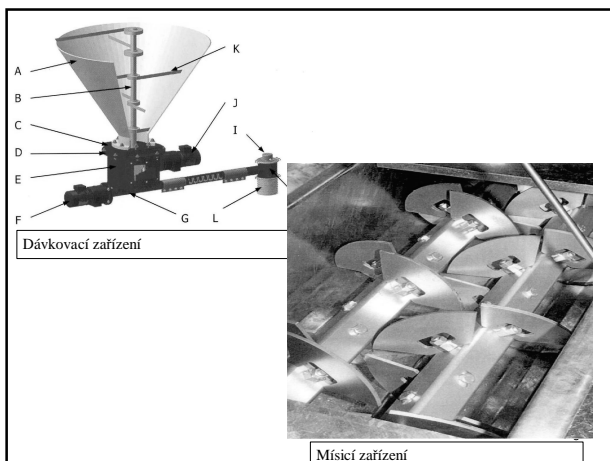
Podle formy použitého vápna a fáze ve které se vápno do kalu přidává, lze používané technologie rozdělit do 4 skupin:

- Vápenné mléko** se míchá s tekutým stabilizovaným kalem před odvodňováním (při odvodňování komorovými lisy), zde slouží přídavek vápna především jako koagulační činidlo při odvodňování kalu a hygienizace je dalším efektem technologického procesu odvodňování.
- Práškové pálené vápno** se vmíchává do tekutého kalu krátce před odvodňováním. Probíhající chemická reakce zlepšuje výsledky odvodnění kalu.
- Práškové pálené vápno** se přidává do kalu ihned po jeho odvodnění, před transportem na pole resp. skládku.
- Práškové pálené vápno** se přidává do odvodněného kalu až na místě

3



4



Kompostování čistírenských kalů

Kompostování řízený proces při kterém jsou organické látky z kalu biologicky, za aerobních podmínek rozloženy na stabilizovaný materiál – kompost, který již není nebezpečný pro životní prostředí a může být přímo použit ke kondicionaci půdy.



8

Výhody:

- Skladovatelný produkt
- Možnost prodeje
- Kompostování kalů může být kombinováno s dalšími procesy
- Nízké náklady v porovnání se spalováním

9

Nevýhody:

- Kal pro kompostování musí být odvodněný na 18-30% sušiny
- Potřeba přídatného materiálu
- Potřeba velké plochy
- Vyšší cena v porovnání s přímou aplikací kalu na pole
- Proces kompostování je potenciálním zdrojem zápachu a bioaerosolů.

10

Popis procesu:

Odvodněný kal se míchá s další doplňkovým organickým materiálem. Doplňkový materiál je nutný pro nastavení obsahu vody a/nebo jako zdroj uhlíku pro úpravu energetické bilance a poměru C/N.

Kompostovat se může surový i anaerobně stabilizovaný kal.

Přídavný materiál:

piliny, sláma všeho druhu, seno, tráva, kůra, štěpky apod

11

Průběh procesu

V průběhu kompostování dochází k rozkladu organických látek především z kalu a v menší míře z přídatného materiálu. Konečnými produkty rozkladu jsou především H₂O, CO₂, vzniká biomasa a stabilizovaný kompost.

Část energie uvolněné při rozkladu se přemění na teplo.

Teplota při nekontrolovaném procesu kompostování může vzrůst na 70-80°C.

12

Hlavními destruenty jsou bakterie 80-90% organické hmoty zbytek actinomycety a houby.

Bakterie vydrží teplotu do 75°C, actinomycety 65°C, houby 60°C .

13

Faktory ovlivňující proces kompostování:

- Biologická rozložitelnost kalu a přídavného materiálu
- Obsah vody
- Kyslík (aerace)
- Struktura materiálu
- Teplota
- Poměr C/N a pH

14

Biologická rozložitelnost kalu a přídavného materiálu

Vsádka sestává z anorganické frakce a z různých více či méně rozložitelných organických látek:

- lignin, hemicelulózy a celulóza
- škrob a jiné sacharidy
- tuky, vosky, silice
- bílkoviny

Složení organických látek a rychlost jejich rozkladu jsou hlavními faktory ovlivňujícími energetickou bilanci při kompostování.

15

Obsah vody

Minimální obsah vody pro dobrý průběh mikrobiálních procesů je 12-25%.

Optimální obsah vody v kompostovaném kalu závisí od druhu a sušiny přídavného materiálu - 55-60% (tj. 40-45% sušiny).

Finální kompost má mít obsah vody 40-45%. (při plnění do pytlů 35%)

Obsah vody se v průběhu procesu mění: vznik vody při rozkladu org. látek, odpar v závislosti na teplotě a intenzitě aerace.

16

Kyslík - aerace

Pro dobrý průběh aerace je potřebná dostatečná **porozita** vsádky 20-30%.

Nejvyšší potřeba kyslíku je v první fázi procesu.

Kyslík se dodává přirozenou ventilací (difúze) nebo nucenou aerací.

Obsah kyslíku v odplyně 5-18%.

17

Teplota

Nárůst teploty při kompostování závisí na energetické bilanci celého systému, na složení a velikosti vsádky, aeraci a izolaci.

Optimální teplota v první fázi kompostování je cca 55°C.

Při teplotě nad 60°C dochází k významné redukci druhu mikroorganismů.

Při 70°C je celková aktivita mikroorganismů pouze 10-15% aktivity při 60°C

Při 75-80°C biologická aktivita ustává.

18

Poměr C/N

Vhodný poměr C/N je 20:1 až 30:1 pro většinu případů.

Větší důležitost má dostupnost C a N.

Při vysokém poměru C/N klesá rychlost rozkladu.

Při nízkém poměru C/N dochází k uvolňování amoniaku.

19

Technologické uspořádání

Proces kompostování sestává ze tří fází:

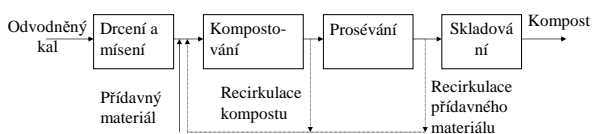
rychlý rozklad (teplota 50-70°C, destrukce patogenů, úbytek hmoty) – „čerstvý kompost“

stabilizace - teplota klesá, „čerstvý kompost“ přechází na „aktivní kompost“, pokračuje stabilizace.

zrání – teplota klesá na teplotu prostředí, procesy „humifikace“ pokračují – „hotový kompost“

20

Schéma technologického uspořádání



Před a po úprava

Drcení, řezání přídavného materiálu. Velikost částic 12,5 – 50 mm
Prosévání

21

Kompostovací systémy

Otevřené podélné hromady . tvar hromady trojúhelník nebo trapezoid, šířka 3,7-4,9 m, výška 1,4-1,7 m, délka proměnná, nucené provzdušňování, strojové překopávání. Doba zdržení 8-12 týdnů. Pro konečné dozrání se doporučuje doba zdržení až 10 měsíců. Nebezpečí úniku zápachu.

Otevřená nepřekopávaná hromada. potřeba větší porovitosti materiálu, typické rozměry – základna 12-15 m, výška 3 m. Doba zdržení – fáze aerace 14-28 dní, zrání nejméně 30 dní.

22

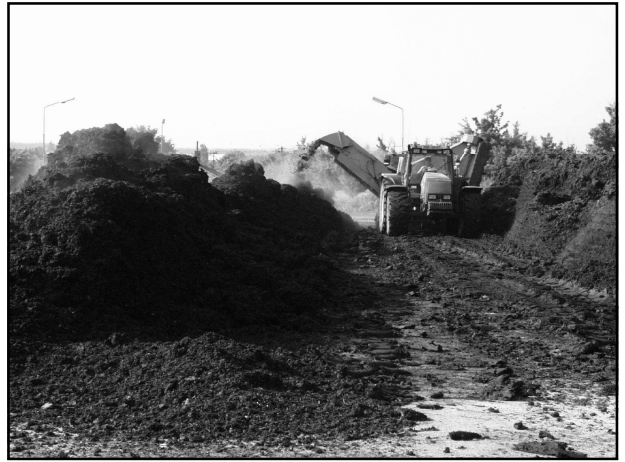
Kryté systémy – podobné uspořádání jako otevřené. Výhoda – využití tepla z odplynů, zabránění úniku zápachu.

Nevýhoda – voda kondenzuje na stropě a stěnách – nebezpečí koroze.

Uzavřené reaktorové systémy lepší řízení procesu (aerace, teplota, vlhkost). Horizontální „tunely“, kontejnery o objemu 50-60 m³ (7 x 3 x 3 m) až 250 m³, vertikální reaktory.

23





Aplikace kalů na zemědělskou půdu

Hnojivé účinky kalů:

cca 52 % organických látek
3,52 % dusíku
1,65 % fosforu
0,35 % draslíku

Při aplikaci 5 tun sušiny kalu se dodá do půdy:

2600 kg organických látek
176 kg dusíku
83 kg fosforu
18 kg draslíku

Aplikaci čistírenských kalů na zemědělskou půdu reguluje vyhláška MŽP 382/01 Sb ze dne 17 října 2001 „o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě“.

31



TECHNOLOGIE KREPRO

Proces KREPRO je alternativou zpracování čistírenských kalů umožňující maximální využití a recyklaci cenných složek obsažených v kalech produkovaných na čistírnách odpadních vod.

Proces KREPRO je produktem švédské firmy Kemwater patřící do skupiny Kemira Group

POPIS PROCESU

Proces KREPRO může být začleněn do technologické linky kalového hospodářství ve dvou základních uspořádáních:

ke zpracování surového kalu (směsného, primárního, biologického),

ke zpracování kalu po anaerobní stabilizaci.

33

Proces KREPRO dokáže rozdělit kapalnou a pevnou fázi z kalů do pěti základních frakcí:

- Frakce organické nerozložitelné** (celulózní vlákna) s vysokým stupněm výhřevnosti, tzv. biopalivo, které je produkováno ve formě odvodněného organického kalu v průměru na 45 -50% sušiny.
- Fosfátová frakce** s vysokým nutričním obsahem, která může být využita jako hnojivo, případně k výrobě dalších produktů na bázi fosforu. Produkt je srážen jako fosforečnan železitý. Obsah jiných těžkých kovů je velice nízký.
- Frakce těžkých kovů** (odpad), je získávána jako sulfidické srážení separované v lamelové usazovací nádrži. Po odvodnění je likvidována skládkováním jako nebezpečný odpad.
- Frakce chemikálií pro potřebu srážení** (recyklace Fe) má dvojí využití: (1) ke srážení fosforu ve vlastním KREPRO procesu a (2) k opětovnému použití ke srážení fosforu v biologickém procesu.
- Frakce tekutých organických snadno rozložitelných látek** je využitelná jako externí zdroj substrátu pro biologickou denitrifikaci.

34

Základní princip procesu

spočívá v tepelné hydrolyze kalu v kyselém prostředí, probíhající při teplotě okolo **130°C a pH 1,5**. Kyselost se upravuje použitím kyseliny sírové. Teplota se získává přímým ohřevem vodní parou.

Anorganické soli, těžké kovy, fosfor, srážecí chemikálie a částečně i suspendované organické látky jsou v tomto procesu zkapalněny. Zbývající nerozpuštěné podíly jsou separovány na odstředivce. Vzhledem k vysokému obsahu vlákniny je odvodnění velice snadné. Nízký obsah vody (45 - 50% sušiny) předurčuje využití této frakce jako palivo.

35

Zbývající rozpuštěné frakce, tj. fosfor, těžké kovy a srážecí chemikálie, zkapalněné anorganické a organické látky jsou dále zpracovávány.

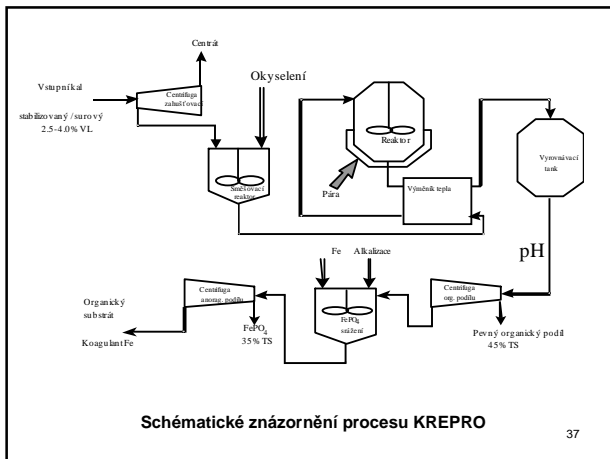
Fosfáty jsou sráženy jako fosforečnan železitý při **pH 3**. Při tomto pH je fosfátová frakce velice čistá a neobsahuje jiné těžké kovy nebo toxické látky. Separace tohoto podílu probíhá na odstředivce.

Při **pH 5 - 6** jsou zbývající těžké kovy sráženy jako nerozpustné sulfidy kovů. Jejich separace se provádí sedimentací a zahuštěním.

Dvojmocné železo prochází celým procesem a může být využito zpětně jako flokulační chemikálie. Lze jej oxidovat na železo trojmocné a v procesu znovu využít ke srážení fosforu.

Zbývající kapalná frakce obsahuje zároveň organickou složku, která je snadno rozložitelná a využitelná přímo pro podporu biologické denitrifikace v aktivačním procesu.

36



37

Bilance energie - kalkulace pro ÚČOV Praha – 35000 t suš. /rok stabil. kalu

Proces	Energetická náročnost
Hydrolyza	-14 000 MWh
Čerpání	?
Centrifugy, ventilace	-3 000 MWh
Čištění organického zbytku v SBR procesu	-700 MWh
Potřeba CELKEM	-17 700 MWh
Energie z pevného organického podílu	+ 65 000 MWh
Energetická bilance KREPRO CELKEM	+ 47 000 MWh

38

Spotřeba a produkce zdrojů

Spotřeba

kyselina sírová	7 000 - 12 500 t
hydroxid sodný	5 000 - 8 500 t
polymer	70 - 140 t
Fe ³⁺	0 - 920 t
Energie tepelná	14 000 MWh
Energie elektrická	3 700 MWh
Licenční poplatky	20 EUR za tunu sušiny kalu

Produkce

fosfor	500 t
Energie tepelná	47 000 MWh
Fe ³⁺	580 t

39