



MODERNÍ METODY LIKVIDACE PRASEČÍ KEJDY

Nápravník, J., Dítl, P.

ČVUT v Praze

1. Dopady produkce a likvidace prasečí kejdy na znečištění životního prostředí

Vývoj stavu půdního fondu lze obecně charakterizovat trvalým úbytkem výměry zemědělské půdy a výraznému poklesu její přirozené úrodnosti. Pokles kvality půd – v extrémních případech až ztráta použitelnosti půdy pro zemědělskou výrobu – je způsobován narušením fyzikální a biochemické struktury půdy, narušením její schopnosti sorpce živin, zejména poklesem humusu. Rozpustná část hnojiv by při rozumném dávkování neměla půdu znečišťovat. Při nadměrné aplikaci hnojiv mohou živiny spolu s jinými látkami prosakovat i do podzemních vod.

Kyselé depozice v půdě uvolňují vápník, hořčík, draslík, sodík, což vede dále k vyššímu okyselování půdy. Nitráty se v půdě uvolňují z minerálních i statkových hnojiv. Nelze opomenout skutečnost, že nebezpečným zdrojem dusíkatého znečištění podzemních vod jsou tekutá statková hnojiva, aplikovaná na půdě s čím dál větším nedostatkem humusu. Zejména jsou to odpady z moderních bezstelivových stájí, především z velkochovu prasat.

Jak ukazují dlouhodobé rozborů, tak recirkulace odpadu živočišné a rostlinné výroby byly vždy ve značné rovnováze v druhotné surovinové základně pro výrobu druhou. Industrializace zemědělství a centralizace živočišné výroby narušila ekologickou rovnováhu recyklace odpadu v zemědělství. Koncentrace živočišné výroby nad 10 000 kusů prasat neumožňuje ani ekonomicky rozvoz kejdy ani její využití jako hnojiva. Při hromadném chovu vzniká odpad, který se organickým znečištěním rovná 7 – 15 násobku znečištění způsobeného člověkem.

2. Současný stav

Zemědělské využití tekuté kejdy se v současnosti děje převážně formou přímé aplikace do půdy. V těchto případech se kejda vyváží v cisternách přímo na pole nebo se využívají závlahová zařízení pro hnojivou závlahu. Podle údajů

chovatelů lze konstatovat, že produkce prasečí kejdy z chovu 10 000 ks prasat představuje průměrné množství $55\,000\text{ m}^3\cdot\text{rok}^{-1}$. Při rozvozu kejdy na pole je nutno mít k dispozici minimální rozlohu polností cca 1 100-1 400 ha. Podrobnější údaje obsahuje následující tabulka.

Produkce prasečí kejdy v závislosti na velikosti chovu

Parametry surové kejdy	Kapacita chovu prasat v ks		
	50 00	10 000	20 000
Produkce kejdy $\text{m}^3\cdot\text{rok}^{-1}$	24 000	47 365	94 900
Sušina v kejdě v %	2,5	2,8	2,8
Sušina v kejdě v $\text{t}\cdot\text{rok}^{-1}$	1320	2747	5694
Obsah organických látek v kejdě %	82,0	81,0	83,0
Produkce organických látek v $\text{t}\cdot\text{rok}^{-1}$	1230	2351	4726
CHSK _{Cr} v $\text{t}\cdot\text{rok}^{-1}$	360	711	1424
BSK ₅	276	545	1091
N – celkový v $\text{t}\cdot\text{rok}^{-1}$	72	142	286
P – celkový v $\text{t}\cdot\text{rok}^{-1}$	40	83	156

Údaje byly získány z rozborů z vlastních zpráv a sdělení. Tato technologie přináší řadu problémů a to nejen těch, o kterých již byla zmínka. Ve vegetačním období nelze přibližně 100 dní v roce vyvážet kejdu na pole, takže se produkována prasečí kejda musí skladovat v akumulacích nádrží s dostatečnou kapacitou. Mimo to rozvoz kejdy váže značnou část kapacity vozového parku, spolu s vysokou spotřebou nafty to představuje značné provozní náklady. Jak již bylo řečeno, hrozí přímým rozvozem kejdy přehnojení, tím dochází ke značnému znečištění povrchových a podzemních vod a také k neúměrnému překyselení zemědělské půdy.

Pro menší chovy postačí gelovatění kejdy na stelivu a následný rozvoz hnoje.

3. Dostupné moderní technologie, trendy

Další způsoby zneškodňování tekutého hnoje – kejdy můžeme zhruba rozdělit do těchto základních skupin:

1. *Biologické čištění odpadních vod, eventuálně s biologickým dočištěním v lagunách.* V minulosti byla tato technologie projektována Agroprojektem pro většinu velkochovů. Tato metoda měla své limity neboť surová kejda má vysoký obsah organického znečištění, což vyvolává hnití a v žádném případě nelze dosáhnout limitů pro vypouštění do vodoteče. Vznikající biologický kal se často kompostoval, avšak kapalný podíl musel být stejně za agrotechnických lhůt rozvážen, ač koncentrace organických látek byla nižší.
2. *Biologické čištění s předúpravou.* Nevýhodu předešlé metody se vývoj snažil odstranit zařazením předúpravy surové kejdy s cílem zlepšit

podmínky pro biologický stupeň. Byly provozně vyzkoušeny následující metody předúpravy:

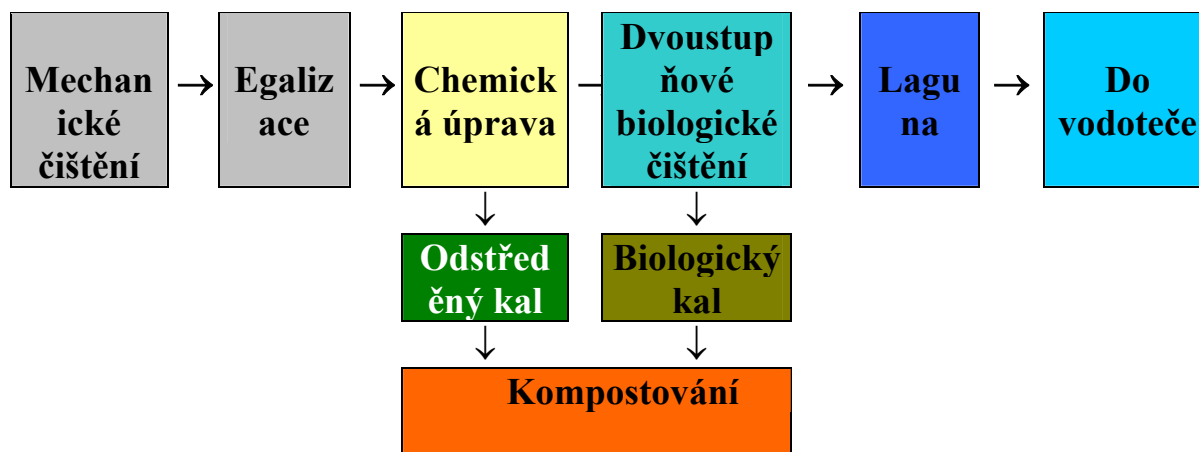
- 2.1. Fyzikální metody, jejíž reprezentantem je technologie založená na odstranění čpavku destilací. Technologie byla realizována v JZD Chýně. Zkušenosti ukázaly, že tato technologie je pro vysoké náklady pořizovací i provozní nerealizovatelná.
- 2.2. *Předúprava anaerobním způsobem.* Tímto způsobem lze snížit obsah organických látek v tekuté kejdě za vzniku bioplynu. V případě zaměření pozornosti na výrobu bioplynu je nutno upustit od alkalické chemické předúpravy prasečí kejdy. Proces výroby bioplynu probíhá v biologickém a chemickém anaerobním systému fermentace za tvorby metanu a doprovodných plynů ve třech základních etapách: a) hydrolýza – přeměna poměrně složitých organických látek na nižší organické sloučeniny, b) kyselinová přeměna – přeměna na mastné kyseliny, c) metanická přeměna – vznik metanu, oxidu uhličitého a dalších látek. Jedna instalace je v Jihomoravském kraji a velkou pozornost tomuto problému věnuje rumunský výzkum a vývoj. Stále otevřenou a měnící se otázkou je zde ekonomické zatížení, dále pak velikost zařízení, technická složitost obsluhy a to že touto metodou nelze dosáhnout limitů pro vypouštění do vodoteče.
- 2.3. V poslední době šel francouzský vývoj cestou mechanické předúpravy a to pomocí výkonných odstředivek. Podstatně rovněž vylepšil koncepci biologického aerobního stupně při zpracování nugátu z odstředivek. Schéma tohoto zařízení je uvedeno na obr.4. Provozní data dosud nebyla publikována, avšak ani zde dosažení limitů pro vypouštění do vodoteče nelze předpokládat. Navíc uvedené reference neřeší velkochovy v našem slova smyslu. Rovněž cena zařízení je pro naše podmínky vysoká.
- 2.4. *Chemická úprava prasečí kejdy.* Tato technologie byla autory vyvinuta a realizována v několika případech. Metoda spočívá v chemickém srážení rozpustných organických i anorganických látek, jejich případné sorpci na vhodný nosič, flokulaci organickým flokulantem. Tímto způsobem dojde k podstatnému snížení obsahu látek v surové kejdě na úroveň se kterou následný biologický stupeň s lagunami dosáhne bezpečně limitů pro vypouštění do vodoteče, což odstraní rozvoj. Vznikající kal je separován a společně s biologickým kalem vhodně zpracováván kompletací nebo na výrobu bioplynu. Tato metoda je dále podrobně vysvětlena a zobrazena na obr. 1,- 3.
3. *Enzymatické postupy rozkladu a zpracování kejdy.* Pro zlepšení a urychlení biologických procesů při čištění prasečí kejdy probíhajících, se v současné

době používají různé biologické inhibitory na bázi externě dodávaných směsí lyofilizovaných nepatogenních bakterií v kombinaci s enzymy amylázy, proteázy a lipázy a dále pak různé „startovací“ živiny pro rychlení průběhu degradace přítomných organických látek. Na trhu je k dispozici celá řada těchto látek. Většina z nich je zaměřena na urychlování aerobního i anaerobního biologického procesu, ale mnohdy za provozně velmi specifických podmínek. Jejich užití začíná již jako doplňková krmivová směs pro hospodářská zvířata, dále pak pro urychlování bio-degradací exkrementů, doprovázenou zlepšením stájového klima (odstraňování amoniaku, vznikajícího rozkladem bílkovin a tuků). Jejich vlastnosti jsou zdárně využívány při odstraňování pachových imisí čpavku, merkaptanu, sirovodíku apod. přímo ve stájích. Tyto výrobky se vyznačují jednak tonizujícími účinky ale i bio-katalytickými účinky pro rychlý rozvoj bio-organismů. Nabízené prostředky se podílejí na rozvoji enzymatických pochodů pro rozklad škrobů, bílkovin a tuků. Z dosud vyhodnocovaných aplikací přípravku AMALGEROLu lze pozitivně konstatovat, že se velmi výraznou měrou podílejí na intenzivním mikrobiologickém rozkladu páchnoucí kejdy na homogenní, řídkou, nepáchnoucí kašovitou hmotu, určenou pro přímé hnojení luk a polí. Při využití prostředků ve velkochovech s instalovanou chemickou úpravou však mohou mít při nevhodném použití i negativní dopady prostřednictvím emulsifikace kejdy. Zatím byla prokázána nesporná vhodnost pro zpracování kejdy z malochovů a stájí.

Využití těchto variant je odvislé od celé řady faktorů. Každý efekt má své specifické výrobní vlastnosti, budou mu proto vyhovovat odlišné technologické postupy, složené z různých modifikací. V neposlední řadě budou hrát velkou roli velikosti chovů a způsoby jejich krmení a celkové hospodaření s vodou, která v současné době představuje ekonomicky významnou složku.

4. Technologie kombinující chemickou předúpravu kejdy a biologické čištění

Blokové schéma procesu je patrné z následujícího schématu a z obrázků v příloze.



Obr. 1: Schéma čistění kejdy dle odzkoušené technologie

Typické hodnoty kejdy jsou vidět z Tabulky I. Hodnoty CHSK_{Cr} však často při překrmování dosahují až 25 000. Aplikací chemické úpravy dojde nejen k oddělení hlavní části biomasy, ale cca o 80% se sníží hodnoty CHSK i BSK_5 , dojde i ke snížení hodnot sumárního dusíku apod. Upravený kapalný fugát se pak čistí v následném aerobním biologickém stupni. Jak již bylo řečeno, chemický způsob musí být upraven a nastaven podle volby následného zpracování odseparovaných kalů (kompostování, výroba bioplynu).

Chemická úprava

využívá jednoduchého srážení bílkovin a koloidů za pomoci vápna a/nebo dalších chemikálií příznivých pro kompostování a hnojení a dále polykoagulantů s následným mechanickým odloučením tuhé fáze a chemickým odvodněním kalu. Na tomto stupni s likviduje až 85% znečištění a tím se podstatně snižují nároky na objem nádrží biologického čištění a spotřeba provozní energie (především aerace). Kaly jsou moderně kompostovány a vzniklý humus je pak vyvážen na pole užíván ke zlepšení hrudkovatelnosti (sorpčních vlastností) půdy. Užití chemikálie i jejich množství nejsou ekologicky nežádoucí, právě naopak. Celý technologický proces může být zcela zautomatizován.

Organické polykoagulanty (flokulanty)

Volba vhodného organického polykoagulantu závisí na mnoha různých faktorech. Na základě rozborů a získaných zkušeností s prasečí kejdou lze předpokládat, že pro jejich účinnou koagulaci a separaci budou vhodné kationaktivní polykoagulanty (suspenze organických makrosložek v kejdě obsažených má sumární náboj záporný). V případě chemické předúpravy anorganickými látkami jsou účinnější polykoagulanty charakteru

anionaktivního. Experimenty ukázaly, že v některých případech je velmi účinné anionaktivní a kationaktivní flokulanty kombinovat.

V každém případě je nutno před aplikací této metodiky provést laboratorní a poloprovozní test. Je potřeba stanovit koagulační účinek a sledovat následující ukazatele:

- Koagulační schopnost,
- rychlost koagulace,
- rychlost sedimentace vzniklé sraženiny,
- stanovení CHSK před a po srážení,
- stanovení BSK₅ před a po srážení,
- objem sedimentovaného kalu,
- optimální dávky srážedla a polykoagulantu.

Úprava vody po sedimentaci

U většiny sledovaných podniků se CHSK surové prasečí kejdy pohybovalo kolem hodnot 12000 mg O₂.dm⁻³ a BSK₅ 9000 – 10500 mg O₂.dm⁻³. Po aplikované chemické předúpravě, podle zvolených chemických komponent (optimální výsledky byly dosaženy dávkováním fosfátu sodného, hydrátu vápna a organického polykoagulátu bylo dosaženo cca 90% ní snížení uvedených hodnot. Provozně je možno aplikovat diskontinuální proces separace kalu v sedimentačních nádržích nebo přímo v nádržích egalizačních či kontinuálně pak zařazením upraveného čířiče – kontaktoru, kde dochází ke kontinuálnímu zahušťování kalu s diskontinuálním odpouštěním kalu. V obou případech je voda dále zpracovávána podle požadavku několikastupňovým procesem biologické aktivace, kombinovaného s nitrifikací a denitrifikací nebo v kombinaci aerobního systému s anaerobním. Pro zlepšení separačních účinků na NH₄⁺ iontů je vhodné dávkování odpadní křemeliny (pivovary apod.). Dojde již v tomto stupni ke snížení obsahu amonných iontů až o 50%. Současně se zlepší i hydrodynamické vlastnosti kalu. Při kombinovaném procesu chemické předúpravy s biologickou aktivací a lagunami nebo záchytným rybníkem lze docílit hodnot CHSK_{Cr} pod 40 mg O₂.dm⁻³ a BSK₅ 20 mg O₂.dm⁻³. Předpokládáme však účinnou aeraci biologických stupňů. Amonné ionty poklesnou na hodnotu 38 – 40 mg.dm⁻³, dusík celkový na hodnotu 43 – 45 mg.dm⁻³, fosfor celkový na 15 – 18 mg.dm⁻³.

Zpracování kalu po procesu úpravy prasečí kejdy

Jak jsme již uvedli, separované kaly z prvního – chemického stupně (prostá sedimentace, zahušťování v čířiči – kontaktoru) se shromažďují spolu s kaly biologického stupně v dosazovací nádrži a odtud je lze dále koncentrovat podle další metodiky zpracování. Hydrosítem pro případnou výrobu bioplynu nebo na separačních odstředivkách pro kompostování. Experimenty ukázaly, že v případě aplikace hydrosíta je ještě do sedimentovaných kalů dávkovat 10 – 20 mg vhodného polykoagulantu typu SOFOKLOK 56a nebo 16. Dosahuje se

pevné fáze 10 – 12% v případě aplikace odstředivky 31 – 38%. V případě aplikace odstředivky stačí zbytkový polykoagulant z předúpravy. Provozně byl odzkoušen i pásový filtr. Bylo dosahováno také dobrých výsledků, ale pořizovací náklady a nároky na obsluhu a údržbu jsou neúměrně vysoké.

Biologické čištění

V průměru lze říci, že běžný biologický stupeň akceptuje odpadní vody s následujícími parametry: CHSKCr < 5000 mgO₂/l, BSK₅ < 3600 mgO₂/l, N < 700 mgO₂/l a s dalšími limity pro živiny.. Předčištěná odpadní voda odtéká do biologického čištění, kde je voda v provzdušňovaných nádržích čištěna pomocí směsné kultury mikroorganismů. Zbytný kal může být samostatně zpracován nebo může být s výhodou zpracován společně s kalem z chemické úpravy na separátoru tuhé fáze. Kromě úplného biologického čištění je technologicky dobře zvládnuta i denitrifikace. V kombinaci s chemickou úpravou pak biologické čištění pracuje efektivně a bez nároků na další zásahy, jakým je např. přidávání enzymů. Po zařazení laguny dosahuje vyčištění parametrů umožňujících regulované vypouštění do vodoteče.

Čistící efekt jednotlivých stupňů je patrný z následující tabulky, která obsahuje průměrné hodnoty za jednotlivými stupni při dlouhodobém provozu linky a chovu cca 8-10 000 kusů.

Tabulka I: Výsledky čištění vod z prasečí kejdy-chov 10 000 ks- dlouhodobý průměr.

		Kejda po egalizaci	Chemický stupeň	Biologický stupeň	Laguna
CHSK _{Cr}	[mg/ l]	18 500	4 200	340	75
BSK ₅		12 500	1 900	120	28
Celkem dusík		2 800	920	224	252
RL		2 000	850	650	40
NL		43 000	2650	1 850	1 960

RL = rozpustné látky, NL = nerozpustné látky

Výhody technologie

- Odstraňuje vyvážení kapalných odpadů na pole.
- Je zdrojem kvalitního kompostu.
- Nevyžaduje užívání enzymů pro rozklad čpavku v biologickém stupni.

- Je vhodná a rentabilní pro chovy již od cca 4 tis. kusů prasat, pokud jsou chována na oplachovaných roštech. Výhodnost postupu roste s velikostí chovu.
- Pro technologii je možno využít stávající většinou instalované, ale omezeně funkční biologické čištění.
- Spolehlivý a jednoduchý provoz.
- Nízké investiční a provozní náklady.

Navržená a provozně odzkoušená technologie řeší ekologické čištění kejdy z chovů hospodářských zvířat. Je vhodná pro zemědělské velkochovy prasat i chovy hovězího dobytka. Na rozdíl od ostatních postupů metoda umožňuje vypouštění odpadních vod přímo do vodoteče či jejich recyklaci a současně řeší zpětné zpracování a využití kalů v zemědělském ekosystému a to jeho kompostováním a obohacením chemickými hnojivy. Alternativně lze kompostování částečně nahradit výrobou bioplynu s následnou výrobou elektrické energie.

5. Závěry

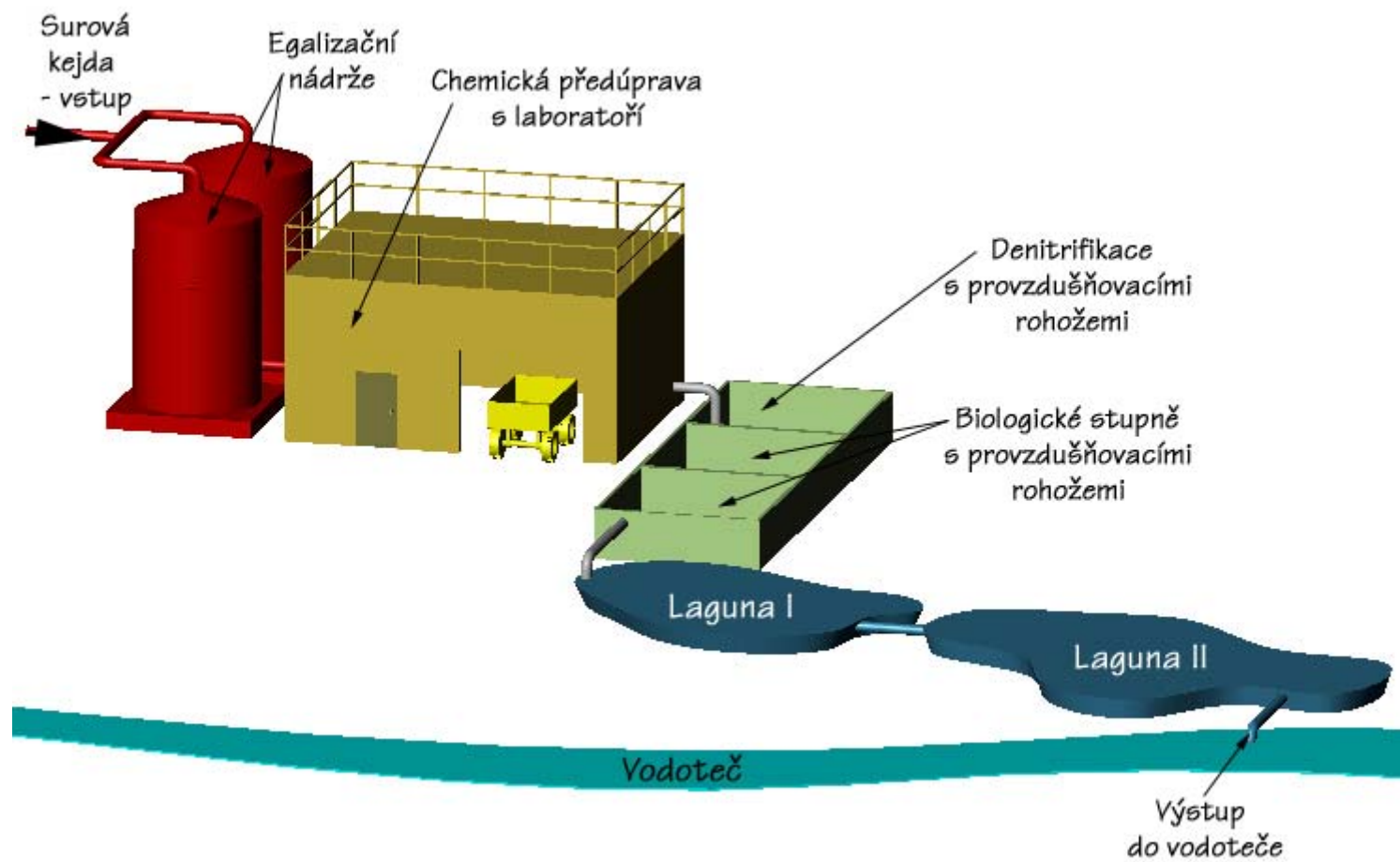
Na základě vlastních zkušeností můžeme vyslovit následující závěry a doporučení:

- V souvislosti se vstupem do EU doporučujeme chovatelům a farmám přehodnotit jejich dosavadní způsob likvidace prasečí i hovězí kejdy a včas stanovit vhodnou strategii.
- Pro drobné chovatele a malé chovy doporučujeme podestýlku a užití enzymatických přípravků. Případně řešit ekologické problémy společně pro danou lokalitu (lokální čistíčka, atd.)
- Pro střední a větší chovy s možností rozvážet upravené tekuté odpady na pole (pro 10 tis. prasat cca 1 100 až 1 400 ha) zvážit finanční a další dopady rozvozu. Pokud bude rozhodnuto setrvat u rozvozu, doporučujeme moderní biologické čištění s mechanickou (např. obr.4) nebo jednoduchou chemickou předpravou a eventuálně současně účelně zvolené užívání enzymatických přípravků. Technologie by měla být doplněna zpracováním kalu a to buď kompostací nebo fermentací na bioplyn.
- Pro velkochovy bez možnosti rozvážky, či s limitovanými možnostmi v důsledku vodního hospodářství či velikosti pozemků či volby lacinější alternativy doporučujeme moderní biologické čištění s chemickou předpravou umožňující vypouštění kapalných odpadů do vodoteče, či recyklaci vody. Technologie by měla být doplněna zpracováním kalu a to buď kompostací nebo fermentací na bioplyn.
- Těm, kteří disponují se stávajícím zařízením většinou biologickým čištěním zastaralého typu doporučujeme nejdříve vypracování studie proveditelnosti s ekonomickým rozбором alternativ.

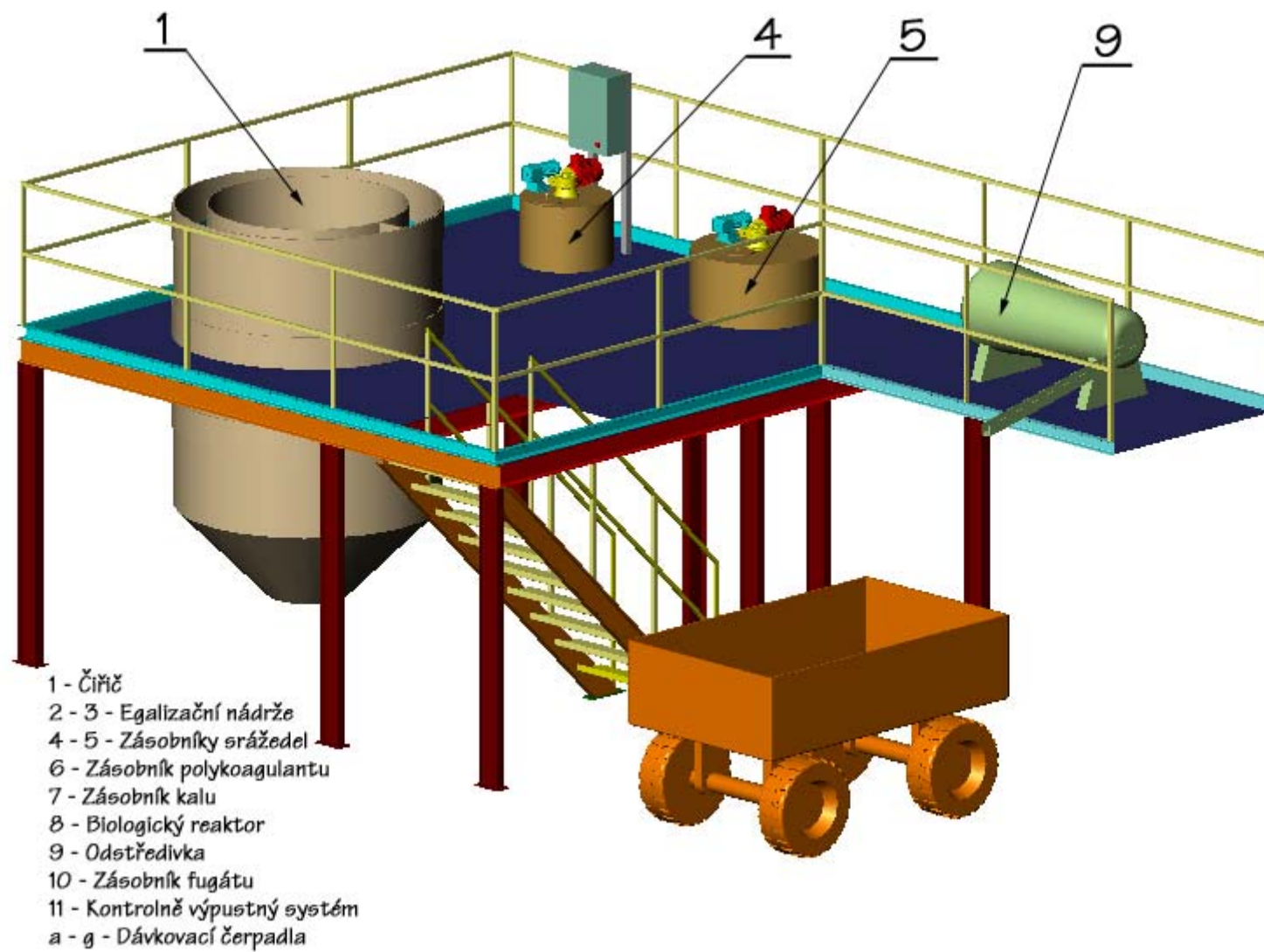
- Všem, kteří provozují biologickou čističku staršího typu s mechanickou aerací doporučujeme přejít urychleně na aeraci roštovou. Spotřebu elektrické energie, která tvoří podstatnou část provozních nákladů snížíme na cca 40% původní spotřeby.
- Studii proveditelnosti doporučujeme i těm, kteří nemají jasnou koncepci ve zpracování kalu, tj. v tom zda kompostovat či vyrábět bioplyn.

Likvidace prasečí kejdy bude přinášet vždy určitou komplikaci. Bude záležet na určitém kompromisu v technologii produkce prasat, velikosti chovu, ekologických kritériích, ekonomice procesu čištění v závislosti na redukci konečných objemů a v neposlední řadě ne technologické kázní provozovatelů. Technické řešení musí respektovat rovnovážný stav produkce exkrementů a reprodukční kapacity obdělávaného půdního fondu.

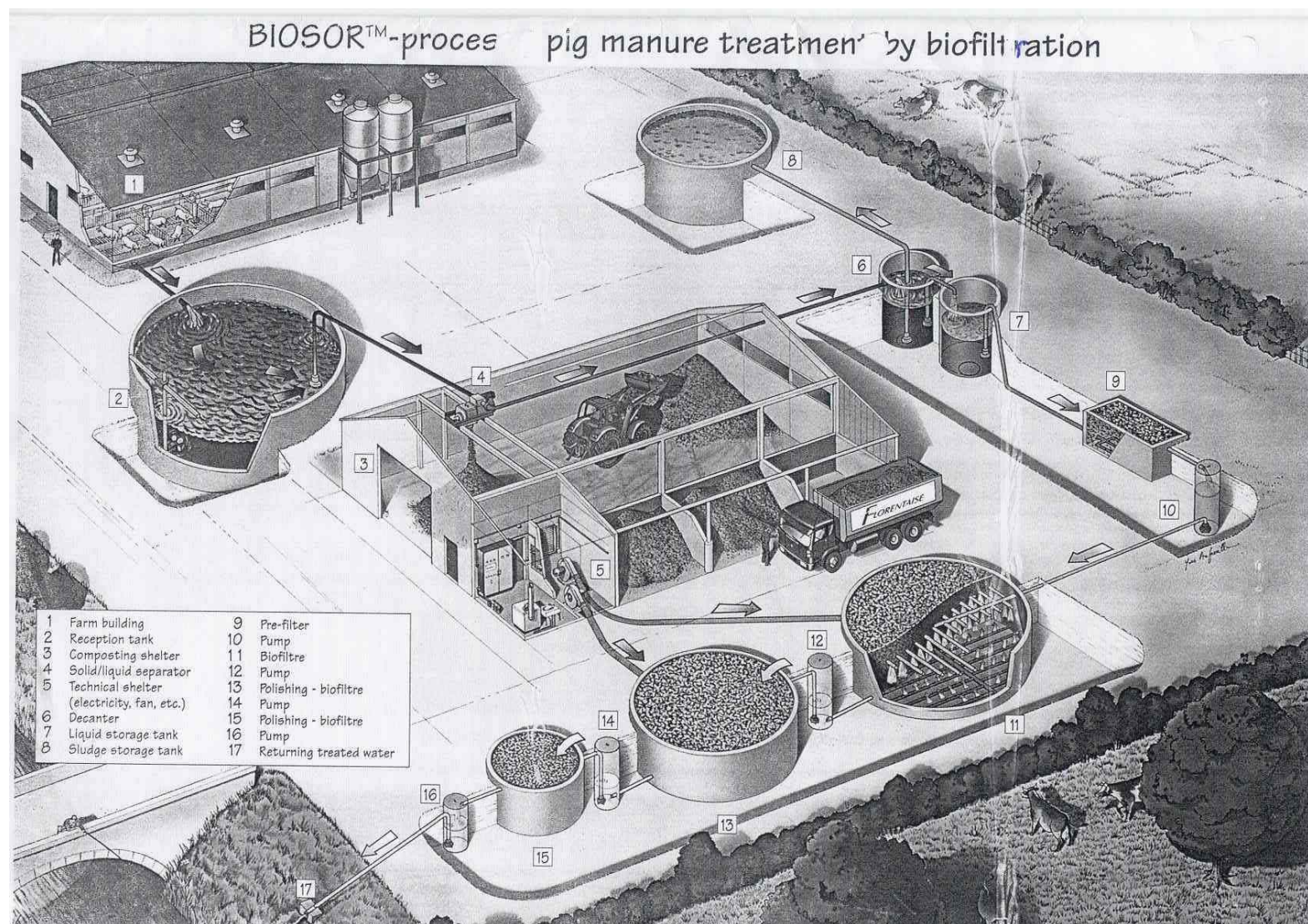
Tento článek byl vypracován v rámci Výzkumného projektu MŠMT České republiky J 04/98: 212200008.



Obr. 2: Schéma ČOV s chemickou předpravou.



Obr.3: Schématické umístění aparátů v chemické předúpravě prasečí kejdy.



Obr.4: Biologické čištění kejdy s mechanickou předúpravou –systém BIOSOR-Francie-pouze pro menší chovy.

Kontaktní adresa:

České vysoké učení technické v Praze

Technická 4

166 07 Praha 6, ČR

e-mail: ditl@centrum.cz

<http://www.cvut.cz>