

Ekonomická prognóza efektivního a environmentálně příznivého hospodaření s digestátem v ČR

certifikovaná metodika

Ondřej Holubík, Renata Placatová, Julie Dajčl,
Adam Moravec, Jan Habart



© Výzkumný ústav monitoringu a ochrany půdy, v.v.i., 2025

Tisk: Powerprint, s.r.o., Brandejsovo nám. 1219/1, 165 00
Praha 6 - Suchbát

ISBN: 978-80-88664-17-8

Praha 2025

T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní
podporou Technologické agentury ČR v rámci
Programu THÉTA.

www.tacr.cz

Výzkum užitečný pro společnost.



Ekonomická prognóza efektivního a environmentálně příznivého hospodaření s digestátem v ČR

Certifikovaná metodika

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické
agentury ČR v rámci Programu THÉTA.

Ondřej Holubík, Renata Placatová, Julie Dajčl,
Adam Moravec, Jan Habart

2025

T A
Č R

KOLEKTIV AUTORŮ:

Ing. Ondřej Holubík, Ph.D.¹

Ing. Renata Placatová, Ph.D.¹

Ing. Julie Dajčl²

Ing. Adam Moravec²

Ing. Jan Habart, Ph.D.²

¹ Výzkumný ústav monitoringu a ochrany půdy, v.v.i. (60 %)

² CZ Biom – České sdružení pro biomasu, z.s. (40 %)

Citace

Holubík O., Placatová R., Dajčl J., Moravec A., Habart J. 2025. Ekonomická prognóza efektivního a environmentálně příznivého hospodaření s digestátem v ČR. Certifikovaná metodika. VÚMOP, v.v.i., 36 s.

Oponenti

Odborný posudek: Ing. Pavel Svoboda, Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu, v.v.i.

Posudek státní správy: Ing. Jiří Jungr, Ministerstvo zemědělství (oddělení obnovitelných zdrojů energie a environmentálních strategií)

Zpracovatelé zdrojového dokumentu:

Posuzování životního cyklu (LCA) – Report. Komparativní studie úpravy digestátu s využitím v podobě organického hnojiva, EnviTrail s.r.o., Bucharova 2657/21, 158 00 Praha 5.

Zpracovatelé studie:

Ing. Eva-Žofie Bergmannová, bergmannova@envitrail.com, www.envitrail.com

Certifikace a smlouva o uplatnění

Certifikaci metodiky provedl Odbor environmentálního a ekologického zemědělství Ministerstva zemědělství ČR, osvědčením č. MZE-6094/2025-13113 ze dne 30. 1. 2025. Smlouva o uplatnění mezi Výzkumným ústavem monitoringu a ochrany půdy, v.v.i., CZ Biom – Českým sdružením pro biomasu, z.s. a Ministerstvem zemědělství (Odbor environmentálního a ekologického zemědělství) byla uzavřena dne 22. 1. 2025.

Poděkování

Certifikovaná metodika vznikla za finanční podpory Technologické agentury ČR, programu THÉTA 4, projektu č. TK04010120 „Optimalizace regionálního využití digestátu jako hnojiva – nástroj pro podporu pokročilých technologií získávání živin metodou posuzování životního cyklu produktů“ a institucionální podpory MZE-RO0223.

Ekonomická prognóza efektivního a environmentálně příznivého hospodaření s digestátem v ČR

V roce 2025 v nákladu 100 ks vydal VÚMOP, v.v.i.

Tisk: Powerprint, s.r.o., Brandejsovo nám. 1219/1, 165 00 Praha 6 - Suchbát

www.powerprint.cz

Grafické zpracování: Kateřina May

ISBN: 978-80-88664-17-8

© Výzkumný ústav monitoringu a ochrany půdy, v.v.i., 2025

OBSAH

Abstrakt	4
1 Cíl metodiky	6
2 Vlastní popis metodiky	6
2.1 Úvod	6
2.2 Základní technologie zpracování digestátu	6
2.3 Aplikace na půdu	7
2.4 Technologie zastřešení koncového skladu	7
2.5 Pokročilé technologie zpracování digestátu	8
2.6 Metodika zpracování	9
3 Výsledky ověření	12
3.1 Acidifikace	12
3.2 Úbytek zdrojů surovin – fosilní paliva	13
3.3 Úbytek zdrojů surovin – minerály a kovy	14
3.4 Úbytek ozonu	16
3.5 Emise pevných částic	17
3.6 Využití vody	18
3.7 Změna klimatu	21
4 Závěr	23
5 Souborné výsledky LCA studie pro produkty úpravy digestátu	26
6 Ekonomika navržených scénářů technologické úpravy digedstátu	28
6.1 Skladování digestátu	28
6.2 Náklady na rozvoz a aplikaci	29
7 Novost a inovativnost	30
8 Popis uplatnění metodiky	30
9 Publikace, metodiky a studie, které předcházely vydání metodiky	32
Použitá literatura	33

ABSTRAKT

Certifikovaná metodika pojednává o možnostech využití pokročilých technologií zpracování digestátu na provozech bioplynových stanic (BPS). Digestát obsahuje značné množství živin a zdrojů strukturálního uhlíku. Je proto důležité, aby se cyklus těchto živin po anaerobní digestaci v procesu BPS také uzavřel. Efektivní cestou, jak tyto živiny navrátit do půdního ekosystému, jsou technologie finální úpravy digestátu až do formy hnojiv. Správná aplikace digestátu, respektive jeho separovaných složek, separátu (ve formě kompostů, pevných hnojiv, popř. peletovaných hnojiv) a fugátu (pro závlahu, zkrápění kompostů, popř. k získávání kapalných hnojiv pomocí evaporace, stripování apod.), mají významný environmentální dopad, a to nejen z pohledu efektivního využití živin v půdě pro rostliny, ale především při úspoře nákladů, materiálů, vody a pohonných hmot při jejich aplikaci.

Metodické výstupy zpracované v logice modelu LCA (Life Cycle Assessment) směřují k uplatnění ve státní správě při řešení strategie a nastavení případných podpor na uplatnění pokročilých technologií na provozech BPS.

Výsledky studie porovnávají 4 scénáře výroby a aplikace digestátu na provozu BPS: (i) scénář I. uvažuje o variantě s minimálními vstupy na úpravu a aplikaci digestátu (bez úpravy pomocí separace, bez zastřešení koncového skladu, s aplikací na půdu bez zapravení), (ii) scénář II. prezentuje běžné nakládání s digestátem (bez úpravy pomocí separace, ale se zastřešením koncového skladu, a především s okamžitým zapravením digestátu do půdy - ideálně při jedné operaci), (iii) scénář III. ukazuje výhody, ale i nevýhody spojené se separací digestátu na „pevnou“ složku separát a „kapalnou“ složku fugát (s úpravou prostřednictvím separace, se zastřešením koncového skladu, s okamžitým zapravením produktů separace do půdy), (iv) scénář IV. ukazuje v podmínkách ČR málo vídaný scénář spojený s využitím pokročilých technologií separace k přípravě hnojiv - zakoncentrovaného fugátu a peletovaného digestátu (s úpravou prostřednictvím pokročilé technologie, se zastřešením koncového skladu, s okamžitým zapravením produktů separace do půdy).

Výsledky LCA studie ukazují významné environmentální přínosy spojené s využitím pokročilé technologie separace digestátu (scénář IV.). Normalizované a vážené výsledky LCA studie hodnotící zejména kategorie životního prostředí (klimatická změna - GWP, eutrofizace sladké vody - EP sladké vody, acidifikace - AP, eutrofizace půdy - EP půdy, emise pevných částic - PM) ukazují až 10 x nižší zátěž pro životní prostředí při realizaci scénáře IV. ve srovnání se scénářem I. Při srovnání environmentálního vlivu scénáře III. a IV., kde se předpokládá přímá návaznost pokročilé technologie na provozech, kde již je separace digestátu zavedena, je zátěž pro životní prostředí scénáře IV. 3,5 krát nižší než při využití současné technologie (scénář III.). Ekonomické důsledky tohoto opatření pak mohou přinést úsporu nákladů především při aplikaci produkovaných hnojiv.

Pro hypotetickou BPS (s průměrnou roční produkcí digestátu 21 926 tun) bez separace digestátu je úspora spojená s uskladněním digestátu 904 tis. Kč za rok. Na BPS se separací digestátu činí úspora na uskladnění produktu 334 tis. Kč. Při zavedení pokročilých technologií na provozu BPS jsou patrné kromě environmentálních pozitiv i významné úspory spojené s aplikací hnojiv. Celková roční úspora při aplikaci zahuštěného fugátu a vysušeného separátu činí až 933 tis. Kč. za rok. Při zavedení technologie evaporace a následného dosušení odparku mohou být úspory na provoz řádově mnohem vyšší.

Z tohoto srovnání vyplývá, že investice do pokročilých technologií, které s sebou přinesou jistě nemalé investiční, provozní a osobní náklady, mohou směřovat k realizaci. Návratnost investice do evaporační jednotky na provozu bez separace spočívá v úspoře nákladů na skladování, která dosahuje přibližně 900 tis. Kč ročně, a v úspoře nákladů na aplikaci ve výši zhruba 500 tis. Kč ročně. Návratnost investice bez státní podpory se pohybuje v řádu 7 až 8 let.

1. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je připravit pro státní správu strategický dokument, který může přispět k rozvoji pokročilých technologií úpravy digestátů na provozech BPS v ČR.

Metodika navazuje na studii proveditelnosti (LCA) uplatnění jednotlivých technologií separace digestátů na provozu BPS. Cílem metodiky je popsat a ekonomicky zhodnotit možné důsledky uplatnění pokročilých technologií separace na provozu BPS a jejich potenciální environmentální a ekonomické důsledky při aplikaci na půdu.

Pokročilé technologie separace digestátů mohou v budoucnu nabídnout nejen snazší skladovatelnost pevných a kapalných materiálů po anaerobní digestaci směřující k výrobě hnojiv, které lze aplikovat do zóny růstu kořenů konvenčních plodin, ale také otevřít úpravy možnosti zbylého eluátu pro další zpracování, třeba až na vodu k napájení dobytka.

2. VLASTNÍ POPIS METODIKY

2.1 Úvod

Ročně se v Evropě ve zhruba 13 000 zemědělských BPS vyprodukuje 128 milionů tun digestátů (EBA 2018). V analýze trhu provozovatelů BPS (Technologický foresight 2020–2040) odpovědělo 20 % respondentů, že považuje otázku technologie zpracování a využití digestátů za zásadní pro budoucí rozvoj oboru po technologické stránce. Pokud je potřeba vytvořit na BPS rozsáhlé skladovací kapacity nebo je digestát nutné aplikovat na větší vzdálenosti, mnoho provozovatelů BPS zvažuje investovat do modernizace technologické úpravy digestátů. V roce 2016 bylo na území České republiky instalováno celkem 382 zemědělských BPS. Spolu s nimi čítají bioplynové stanice zpracovávající bioodpady, čistířny odpadních vod a čerpací stanice skládkového plynu více než 550 zařízení vyrábějících bioplyn s celkovou roční produkcí energie v plynu 7 TWh. Většina bioplynu je využita k výrobě elektřiny, což představuje 25 % celkové výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie (OZE) v ČR. Ročně se v ČR produkuje přibližně 7,5 mil. tun digestátů s odhadovaným nárůstem do roku 2030 až na 11 mil. tun.

2.2 Základní technologie zpracování digestátů

Prvním stupněm úpravy digestátů (sušina 7-8 %) je jeho separace na pevný podíl (separát, se sušinou 20-30 hmot. %, Tlustoš et al. 2014) a koloidní vodnatou fázi (fugát se sušinou do 3-4 hmot. %, Tlustoš et al. 2014). Při základní separaci digestátů je snížena potřeba skladovacích nádrží cca o 10-20 % v závislosti na technologii a kvalitě vstupních substrátů. Separací dochází nejen k oddělení tuhých látek, ale také některých živin. Studie Drosch et al. (2015) uvádí, že 70-80 % dusíku (ve formě N-NH_4)

a stejný podíl draslíku (K) se stává součástí fugátu, naopak 55-65 % fosforu a 60-70 % uhlíku zůstává v separátu.

Technologie separace digestátu je v ČR poměrně rozvinutá a využívá ji téměř polovina BPS v rámci primární separace. Separát je využíván jako podestýlka skotu nebo je dále kompostován, případně aplikován na půdu. Složitější je racionální využití fugátu s velmi vysokým obsahem vody. V případě, že je součástí provozu BPS i kompostárna, lze část podílů využít ke zkrápění kompostového krechtu. Nejčastěji je digestát a fugát jakožto organické hnojivo s rychle uvolnitelným dusíkem (N) s nemalými náklady (až 70 Kč/m³) aplikován na půdu.

2.3 Aplikace na půdu

Během procesu anaerobní fermentace dochází při tvorbě bioplynu ke snižování obsahu snadno rozložitelné organické hmoty vstupních surovin o cca 40-60 % (Tlustoš et al. 2014). V digestátu tak zůstává hůře rozložitelná organická hmota, která může znamenat riziko z pohledu čerpání zásobního N v půdě. Při vysokých aplikačních dávkách digestátu tak může docházet k přehnojení půd draslíkem. Zásadním faktorem omezujícím udržitelnou aplikaci digestátu jsou časté pojezdy zemědělské techniky po pozemcích, které výrazně přispívají k utužování půdy.

Z ekonomického hlediska se vyplácí kapalná hnojiva aplikovat v krátké dojezdové vzdálenosti na půdu. Pokud však není digestát (popř. fugát) bezprostředně zapraven do hloubky minimálně 15 cm, dochází k výrazné ztrátě živin a k negativnímu dopadu na životní prostředí (Wang et al. 2016). Výsledky práce Nicholson et al. (2017) uvádí, že při aplikaci digestátu může docházet k úniku 30-50 % celkového N ve formě NH₃ a 0,45 % N ve formě N₂O. Studie Severin et al. (2015) dokládá, že při časové prodlevě nad 12 h mohou být ztráty N v závislosti na denní teplotě až 90 %. Okamžité zapravení sice sníží ztráty N, ale vyžaduje vyšší zapojení zemědělské techniky spojené s vyšší četností pojezdů po pozemku a bohužel často i za nevhodné půdní vlhkosti. Lepší cestou je využití hadicových aplikátorů s radlicí, které umožní zapravení digestátu do potřebné hloubky při jedné operaci. Problematické je především zapravení digestátu v letním období (po sklizni hlavní plodiny), kdy půdy bývají vlivem sucha přeschlé a zapravení do potřebné hloubky je velmi obtížné, nebo spojené s vysokými náklady způsobenými odporem půdy při zapravení. Při letní aplikaci digestátu zároveň dochází k významným únikům dusíkatých látek do ovzduší a k nízké efektivitě využití N pro potřeby rostlin.

2.4 Technologie zastřešení koncového skladu

K výrazné ztrátě N volatilizací dochází i během skladování fermentačních zbytků. Minimální doba skladování tekutých statkových hnojiv jsou 4 měsíce. Praxe však ukazuje, že jde o nedostatečné skladovací kapacity, které neumožňují dostatečně

rozvolnit rozvozový plán tak, aby došlo k optimálnímu využití hnojivého potenciálu digestátu. Dokonce je tato doba skladování nedostatečná i pro pouhé vyvezení digestátu v případě nepřízně počasí. Většina BPS je tedy navržena na 6 měsíců skladování digestátu. Dodatečná dostavba skladovacích nádrží je běžným jevem i kvůli zvýšenému využívání méně energeticky koncentrovaných vstupních substrátů. Až 8 měsíců skladování a více umožňuje využívat digestát opravdu racionálně a s maximálním efektem. Skladovací kapacity pro digestát/fugát jsou podle vyhlášky o skladování a způsobu používání hnojiv č. 377/2013 Sb. nárokovány minimálně na šestiměsíční produkci, protože podle požadavků „nitratové směrnice“ v návaznosti na nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu (ve znění účinném od 1. 7. 2024) nelze aplikovat na půdu tekutá hnojiva s rychle uvolnitelným N v mimovegetačním období (listopad-leden/únor – podle klimatických regionů). Vlivem delšího skladování se významná část potenciálně využitelného N z fermentačních zbytků uvolňuje do ovzduší a zemědělci ho následně dodávají do půdy ve formě minerálních N hnojiv. Delší doba skladování digestátu tak s sebou přináší nejen další vícenáklady spojené s realizací skladovacích prostor, ale také řadu negativních dopadů na životní prostředí (Basosi et al. 2014).

2.5 Pokročilé technologie zpracování digestátu

Z dostupných technologií (Wilken et al. 2018) je zajímavé dočištění fugátu pomocí rotační odstředivky s vibračními síty, které umožňují využití tekutého zbytku k závlaze. Pro přípravu koncentrovaných tekutých hnojiv se sníženým objemem vody je efektivně využít technologii evaporace (vypařování) se současným vypíráním (stripováním) amoniaku pomocí kyseliny sírové za vzniku amonné soli využitelné jako hnojivo. Ve vzniklém tekutém hnojivu je snížené množství N, ale zvýšené množství fosforu a draslíku. Odpařenou a následně zkondenzovanou vodu lze efektivně využít přímo v provozu BPS nebo ji po úpravě použít k napájení dobytka.

Z pohledu snížení nákladů na aplikaci hnojiv a posílení půdní úrodnosti je významná technologie dosušení separátu v aerovaném skladu a na pásové sušičce pro cílenou přípravu organo-minerálních hnojiv.

Obě technologie lze kombinovat. Tuhé podíly z procesů úpravy fugátu je možné využít při dorovnání živin k přípravě organo-minerálních hnojiv (Nedělník et al. 2016). Až teprve produkce hnojiv s vysokou přidanou hodnotou může mít pozitivní ekonomický aspekt k pokrytí části investic do rozvoje pokročilých technologií separace na provozu BPS.

Každá další operace k úpravě separátu a fugátu s sebou nese nemalé investiční náklady. Pro výstavbu evaporační jednotky jsou odhadovány až na 15,7 mil Kč (předběžná studie Sasín 2019). V podstatě jedinou možností, jak tyto technologie uplatnit v provozu BPS, je využití zbytkového tepla. Užitečné využití tepla generovaného plynovými motory

je zejména v letních měsících problematické. V létě je v závislosti na teplotě prostředí zapotřebí méně než 25 kWh tepla pro zahřátí 1 tuny vstupního substrátu. V zimě je to naopak až 36 kWh. Proto se hledají alternativy jeho přímého využití, což otevírá dveře pro další zpracování fermentačních zbytků (Holubík 2020). V případě dosušení části separátu lze významně prodloužit dobu jeho skladování a podpořit technologie dalšího využití (příprava hnojiv, paliv nebo substrátů, Nagy et al. 2018). Obdobně je teplo možné využít k hygienizaci kalů z ČOV. Celková účinnost provozu BPS může při využití postupných separačních technologií dosahovat až 85 % (Nagy et al. 2018).

S ohledem na vysoké investiční náklady jednotlivých technologií je proto zásadní se-
stavit si racionální plán pro efektivní využití každé technologie na provozu BPS s
ohledem na využitelnost jejich produktů a potřeby efektivní aplikace hnojiv.

Pro potřeby metodického zpracování byly uvažovány pokročilé procesy úpravy separátu
viz. PŘÍLOHA I.

2.6 Metodika zpracování

Metodika prezentuje výsledky provedené LCA studie¹ při srovnání funkční jednotky (FU)
200 kg aplikovaného N na 1 ha půdy. V rámci metodického zpracování jsou detailně
zpracovány environmentální důsledky získávání (Core) a aplikace (Downstream) pro-
duktů po různé úpravě digestátu na provozu BPS. Pro zisk produktů byly voleny čtyři
variantní scénáře uplatnění pokročilých technologií na provozu BPS:

Hodnocené scénáře:

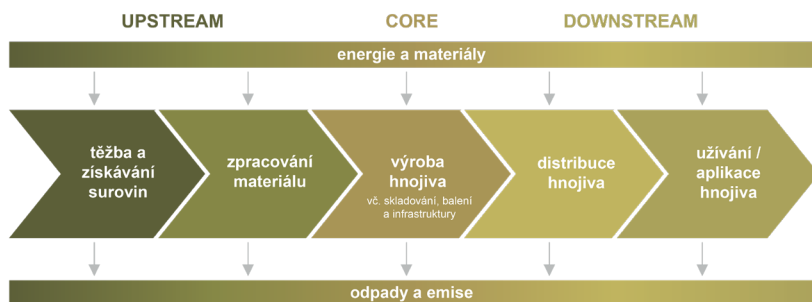
- I. Digestát bez úpravy, bez zastřešení koncového skladu, s aplikací na půdu (bez
zapravení)

*- kontrolní varianta - simuluje maximální emise do půdy vody a ovzduší (částečně
také zapravení digestátu po více než 12 h)*

1 Pro potřeby metodiky byly využity podklady „Posuzování životního cyklu (LCA) - Komparativní studie úpravy digestátu v podobě organického hnojiva“. V rámci LCA studie došlo k posouzení životního cyklu využití digestátu při aplikaci na půdu pro 4 variantní scénáře základních technologických úprav podle metodiky Environmental Footprint ver. 3.1 a databáze ecoinvent ver. 3.10, v souladu s požadavky norem ČSN EN ISO14040 a 14044. Posouzení životního cyklu scénářů nakládání s digestátem je zpracováno v rozsahu Cradle-to-grave, neboli “od kolébky do hrobu”, který zahrnuje potenciální dopady posuzovaného systému od těžby primárních surovin, skladování a zpracování digestátu, distribuce až po aplikaci hnojiva na půdu. Digestát, jako tekutý zbytek po anaerobní digesci biologicky rozložitelných materiálů, má při zvoleném principu pro alokaci odpadů (Polluters Pays Principle) na vstupu do systému environmentální dopady nulové a jeho samotná produkce tedy neovlivňuje fázi upstream a core. V rámci LCA jsou využívána data pro deklarovanou jednotku 1000 kg produktu (digestát).

- II. Digestát bez úpravy, se zastřešením koncového skladu, s okamžitým zapravením produktu do půdy
- *varianta, která simuluje reálné podmínky pro efektivní využití digestátu s okamžitým zapravením do půdy při jedné operaci*
- III. Digestát s úpravou prostřednictvím separace, se zastřešením koncového skladu, s okamžitým zapravením produktů separace do půdy
- aplikace separátu do půdy
 - aplikace fugátu do půdy
- *varianty s předpokládanou konverzí separace 25 % separátu a 75 % fugátu*
- IV. Digestát s úpravou prostřednictvím pokročilé technologie, se zastřešením koncového skladu, s okamžitým zapravením produktů separace do půdy
- aplikace vysušeného separátu ve formě pelet do půdy
 - aplikace zakoncentrovaného fugátu z evaporace do půdy
- *varianty s předpokládanou konverzí separace 25 % separátu a 75 % fugátu*
 - *separát vysušen na 82,7 % sušiny*
 - *fugát zakoncentrován na 23,9 % sušiny*

Stejně jako ve studii LCA jsou pro metodiku volené hranice systému dle zvoleného přístupu od kolébky do hrobu (Cradle-to-grave, Obr. 1), které zahrnují procesy rozdělené do fází Upstream, Core a Downstream.



Obrázek 1: Schéma přístupu Cradle-to-grave (zdroj: Envitrail, 2024)

Pro samotné posouzení environmentálních důsledků jsou zásadní procesy (i) Core, který popisuje systém výroby, skladování, údržby zařízení a nakládání s odpady a (ii) Downstream, který popisuje v polních experimentech naměřené environmentální dopady jednotlivých produktů na půdu, vodu a ovzduší.

Veškeré údaje výstupů z provedené studie LCA byly pro potřeby metodického zpracování vztaženy na FU 200 kg aplikovaného N obsaženého v produktu, příp. na deklarovanou jednotku (DU) 1000 kg digestátu. Sada produktů vychází z úpravy digestátu v rámci volených scénářů I., II., III. a IV.

Sada produktů:

- Produkt I. – digestát o průměrné sušině 6,15 hmot. % aplikovaný na půdu bez zapravení
- Produkt II. – digestát o průměrné sušině 6,15 hmot. % aplikovaný na půdu se zapravením
- Produkt III.A – separát o sušině 24,92 hmot. % aplikovaný na půdu
- Produkt III.B – fugát o sušině 4,32 hmot. % aplikovaný na půdu se zapravením
- Produkt IV.A – vysušený a peletovaný separát o sušině 82,70 hmot. % aplikovaný do půdy
- Produkt IV.B – zakoncentrovaný fugát² o sušině 23,85 hmot. % aplikovaný na půdu se zapravením

Celkové dávky jednotlivých produktů, které odpovídají množství 200 Kg N v materiálu uvádí tabulka 1.

Tabulka 1: Definice funkční jednotky

produkt	popis	obsah N v sušině (%)	obsah sušiny (%)	obsah N v původní hmotě (%)	dávka (t/ha) odpovídající 200 kg N/ha
I.	Digestát bez zapravení	7,0	6,15	0,431	46,46
II.	Digestát zapravený	7,0	6,15	0,431	46,46
III. A	Separát zapravený	1,6	24,92	0,399	50,16
III. B	Fugát zapravený	8,0	4,32	0,346	57,87
IV. A	Separát vysušený zapravený	2,0	82,7	1,654	12,09
IV. B	Fugát koncentrovaný zapravený	8,1	23,85	1,932	10,35

Pozn.: Při uvažované konverzi separace 25 % separátu a 75 % fugátu, jsou výsledné dávky odpovídající 200 kg N/ha pro scénář III.A 12,54 t/ha (separátu); pro III.B 43,4 t/ha (fugátu); pro scénář IV.A 0,91 t/ha (vysušeného separátu); pro IV.B 1,41 t/ha (zahuštěného fugátu). Uvažovaná aplikační vzdálenost byla zvolena 5 km.

2 Při výrobě produktu IVB. zakoncentrovaného fugátu po evaporaci je uvažováno dočištění N z eluátu pomocí 90 % H₂SO₄.

Sběr dat:

Pro potřeby přípravy metodického výstupu, stejně jako provedené LCA studie došlo k fúzi několika datových zdrojů, kdy převážná část pochází z měřených dat získaných z provedených polních pokusů, laboratorních a provozních zkoušek. Kvalita vstupních surovin, materiálová a provozní náročnost získávání jednotlivých produktů (datové zdroje pro CORE) vychází z reálných zkušeností na provozech BPS získaných primárně z provedeného rozsáhlého dotazníkového šetření, ve kterém bylo osloveno 68 provozovatelů BPS (viz PŘÍLOHA II.).

Pro emise do půdy, vody a ovzduší byly využity informace z provedených polních poloprovozních zkoušek na lokalitách Maleč a Třebsín popsanych v rámci ověřené technologie (Placatová et al., 2024). V rámci poloprovozních pokusů byly porovnávány a vyhodnoceny účinky aplikace hnojiv na: (i) vyplavení živin do spodních vod se záchytem vody pomocí pasivních drenážních lyzimetrů, (ii) úniky plyných emisí (CO_2 a NH_3) do ovzduší byly sledovány metodou chemisorpce v měřící cele umístěné na polním stanovišti, (iii) pro výnosy zelené hmoty byly využity výnosové mapy, (iv) změny obsahu přístupných forem půdních živin (stanovených ve výluhu Mehlich III) byly sledovány odběrem porušeného půdního vzorku.

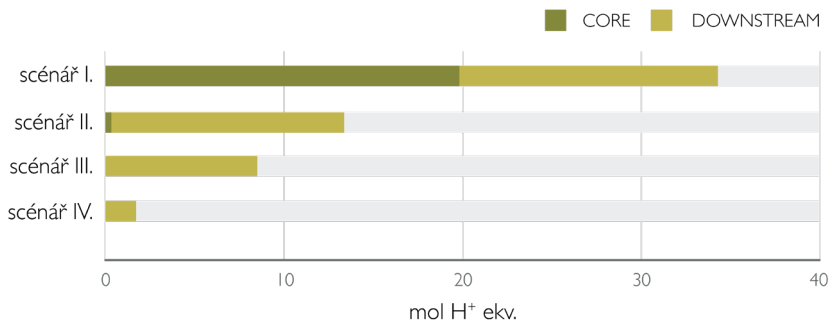
Účinky aplikace jednotlivých materiálů na rozplavení živin do spodních vod byly doplněny o údaje zjištěné ze studie Dufková et al. (2016 b).

3. VÝSLEDKY OVĚŘENÍ

V rámci posuzování vlivu na životní cyklus produktů došlo k vyhodnocení a porovnání dopadů FU 200 kg N aplikované na 1 hektar půdy. Jednotlivé vlivy byly sledovány v dílčích kategoriích (acidifikace, úbytek zdrojů surovin, úbytek ozonu, emise pevných částic, využití vody a změny klimatu).

3.1 Acidifikace

Porovnání kategorie acidifikace přináší zajímavé výsledky dopadu jednotlivých technologií na životní prostředí. Při výrobě digestátu ve scénáři I. vzniká celkem 19,76 mol H^+ ekv., tedy cca 1 g H^+ ekv. na 10 kg vyrobeného N (Tab. 2, Graf 1). Tento příspěvek, který je dominantně řízen kyselou expozicí plynů z nezastřešeného koncového skladu, evidentně ovlivňuje aciditu životního prostředí. Kyselé expozice, které unikají do ovzduší, tvoří bez zastřešení koncového skladu téměř stonásobek hodnoty se zastřešením.



Graf 1: Podíl dopadů jednotlivých procesů na ukazatel acidifikace

Tabulka 2: Výsledky ukazatele acidifikace

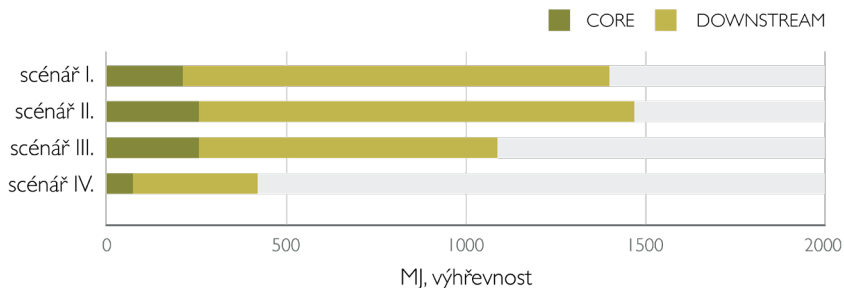
acidifikace	core	downstream	jednotky
scénář I.	19,76	14,15	mol H ⁺ ekv.
scénář II.	0,27	13,92	mol H ⁺ ekv.
scénář III.	0,21	7,07	mol H ⁺ ekv.
scénář IV.	0,23	1,58	mol H ⁺ ekv.

Pozn.: Kategorie acidifikace popisuje proces zvyšování kyselosti půdy, vzduchu nebo vody, způsobený zvýšenou koncentrací vodíkových iontů. Indikátorem kategorie dopadu acidifikace je kumulativní překročení na střední úrovni. Výsledek se vyjadřuje v mol H⁺ ekv.

3.2 Úbytek zdrojů surovin – fosilní paliva

Úbytek fosilní složky ve svém důsledku představuje úbytek a využití nafty. Zatímco v procesu vzniku hnojiva (Core) představuje tato složka materiálové zdroje, tak v procesu (Downstream) již představuje využití paliva pro aplikaci hnojiva na pole. Z výsledků Tab. 3 je zřejmé, že významně vyšší zátěž pro životní prostředí je spojena s aplikací hnojiv na pozemek, než s výrobou hnojiv (Tab. 3). Celkový tlak na fosilní složku využitou pro pohon zemědělské techniky pak logicky souvisí s aplikační vzdáleností produktu, která je nejnižší pro scénář IV. (Graf 2). Hypoteticky (při výhřevnosti motorové nafty 42,61 MJ/kg) je spotřeba fosilní složky na aplikaci 200 Kg N při scénáři IV. 7,4 l nafty, při scénáři III. je to 18,5 l nafty a pro scénáře I. a II. je to 27,1 l nafty.

Celkový dopad scénáře IV. (při využití pokročilé technologie separace) má tak vysoce pozitivní vliv na úsporu čerpání fosilních zdrojů.



Graf 2: Podíl dopadů jednotlivých procesů na ukazatel úbytek fosilních paliv

Tabulka 3: Výsledky ukazatele úbytek fosilních paliv

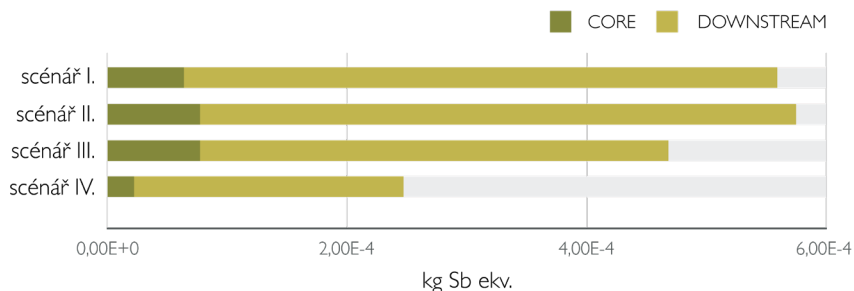
úbytek zdrojů surovin - fosilní paliva	core	downstream	jednotky
scénář I.	241	1 154	MJ, výhřevnost
scénář II.	285	1 154	MJ, výhřevnost
scénář III.	286	790	MJ, výhřevnost
scénář IV.	74	317	MJ, výhřevnost

Pozn.: Kategorie dopadu úbytek zdrojů – fosilní paliva zahrnuje zdroje, které jsou zdrojem energie (uhlí, zemní plyn a ropa). Ukazatelem kategorie je potenciál abiotického vyčerpání (ADP – fosilní paliva) vyjádřený v megajoulech (MJ) čisté výhřevnosti.

3.3 Úbytek zdrojů surovin – minerály a kovy

Obecně se předpokládá, že při realizaci pokročilých technologií bude vyšší spotřeba materiálů nutných na výrobu a údržbu strojního zařízení (evaporační jednotka, dosoušecí a peletovací linka apod.). Nicméně výsledky simulující úbytek ekvivalentu antimonu (Tab. 4, Graf 3) nenaznačují vyšší čerpání minerálů a kovů pro scénáře III. a IV. Naopak scénář IV. při přepočtu na FU (200 kg N v produktu) vykazuje nižší čerpání zdrojů surovin.

Pokud však využijeme přepočet na DU (tj. zatížení pro 1000 kg vyrobeného produktu), je zatížení životního prostředí při realizaci scénářů III. a IV. evidentně nejvyšší (Graf 4). Spotřeba surovin pro scénář IV. je až 5krát vyšší vůči spotřebě surovin potřebným na úpravu digestátu ve scénáři I. a II. (Graf 4).

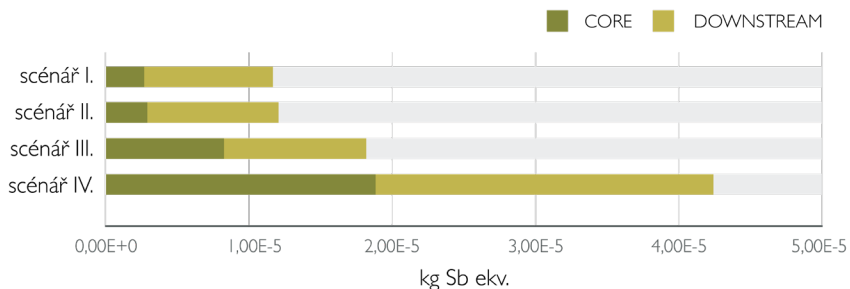


Graf 3: Podíl dopadů jednotlivých procesů na ukazatel úbytek minerálů a kovů

Tabulka 4: Výsledky ukazatele úbytek minerálů a kovů

úbytek zdrojů surovin - minerály a kovy	core	downstream	jednotky
scénář I.	1,3E-04	4,0E-04	kg Sb ekv.
scénář II.	1,4E-04	4,0E-04	kg Sb ekv.
scénář III.	1,9E-04	2,8E-04	kg Sb ekv.
scénář IV.	1,0E-04	1,4E-04	kg Sb ekv.

Pozn.: Kategorie dopadu využití materiálních zdrojů popisuje využití zdrojů (nerostů a kovů), které zahrnuje dopad systému výroby na spotřebu obnovitelných a neobnovitelných zdrojů. Potenciál abiotického vyčerpání (ADP) je jednotka zdroje vyjádřená v kg Sb ekv.

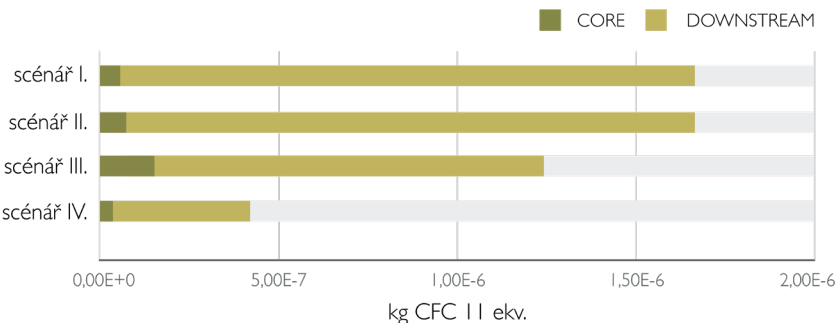


Graf 4: Podíl dopadů jednotlivých procesů na ukazatel úbytek minerálů a kovů při výrobě 1000 kg produktu

3.4 Úbytek ozonu

Obdobné trendy jako pro využití surovin platí pro jednotlivé modelované scénáře při porovnání úbytku ozonu (Tab. 5, Graf 5), popř. tvorby fotochemického ozonu (Tab. 6, Graf 6).

I když by měl úbytek ozonu významně souviset především s únikem methanu při skladování digestátu, tak překvapivě emise těkavých složek při procesu výroby hnojiv (Core, Graf 5) nehrají zásadní roli. Jako významnější jsou hodnoceny emise N_2O při aplikaci hnojiva na půdu (Downstream, Graf 5). Obdobné trendy se objevují i při hodnocení vzniku fotochemického ozonu. Při tomto procesu je však dominantní působení oxidů dusíku, které emitují radikály v nižších sférách atmosféry zcela logické (Downstream Graf 6, Tab. 6). Nejnižší zatížení u scénáře IV., je opět dominantně řízeno významně nižší aplikovanou dávkou hnojiva.

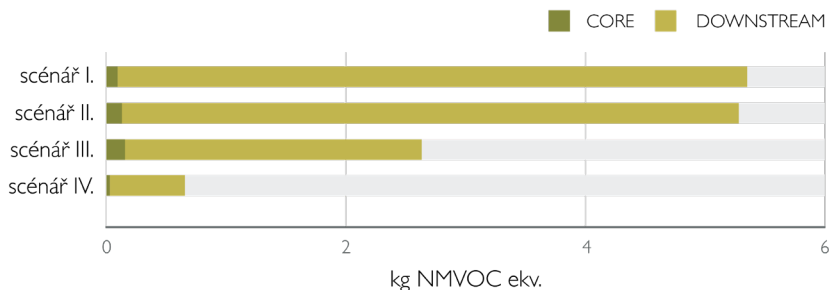


Graf 5: Podíl dopadů jednotlivých procesů na ukazatel úbytek ozonu

Tabulka 5: Výsledky ukazatele úbytek ozonu

úbytek ozonu	core	downstream	jednotky
scénář I.	1,1E-07	1,6E-06	kg CFC 11 ekv.
scénář II.	1,3E-07	1,6E-06	kg CFC 11 ekv.
scénář III.	2,1E-07	1,0E-06	kg CFC 11 ekv.
scénář IV.	6,3E-08	3,0E-07	kg CFC 11 ekv.

Pozn.: Kategorie úbytek ozonu představuje degradaci stratosférického ozonu v důsledku emisí látek poškozujících ozonovou vrstvu. Ukazatelem kategorie je úbytek ozonu v kg CFC-11 ekv. a jeho ukazatelem je potenciál poškozování ozonu (ODP).



Graf 6: Podíl dopadů jednotlivých procesů na ukazatel tvorba fotochemického ozonu

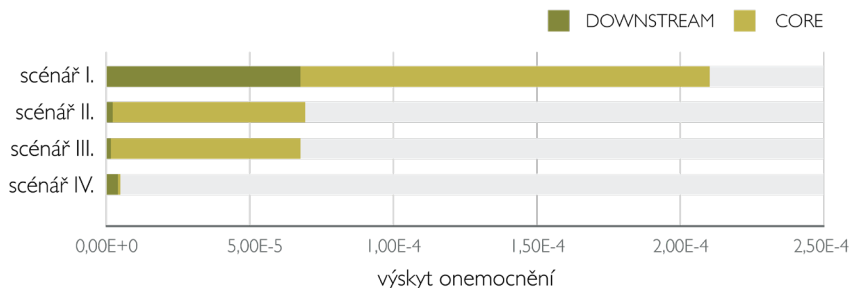
Tabulka 6: Výsledky ukazatele tvorba fotochemického ozonu

tvorba fotochemického ozonu	core	downstream	jednotky
scénář I.	1,4E-01	5,0E+00	kg NMVOC ekv.
scénář II.	1,7E-01	4,9E+00	kg NMVOC ekv.
scénář III.	1,8E-01	2,6E+00	kg NMVOC ekv.
scénář IV.	4,8E-02	7,1E-01	kg NMVOC ekv.

Pozn.: Kategorie dopadu vznik fotooxidantů sdružuje látky, které přispívají k tvorbě troposférického ozonu. Ukazatelem kategorie je zvýšení koncentrace troposférického ozonu vyjádřené v kg NMVOC ekv.

3.5 Emise pevných částic

V rámci hodnocené kategorie emise a tvorba pevných částic jsou zaznamenány rozdíly mezi jednotlivými scénáři nejvíce patrné. V účincích scénáře I. se kombinuje negativní efekt plynoucí z absence zastřešení koncového skladu a únik rizikových prvků do ovzduší při aplikaci digestátu bez jeho okamžitého zapravení (Graf 7, Tab. 7). Emise pevných částic jsou zde hodnoceny jako prekursory nebezpečných látek ovlivňujících lidské zdraví.



Graf 7: Podíl dopadů jednotlivých procesů na ukazatel emise pevných částic

Tabulka 7: Výsledky ukazatele emise pevných částic

emise pevných částic	core	downstream	jednotky
scénář I.	1,38E-04	7,26E-05	výskyt onemocnění
scénář II.	7,26E-05	2,58E-06	výskyt onemocnění
scénář III.	7,15E-05	1,75E-06	výskyt onemocnění
scénář IV.	1,59E-06	7,64E-06	výskyt onemocnění

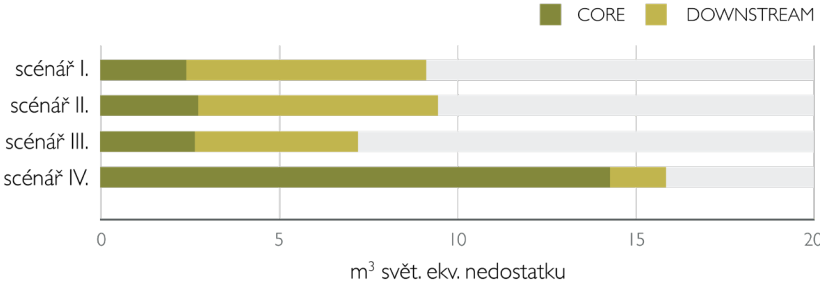
Pozn.: Emise pevných částic měří nepříznivé dopady na lidské zdraví způsobené emisemi pevných částic (PM) a jejich prekurzorů (např. NO_x, SO₂). Dopad indikátoru kategorie na lidské zdraví je vyjádřen výskytem onemocnění.

3.6 Využití vody

Jedním ze zásadních motivačních prvků pro podporu pokročilých technologií na provozu BPS je úspora vodních zdrojů. Při procesu anaerobní digesce na 1 MW BPS je spotřeba až 34 m³ vody za den. Cílem navržených pokročilých technologií je tyto vodní zdroje co nejefektivněji využít. V rámci navrženého scénáře IV. se jedná o energeticky vysoce náročný proces, kdy je voda odpařena, dočištěna a využita buď jako procesní, nebo je dočištěna od N k napájení dobytka.

Bohužel na tento recyklační proces (zpětné využití vody na provozu BPS, který pro nastavené procesy dosahuje až 80 %) nebyl v rámci logiky provedené LCA studie zohledněn. Efektivní využití vody se pro scénář IV. projevilo pouze v procesu aplikace hnojiv (Downstream, Graf 8, Tab. 8). Z pohledu efektivity využití vody se jako pozitivní jeví i modelovaný scénář III. (prostá separace digestátu, Graf 8).

Pozitivní přínos nižší aplikační dávky hnojiv se pro scénář IV. pozitivně odráží i v rámci celkové eutrofizace ekosystému (vodních a půdních recipientů). Jednoznačný efekt je patrný zejména při hodnocení eutrofizace sladkovodních recipientů (Downstream, Graf 9, Tab. 9). Při hodnocení eutrofizace mořských recipientů a půdy je patrný i pozitivní efekt separace digestátu na pevnou a kapalnou složku (Downstream, Grafy 10 a 11).

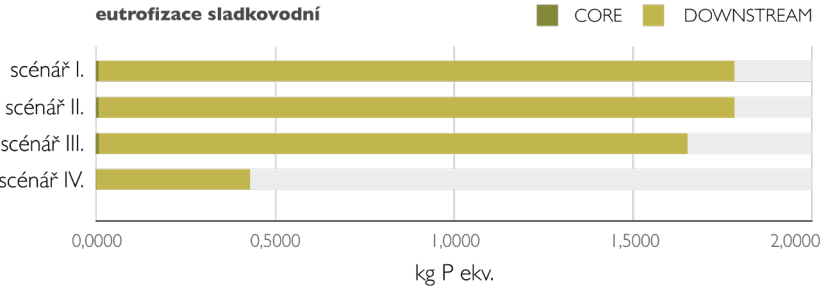


Graf 8: Podíl dopadů jednotlivých procesů na ukazatel využití vody

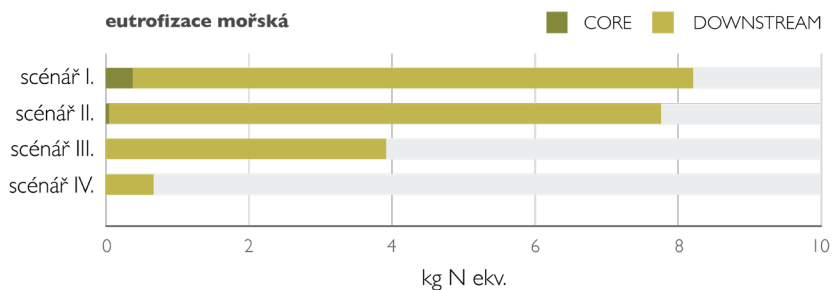
Tabulka 8: Výsledky ukazatele využití vody

využití vody	core	downstream	jednotky
scénář I.	2,81	5,82	m³ sv. ekv. nedostatku
scénář II.	3,21	5,82	m³ sv. ekv. nedostatku
scénář III.	3,10	4,04	m³ sv. ekv. nedostatku
scénář IV.	13,87	1,74	m³ sv. ekv. nedostatku

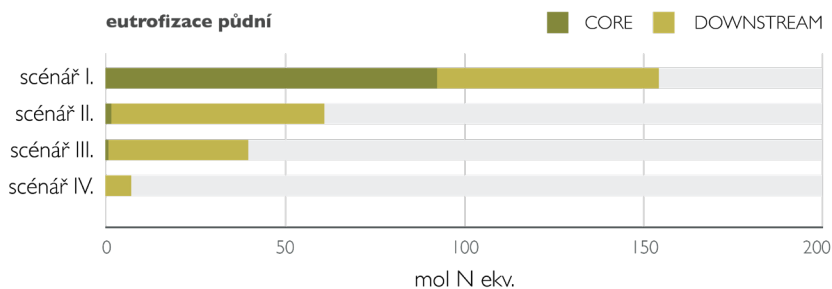
Pozn.: Kategorie využití vody kvantifikuje potenciál nedostatku vody pro člověka nebo pro ekosystémy. Vyjadřuje se v m³ světového ekvivalentu a pomáhá vyhodnotit rizika spojená s nedostatkem vody.



Graf 9: Podíl dopadů jednotlivých procesů na ukazatel eutrofizace vod



Graf 10: Podíl dopadů jednotlivých procesů na ukazatel eutrofizace vod



Graf 11: Podíl dopadů jednotlivých procesů na ukazatel eutrofizace půdy

Tabulka 9: Výsledky ukazatele eutrofizace sladké vody

eutrofizace - sladkovodní	core	downstream	jednotky
scénář I.	0,01	1,75	kg P ekv.
scénář II.	0,01	1,75	kg P ekv.
scénář III.	0,01	1,66	kg P ekv.
scénář IV.	0,00	0,34	kg P ekv.

Tabulka 10: Výsledky ukazatele eutrofizace mořské vody

eutrofizace - mořská	core	downstream	jednotky
scénář I.	0,62	7,54	kg N ekv.
scénář II.	0,03	7,42	kg N ekv.
scénář III.	0,05	3,76	kg N ekv.
scénář IV.	0,01	0,82	kg N ekv.

Tabulka 11: Výsledky ukazatele eutrofizace půdy

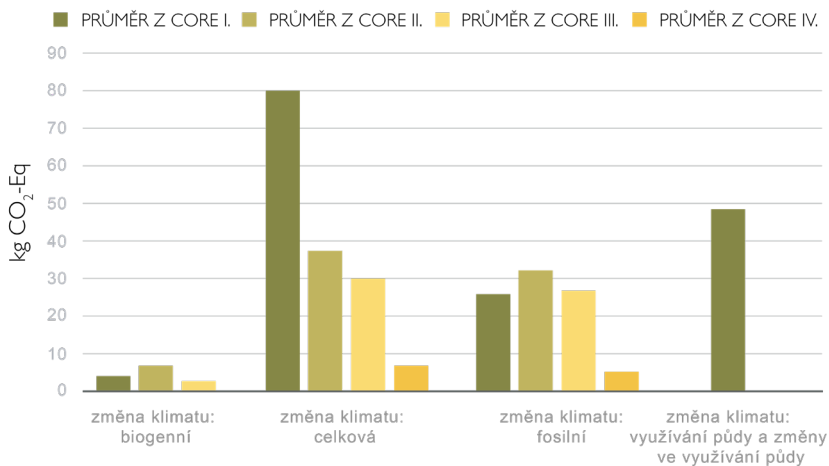
eutrofizace - půdní	core	downstream	jednotky
scénář I.	87,53	69,43	mol N ekv.
scénář II.	0,46	68,30	mol N ekv.
scénář III.	0,56	34,64	mol N ekv.
scénář IV.	0,10	7,69	mol N ekv.

Pozn.: Eutrofizace je proces obohacování životního prostředí živinami a představuje problém pro vody a půdy. Eutrofizace se dělí na přirozenou a antropogenní. Eutrofizace jako kategorie dopadu se dělí na tři podkategorie: sladké vody, slané vody a půdy. Výsledek eutrofizace mořské vody se vyjadřuje v kg N ekv., eutrofizace sladkovodní ekvivalentem kg P ekv., eutrofizace půdy v mol N ekv.

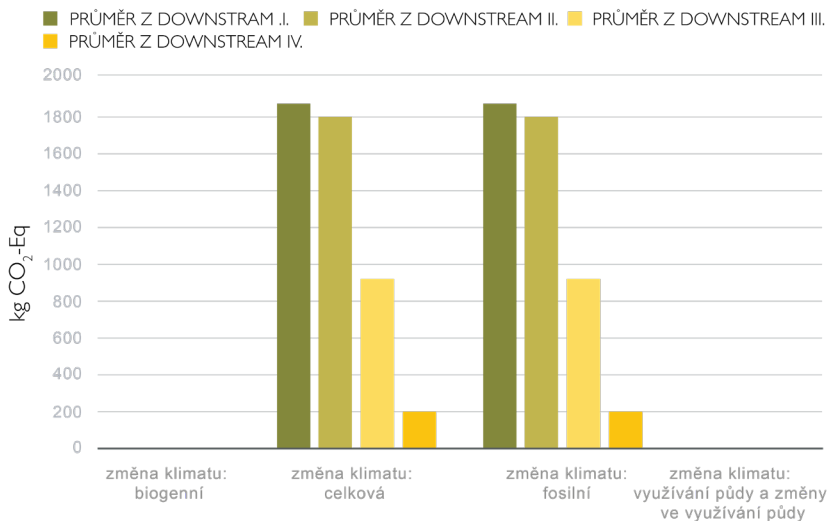
3.7 Změna klimatu

Parametr změny klimatu (resp. jeho přepoččet na ekv. CO₂) by se mohl stát jedním z klíčových parametrů pro podporu navržených pokročilých technologií úpravy digestátu na provozu BPS. Z výsledků měřených emisí jsou patrné, ať již pozitivní trendy plynoucí ze zastřešení koncového skladu hnojiv (Graf 12), tak i úspory materiálu a energie spojené s aplikací hnojiv o významně nižší vlhkosti (Graf 13).

Z modelovaných dat odpovídajícím uvolnění ekvivalentu CO₂ (Graf 12 a 13, Tab. 12 a 13) jednoznačně vyplývá, že dominantním faktorem ovlivňujícím produkci ekv. CO₂ je proces spojený s aplikací hnojiv (Downstream). Z logiky věci se jedná o fosilní složku spojenou se spotřebou nafty zemědělské techniky (Graf 13). V procesu získávání hnojiv (Core) je evidentní, že nejvyšší vliv na ekv. CO₂ má proces využití půdy (Graf 12, Tab. 12).



Graf 12: Důsledek procesu výroby hnojiv (Core) na ukazatel změna klimatu



Graf 13: Důsledek procesu aplikace hnojiv (Downstream) na ukazatel změna klimatu

Tabulka 12: Výsledky ukazatele změny klimatu při procesu výroby hnojiv (Core)

klimatická změna	core I.	core II.	core III.	core IV.	jednotky
biogenní	5,479	6,731	2,886	0,336	kg CO ₂ -Eq
fosilní	26,010	31,089	26,795	6,157	kg CO ₂ -Eq
využívání půdy a změny ve využívání půdy	48,850	0,015	0,020	0,006	kg CO ₂ -Eq
celková	80,339	37,834	29,700	6,499	kg CO ₂ -Eq

Tabulka 13: Výsledky ukazatele změny klimatu při procesu aplikace hnojiv (Downstream)

klimatická změna	downstream				jednotky
	I.	II.	III.	IV.	
biogenní	0,034	0,034	0,029	0,023	kg CO ₂ -Eq
fosilní	1 825,686	1 798,356	914,810	198,554	kg CO ₂ -Eq
využívání půdy a změny ve využívání půdy	0,032	0,032	0,024	0,013	kg CO ₂ -Eq
celková	1 825,753	1 798,422	914,863	198,590	kg CO ₂ -Eq

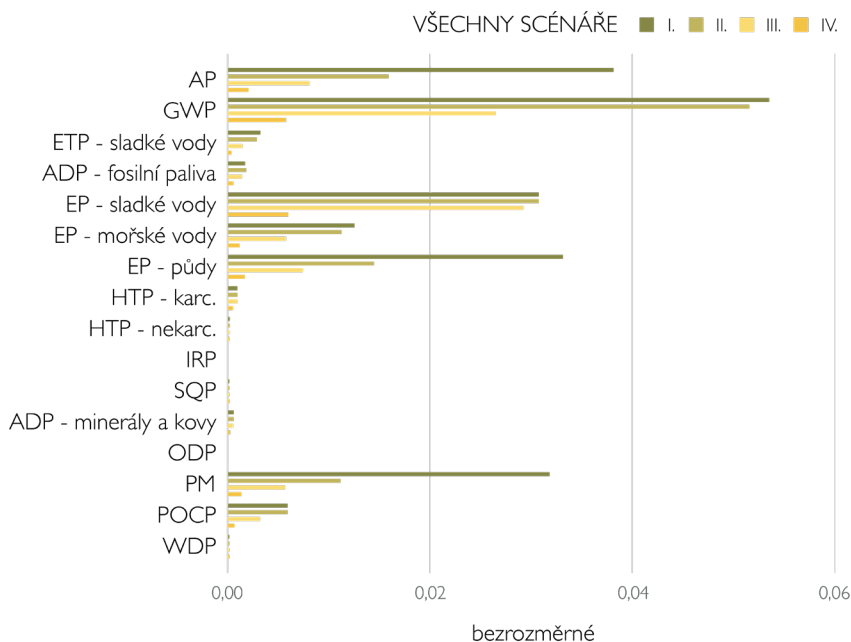
Pozn.: Kategorie dopadu změny klimatu je rozdělena do podskupin dle původu skleníkových plynů na biogenní (biogenic), fosilní (fossil) a skleníkové plyny vzniklé při využívání půdy a změně ve využívání půdy (land use and land use change). Indikátorem kategorie změna klimatu je radiační účinnost látky, která je vyjádřena potenciálem globálního oteplování, tzv. Global Warming Potential, s uvažováním časového horizontu 100 let (GWP100). Potenciál globálního oteplování skleníkových plynů je vyjadřován prostřednictvím ekvivalentního množství oxidu uhličitého (CO₂ ekv.).

4 ZÁVĚR

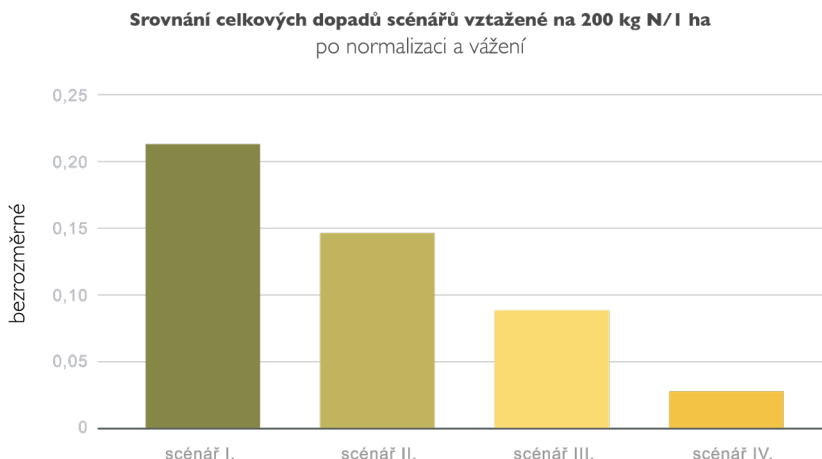
Výsledky studie porovnávající environmentální dopady čtyř nastavených scénářů produkce digestátů na BPS ukazují, že z environmentálního hlediska je žádoucí podpořit technologie dalšího zpracování digestátu na provozech BPS. Normalizované a vážené výsledky (Graf 14) prezentují pro scénář I. významně vyšší zátěž pro životní prostředí plynoucí z výroby a aplikace hnojiva na půdu vůči ostatním scénářům. Dominantní kategorie (Graf 14), které ovlivňují celkové zatížení jednotlivých procesů výroby a aplikace hnojiv jsou: klimatická změna (GWP), eutrofizace sladké vody (EP sladké vody), acidifikace (AP), eutrofizace půdy (EP půdy) a emise pevných částic (PM). Samotné zastřešení koncového skladu a zapravení digestátu do půdy (scénář II.) je významně především z pohledu hodnocení emisí pevných částic do ovzduší, eutrofizace půdy a acidifikace (Graf 14). Investiční prostředky vynaložené na separaci digestátu se při

porovnání scénáře II. a III. (Graf 14) projevují zejména razantním snížením projevů klimatické změny (GWP) a eutrofizace půdy (EP). Scénář IV., který představuje vysokou míru investic do provozu BPS nese jednoznačně nejnižší míru environmentální zátěže ve všech hodnocených kategoriích. Tento důsledek je ovlivněn způsobem zacházení s digestátem, kdy dojde k výraznému zakoncentrování živin v organické matici, na pole jsou aplikovány mnohem nižší dávky hnojiv. Dochází tak nejen k nižšímu zatížení životního prostředí, ale také k úsporám nafty a nákladů na vybudování skladovacích prostor.

Pokud mezi sebou porovnáme relativní účinek nastavených scénářů (Graf 15), tak vůči scénáři IV. (s úpravou digestátu až do formy pevných a kapalných hnojiv) má scénář III. (prostá separace digestátu se zapravením) 4x vyšší zátěž, scénář II. (bez separace digestátu, ale se zapravením hnojiva) 7x vyšší zátěž a scénář I. (bez separace a bez zapravení hnojiva) 10 x vyšší zátěž pro životní prostředí.



Graf 14: Normalizované výsledky dopadů v jednotlivých hodnocených kategoriích



Graf 15: Porovnání relativního environmentálního účinku scénářů uplatnění technologie zpracování digestátu na provozu BPS

- *Scénář I. – kombinovaný účinek výroby digestátu bez zastřešení koncového skladu a jeho aplikace na půdu bez zapravení*
- *Scénář II. – kombinovaný účinek výroby digestátu se zastřešením koncového skladu a jeho aplikace na půdu s okamžitým zapravením*
- *Scénář III. – kombinovaný účinek výroby a separace digestátu se zastřešením koncového skladu a aplikace separátu a fugátu na půdu s okamžitým zapravením*
- *Scénář IV. – kombinovaný účinek výroby a pokročilé technologie separace digestátu se zastřešením koncového skladu a aplikace vysušeného peletovaného separátu a evaporací zahuštěného fugátu na půdu s okamžitým zapravením*

Přestože scénář IV. vyžaduje vysoké investiční náklady na inovativní technologie pro úpravu digestátu, věříme, že nejen závěry této studie, ale především úspory nákladů spojené s budováním skladovacích kapacit a snížením spotřeby pohonných hmot pro zemědělskou techniku budou dostatečnou motivací pro provozovatele BPS k realizaci těchto opatření.

5 SOUBORNÉ VÝSLEDKY LCA STUDIE PRO PRODUKTY ÚPRAVY DIGESTÁTU

Ve fázi posuzování dopadů životního cyklu došlo k vyhodnocení a porovnání dopadů funkční jednotky (FU) 200 Kg N obsaženého v produktu aplikovaného na 1 hektar půdy.

Tabulka 15: Environmentální profil FU 200 kg N v produktu aplikované na 1 ha půdy souborně

kategorie dopadu	I.	II.	III.	IV.	referenční jednotka/FU
acidifikace - potenciál acidifikace, kumulativní překročení (AP)	33,91	14,19	7,28	1,81	mol H ⁺ ekv.
změna klimatu: celková - potenciál globálního oteplování (GWP-celkový)	1 906,09	1 836,26	944,56	205,09	kg CO ₂ ekv.
změna klimatu: biogenní - potenciál globálního oteplování (GWP-biogenní)	5,51	6,77	2,92	0,36	kg CO ₂ ekv.
změna klimatu: fosilní - potenciál globálního oteplování (GWP-fosilní)	1 851,70	1 829,45	941,6	204,71	kg CO ₂ ekv.
změna klimatu: využívání půdy a změny ve využívání půdy - potenciál globálního oteplování z využití půdy a změny ve využívání půdy (GWP-luluc)	48,88	0,05	0,04	0,02	kg CO ₂ ekv.
ekotoxicita (sladká voda) - potenciální srovnávací jednotka toxicity pro ekosystémy (ETP-fw)	9 673,44	8 695,45	4 498,15	1 010,16	CTUe
ekotoxicita (sladká voda, anorganická) - potenciální srovnávací jednotka toxicity pro ekosystémy (ETP-fw-anorganická)	9 486,87	8 503,26	4 319,59	916,73	CTUe
ekotoxicita (sladká voda, organická) - potenciální srovnávací jednotka toxicity pro ekosystémy (ETP-fw-organická)	186,57	192,19	178,57	93,44	CTUe
úbytek zdrojů surovin: fosilní paliva - potenciál úbytku surovin pro fosilní zdroje (ADP-fosilní paliva) (*)	1 394,23	1 439,13	1 075,48	390,84	MJ, výhřevnost
eutrofizace sladké vody - potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do sladké vody (EP sladké vody)	1,76	1,76	1,67	0,34	kg P ekv.
eutrofizace mořské vody - potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do mořské vody (EP mořské vody)	8,16	7,46	3,8	0,83	kg N ekv.
eutrofizace půdy - potenciál eutrofizace, kumulativní překročení (EP půdy)	156,96	68,76	35,19	7,79	mol N ekv.

Tabulka 16: Environmentální profil FU 200 kg N v produktu aplikované na 1 ha půdy souborně

kategorie dopadu	I.	II.	III.	IV.	referenční jednotka/FU
toxická pro člověka, karcinogenní účinky - potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-c)	7,80E-07	8,04E-07	7,52E-07	3,98E-07	CTUh
toxická pro člověka, karcinogenní účinky, anorganická - potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-c-anorganická)	1,21E-08	1,25E-08	1,03E-08	3,81E-09	CTUh
toxická pro člověka, karcinogenní účinky, organická - potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-c-organická)	7,68E-07	7,91E-07	7,42E-07	3,94E-07	CTUh
toxická pro člověka, nekarcinogenní účinky, - potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-nc)	1,38E-06	1,33E-06	1,14E-06	4,15E-07	CTUh
toxická pro člověka, nekarcinogenní účinky, anorganická - potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-nc-anorganická)	1,21E-06	1,16E-06	1,04E-06	3,87E-07	CTUh
toxická pro člověka, nekarcinogenní účinky, organická - potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-nc-organická)	1,77E-07	1,73E-07	1,01E-07	2,80E-08	CTUh
ionizující záření, lidské zdraví - potenciální účinek expozice člověka izotopu U235 (IRP)(**)	2,66	2,81	1,97	0,76	kBq U235 ekv.
dopady související s využíváním půdy/kvalita půdy - index potenciální kvality půdy (SQP)(*)	764,39	812,46	641,16	192,53	bezrozměrné
úbytek zdrojů surovin: minerály a kovy - potenciál úbytku surovin pro nefosilní zdroje (ADP-minerály a kovy)(*)	0,0005	0,0005	0,0005	0,0002	kg Sb ekv.
úbytek ozonu - potenciál úbytku stratosférické ozonové vrstvy (ODP)(*)	0,000002	0,000002	0,000001	0	kg CFC 11 ekv.
emise pevných částic - potenciální výskyt onemocnění v důsledku emisí pevných částic (PM)(*)	0,00021	0,00007	0,00004	0,000009	výskyt onemocnění
tvorba fotochemického ozonu - potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP)	5,14	5,1	2,81	0,76	kg NMVOC ekv.
využití vody - potenciál nedostatku vody (pro uživatele), spotřeba vody vážená jejím nedostatkem (WVP)(*)	8,63	9,03	7,15	15,6	m ³ svět. ekv. nedostatku

(*) Výsledky tohoto ukazatele dopadu na životní prostředí je třeba používat s vědomím, že nejistota výsledků je vysoká a zkušenosti s tímto ukazatelem jsou omezené.

(**) Tato kategorie dopadů se zabývá především případným dopadem nízkých dávek ionizujícího záření na lidské zdraví v rámci jaderného palivového cyklu. Nezohledňuje účinky způsobené ukládáním radioaktivního odpadu v podzemních zařízeních. Potenciální ionizující záření z půdy, z radonu a z některých stavebních materiálů se tímto ukazatelem rovněž neměří.

6 EKONOMIKA NAVRŽENÝCH SCÉNÁŘŮ TECHNOLOGICKÉ ÚPRAVY DIGESTÁTU

Ekonomická analýza využití technologie pro navržené scénáře úpravy digestátu na provozu BPS vychází z porovnání ekonomických nároků na uskladnění digestátu vůči aplikaci materiálu na půdu. Pro ekonomickou analýzu byla využita data dotazníkového šetření, ve kterém respondovalo celkem 68 producentů digestátu (Seznam subjektů je součástí PŘÍLOHY II.) s průměrným instalovaným výkonem 879 kW a průměrnou roční produkcí digestátu 21 926 t. Z oslovených producentů 58 % již využívá technologii separace digestátu. Z celkového vyrobeného tepla se na provezech BPS využívá v průměru 37 % (ohřev fermentorů, vytápění budov a dalších objektů).

6.1 Skladování digestátu

Pro zjednodušení výpočtu nákladů na skladování digestátu je možné vyjít z investiční náročnosti ve výši 1 mil. Kč na tisíc m³ skladovacího objemu. Při životnosti nádrže 20 let je tedy prostý investiční náklad na m³ skladovaného digestátu 50 Kč za předpokladu, že během jednoho roku dojde k jednomu cyklu naplnění a vyprázdnění.

Kromě investičních nákladů jsou zde náklady na opravu a obměnu techniky čerpání a míchání. Tento náklad může představovat 30 Kč/m³ uskladněného digestátu. Spotřeba elektřiny na míchání a čerpání pak činí 15 Kč/m³ digestátu a osobní náklady člověka zajišťující provozní náležitosti a údržbu 9 Kč/m³.

Celkem náklady na skladování digestátu činí 104 Kč/m³. Tomu odpovídá i běžná sazba externí služby skladování, která se pohybuje mezi 150 a 200 Kč/m³.

Tabulka 17: Celkové odhadované průměrné roční náklady na skladování digestátu pro jednotlivé scénáře

roční náklad na skladování digestátu a fugátu [tis. Kč]	
scénář I.	2 280
scénář II.	2 280
scénář III.	1 710
scénář IV.	1 376

Pozn.: Pro scénář I. je zanedbaný výpar z jímky pro uskladnění digestátu, pro scénáře III. a IV. je zanedbán skladovací prostor pro separát, pro scénář IV. je uvažována účinnost evaporační jednotky plynoucí z rozdílu vlhkostí produkovaných materiálů 19,53 hmot. %

Příklad použití:

V rámci dotazníkového šetření, kterého se účastnilo celkem 68 producentů digestátu, přičemž 58 % z nich již využívá technologii separace, činí při uvažované konverzi digestátu na separované složky (25 % separátu a 75 % fugátu) průměrný roční náklad na uskladnění digestátu/fugátu 1 950 tis. Kč.

Při využití pokročilé technologie snížení vlhkosti digestátu/fugátu pomocí evaporační jednotky činí roční úspora na uskladnění zahuštěného zbytku na provozu se separací 334 tis. Kč a na provozu bez separace 904 tis. Kč.

6.2 Náklady na rozvoz a aplikaci

Aplikace digestátu nebo kompostu ve službách se většinou účtuje v ceně 50 Kč/t. Vliv na cenu má dávka hnojiva na ha. Cena odpovídá plné dávce na ha tedy 30 t digestátu a více. Doprava je účtována jako tunokilometr ve ceně 2 Kč/t/km.

Tabulka 18: Celkové odhadované průměrné roční náklady na aplikaci hnojiva pro jednotlivé scénáře

roční náklad na aplikaci digestátu a fugátu [tis. Kč]	dávka odpovídající aplikaci 200 kg N [t/ha]	náklad odpovídající aplikaci 200 kg N na 1 ha [Kč]	roční produkce digestátu / produktu [t]	náklad odpovídající průměrné roční produkci digestátu [tis. Kč]
scénář I.	46,5	2 787	21 926	1 316
scénář II.	46,5	2 787	21 926	1 316
scénář III.	55,9	3 357	21 926	1 316
scénář IV.	2,3	139	6 378	383

Pozn.: Pro veškeré scénáře je uvažována průměrná aplikační vzdálenost hnojiv 5 km, pro scénář IV. nebyly uvažovány vyšší náklady na aplikovanou 1 tunu vysušeného materiálu.

Při uvažované technologii úpravy digestátu podle zvolených scénářů, kdy aplikační dávka hnojiva odpovídá 200 kg N/ha, je úspora nákladů pro pokročilou technologii zpracování digestátu významná. V rámci srovnání nákladů na aplikaci hnojiva se úspora při realizaci scénáře IV. v závislosti na aplikační vzdálenosti pohybuje v řádu téměř 1 mil. Kč za rok (konkrétně 933 tis. Kč za rok).

Při uvažované aplikaci jarní dávky hnojiv (obsah 200 kg N/ha) je významný i náklad na 1 ha. Pro současné technologie tvoří náklad na aplikaci hnojiv cca 2 800 Kč/ha. Při využití pokročilé technologie separace se náklad sníží na cca 140 Kč/ha.

Tato ekonomická rozvaha nám zároveň determinuje maximální aplikační vzdálenost, na kterou se vyplatí hnojivo aplikovat. Limitní vzdálenost pro aplikaci tekutých hnojiv digestátu a fugátu je 20 km od zdroje materiálu, pro delší aplikační vzdálenost se vyplatí rozšiřovat skladovací prostory. Při uvažované pokročilé technologii zpracování se pohybuje aplikační vzdálenost hnojiv v teoretickém rozmezí až 100 km.

7 NOVOST A INOVATIVNOST

Inovativním aspektem metodiky je již samotné zpracování formou LCA (Life Cycle Assessment). Díky zpracování dat do formátu LCA studie, založené na datech získaných z reálně provedených polních pokusů, bylo možné odhadnout environmentální důsledky plynoucí z aplikace digestátu na půdu. Koncepte sběru dat metodou přístupu od kolébky do hrobu (Cradle-to-grave) postihuje veškeré vstupy spojené ať už s výrobou, úpravou a aplikací digestátu na zemědělskou půdu. V procesu Core se jedná konkrétně o materiálové a energetické vstupy spojené s realizací jímek, zastřešením jímek koncového skladu, strojního vybavení spojeného s úpravou digestátu (evaporační jednotka, peletizační linka, kalolisy, uplatněné chemikálie k úpravě apod.). V procesu Downstream jsou zahrnuty environmentální důsledky spojené s aplikací digestátu jako hnojiva na půdní prostředí, zatížení vodních zdrojů a případné emise těkavých plynů do ovzduší.

Novost tohoto přístupu spočívá ve využití dat získaných z reálných podmínek (dotazníkové šetření), kdy do studie byly zahrnuty skutečné energetické a materiálové spotřeby vynaložené na provoz a údržbu zařízení na produkci digestátu. Zároveň byly získány i rozsáhlé podklady týkající se kvality produkovaných hnojiv.

8 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodické výstupy zpracované ve formě studie LCA mohou být využity především pro strategické a rozhodovací činnosti státní správy. Výsledky provedené studie měly za cíl kvantifikovat důsledky aplikace digestátu na ornou půdu. Inovativním aspektem je modelované využití materiálů po pokročilém zpracování digestátu. Výsledky lze přímo využít pro cílenou podporu pokročilých technologií zpracování digestátu na provozu BPS. Vyhodnocení environmentálních dopadů nastavených scénářů využití digestátu a jeho aplikace na půdu může podpořit užití pokročilých managementů zpracování odpadních materiálů v místě jejich vzniku s minimální zátěží pro životní prostředí. Ekonomické aspekty plynoucí z LCA studie mohou vést k efektivnímu hospodaření se zdroji organické hmoty, což přispívá ke snížení nákladů na skladovací prostory a úsporám za energie při jejich aplikaci.

Výsledky LCA studie, lze využít např. k podpoře Strategie resortu Ministerstva zemědělství České republiky s výhledem do roku 2030, popř. s ohledem na využitelnost území ČR pro OZE ukotvené ve Vnitrostátním plánu v oblasti energetiky a klimatu České republiky. Dílčí aspekty řešení, jako jsou systémy hospodaření s vyrovnanou bilancí organické hmoty a systémy s vyrovnanou bilancí živin, mohou najít uplatnění v resortu MZe při aktualizaci nástroje Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy DZES.

Důležitým aspektem pro uplatnění výsledků projektu bude kladný ohlas ze strany zemědělců a provozovatelů BPS. Teprve reálně uplatněné principy efektivního nakládání se zdroji organické hmoty, jako je například zvýšení podílu aplikace separátu do půdy, mohou přispět k adaptaci krajiny ČR na měnící se klima a ke zvýšení retence vody v půdě vyvolané rozvojem tohoto nového oboru energetiky.

9 PUBLIKACE, METODIKY A STUDIE, KTERÉ PŘEDCHÁZELY VYDÁNÍ METODIKY

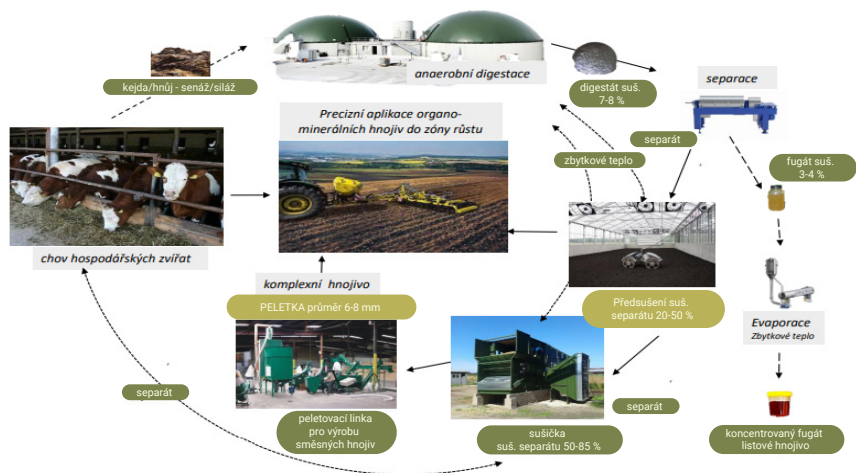
- Duffková R., Mühlbachová G. 2015. Vliv aplikace digestátu na produkci kukuřice. *Energie* 21 8(2): 22-24. ISSN 1803-0394.
- Duffková R., Mühlbachová G., Matějka J., Zajíček A., Kusá H., Fučík P., Káš M., Nobilis L., Bartoš P., Fendrych B. 2016a. Metodický postup pro efektivní užití digestátu ze zemědělských bioplynových stanic. Certifikovaná metodika. VUMOP v.v.i., ISBN 978-80-87361-62-7.
- Duffková R., Mühlbachová G., Matějka J., Marval Š., Nobilis L., Vavera R. 2016b. Efektivní nakládání s digestátem a jeho složkami separace při pěstování silážní kukuřice. Ověřená technologie. VUMOP v.v.i., ISBN 978-80-87361-57-3.
- Duffková R., Mühlbachová G. 2017. Optimální nakládání s digestátem a jeho složkami separace při pěstování silážní kukuřice. Sborník ze semináře Ochrana vod z pohledu klimatických změn: 20-27. Vydal Institut vzdělávání v zemědělství o.p.s., ISBN 978-80-87262-82-5.
- Duffková R. 2018. Postupy pro omezení rizik při nakládání s digestátem. *Farmář* 3:29-31. ISSN 1210-9789.
- Duffková R. 2019. Správné nakládání s digestátem a jeho složkami. In *Půda naše bohatství*, Vácha, R. a kol., s. 154-157. VUMOP, Praha, 1. vydání, 228 s. ISBN 978-80-88306-00-9.
- Holubík O. 2020. Pokročilé technologie zpracování digestátu aneb jak uplatnit cirkulární ekonomiku v praxi. *Biom.cz* [online]. <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/pokrocile-technologie-zpracovani-digestatu-aneb-jak-uplatnit-cirkularni-ekonomiku-v-praxi> ISSN: 1801-2655.
- Mühlbachová G., Duffková R., Kusá H., Vavera R., Káš M., Zajíček A. Hnojení kukuřice digestátem a fugátem z bioplynových stanic. 2016. *Úroda* 11/2016: 16–20.
- Placatová R., Holubík O., Dajčl J. 2023. Hnojení digestátem: praxe a výzkum. *Zemědělec* 40: 16.
- Placatová R., Holubík O., Dajčl J., Moravec A. 2024. Kombinované využití organických a statkových hnojiv v zemědělském podniku s bioplynovou stanicí. Ověřená technologie. VUMOP, v.v.i., 23 s.
- Roy A., Abrham Z., Duffková R., Andert D., Horák J. 2022. Ekonomické a provozní aspekty hnojení fugátem. *AgritechScience* [online] 16(1): 1-7. ISSN 1802-8942. <http://www.agritech.cz/clanky/2022-1-1.pdf>.
- Roy A., Horák K., Abrham Z., Duffková R. 2021. Aplikace fugátu pro hnojení silážní kukuřice. *AgritechScience* [online] 15(2): 1-4. ISSN 1802-8942. <http://www.agritech.cz/clanky/2021-2-2.pdf>.
- Sasín P. 2019. Sekundární separace a odpaření fugátu. Předběžná studie pro využití odvodnění fugátu. Zpracovatel IPR Aqua.

POUŽITÁ LITERATURA

- Basosi R., Spinelli D., Fierro A., Jez S. 2014. Mineral Nitrogen Fertilizers: Environmental Impact of Production and Use. In: López-Valdez F. and Fernández-Luqueño F. (eds). Fertilizers: Components, Uses in Agriculture and Environmental Impacts, NOVA Science Publishers, Chapter: 1, pp. 3-43, ISBN: 978-1-63321-051-6.
- Drosch B., Fuchs W., Al T., Madsen S.M., Linke B. 2015. Nutrient Recovery by Biogas Digestate Processing. dostupné z: https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2015/08/NUTRIENT_RECOVERY_RZ_web2.pdf.
- EBA. 2018. Statistical Report 2018, Annual Statistical Report of the European Biogas Association - Abriged Version. dostupné z: https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2019/11/EBA_report2018_abriged_A4_vers12_220519_RZweb.pdf.
- Nagy D. et al. 2018. Economic Analysis of Pellet Production in Co-Digestion Biogas Plants *Energies* 2018, 11, 1135; doi:10.3390/en11051135.
- Nedělník J., Mrůzek M., Dítl P., Šulc P., Nápravník J., Vyškovský K., Vičíková M., Kubáňková M. 2016. Nová technologie a zařízení na chemickou úpravu kapalné frakce digestátu a rozšíření jeho využití. Certifikovaná metodika (35/16). Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko, ISBN: 978-80-88000-12-9.
- Nicholson F., Bhogal A., Cardenas L., Chadwick D., Misselbrook T., Rollett A., Taylor M., Thorman R., Williams J. 2017. Nitrogen losses to the environment following food-based digestate and compost applications to agricultural land. *Environmental Pollution* 228: 504-516.
- Severin M., Fuss R., Well R., Hähndel R., Van den Weghe H. 2015. Greenhouse gas emissions after application of digestate: short-term effects of nitrification inhibitor and application technique effects. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(7), 1007–1020. <https://doi.org/10.1080/03650340.2015.1110575>.
- Technologický foresight 2020–2040. dostupné z: https://www.czba.cz/files/ceska-biopllynova-asociace/uploads/files/Technologicky_foresight.pdf.
- Tlustoš P., Kaplan L., Dubský M., Bazalová M., Száková J. 2014. Stanovení fyzikálních a chemických vlastností pevných a kapalných složek digestátu bioplynových stanic. Certifikovaná metodika. Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 978-80-213-2513-5.
- Wang L.L., Li W. Z., Wang Z.J., Wang Z.W., Sui C., Li Y. 2016. Effects of digestate application depth on soil nitrogen volatilization and vertical distribution. *Int J Agric & Biol Eng* 9: 101–107.
- Wilken et al. 2018. Digestate as Fertilizer. Bigbenreklamebureau GmbH, ISSN 2626-3475 (v NJ) dostupné z: https://www.biogas.org/fileadmin/redaktion/dokumente/medien/broschueren/digestate/Digestate_as_Fertilizer.pdf.

PŘÍLOHA I. - PROCESY POKROČILÉ ÚPRAVY SEPARÁTU A FUGÁTU

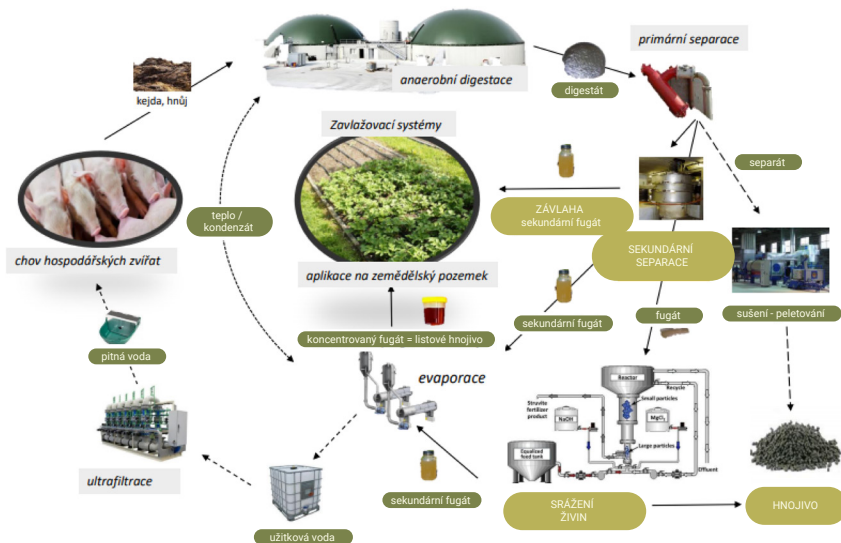
Model efektivního využití separátu BPS



Obrázek 1: Hypotetický model efektivního využití separátu

Pozn.: Hypotetický model pracuje s myšlenkou využít separát k cílené produkci organo-minerálních hnojiv, které bude možné aplikovat do zóny růstu kořenů rostlin. Zajímavým aspektem řešení se zdá i možnost předsušení separátu ve skleníku s využitím slunečního záření a zbytkového tepla z BPS. Model počítá s cílenou produkcí pevných hnojiv.

Model efektivního využití fúgátu BPS



Obrázek 2: Hypotetický model efektivního využití fúgátu

Pozn.: Hypotetický model pracuje s myšlenkou využití kapalného podílu fúgátu k evaporaci a produkci hnojiv. V rámci modelu jsou naznačeny i další způsoby možné úpravy fúgátu, především k závlaze, případně k získávání živin při srážení.

**PŘÍLOHA II. - SEZNAM ZÚČASTNĚNÝCH SUBJEKTŮ PODÍLEJÍCÍCH SE NA
DOTAZNÍKOVÉM ŠETŘENÍ**

	Subjekt:	Adresa provozu:
1	AG Skořenice, akciová společnost	Újezd u Chocně 109
2	AGM BPS Moravská Třebová s.r.o.	Dvorní 1489/2b, 571 01 Moravská Třebová
3	AGRAS Želatovice, a.s.	Želatovice 203
4	Agro - společnost MORAVA s.r.o.	Samota 1484, 752 01 Kojetín
5	AGRO Hoštka, a.s.	BPS Malešov, Malešov
6	AGRO Jesenice u Prahy, a.s. - Hodkovice	Vetecká2, Hodkovice 252 41
7	AGRO Jesenice u Prahy, a.s. - Libeň	Libeň u Libeře
8	AGRO Jesenice u Prahy, a.s. - Radovesice	Radovesice
9	AGRO Jesenicko a.s.	Jeseník nad Odrou, 234, 742 33
10	Agro Liboměřice a.s.	Pohled 26, 538 21 Slatiny
11	AGRO SLATINY a.s.	Slatiny 68, 50601 Jičín
12	AGRO DELTA, s.r.o.	Farma Hvozdná
13	Agrodružstvo Lhota pod Libčany	BFS Lhota pod Libčany
14	AgroKřtů s.r.o.	Bratčice 116
15	AGROSUMAK a.s.	Sokolovská 564, 742 01 Suchbát nad Odrou
16	BIOKLEST, s.r.o.	Klešt 19, 350 02, Cheb
17	Bioplynová stanice Větkovice	Větkovice 198, 747 43 Větkovice
18	Bioprofit s.r.o.	Bioplynová stanice Chroboly II., Chroboly 130, 384 04 Chroboly
19	Biogas s.r.o.	Lipa 5
20	BPS Chrástany s.r.o.	Chrástany 14, 282 01 Český Brod
21	BPS Knapovec	Knapovec, Ústí nad Orlicí
22	BPS Krásná Hora	26256 Krásná Hora nad Vltavou, 26255 Petrovice
23	BPS Mrákov	Mrákov, Starý Klíčov
24	BPS Petrovice	26256 Krásná Hora nad Vltavou, 26255 Petrovice
25	BPS Velké Albrechtice, s.r.o.	Velké Albrechtice 305
26	Družstvo vlastníků Batelov	Příčná 551, 58851 Batelov
27	DZV NOVA, a.s.	Petrovice 11, Bystrice 257 51
28	Farma Limousine s.r.o.	Pochvalov
29	Ing. Jan Kopeček	Přílozany
30	Ing. Radek Koch	735 34 Stonava 1064
31	Kamaryt sro Telč	Zatec u Telče
32	Malečská Energetická, s.r.o.	Vojtěchov 539 01
33	PSW POWER s.r.o.	Jezbořice
34	Renergie s.r.o.	Suchbát u Miroslavi 48
35	Rolana s.r.o.	újezd 60, Čemilov 503 03
36	SilEnergio, spol. s r.o.	Dolní Dobrouč 110
37	Smart BioEnergy s.r.o.	Písek, Stanislava Maliny 489
38	Statek Nový Dvůr s.r.o.	Nový Dvůr 138, Olomouc
39	VOD Jetřichovec, družstvo	Jetřichovec 82, Pacov 39501
40	ZD Bělčice	Blatenská 296, 387 43 Bělčice
41	ZD Vyčapy, družstvo	Vyčapy 189
42	Zdeněk Paták, BPS Maršovice	Maršovice 181, 257 55 Maršovice
43	ZDCHP Litomyšl	Zaháňka 369 Litomyšl 570 01
44	ZEAS AGRO a.s. RABIN	Malovice 31
45	ZEAS Puclice a.s.	BPS Bukovec
46	Zem spol Ostřetín a.s.	Ostřetín 273
47	Zemědělská společnost Čenkov a.s.	Čenkov 76,391 75 Malšice
48	Zemědělská společnost Devět křížů, a.s.	Zemědělská 202, 66483 Domašov
49	Zemědělská společnost Nalžovice, a.s.	Nová Ves - Nalžovice 13
50	Zemědělská společnost Slapy a.s.	Lom 68, 39002 Tábor
51	Zemědělské a obchodní družstvo Lánov	Prostřední Lánov 43
52	Zemědělské družstvo Dolní Hořovice	Dolní Hořovice 57, 391 55
53	Zemědělské družstvo Haňovice	Haňovice 18, 783 21, Chudobín
54	Zemědělské družstvo Hrančář Loděnice	Loděnice 50, 747 74 Holasovice - Loděnice
55	Zemědělské družstvo Mořina - BPS Mořina	Mořina 29, 267 17
56	Zemědělské družstvo Mořina - BPS Záluží	Mořina 29, 267 17
57	Zemědělské družstvo Novosedly	Novosedly 73
58	Zemědělské družstvo Trstěnice	Trstěnice 175, 569 57 Trstěnice u Litomyšle
59	Zemědělské družstvo Unčovice	Přikazy 295, Přikazy 78333
60	ZEMSPOL České Meziříčí	Julia Fučíka 532, 517 71 České Meziříčí
61	ZEPO Bořitov, družstvo	Úvec 326, 679 21 Bořitov
62	ZOD Hana, družstvo se sídlem ve Svábenicích	Rybníček 97
63	ZOD Lánov	Prostřední Lánov
64	ZOPOS a.s.	Svůdnice 80, 517 41
65	ZP Otice, a.s.	Uhliřov 110, 747 84
66	ZS Dublovce a.s.	Dublovce 218, 262 51
67	ZS Slapy a.s.	Lom 68
68	ZS Vilemov a.s.	Tisová 326, 391 33 Jistebnice