

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra biologie



Vývoj bioplynových stanic v České republice

Bakalářská práce

Pavla Bílková

Vedoucí práce: Ing. Zuzana Ochmanová

Olomouc 2016

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci *Vývoj bioplynových stanic v České republice* vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a pod odborným vedením Ing. Zuzany Ochmanové.

V Olomouci dne 24.6.2016

.....

Pavla Bílková

Mé poděkování patří Ing. Zuzaně Ochmanové, za podporu a cenné rady při psaní bakalářské práce na toto téma. Dále bych ráda poděkovala Mgr. Zdeňku Poštulkovi, MSc za odborné vedení, cenné rady a čas strávený při konzultacích.

Obsah

1	Úvod.....	6
2	Cíle práce.....	7
3	Metodika práce.....	8
4	Historie a vývoj bioplynových stanic v ČR	9
4.1	Typy bioplynových stanic.....	11
4.1.1	Zemědělské bioplynové stanice.....	11
4.1.2	Čistírenské bioplynové stanice	11
4.1.3	Ostatní – komunální bioplynové stanice	12
5	Podpora bioplynových stanic v České republice.....	13
5.1	Financování a dotace	13
5.2	Přehled legislativních předpisů	15
6	Proces vzniku bioplynu	20
6.1	Faktory ovlivňující vznik bioplynu.....	20
6.2	Anaerobní fermentace.....	21
6.2.1	Hydrolýza	21
6.2.2	Acidogeneze	21
6.2.3	Acetogeneze.....	21
6.2.4	Metanogeneze.....	22
6.3	Složení bioplynu	23
7	Možnosti využití bioplynu v podmínkách České republiky.....	24
7.1	Digestát	25
8	Využití, podpora a regulace bioplynu v zahraničí.....	26

8.1	Německo	26
8.2	Holandsko	26
8.3	Švédsko	27
9	Vliv životního cyklu produkce bioplynu na životní prostředí.....	28
9.1	Zemědělské bioplynové stanice	29
9.2	Komunální bioplynové stanice	29
10	Příklad bioplynové stanice v režimu odpadového hospodářství v České republice.....	31
11	Výroba bioplynu z travní biomasy	33
12	Návrh na optimalizaci využití zemědělské bioplynové stanice Chornice	36
12.1	Změny v kompozici reakční směsi	37
12.2	Obnova krajiny se zřetelem na produkci travní biomasy.....	38
12.2.1	Pedologické a klimatické poměry.....	39
12.3	Výpočet energetického potenciálu travní biomasy v revitalizovaném území	40
12.4	Kalkulace sekvestrace půdního uhlíku.....	41
12.5	Kalkulace retence vody.....	42
13	Výsledky a diskuze.....	43
14	Závěr.....	45
15	Seznam literatury	46
16	Seznam tabulek a obrázků	50
17	Seznam příloh.....	51

1 Úvod

V současné době je velmi diskutovaný pojem globální oteplování a s ním spojená změna klimatu Země. Dopady měnícího se klimatu mohou být zásadní pro další existenci života na Zemi a to nejen na celkovou průměrnou globální teplotu, ale také na oteplování oceánů a narušení přirozených ekosystémů (Ust'ak, Váňa 2005). Jeden z hlavních projevů této klimatické změny je zesilování skleníkového efektu a to hlavně nadměrnou spotřebou neobnovitelných zdrojů energie – fosilních paliv, kdy při jejich spalování dochází k navyšování koncentrace skleníkových plynů v atmosféře a celkově ke zvětšení skleníkového efektu. Nabízí se mnoho řešení, jak tento nepřirozeně zvyšující se jev eliminovat a to zejména využíváním obnovitelných zdrojů energie.

Celosvětově roste zájem o využívání rostlinné biomasy a využívání biologicky rozložitelných odpadů pro produkci energie. V mé bakalářské práci, je získávání energie z obnovitelných zdrojů zaměřeno na bioplyn a to z rostlinných materiálů, konkrétně z travní biomasy. Bioplyn se skládá ze směsi plynů, kde hlavním a cíleným produktem je metan a vzniká procesem anaerobní fermentace organických materiálů (Brandejsová, Příbyla 2008). (Ust'ak, Váňa 2005) uvádějí, že proces anaerobní fermentace má velmi pozitivní vliv na životní prostředí a je považován za technologii, která přispívá k trvale udržitelnému rozvoji společnosti na Zemi. Výroba bioplynu vzniká mimo jiné v zařízeních, které se nazývají bioplynové stanice. V bakalářské práci bude stručně rozebrána historie a vývoj bioplynových stanic, výroba bioplynu a jeho využití v České republice a pro srovnání v Evropě.

Inovativním prvkem mé práce, je zhodnocení různých způsobů produkce bioplynu, zejména s ohledem na různé vstupní suroviny pro výrobu bioplynu a na ekologickou stopu a life cycle výroby bioplynu. Například využívání kukuřičné siláže, má zcela odlišnou ekologickou stopu, než využívání travní senáže. Na konkrétní bioplynové stanici modeluji ekologicky optimalizovanou verzi pro vstupní suroviny a je navržena revitalizace nivy řeky Jevíčky, která je umožněna zvětšením výměry travních porostů na úkor kukuřičných polí.

2 Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce je poukázat na možnost změny vstupních směsí na teoretickém modelu na bioplynové stanici Chornice s využitím travní biomasy při obnově krajiny projektu Revitalizace nivy Jevíčky. V první části je řešen vývoj bioplynových technologií v podmínkách České republiky, legislativa a možnost získání dotací pro výstavbu a provoz bioplynových stanic. Dále je stručně popsán proces výroby bioplynu, jeho využití a srovnání bioplynových technologií se zahraničními zdroji. Druhá část se skládá z teoretického návrhu změny vstupních materiálů do bioplynové stanice Chornice. Návrhem je náhrada vstupů kukuřičné siláže travními porosty z navrhované plochy pro obnovu krajiny. Je určen energetický potenciál, výnos travní biomasy a produkce metanu. Dále je uvedeno množství sekvestrovaného uhlíku do půdy, které získáme přeměnou orné půdy v trvalé travní porosty a výpočet retence vody vzhledem k vyměřenému území pro revitalizaci nivy Jevíčky.

3 Metodika práce

Při řešení bakalářské práce byla použita rešerše odborné literatury, pro popis funkce bioplynových stanic, výroby bioplynu a jeho využití. Dále byly použity odborné články z portálu CZ Biom, z kterých bylo čerpáno pro popis historie bioplynových stanic na našem území. Vývoj počtu bioplynových stanic v České republice je zaznamenán v rámci grafů (obrázek 1,2) a byly použity data z ERÚ (Energetický regulační úřad). Pro podmínky výstavby a provozu bioplynových stanic byly nastudovány legislativní předpisy a metodický pokyn MŽP.

V rámci tvorby praktické části, byla uskutečněna exkurze na bioplynové stanici Chornice, kde byly pořízeny fotografie a následně byl proveden expertní rozhovor pro získání informací o provozu bioplynové stanice a jejích obecných parametrech. Popis obnovovaného území byl použit ze studie proveditelnosti nivy Jevíčky, jako lokalita pro obnovu zemědělské krajiny travními porosty v povodňové oblasti. Pro získání potřebných hodnot k výpočtům byla použita Uplatněná certifikovaná metodika Hanácké zemědělské společnosti Jevíčko a.s. a Výzkumného ústavu rostlinné výroby (2015). Tato uplatněná metodika posloužila jako vzor pro vlastní zpracování a stanovení výsledků. Pro stanovení množství sekvestrovaného uhlíku v půdě obnoveného území byly použity hodnoty ze studie ECCP - Working Group Sinks Related to Agricultural Soils (2001). Kalkulace retence vody byla vyhodnocena z vytvořené mapy toku a rozlivů Jevíčky pod vedením Mgr. Zdeňka Poštulky. Příložená mapa navrhovaného území byla vypracována v rámci studie proveditelnosti nivy Jevíčky, jako součást této studie.

4 Historie a vývoj bioplynových stanic v ČR

První historicky vystavěná bioplynová stanice na našem území, byla bioplynová stanice v Třeboni. Byla postavena v roce 1974 a zpracovávala kaly z čističek odpadních vod a kejdu prasat. V roce 2000 zde došlo k velké rekonstrukci a tato bioplynová stanice je v současné době stále v provozu a zpracovává denně 180-200 m³ surové kejdy (Straka 2010).

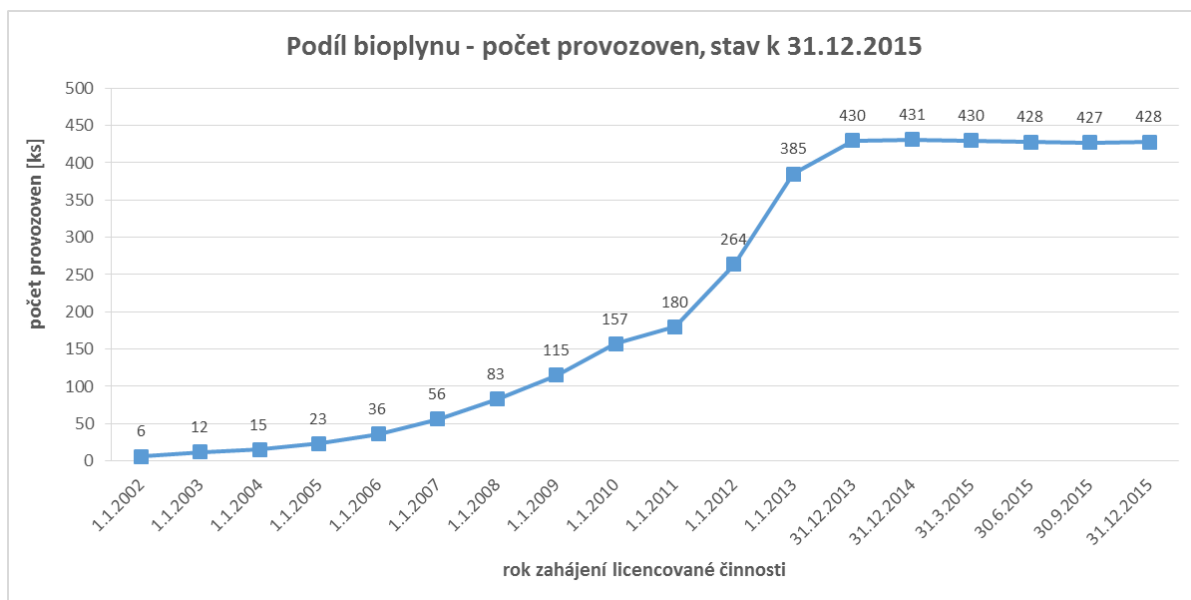
V 70. letech došlo k rozvoji programu Bioplyn, který navazoval na program Gigant (velkochov prasat). Po roce 1974 nastal pro bioplyn v České republice útlum. Pauza ve výstavbě trvala zhruba 14 let. Za tu dobu došlo ke změnám, jak ke zlepšení, tak k zjednodušení technologií. Místo používaných železných konstrukcí došlo ke změně na nové betonové jímky. Po této větší pauze byla v roce 2004 vystavěna bioplynová stanice v Letohradě, která je považována za vzkříšení bioplynových technologií (Moravec 2014).

Rozvoj technologií výroby bioplynu, se dostal do podvědomí v rámci debat o ochraně klimatu, z hlediska snižování emisí CO₂ a metanu vypouštěných do ovzduší. Výstavba bioplynových stanic byla ve všech zemích Evropy velmi úspěšná až do 70. let. Kvůli snížení cen u fosilních paliv došlo k zastavení vývoje a výstavby bioplynových stanic. Pauzu v rozvoji opět nastartovala evropská energetická politika a s ní podpora energetických dodávek do sítě (Schulz, Eder 2004).

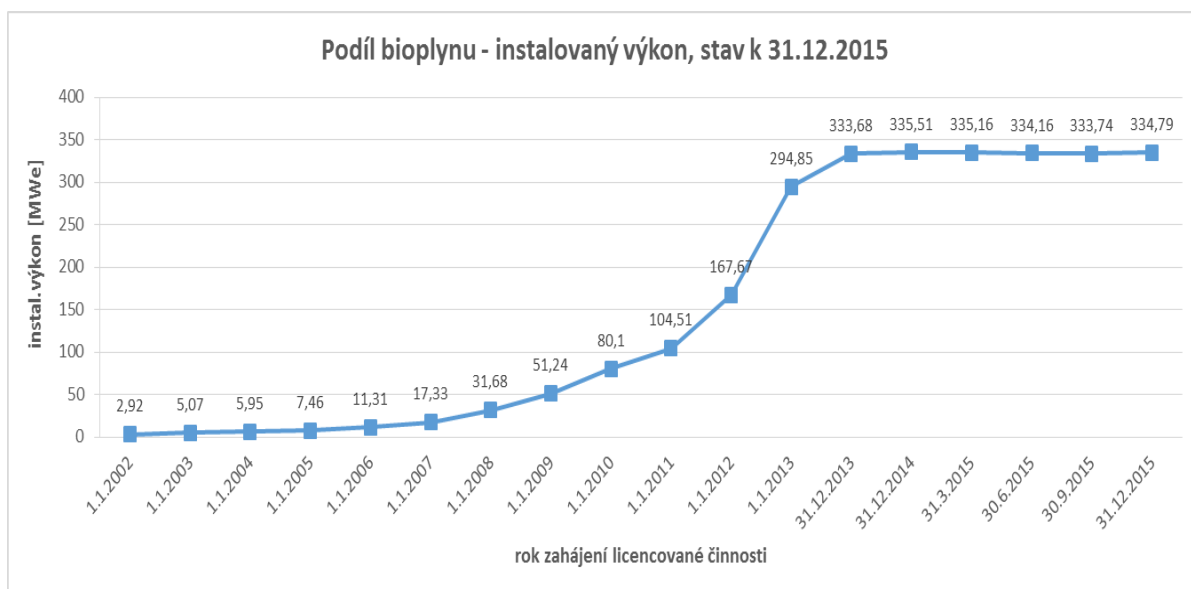
Se vstupem do EU a přijetím systému společné zemědělské politiky, docházelo mimo jiné k rozvoji OZE (obnovitelných zdrojů energie) a společně k rozvoji bioplynových technologií. První bioplynové stanice byly vnímány veřejností negativně, kvůli problému s pachovými látkami. To bylo zapříčiněno neprofesionální výstavbou konstrukčních technologií a špatným zacházením se substráty (Auterská 2010). Po roce 2005 s přijetím zákona č. 180/2005 Sb., o podpoře elektřiny z OZE, docházelo opět k vysokému zájmu o tuto technologii. Zákon garantoval zvýhodněné výkupní ceny elektrické energie z OZE ve výhledu patnácti let (Mužik, Kára 2009).

ERÚ (Energetický regulační úřad) uvádí za rok 2015 v České republice celkový podíl bioplynu na výrobě z OZE 23%. V současné době se počet bioplynových stanic na našem území rozšířil na 428 certifikovaných provozoven s celkovým elektrickým výkonem 334,79

MW. Se stávající podporou ve formě dotací se i nadále očekává nárůst do roku 2020. V našich podmínkách převládá počet zemědělských bioplynových stanic, naopak nejméně bioplynových stanic funguje v režimu zpracovávání odpadů.



Obrázek 1: Nárůst počtu bioplynových stanic od roku 2002 do roku 2015 (Energetický regulační úřad 2015)



Obrázek 2: Instalovaný výkon v zařízeních zaznamenaný od roku 2002 po rok 2015 (Energetický regulační úřad 2015)

4.1 Typy bioplynových stanic

Z hlediska zpracovávání vstupních surovin, rozeznáváme bioplynové stanice zemědělské, čistírenské a ostatní – komunální.

4.1.1 Zemědělské bioplynové stanice

Zemědělské bioplynové stanice zpracovávají rostlinné a živočišné materiály. Podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, není možné zpracovávat odpady a jiné materiály spadající pod nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1174/2002 o vedlejších živočišných produktech (Brandejsová, Příbyla 2009). Hlavní materiály, které jsou zpracovávány v zemědělských bioplynových stanicích, jsou uvedeny v tabulce 1.

Živočišné materiály	Rostlinné materiály	Cíleně pěstovaná biomasa
Kejda, hnůj hospodářských zvířat	Sláma obilovin, olejnin	Obiloviny v mléčné zralosti, celé rostliny
Drůbeží exkrementy včetně steliva	Plevy a odpad obilovin	Kukuřice ve voskové zralosti, celé rostliny
	Travní biomasa, seno	Kukuřice vyzrálá
	Slupky brambor, natě	Krmná kapusta
	Kukuřičná sláma, jádro kukuřice	

Tabulka 1: Materiály zpracovávány v zemědělských BPS (Brandejsová, Příbyla 2009)

4.1.2 Čistírenské bioplynové stanice

Tento typ bioplynových stanic je většinou součástí ČOV (čistíren odpadních vod) a není možné zde zpracovávat bioodpady. Zpracovává pouze kaly, žumpu, septik a odpadní vody z ČOV (Brandejsová, Příbyla 2009).

4.1.3 Ostatní – komunální bioplynové stanice

Podle nařízení Evropského parlamentu a Rady ES č. 1774/2002 je zpracováván bioodpad a vedlejší živočišné produkty.

Druhy odpadů, využitelné pro bioplynovou stanici:

- Odpady ze zemědělství, zahradnictví, myslivosti, rybářství a z výroby zpracování potravin
- Odpady z výroby a zpracování masa, ryb a jiných potravin živočišného původu
- Odpady z výroby a zpracování ovoce, zeleniny, obilovin, jedlých olejů, kakaa, kávy a tabáku, odpady z konzervářského a tabákového průmyslu.
- odpady z výroby cukru, odpady z mlékářského průmyslu
- odpady ze zpracování dřeva a výroby nábytku

(upraveno dle Katalogu odpadů, Brandejsová, Příbyla 2009).

5 Podpora bioplynových stanic v České republice

V podmínkách České republiky, lze žádat finanční podpory pro výstavbu a provoz bioplynových stanic. Podporovány jsou bioplynové stanice zpracovávající odpady, kterých je na našem území nízký počet a také na rozvod energie ze stávajících bioplynových stanic.

5.1 Financování a dotace

Operační program životní prostředí (OPŽP)

V rámci Operačního programu životního prostředí lze čerpat dotační podporu na bioplynové stanice zpracovávající odpady. Cílem OPŽP 2014 – 2020 je podpora zaměřena na efektivní využívání zdrojů, zvyšování energetické účinnosti a zvyšování podílu energie z obnovitelných zdrojů.

Projekty pro energetické využívání odpadů budou podpořeny pouze z odpadů, které již nemají další materiální využití.

Podporovány budou mimo jiné tyto aktivity a projekty: Výstavba a modernizace zařízení (bioplynová stanice) na energetické využívání odpadů a související infrastruktury, výstavba bioplynových stanic pro zpracování bioodpadů. Žadatel dotace na bioplynovou stanici musí doložit popis systému nakládání s biologicky rozložitelnými komunálními odpady v týkající se lokalitě. Výše poskytnuté podpory je maximálně 85% z celkových způsobilých výdajů.

Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost – program podpory obnovitelných zdrojů energie

V rámci programu podpory obnovitelných zdrojů lze čerpat dotace na rozvod energie stávajících bioplynových stanic. Vztahuje se na výrobu a distribuci energie z obnovitelných zdrojů pro zařízení s nejvyšší efektivitou.

- Příjemce dotace musí být dle definice 2003/361/ES malý, střední, velký podnik, včetně zemědělských podnikatelů dle zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství.

- Při žádání dotace u kombinované výroby energie, musí být splněna kritéria vysokoúčinné výroby elektřiny a tepla.
- U rekonstrukce bioplynové stanice, nesmí zdroj přesahovat nad 10 MW.
- Výše podpory u malých podniků – 70% ze způsobilých výdajů, u středních podniků – 60% a u velkých podniků – 50%.

Program rozvoje venkova (2014 – 2020)

Investice na podporu energie z obnovitelných zdrojů – podopatření 6.4.3 (Program rozvoje venkova)

- V oblasti bioplynových stanic je investice zaměřena do zařízení na výrobu tvarovaných biopaliv a bioplynových stanic
- Příjemcem dotace je zemědělský podnikatel, dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1308/2013
- Podpora se vztahuje na stavební obnovu – přestavbu, modernizaci, statické zabezpečení, na novou výstavbu bioplynové stanice
- Pro zažádání podpory musí být splněny určitá kritéria přijatelnosti: v případě výstavby BPS musí být po dobu projektu vstup surovin tvořen kejdou prasat z celkové hmotnosti 30%, musí být doloženo účelné využití disponibilního tepla minimálně 10% z celkové roční výroby
- V případě výběrového řízení pro podporu BPS jsou zvýhodněny projekty, které využívají větší množství disponibilního tepla, využívají nižší množství cíleně pěstované biomasy z celkového ročního množství vstupních materiálů
- Podpora je vázána na právní předpisy: vyhláška č. 441/2012 Sb., o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektrické a tepelné energie, vyhláška č. 453/2012 Sb., o elektřině z vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla a elektřiny z druhotných zdrojů

- Výše podpory na výstavbu BPS: 45% všech způsobilých výdajů pro velké podniky, 55% pro střední podniky, 65% pro malé podniky (Program rozvoje venkova 2014-2020)

5.2 Přehled legislativních předpisů

Přehled legislativních předpisů pro výstavbu a provoz bioplynových stanic:

- Metodický pokyn Ministerstva životního prostředí
- Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí
- Zákon č. 183/2006 Sb., stavební zákon
- Zákon č. 76/2002 Sb., zákon o integrované prevenci
- Zákon č. 254/2001 Sb., vodní zákon
- Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší
- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech
- Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech
- Zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z OZE
- Vyhláška č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobu využití a parametrů biomasy při výrobě elektřiny z biomasy

Metodický pokyn Ministerstva životního prostředí při schvalování bioplynových stanic:

Před uvedením do provozu bioplynové stanice, musí orgány státní správy v oblasti životního prostředí postupovat jednotně při schvalování, povolování a optimalizací podmínek provozu bioplynových stanic.

Metodický pokyn se zaměřuje zvláště na tyto oblasti:

- Aspekty povolenáho procesu dle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, v platném znění, zákon č. 86/2001 Sb., o ochraně ovzduší, zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, požadavky na schválení EIA a IPPC
- Podmínky umístění zdroje
- Požadavky na projektovou dokumentaci
- Požadavky na stavbu, vybavenost technologie, provoz technologie a další technickoorganizační opatření
- Požadavky na provoz bioplynové stanice
- Požadavky na manipulaci/nakládání se surovinou/odpadem
- Požadavky na manipulaci s fermentačním zbytkem
- Požadavky na provozní řád (Ministerstvo životního prostředí, 2008)

Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí

- Pokud bude v zařízení (bioplynové stanici) nakládáno s ostatními odpady podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, krajský úřad bude posuzovat nutnost provedení zjišťovacího řízení či provedení celého procesu EIA (posouzení vlivů na životní prostředí)
- Pokud bude výkon kogenerační jednotky nad 0,2 MW, záměr je podlimitním k bodu 3.1 (zařízení ke spalování paliv o jmenovitém tepelném výkonu od 50 do 200 MW), k zákonu č. 100/2001 Sb., kategorie II příloha č. 1

Zákon č. 183/2006 Sb., stavební zákon

- Stavební úřad musí zpracovat a vydat příslušné stavební povolení dle zákona č. 183/2006 Sb., stavební zákon. Dále musí do stavebního povolení zahrnout všechny údaje z projektové dokumentace a to včetně řešení výstupů z technologie.
- Podle § 83 zákona č. 183/2006 Sb., stavební zákon, lze požádat stavební úřad o vyhlášení ochranného územního rozhodnutí – zemědělské bioplynové stanice v minimální vzdálenosti 300 m vzhledem k územnímu plánování rodinné výstavby,

ostatní (komunální) bioplynové stanice v minimální vzdálenosti 800 m vzhledem k územnímu plánování rodinné výstavby.

Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci

- K vydanému stavebnímu povolení musí být předloženo platné integrované povolení dle zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci, které stanovuje podmínky k provozu bioplynové stanice.
- Toto integrované povolení musí mít každé zařízení na odstraňování odpadů, které nejsou klasifikované jako nebezpečný odpad o kapacitě vyšší než 50 t denně, nebo využití konfiskátů živočišného původu a odpadu o kapacitě zpracování vyšší než 10 t denně (Švec 2010)

Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší

- Podle § 17 zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší je krajským úřadem vydáváno samostatné povolení, kde jsou stanoveny emisní limity pro zařízení na využití bioplynu a pro vlastní bioplynový provoz.
- Zákon o ochraně ovzduší u fermentačního provozu stacionárního zdroje znečištění vyžaduje schválení provozního řádu. Podle vyhlášky č. 362/2006 Sb., o způsobu koncentrace pachových látek, musí každá bioplynová stanice splňovat určitou míru obtěžování zápachem.

Vyhlášky a nařízení k zákonu o ochraně ovzduší, které se vztahují k provozu bioplynových stanic:

- Vyhláška č. 356/2002 Sb., stanovuje seznam znečišťujících látek, obecné emisní limity, zjišťování množství vypouštěných látek, přístupnou míru obtěžování zápachem a intenzity pachů, požadavky na vedení provozní evidence zdrojů znečišťování ovzduší a podmínky pro jeho uplatňování.
- Nařízení vlády č. 615/2006 Sb., o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.
- Nařízení vlády č. 146/2007 Sb., o emisních limitech a dalších podmínkách provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťujících ovzduší.

- Vyhláška č. 357/2002 Sb., stanovuje požadavky na kvalitu paliv z hlediska ochrany ovzduší.

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech

- Podle § 79 odstavce 4, písm. b zákona o odpadech, vydává obecní úřad s rozšířenou působností vyjádření v územním a stavebním řízení z hlediska nakládání s odpady.
- Provozovatel bioplynové stanice zpracovávající biologicky rozložitelné odpady je povinen provozovat toto zařízení se souhlasem k provozování zařízení podle § 14 odstavce 1 zákona č. 185/2001 Sb., zákona o odpadech.
- Pokud se v zařízení zpracovávají vedlejší živočišné produkty, je nutné kladné vyjádření příslušného orgánu ochrany veřejného zdraví ke zpracování provozního řádu. Návrh se zasílá k posouzení na krajský úřad podle § 14 odstavce 1, zákona o odpadech.

Zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z OZE

- Zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů, stanovuje provozovatelům distribučních soustav připojení k soustavě výroby elektřiny na bázi OZE, pokud splňují podmínky připojení a dopravy elektřiny stanovené zákonem č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a pokud v místě připojení není prokazatelný nedostatek kapacity.
- Výrobce elektřiny má možnost volby, využití systému výkupních cen, nebo systému zelených bonusů. Tyto dva systémy není možné kombinovat.
- Pokud výrobce zvolí využití systému výkupních cen, obdrží od provozovatele soustavy výkupní cenu (Kč/MWh) určenou cenovým rozhodnutím, které ročně vydává Energetický regulační úřad (ERÚ).
- Vyhláška ERÚ č. 150/2007 Sb., o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen, stanovuje, že výkupní ceny jsou uplatňovány po dobu životnosti výroby a dále, že po dobu zdroje a data uvedení do provozu, se výkupní ceny meziročně zvyšují s ohledem na index cen průmyslových výrobců minimálně o 2% a maximálně o 4%, s výjimkou výroben spalujících biomasu a bioplyn.

Vyhláška č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobu využití a parametrů biomasy při výrobě elektřiny z biomasy

- Pokud provozovatel výroby elektřiny využívá pro výrobu biomasu, musí se řídit Vyhláškou č. 482/2005 Sb., a Vyhláškou č. 453/2008 Sb., k zákonu č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z OZE (Švec 2010).

6 Proces vzniku bioplynu

Vstupní surovinou pro vznik bioplynu je biomasa. Biomasa je organická hmota, rostlinného či živočišného původu. Organický materiál je procesem anaerobní fermentace – bez přístupu vzduchu rozkládán působením mikroorganismů v nádržích, tzv. fermentorech. Celý proces vzniku je ovlivňován určitými faktory, jako je teplota prostředí, anaerobní prostředí, světelné, pH a vlhkost prostředí.

6.1 Faktory ovlivňující vznik bioplynu

Schulz, Eder (2004), Ust'ak, Váňa (2005) uvádí, že ke vzniku bioplynu jsou požadovány určité životní podmínky, které mají vliv na průběh celého procesu.

Teplota prostředí

- Teplota ovlivňuje rychlost rozkladu bez přístupu vzduchu. Platí, že čím vyšší je teplota, tím rychleji probíhá proces produkce bioplynu, ale se zkracováním doby procesu, klesá množství metanu v bioplynu. Rozeznáváme 3 typy bakteriálních kmenů a pro ně typické teplotní oblasti: psychofilní kmeny (pod 20 °C), mezofilní kmeny (25 – 35 °C), termofilní kmeny (nad 45 °C). Bakterie jsou velmi citlivé na kolísání teplot, proto v praxi převládá vyhívání v mezofilní teplotní oblasti.

Anaerobní prostředí

- Celý proces fermentace musí probíhat v bezkyslíkatém prostředí kvůli metanogenním bakteriím, které takové prostředí vyžadují.

Světelné podmínky prostředí

- Aby proces fermentace probíhal správně, musí být zamezen přístup světla, který má zpomalující účinky.

Vlhkost prostředí

- Aby mohly metanogenní bakterie správně pracovat a množit se, je zapotřebí vlhkost prostředí minimálně 50% a substrát musí být dostatečně zalit vodou.

pH prostředí

- Vliv pH, je velmi důležitý pro růst metanogenní bakterie. Hodnota pH, by se měla vždy udržovat na neutrálním stupni (6,5-7,5). Často dochází k výkyvům pH a to kvůli přetížení reaktoru, kdy mikroorganismy mají rychlejší produkci kyselin než jejich spotřebu a dochází tak k jejich nahromadění.

6.2 Anaerobní fermentace

Anaerobní fermentace, nebo také anaerobní digesce, je vícestupňový proces, který obecně vede ke vzniku bioplynu. V uzavřených nádržích, nebo také fermentorech dochází k rozložení organických látek bez přístupu vzduchu. Anaerobní rozklad organické hmoty vzniká ve čtyřech základních fázích. Jsou to hydrolýza, acidogeneze, acetogeneze a metanogeneze. V prvních dvou fázích dochází k rozkladu materiálů a k jejich zkapalnění, v posledních dvou fázích dochází k přeměně na metan (Kára 2007, Ust'ak, Váňa 2005).

6.2.1 Hydrolýza

Při hydrolýze, prostředí obsahuje vzdušný kyslík a dochází k rozložení sloučenin vstupního substrátu, který obsahuje např. polysacharidy, bílkoviny a tuky na jednodušší organické sloučeniny (aminokyseliny, mastné kyseliny a monosacharidy) působením mikroorganismů. Při tomto procesu se uvolňuje CO_2 a H_2 (Kára 2007, Ust'ak, Váňa 2005)

6.2.2 Acidogeneze

Acidogeneze, neboli fáze okyselení. Působením anaerobních mikroorganismů dochází k vytvoření požadovaného bezkyslíkatého prostředí. Dochází zde k rozkladu na organické kyseliny (kyselina octová, CO_2 , H_2 , kyselina mléčná, alkoholy).

6.2.3 Acetogeneze

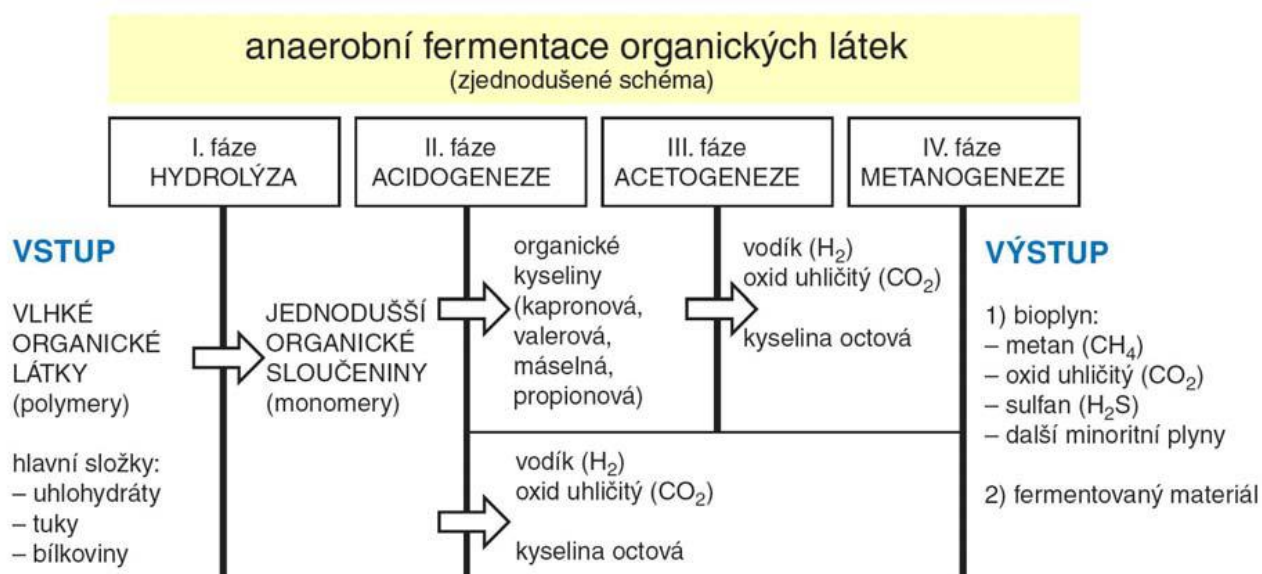
V této fázi narůstá kyselé prostředí, produkty vzniklé v předchozích dvou fázích (mastné kyseliny s krátkými řetězci, kyselina mléčná, alkoholy, glyceriny) se dále rozkládají a

přeměňují mikroorganismy na H_2 , CO_2 a kyselinu octovou. Výsledná kyselina octová přispívá ke vzniku metanu, ve čtvrté – poslední fázi (Ust'ak, Váňa 2005).

6.2.4 Metanogeneze

V poslední fázi dochází k požadované tvorbě metanu. Metanové bakterie, které jsou striktně anaerobní, můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin. Acetotrofní metanové bakterie jsou schopny rozkládat kyselinu octovou na směs metanu a CO_2 . Zde je však delší a pomalejší generační doba. Hydrogenotrofní metanové bakterie jsou schopny odstraňovat H_2 , produkují metan z CO_2 a H_2 . Zde je generační doba rychlejší, přibližně 6 hodin. V některých případech, se tyto bakterie chovají jako obojetné.

Pokud tyto všechny fáze probíhají v jedné soustavě, hovoříme o jednostupňovém procesu. Kvůli rozdílným podmínkám, které mikroorganismy vyžadují, se tyto fáze většinou dělí do dvoustupňového procesu (Kára 2007, Ust'ak, Váňa 2005).



Obrázek 3: Zjednodušené schéma anaerobní fermentace (Kára 2007)

6.3 Složení bioplynu

Bioplyn je směs různých plynů vznikající za procesu anaerobní fermentace organických materiálů, která se dá využít pro výrobu tepla a elektřiny, jako obnovitelný zdroj energie (Brandejsová, Příbyla 2009, Váňa 2005).

Složení bioplynu tvoří především metan (CH_4), oxid uhličitý (CO_2), dusík, vodík, kyslík, vodní páry a stopové prvky amoniaku (NH_3). Kvalita vyrobeného bioplynu závisí na množství obsahu metanu (CH_4), které je ovlivněno např. složením živin substrátu a také teploty substrátu. Hodnoty metanu se obvykle pohybují od 50 – 75%. Obsah CO_2 v bioplynu zapříčiňuje tzv. ředění. Platí, že čím je vyšší obsah CO_2 , tím menší je podíl CH_4 obsaženého v bioplynu. Velmi důležitý a sledovaný je také sirovodík (H_2S), který musí být odstraněn procesem odsiřování. Způsobuje znehodnocení vyrobeného bioplynu a je velmi agresivní k zařízení. U čerstvě vyrobeného bioplynu se vyskytují také vodní páry, které mohou způsobovat problémy při využití bioplynu a musí být odstraněny procesem vysušování (Schulz, Eder 2004).

7 Možnosti využití bioplynu v podmínkách České republiky

Možností pro využití vyprodukovaného bioplynu se nabízí několik. V České republice je státní podpora zaměřena hlavně na spalování bioplynu v kogeneračních jednotkách s prodejem elektrické energie do sítě. Vyrobené teplo je spotřebováváno z části jako teplá voda pro provoz samotné bioplynové stanice a ohřevu substrátu, zbytek je k dispozici k vytápění budov nebo jako ohřev užitkové vody (Kozák 2002). Principem kogenerace je vznik elektrické a tepelné energie současně, v kogeneračních jednotkách. Dalším způsobem jak vzniklý bioplyn využít, je zásobování do plynovodní sítě. Nabízí se také možnost využití bioplynu jako pohon pro automobily. V České republice je tato možnost málo využívaná, v současné době je největším producentem bioplynu pro automobily Švédsko.

Pohon pro automobily

- Aby mohl být bioplyn využit jako pohonná hmota, musí projít procesem očištění a to zejména o látky jako oxid uhličitý, vodní páry a sirovodík. Plyn musí být dále stlačen pod tlakem 200 barů. Takto upravený bioplyn dosahuje velmi vysokých hodnot metanu – až 97% a může být využit jako pohonná hmota, velmi kvalitní alternativa za fosilní paliva (IGU 2015). V tabulce můžeme vidět srovnání jednotlivých druhů paliva a jejich energetický potenciál.

Energetický potenciál u různých typů paliv:	
Typ paliva	Litr (m³) / KWh
Bioplyn	9,67 KWh (při koncentraci metanu 97%)
Zemní plyn	11,0 KWh
Benzín	9,06 KWh
Nafta	6,6 KWh

Tabulka 2: Porovnání různých typů paliv a jejich energetických potenciálů (IGU 2015)

7.1 Digestát

Digestát je označení pro zbytkový produkt bioplynové stanice po fermentačním procesu. Můžeme jej rozdělit na část tuhou – separát a na část tekutou – fugát. Tento zbytkový produkt se využívá jako organické hnojivo na zemědělské půdy a má velmi pozitivní vliv na úrodnost půdy a zlepšuje její strukturu.

Využívání digestátu jako zemědělského hnojiva, spadá pod zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, který byl novelizován zákonem č. 9/2009 Sb., a dále musí být dle tohoto zákona § 3 patřičně registrovaný.

Složení a kvalita digestátu se liší od vstupních substrátů, které jsou do bioplynových stanic dodávány. Pokud je vzniklý digestát z bioplynové stanice zpracovávající vedlejší živočišné produkty např. kuchyňské odpady, jateční odpady, podléhá Nařízení ES č. 1774/2002 a musí plnit podmínky hygienizace surovin/odpadů (Marada et al 2009).

8 Využití, podpora a regulace bioplynu v zahraničí

8.1 Německo

Německo patří mezi velké průkopníky výroby bioplynu. Počet bioplynových stanic do roku 2015 je 10 786 (European-biogas 2015). V roce 2013 bylo Německo největším evropským producentem energie z bioplynu – až 50% celkové elektrické energie. Velká část vyrobeného bioplynu pochází z energetických plodin. V roce 2013 bylo v Německu využíváno 2,1 milionů hektarů orné půdy k pěstování energetických plodin, zejména kukuřice. V důsledku negativních účinků nejen na půdu, ale také na kvalitu podzemních vod, byla vydána novela německého zákona o obnovitelných zdrojích. Cílem novely bylo omezit pěstování energetických plodin a podporovat využívání zbytkové biomasy (Morris, Pehnt 2012). V Německu roste uvědomění, že výroba bioplynu z kukuřice je s ohledem na degradaci půdy a znečištění vody riziková. To podporuje i výzkum Technologického institutu Karlsruhe. Vědecký tým zde srovnával možnosti produkce bioplynu z kukuřice a z travní biomasy, která vzniká údržbou krajiny. Vědecký tým navrhuje podporovat výrobu bioplynu z trávy a další biomasy v pestrých zemědělských systémech (Leible et al 2015).

I v oblasti odpadového hospodářství se Německo vyznačuje bohatou zkušeností. Příkladem je bioplynová stanice Passau v Bavorsku, která zpracovává bioodpady. Provoz byl zahájen v roce 2005 a výstavba vyšla na ohromných 10 mil €. Bioplynová stanice dokáže zpracovat bioodpady až od 400 tisíc obyvatel. Jsou to především odpady z domácností, hotelů, restaurací a údržby veřejné zeleně. I přes vysoké vstupní náklady je tato výstavba ekonomicky zisková. Hlavním zdrojem příjmu je prodej vyprodukované elektřiny z bioplynu do sítě (celkem 4,5 mil. m³ bioplynu za rok) a prodej kvalitního digestátu (Bačík 2006).

8.2 Holandsko

Výroba bioplynu v Nizozemsku byla dlouhou dobu pouze alternativní, během roku 1990 došlo k výraznému rozvoji dotací na obnovitelné zdroje energie za účelem „ekologie“ ekonomiky. Byly vydány předpisy jako ekologická daň na fosilní paliva a dotace pro projekty v oblasti obnovitelných zdrojů energie (Nordberg 1990). Díky novému dotačnímu programu

výstavba bioplynových stanic v Nizozemsku rostla. Po schválení dalších materiálů pro zpracovávání v bioplynových stanicích se nabízely nové možnosti pro zemědělce. Smícháním dobytčí kejdy s rostlinnými substráty dosahovali vyšší produkce bioplynu, než tomu bylo předtím (pouze zpracovávání hnoje). V roce 2007 byly povoleny pro výrobu bioplynu také biologicky rozložitelné odpady, včetně trávy z údržby parků a cest. Účelem bylo snížit negativní dopady na životní prostředí při pěstování energetických plodin jako je kukuřice. Zemědělci tedy začali zpracovávat směs 50% kejda, 30% BRO (biologicky rozložitelné odpady) a 20% kukuřice, což vedlo k poměrně vysoké produkci bioplynu (Foreest 2014). Bioplynové stanice v Nizozemsku, svou konstrukční technologií patří mezi nejmodernější na světě. Vyroběný bioplyn, je z většiny případů vstřikován do národní sítě zemního plynu.

8.3 Švédsko

S velmi zajímavým řešením pro využití bioplynu, přišlo právě Švédsko. Švédská vláda definovala 16 národních environmentálních cílů s platností do roku 2020, pro zkvalitnění životního prostředí. Kvůli vysoké koncentraci emisí oxidu uhličitého z dopravy, je podpora využívání bioplynu ve Švédsku zaměřena na pohonné hmoty. Z výzkumů různých paliv z obnovitelných zdrojů bylo zjištěno, že bioplyn měl právě nejmenší dopad na zdraví, klima a celkově životní prostředí (Nordberg 1990). Švédsko je v dnešní době největším spotřebitelem bioplynu v dopravě. Z celkové produkce využívají více jak 50%. V roce 2014 bylo zhruba 40 000 automobilů poháněno mixem z 60% bioplyn a 40% zemní plyn. Bioplyn, je ve Švédsku současně nejprodávanějším biopalivem (Berglund 2014).

9 Vliv životního cyklu produkce bioplynu na životní prostředí

Biomasa představuje významný zdroj energie a její využití v bioplynových stanicích tvoří zhruba jednu pětinu celkové energie z obnovitelných zdrojů. Potenciál biomasy v zemědělství je tvořen 40% biomasou z orné půdy, 44% vedlejších produktů a 16% trvalých travních porostů (TTP). Energeticky využívaná biomasa ze zemědělské produkce je především zbytková biomasa (sláma, plevy, exkrementy), cíleně pěstovaná biomasa, produkce z TTP a rychle rostoucí byliny a dřeviny. Mezi cíleně pěstované energetické plodiny patří jednoleté (kukuřice, řepka), vytrvalé (ozdobnice čínská, lesknice rákosovitá a další) a dřeviny jako topoly a vrby (MZ 2013).

Kolektiv autorů (2008) udává, že pro maximální využití pěstované biomasy pro energetické účely, musí být získáno co nejvíce energie v použitelné formě. Pro stanovení energetických vstupů a výstupů, zhodnocení úniku skleníkových plynů a rovněž pro hodnocení vlivu produkce na životní prostředí, je prováděna analýza životního cyklu. Analýza životního cyklu v produkci energie procesem anaerobní fermentace z energetických plodin zahrnuje výrobu průmyslových hnojiv, výrobu zemědělské techniky, pohonné hmoty k samotnému obdělávání plodin. Rovněž se hodnotí množství CO₂, uniklého během produkce bioplynu. Dále proces anaerobní fermentace v bioplynových stanicích, energie pro provoz bioplynové stanice a energie pro konečné využití bioplynu.

Při kvalifikovaném odhadu energie vstupů do produkce bioplynu lze konstatovat, že kukuřice a obilniny znamenají mnohem vyšší vstupy do produkce bioplynu z kukuřice, než je tomu u travních porostů. Kvalifikovaný odhad zakládám na faktu energetické náročnosti orby a předseťové přípravy půdy a dále na značné spotřebě hnojiv a pesticidů, zejména u kukuřice. Postup sklizně a silážování je u kukuřice, obilí a travní biomasy obdobný. Značný rozdíl existuje při srovnání životního cyklu s ohledem na degradaci půdy a kvalitu vody. U kukuřice je vliv na degradaci půdy a kvalitu vody značně záporný, u travních porostů naopak kladný. Při srovnání životních cyklů vychází nejlépe produkce bioplynu z travní biomasy, obilniny vychází hůře a kukuřice vychází nejhůř (Bernas et al 2014).

9.1 Zemědělské bioplynové stanice

Nejčastějším materiálem, který je využíván pro výrobu bioplynu v zemědělských BPS, je kukuřičná siláž. Tento vstupní materiál převládá hlavně z ekonomických důvodů a kvůli svému vysokému energetickému potenciálu. Důvody zemědělců u zpracovávání kukuřice jsou také kvůli jednoduššímu nakládání se substrátem, jednodušší zpracování anaerobní fermentací a celkově zjednodušení samotného provozu. Nadměrné pěstování kukuřice má však velmi negativní účinky na životní prostředí. Kukuřice jako plodina, je velmi odolná na vysoké dávky průmyslových hnojiv, které jsou vstřebávány do půdy. Dalším dopadem nadměrného pěstování je eroze půdy a celkově vede k monokulturnímu typu krajiny. Vhodnou náhradou pěstovanou na orné půdě pro výrobu bioplynu mohou být GPS siláže. GPS je termín pro obiloviny (žito, triticales – hybrid žita a pšenice) v podobě siláže z celých rostlin. Používáním GPS siláží místo kukuřice, lze dosáhnout vysokých hodnot produkce energie a snižuje půdní eroze (CZBA 2013).

Další alternativou kukuřice se nabízí dostupná travní biomasa. Představuje významný zdroj energie pro využití v bioplynových stanicích a zároveň má pozitivní vliv na životní prostředí. Ve výzkumné stanici Zubří bylo zkoumáno využití travní biomasy pro produkci bioplynu. Pro stanovení výtěžnosti bioplynu v letech 2007 – 2010 byly vybrány obchodní směsi, regionální směsi trav s přidavkem bylin a lučních směsí, úhor bez zásahů. Z výzkumu bylo prokázáno, že trávy v raném stádiu zralosti mají vyšší produkci bioplynu, než trávy s vyšším stupněm zralosti. Proces výroby bioplynu se odehrává do 30 dnů, a nejvyšší produkce byla zjištěna u směsi s dominantní složkou jetelovin. V rámci tohoto výzkumu, bylo prokázáno, že travní biomasa je využitelná k výrobě bioplynu (Frydrych et al 2014).

9.2 Komunální bioplynové stanice

Počet komunálních bioplynových stanic zpracovávajících BRO (biologicky rozložitelné odpady) a BRKO (biologicky rozložitelné komunální odpady) je v České republice doposud minimální. Hlavními důvody, proč se tento typ bioplynových stanic nerozvíjí, jsou dražší náklady – až dvakrát vyšší v porovnání se zemědělskými, nízké ceny za zpracovávání a využívání odpadů, přísné podmínky na využívání digestátu jako hnojiva a složitější řízení procesu (Dvořáček 2009). Značná část BRO, která by mohla být využita pro výrobu bioplynu,

často končí na skládkách, kde velmi nepříznivě ovlivňuje životní prostředí. Dochází k samovolnému uvolňování emisí metanu, které zapříčiňují zvětšování skleníkového efektu.

Mezi bioplynové stanice, které pracují v režimu zpracovávání odpadů v České republice, patří bioplynová stanice Kněžice, bioplynová stanice Svojšín, bioplynová stanice Žďár nad Sázavou, bioplynová stanice Jezbořice, bioplynová fermentační stanice Úpice, bioplynová stanice Benešov – Příbyšice a fermentační stanice Vysoké Mýto (CZBA 2016).

10 Příklad bioplynové stanice v režimu odpadového hospodářství v České republice

Bioplynová stanice obce Kněžice leží ve Středočeském kraji, severovýchodně od Poděbrad. Počet obyvatel je zhruba 410, z toho asi 120 domácností. Důvodem vybudování bioplynové stanice byla absence čističky odpadních vod a kanalizace v obci. Dále se nabízelo vhodné řešení pro zpracovávání biologicky rozložitelného odpadu (BRO) ze zemědělství, potravinářské výroby a také odpadů z domácností. Proto vznikl projekt energeticky soběstačné obce, s využíváním odpadů pro výrobu bioplynu a možnosti dodávek elektřiny a tepla pro místní obyvatele za přijatelné ceny. Projekt byl zahájen v listopadu roku 2005. Do plného provozu bioplynová stanice vstoupila 4. 12. 2006 a jejím provozovatelem je společnost Energetika Kněžice s.r.o. založena v roce 2005. Projekt výstavby bioplynové stanice byl vyčíslen na celkových 138 milionů korun. Obec v té době nebyla plátcem DPH, po odečtení se celková částka snížila o 19% z celkové sumy. Na výstavbu bioplynové stanice bylo finančně přispěno od Evropského fondu regionálního rozvoje a to částkou 83,7 milionů korun a od Státního fondu životního prostředí částkou 11,1 milionů korun. Zbýlých 43,2 milionů korun investovala obec ze svých zdrojů (Kazda 2010).

Bioplynová stanice se jako jedna z mála v České republice řadí mezi ostatní – komunální a je vybavena kogenerační jednotkou s elektrickým výkonem 380 kW a tepelným výkonem 400 kW.

Druhy materiálů, které jsou v bioplynové stanici Kněžice zpracovávány:

- Odpady ze zemědělství (odpady z lesnictví, rostlinné odpady, trus, moč a hnůj hospodářských zvířat)
- Odpady z výroby a zpracovávání masa (nevhodné suroviny ke zpracování)
- Odpady z výroby a zpracovávání ovoce, zeleniny, obilovin, jedlých olejů, kaka, kávy a tabáku, odpady z tabákového a konzervářského průmyslu
- Odpady z pekáren a výroby cukrovinek
- Odpady ze zpracování dřeva, výroby desek a nábytku

- Odpady z výroby a zpracovávání celulózy, papíru a lepenky
- Odpady z kožedělného a kožešnického průmyslu
- Odpady z čistírny odpadních vod (kaly, směs tuků a olejů)
- Biologicky rozložitelné odpady z kuchyní a stravoven (jedlý olej a tuk)
- Odpady ze zahrad a parků (biologicky rozložitelné odpady)
- Ostatní komunální odpady (kal ze septiků a žump)
- Odpady z výroby alkoholických a nealkoholických nápojů (Kazda 2010)

11 Výroba bioplynu z travní biomasy

V roce 2008 byly založeny maloparcelové pokusy zaměřeny na obnovu TTP na bioplynové stanici Jevíčko. Cílem těchto pokusů bylo stanovit výtěžnost metanu a bioplynu u vybraných trav a jetelovin, které by mohly nahradit kukuřici setou jako vsázku do bioplynové stanice. Velikost testované plochy byla 10 m² ve čtyřech opakovaných pokusech. Celkem bylo vysázeno 10 druhů a 23 odrůd trav. Uvedené druhy trav se využívají pro obnovu travních porostů.

Druh trávy	Roční průměr ¹ produkce sušiny v t/ha	Výtěžnost metanu v Nm ³ /t sušiny	Potencionální roční produkce metanu Nm ³ /ha
Ovsík vyvýšený	12,8	247	3152
Jílek mnohokvětý	13,1	237	3108
Kostřava rákosovitá	12,7	239	3045
Bojínek luční	12,9	227	2924
Srha laločnatá	12,5	230	2873
Odrůdy kříženců – Festucololium	11,8	228	2700
Odrůdy kříženců – Festucololium	11,6	222	2577
Kostřava luční	10,7	214	2293
Jílek vytrvalý	9,3	233	2162
Trojštět žlutavý	10,3	200	2054

Tabulka 3: přehled testovaných druhů trav, jejich výnos sušiny na ha a výtěžnost metanu (Kohoutek, Ust'ak, Jurka 2015) ¹ výnosy sušiny zprůměrované ze tří ročníků

Laboratorní testy byly provedeny v sestavě se 48 tří-litrovými skleněnými anaerobními fermentory, s teplotou na mezofilním stupni (37°C). Substrát byl míchán 15 minut každé dvě hodiny. Výsledky měření byly vždy zaznamenávány jednou denně. Celková

doba fermentace byla 49 dní, to je dostatek času pro analýzu intenzity vyrobeného bioplynu z testovaných substrátů. Výnosy u jednotlivých druhů trav byly ovlivněny počasím, samotným druhem plodiny a jeho vytrvalostí. Koncentrace metanu se pohybovala zhruba na 50 – 56%. Z výsledků je patrné, že některé druhy travin mají vyšší výnosy sušiny i metanu. U ovsíku vyvýšeného bylo dosaženo nejvyššího výnosu metanu a to 3152 Nm³/ha, druhý nejvyšší výnos byl u jílku mnohokvětého 3108 Nm³/ha. Jednou z nejperspektivnějších travních druhů jako vsázku do bioplynové stanice je kostřava rákosovitá, kvůli vysoké vytrvalosti (až 30 let). Její produkce metanu dosáhla 3045 Nm³/ha.

Výsledky se vsázkou zavadlých travních senází do bioplynové stanice Jevíčko

Bioplynová stanice Jevíčko v roce 2014 vyhodnotila výrobu elektrické energie, ze vsázky na bázi kukuřičné siláže se srovnáním z travních siláží z TTP a bilanci výroby elektrické energie ve vztahu k vstupní sušině.

Složení vsázky	Denní množství vsázky (t)	Průměrná denní výroba elektřiny (MWh)
Kukuřičná siláž	50	46,8
Travní senáž	20	
Cukr. řízky	40	
Kejda skotu	50 m ³	

Tabulka 4: Složení denní vsázky s kombinací kukuřičné siláže a travní senáže do BPS Jevíčko s průměrnou výrobou elektrické energie

Složení vsázky	Denní množství vsázky (t)	Průměrná denní výroba elektřiny (MWh)
Travní senáž	30	43,6
GPS na bázi žita	40	
Píce z travních porostů	40	
Kejda skotu	50 m ³	

Tabulka 5: Změna složení vstupních materiálů bez kukuřičné siláže a průměrná výroba denní elektrické energie.

Při použití kombinace vstupních materiálů kukuřičné siláže a travní senáže se vyrobilo 46,8 MWh/den, v případě vsázky bez kukuřice výkon klesl na 43,6 MWh/den. Z výsledků je zřejmé, že i po změně vstupních materiálů se podařilo udržet plánovaný výkon na stejné úrovni. Tyto výsledky prokázaly vhodné použití travní biomasy pro výrobu bioplynu, jako náhradu za cíleně pěstované energetické plodiny a byly publikovány jako uplatněná certifikovaná metoda (Kohoutek, Ust'ak, Jurka 2015).

12 Návrh na optimalizaci využití zemědělské bioplynové stanice Chornice

Bioplynová stanice se nachází v obci Chornice, nedaleko Jevíčka. Provoz byl zahájen v červnu roku 2012. Bioplynová stanice spadá pod Hanáckou zemědělskou společnost Jevíčko a.s., která se zabývá prvovýrobou a rostlinnými produkty. Podle vstupních materiálů, které jsou v bioplynové stanici zpracovávány, se řadí mezi zemědělské. Bioplynová stanice má hlavní vertikální fermentor obdélníkového tvaru o objemu 2415 m³ s vestavěným plynojemem o kapacitě 450 m³. Dále zahrnuje fermentor válcového tvaru o objemu 1678 m³ s plynojemem o kapacitě 350 m³. Vstupní skladovací jímka pro tekuté suroviny má kapacitu 210 m³, pro tuhé suroviny 70 m³. Vzniklý fermentační zbytek – digestát je uskladněn v kruhové železobetonové jímce o objemu 8 200 m³. Na bioplynové stanici je instalovaný elektrický výkon 999 kW a tepelný výkon 576 kW. Zpracovává kukuřici na siláž, travní senáže, GPS siláže a kejdu skotu (Jurka 2016).



Obrázek 4: Bioplynová stanice Chornice, vertikální fermentor, vlastní zpracování



Obrázek 5: Silážní žlaby sloužící pro uskladnění vstupních surovin, vlastní zpracování

12.1 Změny v kompozici reakční směsi

V našem návrhu preferujeme nahrazení kukuřičné siláže a GPS siláže za většinu podílu travní biomasy a zbytek rostlinné a živočišné odpady. Travní biomasa bude získána z navrhované plochy 135 ha, která bude využita z obnoveného území nivy Jevíčky. Z území navrhované pro revitalizaci, v našem případě pro výsadbu travní biomasy je dokázána dostatečně přijatelná vzdálenost využití travní biomasy jako vstupu do bioplynové stanice Chornice.

Současný stav vstupních substrátů

Stávající vstupy do bps	Množství %
Kukuřičná siláž	30
GPS siláže	25
Travní senáže	25
Kejda skotu	20

Tabulka 6: přehled současných vstupních materiálů a jejich denní množství v %

Naším návrhem pro změnu vstupů do bioplynové stanice je stáhnout množství kukuřice na 0% a využít pouze travní biomasu, rostlinné a živočišné odpady. Podle odzkoušené metody vstupů

Teoretický model vstupů do bps

Navrhované vstupy do bps	Množství denní vsázky (t, m ³)	Množství v %
Travní senáže	120	68
Obilní odpady	4	3
Kejda skotu	50 m ³	29

Tabulka 7: Navrhovaný model vstupních materiálů do bioplynové stanice Chornice. Údaje uvedené v tabulce byly převzaty pro použití k návrhu změny reakční směsi z certifikované metodiky Hanácké zemědělské společnosti Jevíčko a.s.

12.2 Obnova krajiny se zřetelem na produkci travní biomasy

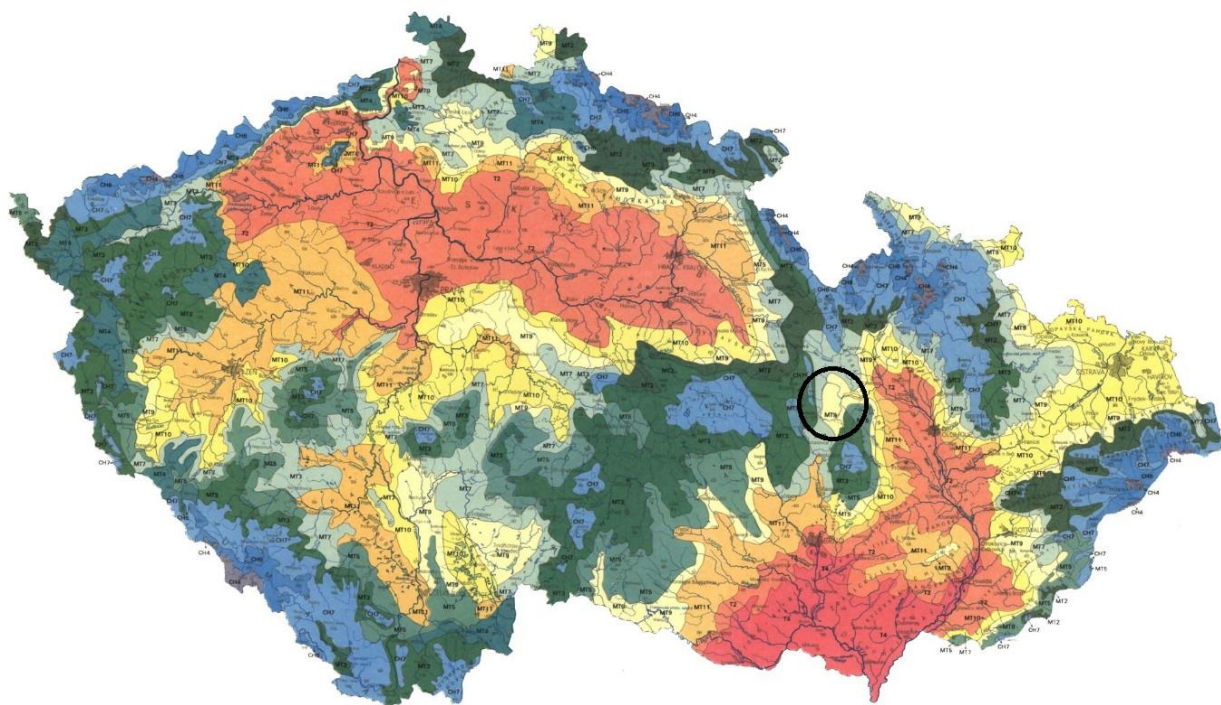
Zájmová oblast se nachází mezi obcemi Chornice, Bezděčí u Trnávky a Lázy. Náleží mikroregionu Jevíčsko v kraji Pardubickém. Lokalitou protéká řeka Jevíčka a vlévá se do ní Nectava mezi obcemi Chornice a Lázy. Z historických map je patrné rozšíření travních porostů v nivě Jevíčky kolem roku 1835.

Již počátkem 20. století byly na území provedeny změny, které vedly k narušení ekologické stability krajiny. Docházelo k odstraňování velkých ploch zeleně, rozorávání niv, rušení remízků a mokřadů v celé studované oblasti nivy Jevíčky. Území je v dnešní době využíváno zemědělsky, v minulosti zde byly vytvořeny velké bloky orné půdy, které jsou narušovány jak větrnou, tak vodní erozí. Z hlediska pěstovaných zemědělských plodin zde převažuje pšenice ozimá, z části je pěstována kukuřice na zrno a výrobu bioplynu a triticales.

Navrhované území pro výsadbu travních porostů a obnovu krajiny nivy Jevíčky bylo vyměřeno na 135 ha. Vyměřená lokalita pro zatravnění je vyznačena na mapě (příloha 1).

12.2.1 Pedologické a klimatické poměry

Navrhovaná oblast se nachází v mikroregionu Jevíčko, okres Svitavy a sousedí s Jihomoravským krajem a Olomouckým krajem. Je součástí Boskovické brázdy, odděluje Českomoravskou vrchovinu od Dražanské vrchoviny. Podél nivy Jevíčky se vyskytují nevápnité nivní uloženiny v místech s nepropustnými vrstvami v půdním profilu. Vyskytují se zde oglejované půdy, kde se často nachází louky. Na odvápněných rendzinách se nachází hlinité půdy s podobnou úrodností hnědozemním půdám, které byly přeměněny na zemědělskou ornou půdu a louky. Na území se nejvíce vyskytuje hnědozem luvická a luvizem oglejená, z části zasahuje černozem luvická (Chlupáč et al 2011). Podle Quitta (1971), se tato oblast nachází v klimatickém regionu MT9, hodnocena jako mírně teplá. Zájmová oblast je vyznačena na obrázku 7.



Obrázek 6: Mapa klimatických oblastí (Quitt 1971) s vyznačením oblasti MT9, kde se navrhovaný úsek nachází - upraveno

Klimatická oblast	MT9
Počet letních dnů	40-50
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	140-160
Počet mrazových dnů	110-130
Počet ledových dnů	30-40
Průměrná teplota v lednu (°C)	-3 - -4
Průměrná teplota v červenci (°C)	6-7
Průměrná roční teplota v dubnu (°C)	17-18
Průměrná roční teplota v říjnu (°C)	7-8
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	100-120
Srážkový úrhn ve vegetačním období	400-450
Srážkový úrhn v zimním období	250-300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60-80
Počet dnů zamračených	120-150
Počet dnů jasných	40-50

Tabulka 8: Charakteristika klimatické oblasti MT9 (Quitt 1971)

12.3 Výpočet energetického potenciálu travní biomasy z navrženého území

Vlastnosti travní biomasy

Obecně travní porosty přispívají k omezení vodních erozí, zadržují velké množství živin v půdě a udržují úrodnost půdy. Jsou také dobrým držitelem fixovaného uhlíku v půdě. Pro energetické využití jsou nejvhodnější druhy trav čeledi Lipnicovité. Obecně jsou tyto trávy vytrvalé, jejich výnosy jsou stabilní po několik let a lze je pěstovat v různých pedologických a klimatických podmínkách. Z několika výzkumů a pokusů bylo prokázáno, že výnosné jsou právě tyto druhy trav: chrastice rákosovitá, sveřep bezbranný, ovsík vyvýšený, srha laločnatá, psineček velký a kostřava rákosovitá. Množství metanu u travní biomasy se obecně pohybuje v rozmezí 50 – 55%, což je dostatečná hodnota pro využití bioplynu v kogeneračních jednotkách. Bioplyn vyrobený z travních porostů obsahuje velmi nízkou koncentraci sirovodíku, na rozdíl od jiných vstupních materiálů (Stražil et al 2011).

Pro výrobu bioplynu z travní biomasy je důležitý její výnos na hektar – množství sušiny. Produkční potenciál je u travní biomasy různý. Ovlivňuje ho řada faktorů, jako jsou klimatické podmínky, kvalita a druh půdy a samotný druh plodiny. V našich výpočtech použijeme hodnotu sušiny travní biomasy 11,7 t/ha, která je průměrem ze sledované produkce sušiny travních druhů z tabulky 3.

Navrhovaná plocha pro výsadbu travních porostů je 135 ha. Jestliže výnos sušiny je 11,7 t/ha, získáme celkem 1580 t sušiny travní biomasy.

Průměrně můžeme dostat z 1 tuny sušiny travních porostů 227 m³ metanu (Kohoutek, Ust'ak, Jurka 2015) – to znamená, že z 1 ha louky dostaneme 2656 m³ metanu. Z celkových 135 ha travní biomasy můžeme získat 327672 m³ metanu. Energetická výtěžnost bioplynu vyrobeného z travní biomasy tvoří cca 6,2 kWh na 1 m³ bioplynu s koncentrací metanu 60%. Z 1 t sušiny travní biomasy získáme 400 m³ bioplynu, to znamená, že z 1 ha získáme 4680 m³ bioplynu. Výsledný energetický potenciál je 3917,16 MWh, z toho 2084,94 MWh elektrické energie. Získané výsledky jsou uvedeny v tabulce 9.

Tabulka 9: Teoretické výsledky výpočtů plochy travní biomasy, produkce, energetická výtěžnost a množství vyrobeného metanu, vlastní výsledky

Travní biomasa	Plocha v (ha)	Produkce biomasy v (t)	Energetická výtěžnost bioplynu (MWh)	Produkce metanu v (m ³) z celkové plochy
	135	1580	3917,16	358 560

12.4 Kalkulace sekvestrace půdního uhlíku

Sekvestrace (ukládání) uhlíku může být definována jako snížení nárůstu atmosférického CO₂, který může být ukládán do zásobníků oceánských, půdních, biotických a geologických (Lal 2008). Batjes (1996) udává, že půda je z dlouhodobého hlediska nejlepším zásobníkem organického uhlíku. Hodnoty uhlíku v půdě se pohybují kolem 1500 Gt. Jakékoliv zásahy do půdy a vegetace člověkem, narušují proces uhlíku a ovlivňují jeho uložené množství. To zejména přeměnou na zemědělské plochy, urbanizací a lesním hospodářstvím.

Stanovení množství uhlíku v půdě

V rámci studie ECCP – European Climate Change Programme (2001) bylo zjištěno, že při zatravnění zemědělských půd se dosahuje sekvestrace uhlíku 7 t CO₂/ha/rok.

Při obnově plochy 135 ha travními porosty získáme 945 t fixovaného oxidu uhličitého v půdě za rok.

12.5 Kalkulace retence vody

Při obnově záplavového území a zatravnění nivy Jevíčky na 135 ha a revitalizaci Jevíčky je možno při průměrné výšce hladiny rozlivu povodní 50 cm kalkulovat zvýšení zadržení vody v území o 675 000 m³ vody (500 l/m³). Tok nivy Jevíčky je vyznačen na mapě (příloha 1).

To může sloužit jako protipovodňové opatření, ale rovněž jako opatření adaptace na změny klimatu. Předpokladem zadržení vody v tomto území je vyměření stávajícího koryta Jevíčky na jednoletý průtok (Q1) a zároveň tvorba povodňovacích ramen a průlehů, které by umožnily saturovat nivu vodou. Vyměření je možno udělat pomocí dřevěných prahů, kombinovaných s kamenným záhozem. Těmito opatřeními by došlo ke stavu, že alespoň část travních porostů bude každoročně zaplavena a bude tak podpořena úrodnost půdy a následně i vysoká produkce travní biomasy. Zároveň bude zabezpečeno, že voda po odeznění jarní vody odečte a nebude znemožněna sklizeň travní biomasy (Poštulka 2016).

13 Výsledky a diskuze

Produkce bioplynu je důležitou metodou produkce obnovitelné energie. Přesto v posledních letech dochází k uvědomění, že je třeba hodnotit celý životní cyklus produkce obnovitelné energie a reflektovat i jejich vliv na půdu, vodu, biodiverzitu. Rovněž dochází k budování strategií adaptace na změny klimatu a i to jsem ve své práci brala v potaz.

Na příkladu několika zemí jsem se snažila naznačit, jakými cestami je možno výrobu bioplynu zefektivnit a jaké jsou možnosti pro jeho optimální využívání, které zatím v našich podmínkách není uskutečněno. Na rozdíl od Německa a výzkumu Technologického institutu Karlsruhe, kde je podporována výroba bioplynu z travní biomasy a snaha o omezení pěstování kukuřice, kvůli degradaci půdy (Leible et al 2015). Poměrně důležitým poznatkem, je snaha optimalizovat produkci bioplynu z hlediska dopadů jeho produkce na vodu, půdu a celkově krajinu. Například v Holandsku se projevuje snaha o snížení podílu kukuřice v reakční směsi a její náhradou biologicky rozložitelným odpadem, pěstovanou a odpadní travní biomasou (Foreest 2004). Další cestou k zefektivnění využívání bioplynu je jeho využití v dopravě, což může nahradit část biopaliv 1. generace. Tato praxe je v České republice málo rozvinutá, převládá především ve Švédsku.

V bakalářské práci jsem se zaměřila především na možnosti optimalizace produkce zemědělských bioplynových stanic a byl proveden výpočet možnosti změny reakční směsi u bioplynové stanice Chornice. Důležitým aspektem bakalářské práce, byl důraz na zlepšení stavu krajiny, zlepšení půdy a zadržení vody v území. Na základě údajů z Certifikované metodiky Hanácké zemědělské společnosti Jevíčko a.s. (2015) jsem zjistila, že kukuřici v bioplynové stanici Chornice je možno nahradit reakční směsí tvořenou rostlinnými odpady, kejdou a travní biomasou. Pro výpočty výnosů travní biomasy bylo důležité stanovit hodnotu sušiny na hektar plochy, která byla získána průměrem všech sledovaných plodin v pokusech Certifikované metodiky Hanácké zemědělské společnosti Jevíčko a.s. (2015). Různé zdroje udávají sušinu travní biomasy v odlišných hodnotách. Pro vlastní výpočty byla sušina stanovena na 11,7 t/ha, a dosáhla tak vyšších hodnot než je tomu obecně. Kolektiv autorů (2008) udává obecnou hodnotu sušiny travní biomasy od 6,6 – 8,4 t/ha. Z navrhované plochy 135 ha pro obnovu travními porosty je možné získat 1580 tun sušiny travní biomasy. Celkově

tedy můžeme získat 358 560 m³ metanu z travní biomasy. Při kombinaci rostlinných a živočišných odpadů s travní biomasou je možné dosáhnout dostatečné produkce elektřiny a metanu z vyrobeného bioplynu a udržet výkon kogenerační jednotky. Ke zvýšení produkce travní biomasou modelují opatření v nivě řeky Jevíčky, kde navrhuji revitalizaci řeky a zatravnění nivy na ploše 135 ha. Produkce bioplynu tak zůstane zachována, dojde však k výraznému zlepšení sekvence uhlíku v půdě a ke zlepšení zadržení vody v území. Realizací navrhovaných opatření dojde k zadržení 945 t CO₂ ročně a k zadržení 675 000 m³ vody.

14 Závěr

Bioplynové stanice mají velký přínos jako zdroj obnovitelné energie. Využíváním této technologie můžeme zvýšit produkci energie z obnovitelných zdrojů a zmírňovat projevy změny klimatu. Z bakalářské práce je zřejmé, že výroba bioplynu z travní biomasy je účinná, ale může také mít pozitivní vliv na krajinu. Využitím trvalých travních porostů můžeme zlepšit stabilitu krajiny a zajistíme vyšší absorpci vody v půdě. Přeměnou orné půdy na trvalé travní porosty také zvýšíme obsah sekvestrace CO₂ a obsah uhlíku v půdě.

Při hodnocení situace nejen v České republice, vysoce převládá počet zemědělských bioplynových stanic, kde je hlavní zpracovávanou surovinou kukuřice na siláž. Změnou reakční směsi můžeme zmírňovat nejen dopady na ornou půdu, ale také celkovou změnu klimatu. Pokud bychom měli brát v potaz energetickou výtěžnost bioplynu z travních porostů, bude vždy nižší, než je tomu u kukuřice. Při správné kombinaci reakční směsi například travní biomasy a živočišných odpadů, můžeme dosáhnout dostatečných výsledků množství bioplynu a následně elektrické energie. Využíváním vzniklého zbytku po anaerobní fermentaci můžeme navrátit živiny zpět do půdy a zlepšovat její úrodnost. V České republice se zatím nevyskytuje žádná bioplynová stanice, která by fungovala na vstupní materiály tvořené pouze z travní biomasy. Aby bylo možné tento teoretický model uvést do praxe, je potřeba změny v legislativních předpisech a možností získávání dotací, jako je tomu například v Německu.

Dalším vhodným řešením jak postupovat při správné praxi výroby bioplynu a dále nezatěžovat životní prostředí, se nabízí zvýšení počtu odpadových bioplynových stanic, to zároveň umožní lepší využití pro biologicky rozložitelné odpady. Většina těchto odpadů končí na skládkách, kde nepříznivě ovlivňuje životní prostředí a dochází k uvolňování skleníkových plynů do ovzduší.

Tato bakalářská práce poukazuje na vývojovou možnost změny funkce bioplynových stanic, v již zavedeném systému. Zajisté bude potřeba nejen dalších výzkumů a pokusů, ale také změna legislativních předpisů, aby tento návrh změny mohl být dále rozšířen a uplatněn.

15 Seznam literatury

BATJES, N. H. (1996): Total carbon and nitrogen in the soils of the world. European Journal of Soil Science.

BERNAS, J., MOUDRÝ, J., JELÍNKOVÁ, Z., KOPECKÝ, M. (2014): Greenhouse gasses emissions during maize growing for energy purposes. [online]. [cit. 2016-03-03] Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_mendelnet/mendelnet2014/articles/52_bernas_1006.pdf

BRANDEJSOVÁ, E., PŘIBYLA, Z. (2010): Bioplynové stanice: (zásady zřizování a provozu plynového hospodářství). Praha: GAS. ISBN 978-80-7328-228-8.

DVOŘÁČEK, T. (2009): Bioplynové stanice na zpracování bioodpadů u nás. BIOODPAD-BIOPLYN-ENERGIE. Praha

ECCP - European Climate Change Programme (2001): Working Group Sinks Related to Agricultural Soils – Final Report. [online]. [cit: 2016-03-04] Dostupné z: http://ec.europa.eu/clima/policies/eccp/second/docs/finalreport_agricsoils_en.pdf

FLORIS VAN FOREEST (2012): Perspectives for biogas in Europe. Oxford Institute for Energy Studies. ISBN 978-1-907555-63-3

FRYDRYCH, J., VOLKOVÁ, P., ANDERT, D., GERNDTOVÁ, I., RACLAVSKÁ, H., JUCHELKOVÁ, D., ZAJONC, O. (2014): Využití travní biomasy pro energetické účely se zaměřením na produkci bioplynu. Sborník Konference alternativní energie, sborník přednášek. [online]. [cit: 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.vuzt.cz/svt/vuzt/publ/P2014/088.pdf>

CHLUPÁČ I., BRZOBOHATÝ R., KOVANDA J., STRÁNÍK, Z. (2011): Geologická minulost České republiky. – Academia, Praha, 2. Vydání

IGU - International Gas Union (2015): Biogas – from refuse to energy - report. [online]. [cit: 2016-03-16] Dostupné z: http://www.igu.org/sites/default/files/node-page-field_file/IGU%20Biogas%20Report%202015.pdf

JURKA, M. Ústní konzultace. Bioplynová stanice Chornice 2016

KÁRA, J. (2007): Výroba a využití bioplynu v zemědělství. Praha: VÚZT. ISBN 978-80-86884-28-8.

KAZDA, M. (2010): Bioplynová stanice energeticky soběstačné obce Kněžice. [online]. [cit: 2016-02-05]. Dostupné z: http://www.obec-knezice.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=48

KOHOUTEK, A., USŤAK, S., JURKA, M. (2015): Výtěžnost bioplynu u vybraných odrůd trav, jetelovin a jetelovino-travních směsí perspektivních pro pěstování náhradou za kukuřici setou. Uplatněná certifikovaná metodika. Vydala Hanácká zemědělská společnost Jevíčko a.s. Brno. ISBN 978-80-7427179-3

KOLEKTIV AUTORŮ, (2008): Trvale udržitelná lokální soběstačnost. Ministerstvo životního prostředí. British council.

LAL, R. (2008): Carbon sequestration. Philosophical Transactions of the Royal Society B.

LEIBLE, L., KÄLBER, S., KAPPLER, G., OECHSNER, H., MÖNCH-TEGEDER, M. (2015): Biogas aus Landschaftspflegegras. Kit scientific reports. ISBN 978-3-7315-0353-8

MARADA, P., MAREČEK, J., DUNDÁLKOVÁ, P., KAMARÁD, L., VEČEŘOVÁ, V. (2009): Příručka pro nakládání s digestátem a fugátem. Ministerstvo zemědělství. Brno

MŽP – Ministerstvo životního prostředí (2008): Metodický pokyn k podmínkám schvalování bioplynových stanic do provozu. [online]. [cit: 2016-04-02]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/schvalovani_bioplynovych_stanic/\\$FILE/000-Metodicky_dokument_BPS-20150402.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/schvalovani_bioplynovych_stanic/$FILE/000-Metodicky_dokument_BPS-20150402.pdf)

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ (2013): Možnosti energetického využití biomasy. Praha. ISBN 978-80-7434-122-9

MORRIS, C., PEHNT, M. (2012): Energy transition, The German Energiewende. Heinrich-Böll-Stiftung. Berlin.

NORDBERG, A. (1999): Legislation in different European countries regarding implementation of anaerobic digestion. AD-Nett. Denmark

Operační program Životního prostředí 2014-2020. [online]. [cit: 2016-02-06] Dostupné z: www.opzp.cz/obecne-pokyny/dokumenty

Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost 2014-2020. Program podpory, obnovitelné zdroje energie. [online]. [cit: 2016-02-06]. Dostupné z: www.czechinvest.org/obnovitelne-zdroje-energie-ci

POŠTULKA, Z. (2016): Ústní sdělení. Olomouc

Program rozvoje venkova 2014-2020. [online]. [cit: 2016-02-08] Dostupné z: www.eagri.cz/public/web/file/323384/PRV_do_vlady.pdf

QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Československá akademie věd – Geografický ústav Brno

SCHULZ, H., EDER, B. (2004): Bioplyn v praxi: teorie - projektování - stavba zařízení - příklady. Ostrava: HEL. ISBN 80-86167-21-6.

STRAKA, F., CIAHOTNÝ, K. (2010): Bioplyn: [příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů]. 3., zkrác. vyd. Praha: GAS. ISBN 978-80-7328-235-6.

STRAŠIL, Z., KOHOUTEK, A., DIVIŠ, J., MOUDRÝ, J., KAJAN, M. (2011): Trávy jako energetická surovina. Praha. Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i. 1 vydání. ISBN 978-80-7394-313-4

ŠVEC, J. (2010): Právní předpisy vztahující se k výstavbě a provozu BPS. Využití obnovitelných zdrojů energie v zemědělství - zemědělské bioplynové stanice. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor. ISBN 978-80-86832-49-4.

Uš'ak, S., Váňa, J. (2006): Bioplynová fermentace biomasy a biologicky rozložitelných odpadů. Praha: CZ Biom. Vyd. 2

Odborné články:

AUTERSKÁ, P.: Problematika zápachu na bioplynových stanicích. Biom.cz [online]. 2010-07-26 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/problematika-zapachu-na-bioplynovych-panicich>

BAČÍK, O.: Jak na bioodpady? Zkušenosti z Německa (4). Biom.cz [online]. 2006-03-15 [cit. 2016-03-08]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/jak-na-bioodpady-zkusenosti-z-nemecka-4>

BERGLUND, L. (2014): Swedish biogas succes story. [online]. [cit. 2016-02-25] Dostupné z: www.energigas.se

KOZÁK, J.: Zkušenosti s výstavbou zemědělských bioplynových stanic. Biom.cz [online]. 2002-12-16 [cit. 2016-02-07]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zkusenosti-s-vystavbou-zemedelskych-bioplynovych-stanic>

MUŽÍK, O., KÁRA, J.: Možnosti výroby a využití bioplynu v ČR. Biom.cz [online]. 2009-03-04 [cit. 2016-03-03]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznost-vyroby-a-vyuziti-bioplynu-v-cr>

MORAVEC, A.: Od prasečího perpetuum mobile k bioplynové velmoci. Biom.cz [online]. 2014-05-12 [cit. 2016-02-01]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/od-praseciho-perpetuum-mobile-k-bioplynove-velmoci>

Internetové zdroje:

CZBA - Česká bioplynová asociace (2013): Nové možnosti pro zpracování obilninových (GPS) siláží. [online]. [cit: 2016-2-14]. Dostupné z: <http://www.czba.cz/aktuality/nove-moznosti-pro-zpracovani-obilninovych-gps-silazi.html>

CZBA - Česká bioplynová asociace. Mapa bioplynových stanic 2016. [online]. [cit: 2016-3-3] Dostupné z: <http://www.czba.cz/mapa-bioplynovych-stanic/>

ERÚ – Energetický regulační úřad (2015): Vývoj počtu provozoven a instalovaného výkonu. [online]. [cit: 2016-01-10]. Dostupné z: <http://www.eru.cz/cs/licence/informace-o-drzitelich>

EUROPEAN BIOGAS (2015): Biogas plants in Europe – Germany. [online]. [cit:2016-03-07]. Dostupné z: <http://european-biogas.eu/2015/12/16/biogasreport2015/>

16 Seznam tabulek a obrázků

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Materiály zpracovávané v zemědělských BPS

Tabulka 2: Porovnání různých typů paliv a jejich energetických potenciálů

Tabulka 3: přehled testovaných druhů trav, jejich výnos sušiny na hektar a výtěžnost metanu

Tabulka 4: Složení denní vsázky v BPS Jevíčko

Tabulka 5: Změna složení vstupních materiálů v BPS Jevíčko

Tabulka 6: přehled současných vstupních materiálů do BPS Chornice

Tabulka 7: Navrhovaný model vstupních materiálů do BPS Chornice

Tabulka 8: Charakteristika klimatické oblasti MT9

Tabulka 9: Výsledky výpočtů, vlastní výsledky

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Nárůst počtu BPS od roku 2002 do roku 2015

Obrázek 2: Instalovaný výkon v BPS zaznamenaný od roku 2002 po rok 2015

Obrázek 3: Zjednodušené schéma anaerobní fermentace

Obrázek 4: Bioplynová stanice Chornice, vertikální fermentor

Obrázek 5: Silážní žlaby sloužící pro uskladnění vstupních surovin

Obrázek 7: Mapa klimatických oblastí v ČR

17 Seznam příloh

Příloha 1: Mapa lokality – navrhované území pro zatravnění s vyznačením stávajícího a návrhového stavu rozlivu Jevíčky a vodních toků

ANOTACE

Jméno a příjmení:	Pavla Bílková
Katedra:	biologie
Vedoucí práce:	Ing. Zuzana Ochmanová
Rok obhajoby:	2016

Název práce:	Vývoj bioplynových stanic v České republice
Název v angličtině:	The development of biogas stations in Czech republic
Anotace práce:	Bakalářská práce se zabývá vývojem bioplynových stanic v podmínkách České republiky, výrobou bioplynu a jeho využíváním. Práce je zaměřena na výrobu bioplynu z travní biomasy, s návrhem změny vstupních materiálů na bioplynové stanici Chornice. Současně je navržena plocha k obnově krajiny nivy Jevíčky.
Klíčová slova:	Bioplyn, bioplynová stanice, anaerobní fermentace, travní biomasa
Anotace v angličtině:	This thesis deals with the development of biogas stations, biogas production and utilization in the Czech republic. It is focused on the production of biogas from grassland with change of materials in biogas station Chornice. In addition, is designed to land recover the area near to river Jevíčka.
Klíčová slova v angličtině:	Biogas, biogas station, anaerobic fermentation, biomass of grassland
Přílohy vázané v práci:	1
Rozsah práce:	52 stran (66 759 znaků)
Jazyk práce:	český