



Středoškolská technika 2014

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Bioplynová stanice Bělá

Vojtěch Honců

Konzultant: Ing. Luboš Malý

Integrovaná střední škola v Nové Pace
(ISŠ Nová Paka, Kumburská 846, 509 31 Nová Paka)

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v seznamu vloženém v práci SOČ.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Nové Pace dne 6. 3. 2014

podpis:.....

PODĚKOVÁNÍ:

Tímto bych chtěl poděkovat koordinátoru výroby Lukáši Haškovi za poskytnutí fotografií a dokumentace o BPS.

Dále patří můj dík firmě DS Agro Energie s. r. o. za uskutečnění exkurze, bez které by tato práce nevznikla.

Nakonec patří mé poděkování Ing. Luboši Malému za konzultace při utváření tohoto projektu.

ANOTACE

Celá práce je zaměřená na obnovitelné zdroje elektrické energie, především na bioplynové stanice obecně. Jako konkrétní příklad zemědělské bioplynové stanice (dále jen BPS) slouží BPS Bělá, která má výkon 1020 kW. Dále pak se zaměřuji na výrobu surovin pro BPS a jejich následné zpracování, vznikem bioplynu, který se čistí a následně spaluje v kogeneračních jednotkách, které pak vyrábí elektrický proud. Při výrobě el. energie vzniká odpadní teplo, které je využito na vytápění hal pro výkrm brojlerů, sušičky na separát a dalších budov. Organické zbytky se vrací zpět na pole a využívají se jako podestýlka pro chov kuřat. Závěr obsahuje poznatky a zkušenosti autora s technologií BPS.

Klíčová slova:

Fermentor; bioplyn; proces fermentace; zelený bonus; kogenerační jednotka; methanogeneze.

ANNOTATION

The whole work is focused on renewable sources of electricity mainly from biogas plants in general. As a specific example of an agricultural biogas plant (BPS) is described one in Bela which has an output of 1020 kW. The work is also focused on the production of raw materials for the BPS and their subsequent processing, the releasing of biogas which is purified and subsequently is burned in the cogeneration units. These units produce electricity. During the production of electric power the waste heat is produced and it is used for the heating of buildings for breeding of broilers, dryers for separates and other buildings. The organic remnants are returned to the fields or they are used as litter for the breeding of broilers. The conclusion includes the author's knowledge and experience with the BPS technology.

Key words:

Digester; biogas; fermentation process; green bonus; cogeneration unit; Methanogenesis.

Obsah:

1. Úvod	str. 6
2. Bioplynová stanice (stručný popis)	str. 7
3. Bioplynové stanice- rozdělení podle vstupů	str. 7- 8
4. Funkce bioplynové stanice.....	str. 9
5. Proces výroby bioplynu- fermentace.....	str. 10- 11
5.1 Model anaerobní fermentace.....	str. 11
6. Bioplyn.....	str. 12- 15
6.1 Vznik bioplynu.....	str. 12
6.2 Složení bioplynu.....	str. 12
6.3 Využití bioplynu.....	str. 12-13
6.4 Suroviny pro výrobu bioplynu.....	str. 13-15
6.4.1 Siláž.....	str. 14
6.4.2 Orientační produkce bioplynu (tabulka).....	str. 15
7. Digestát	str. 15
8. Bioplynová stanice Bělá	str. 16- 25
8.1 Výstavba	str. 16- 17
8.1.1 Rok 2010	str. 16
8.1.2 Rok 2011	str. 16
8.2 Funkce BPS Bělá	str. 17
8.2.1 Fermentor.....	str. 18
8.2.2 Koncová jímka.....	str. 19
8.3 Vstupní suroviny	str. 20-21
8.3.1 Spotřebované suroviny BPS za roky 2012/2013.....	str. 21
8.4 Výstupní suroviny	str. 22- 225
8.4.1 Bioplyn	str. 22
8.4.2 Digestát	str. 22
8.4.3 Elektrický proud	str. 22
8.4.4 Teplo	str. 22
8.5 Elektrická energie	str. 23-24
8.5.1 Technické parametry kogenerační jednotky.....	str. 23
8.6 Teplo	str. 24- 25
8.6.1 Využití odpadního tepla z intercooleru	str. 25
8.7 Využití BPS- ekonomika, přínos BPS společnosti.....	str. 26- 28
8.7.1 Ekonomika.....	str. 27
8.7.2 Přínos BPS společnosti.....	str. 27-28
8.8 Údržba bioplynové stanice	str. 29-30
8.8.1 Výměna rychloběžného míchadla.....	str. 29
8.8.2 Výměna čerpadla	str. 30
9. Závěr	str. 30
10. Literatura	str. 31

Bioplynové stanice

1. ÚVOD:

Před třemi lety se u nás v Bělé rozhodovalo v referendu, zda se tu bude či nebude stavět bioplynová stanice (dále jen BPS). Nakonec se většina obyvatel rozhodla pro stavbu. Dnes je už dostavěna a pracuje na plný výkon.

S BPS jsem se měl možnost lépe seznámit o letošních velkých školních prázdninách jako brigádník společnosti DS Agro s. r. o., které celé zařízení patří. Mojí pracovní náplní bylo pomáhat při údržbě a opravách BPS a přilehlé sušičky na separát.

Práce u DS Agra mě zaujala, a tak jsem se začal zajímat více o výrobu el. energie z bioplynu. Zjistil jsem, že výroba bioplynu není až tak jednoduchou záležitostí, jak se na první pohled zdá. Někteří lidé si myslí, že nasypu do BPS nějakou travní senáž nebo hnůj a je z toho bioplyn nebo snad dokonce el. energie. Proto jsem se rozhodl vypracovat tento projekt a následně se s ním přihlásit do projektu středoškolské odborné činnosti.

Na následujících stranách se pokusím popsat nejen samotnou funkčnost BPS v Bělé, ale také využití digestátu a výrobu travní senáže a kukuřičné siláže.

2. Bioplynová stanice

Bioplynová stanice je technologické zařízení, které zpracovává biomasu (materiály nebo odpady organického původu) v reaktorech prostřednictvím řízeného procesu anaerobní digesce (proces, při kterém mikroorganismy rozkládají organický materiál bez přístupu vzduchu). Řízená anaerobní digesce je z ekologického hlediska perspektivní způsob využití biomasy, resp. organického odpadu a energetických plodin. Pro anaerobní digesci se používají další shodné termíny – anaerobní fermentace, metanová fermentace, metanové kvašení a podobně.

Produktem anaerobní digesce je především bioplyn, dále tzv. digestát (tuhý zbytek po vyhnutí) a fugát (tekutý zbytek po vyhnutí).



Obr. 1: pohled na BPS v Bělé z ptačí perspektivy

3. Bioplynové stanice rozdělení podle vstupů

Podle toho, jakou **biomasu bioplynová stanice (BPS)** zpracovává, rozlišujeme tři typy stanic: zemědělské, průmyslové (kofermentační) a komunální.

Zemědělská BPS zpracovává vstupy ze zemědělské prvovýroby (statková hnojiva a energetické plodiny).

Kofermentační bioplynová stanice v jednom zařízení zužitkovává různé materiály (často rizikové vstupy – kaly z čističek odpadních vod, krev z jatek atd.). Vhodná kombinace materiálů má pak vliv na kvalitu bioplynu.

Komunální bioplynová stanice zpracovává komunální bioodpady, včetně odpadů z domácností.

Na našem území převažují bioplynové stanice zemědělské, ostatní typy jsou zatím zastoupeny sporadicky. Velké zkušenosti s komunálními bioplynovými stanicemi má např. sousední Německo. Také v blízké budoucnosti se největší nárůst provozů očekává právě u bioplynových stanic zemědělského typu. Rozvoji komunálních stanic v ČR brání nedostatky ve zpracování komunálního odpadu.

Zemědělská bioplynová stanice

Zemědělské bioplynové stanice jsou v tuzemsku nejhojněji zastoupeny. Vstupy tvoří statková hnojiva (keřda, hnůj) a energetické plodiny (např. kukuřice). Jejich výstavba nejčastěji probíhá přímo v areálech zemědělských provozů, a protože jde o koncepčně jednodušší zařízení, než je tomu u ostatních bioplynových stanic, uvedení do činnosti není problematické. Mezi technologicky komplikovanější kroky zemědělských stanic patří míchání ve fermentorech, kdy může dojít k vytvoření vrstvy, která brání prostorově funkci fermentoru, může ucpávat potrubí a narušovat proces vyhnívání.

Průmyslová bioplynová stanice

Průmyslové bioplynové stanice zpracovávají ve fermentoru výlučně nebo alespoň zčásti rizikové vstupy. Mezi rizikové vstupy patří zejména jateční odpady, kaly z různých provozů (např. čističek odpadních vod) a podobně. Kladeny jsou tedy větší nároky na technologii a na splnění všech provozních podmínek. Zejména dodržování hygienických pravidel minimalizuje riziko vyplývající ze vstupů.

Komunální bioplynová stanice

Komunální bioplynové stanice zpracovávají komunální bioodpady. Komunální odpad zahrnuje odpad z údržby zeleně, vytríděné bioodpady z domácností a stravovacích provozů (restaurací a jídelen). Komunální stanice mají technologicky náročnější průběh zpracování vstupů. Problematická je především příjmová část technologie. Odpad zapáchá, a tak je nutné, aby byla pachová zátěž okolí minimalizována. K tomu mohou přispět uzavíratelné haly s odtahem a čištěním vzduchu.

Ve snaze ušetřit investiční náklady často dochází k nedodržení technologických postupů a okolí bioplynové stanice je zatíženo nepřiměřeným zápachem z odpadů. Přestože náklady na komunální stanici jsou oproti zemědělské stanici přibližně dvojnásobné (100 000 Kč/kW zemědělská stanice, 200 000 Kč/kW komunální stanice), šetření se nevyplatí a nápravná opatření náklady dodatečně ještě zvýší.

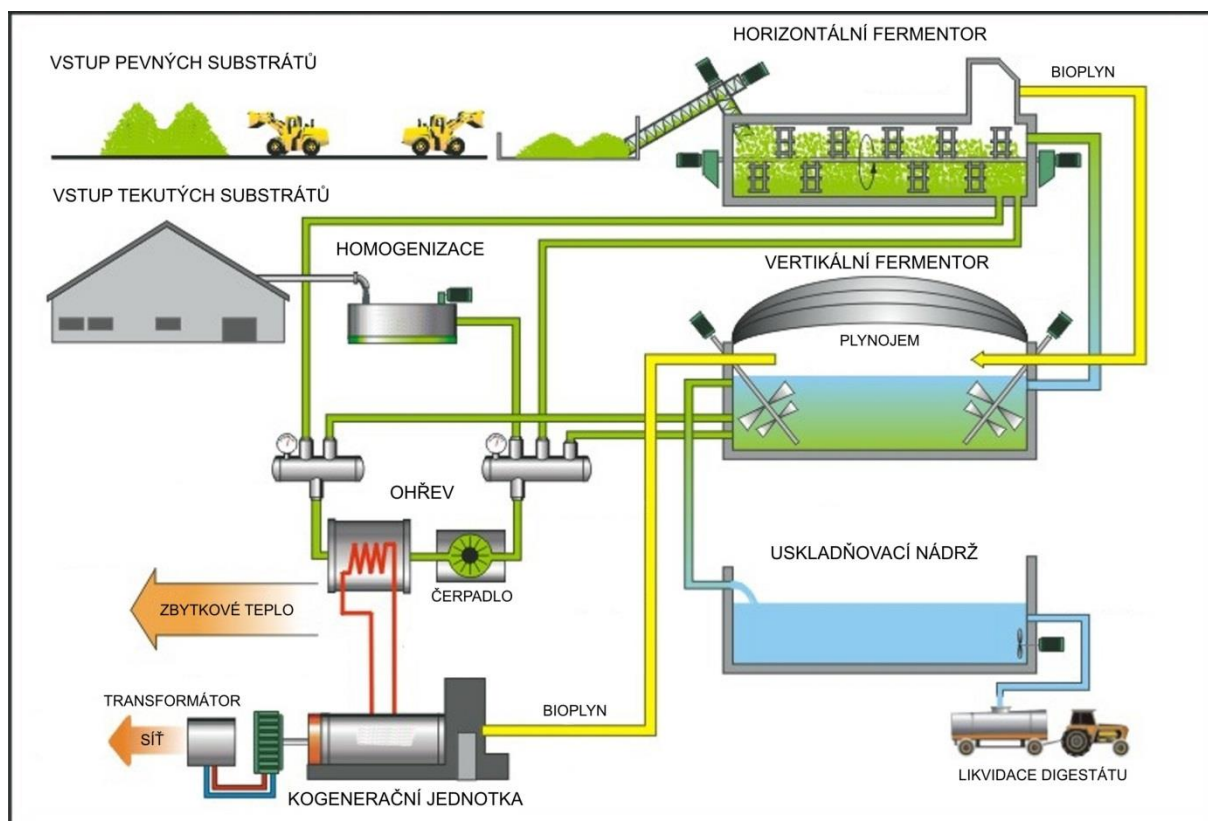


Obr. 2: pohled na BPS Bělá

4. Funkce bioplynové stanice

V bioplynové stanici se biomasa zahřívá na provozní teplotu ve vzduchotěsném reaktoru - fermentoru, kde zůstává pevně stanovenou dobu. Optimální teplota pro anaerobní digesci je vázána na různé kmeny bakterií. Bioplyn vznikající ve fermentoru je odváděn do zásobníku a upravován pro další využití – spalování, při kterém je výslednou energií buď vzniklé teplo, nebo v případě kogeneračního zařízení teplo i elektřina.

Proces anaerobní digescce vyžaduje zajištění vhodných životních podmínek pro mikroorganismy. Základním předpokladem je anaerobní prostředí (bez přístupu vzduchu) s dostatečnou vlhkostí (minimálně 50 %), optimální hodnota pH (6,5 – 7,5) a výše zmíněná stálá teplota. Spolehlivá a ověřená technologie zajistí bezproblémový provoz bioplynové stanice. Technologické nedostatky se projevují zejména produkcí nežádoucího zápachu do okolí stanice.



Obr. 3: schéma funkce BPS.

5. Proces výroby bioplynu - fermentace

Anaerobní fermentace je biologický proces rozkladu organické hmoty probíhající za nepřístupu vzduchu. Tento proces probíhá přirozeně v přírodě, např. v bažinách, na dně jezer nebo také na skládkách komunálního odpadu. Při tomto procesu směsná kultura mikroorganismů postupně v několika krocích rozkládá organickou hmotu. Produkt jedné skupiny organismů se stává substrátem pro další skupinu. Proces můžeme rozdělit do čtyř hlavních fází:

1. Hydrolýza

- Jedná se o hydrolyzní štěpení makromolekulárních látek – tuků, bílkovin, uhlohydrátů – za přítomnosti bakterií na jednodušší sloučeniny – mastné kyseliny, jednoduché cukry a aminokyseliny.
- Při tomto procesu se rovněž vyvíjejí další produkty, mimo jiné acetát a vodík, které jsou přímo využity metanogenními bakteriemi.
- Při tomto procesu se rovněž uvolňuje vodík a CO₂.

2. Acidogeneze

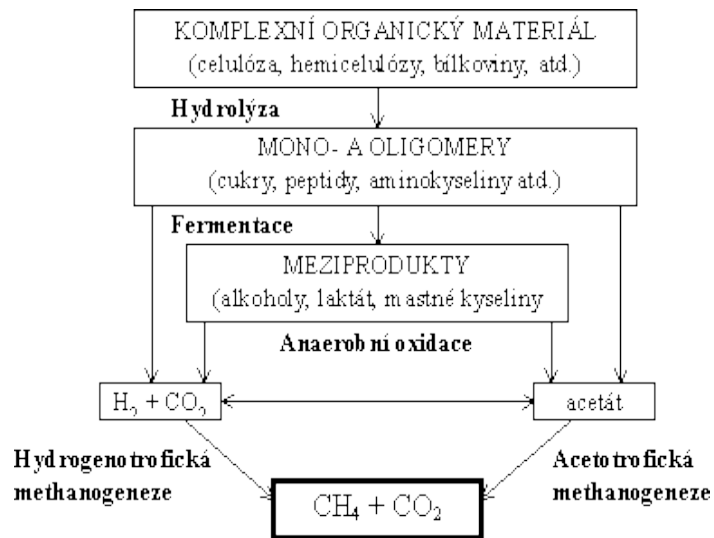
- Jedná se o další štěpení v předchozím kroku hydrolyzovaných látek za přítomnosti acidogenních bakterií na jednoduché organické kyseliny a alkoholy.
- Při tomto procesu se rovněž vyvíjí acetát a vodík, které jsou přímo využity metanogenními bakteriemi.
- Dalšími produkty jsou amoniak, sulfan, CO₂ a další vedlejší produkty.

3. Acetogeneze

- Dochází k dalšímu rozkladu kyselin a alkoholů za přítomnosti acetogenních bakterií za produkce kyseliny octové, oxidu uhličitého a vodíku.

4. Methanogeneze

- Závěrečný krok anaerobního rozkladu, kdy z kyseliny octové, vodíku a oxidu uhličitého vzniká methan – CH₄.
- Tento krok zajišťují methanogenní bakterie, což jsou striktně anaerobní organismy.
- Tyto organismy jsou citlivé především na náhlé změny teplot a pH.



Obr. 4: model anaerobní fermentace



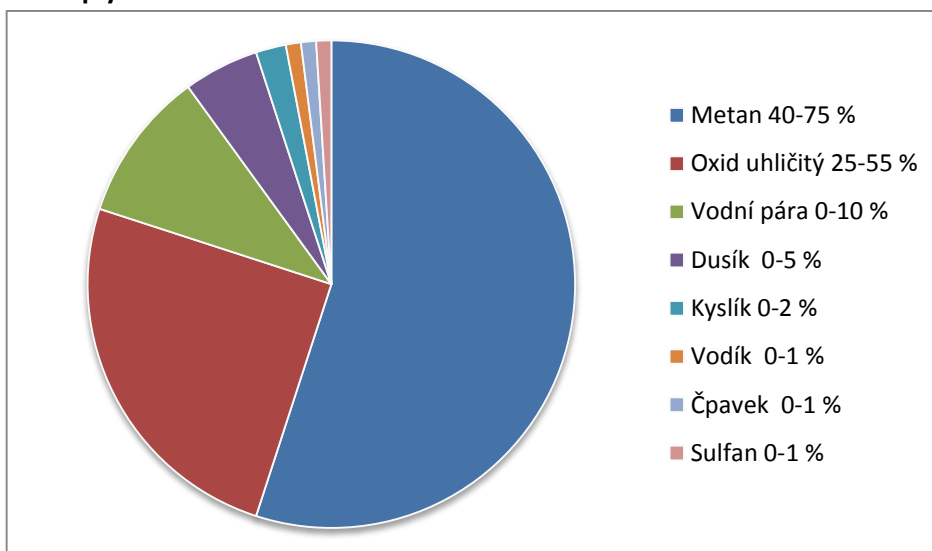
Obr. 5: pohled do fermentoru na proces fermentace.

6. Bioplyn

6.1 Vznik bioplinu

- Bioplyn vzniká při rozkládání biomasy v uzavřených nádržích a obsahuje především energeticky cenný metan, takže se jeho výhřevnost pohybuje cca od 20 do 25 MJ/m³. Bioplyn se nejvíce používá k výrobě elektřiny a tepla (čističky odpadních vod, bioplynové stanice), ale i jako pohonná látka.
- Bioplyn z bioplynových stanic, ČOV a některých skládek je používán :
 - k výrobě tepla,
 - k výrobě tepla a elektřiny (kogenerace) - nejčastější případ,
 - k výrobě tepla, elektřiny a chladu (trigenerace) - využíváno jen výjimečně.
 - k pohonu dopravních prostředků (automobily, autobusy, zemědělská technika, vlaky).
- Metan a vodík jsou v bioplynu energeticky hodnotné, ale zato sirovořík a čpavek jsou problematické, a proto je často nutné tyto látky před energetickým využitím bioplynu odstranit, aby nepůsobily agresivně na strojní zařízení.

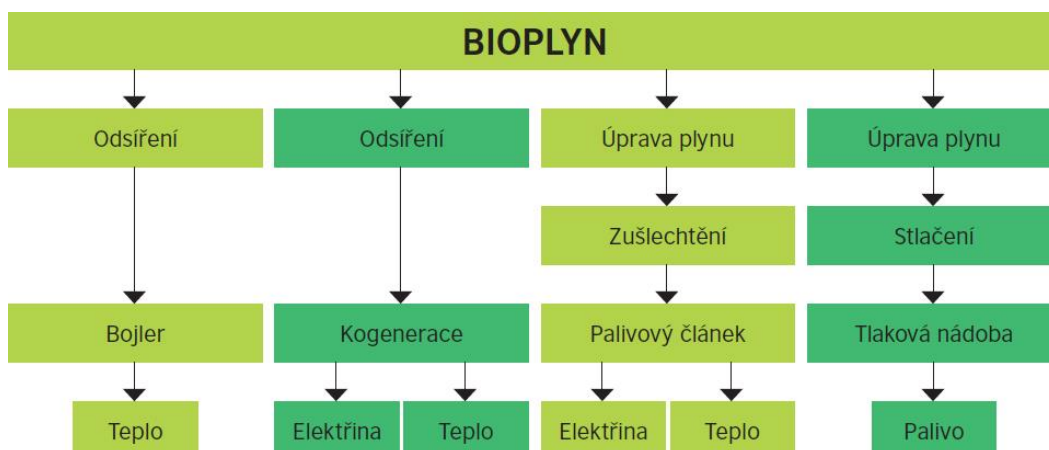
6.2 Složení bioplynu:



Obr. 6: složení bioplynu

6.3 Využití bioplynu z bioplynových stanic:

- Bioplyn se používá pro jeho jednoduché spalování a následnou přeměnu energie, kterou obsahuje, na teplo. Když použijeme bioplyn jako palivo spalovacího motoru, vyrobíme mechanickou energii, kterou můžeme pomocí generátoru přeměnit na elektřinu a v kogeneraci je vyráběno i teplo. (viz obr. 7)
- Ve fázi testování je využití bioplynu k výrobě elektřiny v palivových člancích.
- Velký potenciál má bioplyn jako obnovitelný zdroj pro dopravu. Biometan, který získáme odstraněním CO₂ z bioplynu, má stejné vlastnosti jako zemní plyn a může být použit pro pohon automobilů na CNG (stlačený zemní plyn).

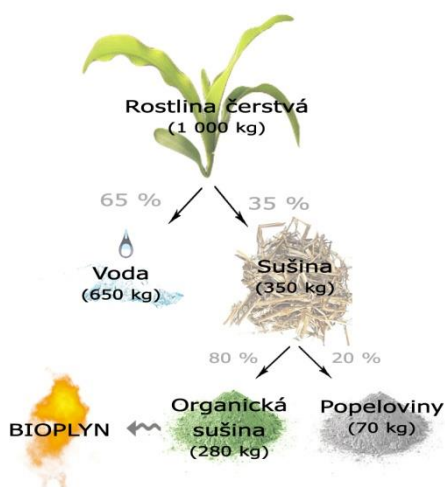


Obr. 7: využití bioplynu

6.4 Suroviny pro výrobu bioplynu

Zdrojem bioplynu jsou bakterie produkující bioplyn, tyto bakterie rozkládají především polysacharidy, tuky a bílkoviny. Zdrojem těchto látek je rostlinná a živočišná biomasa. Špatně rozložitelná je celulóza a nerozložitelný je lignin. Proto nejsou dřevo ani sláma vhodné substráty pro výrobu bioplynu, bakterie produkující bioplyn je totiž nedokáže rozložit.

Pouze organická část (organická sušina) je ze vstupní suroviny bakteriemi využita a na bioplyn přeměněna. Zbytek zůstává ve fermentačním zbytku - digestátu. Surová biomasa obsahuje značný podíl vody, zbytek tvoří sušina. Sušina obsahuje organické látky, které jsou bakteriemi rozložitelné, a popeloviny, což jsou anorganické, biologicky nerozložitelné látky. Pouze organická sušina je zdrojem bioplynu. Když máme tedy 1t kukuřičné siláže s obsahem sušiny 35 % a z toho organické sušiny 80 %, potom se dá tato tuna rozdělit na 650 kg vody a 350 kg sušiny. Sušina se potom skládá z 280 kg organické sušiny a 70 kg popelovin. Výnos bioplynu ze vstupní suroviny se potom vztahuje k 1t sušiny, případně organické sušiny. (viz obr. 8)



Obr. 8: vznik bioplynu

6.4.1 Siláž

Siláž je způsob konzervace krmiva, stejně jako například sušení sena. Silážování uchovává krmivo ve šťavnatém stavu. Konzervace probíhá působením mléčného kvašení cukrů obsažených v píce. Celý proces musí probíhat bez přístupu vzduchu. Vlastní siláž zachovává jak obsah živin, tak vitamínů použitého materiálu. Výsledná kvalita siláže je obvykle přímo úměrná kvalitě substrátu (druhu píce, silážní zralosti, obsahu sušiny a stupni zpracování). Jako silážování se označuje kvasný proces při obsahu sušiny max. do 45-50 %. Cílem je co nejdříve vytvořit dostatečné množství kyseliny mléčné, čímž dosáhneme kyselosti hmoty pH asi 4 a také zamezíme vzniku nežádoucích hnilobných procesů. Při vlastním silážování se bílkoviny štěpí na jednodušší látky, obdobně se glycidy rozkládají na jednodušší cukry, a to fruktózu a glukózu. Základním konzervačním činitelem je kyselina mléčná. Při nedodržení procedury však dochází ke vzniku kyseliny máselné, octové nebo mravenčí. V takovém případě výsledná siláž nepříjemně páchne a je nepoužitelná.



Obr. 9: složení kukuřičné siláže

Závislost délky řezanky pro silážování na obsahu sušiny silážovaných plodin:

Čím více sušiny mají silážované plodiny, tím kratší by měla být řezanka.

plodina	Sušina %	Řezanka mm
Kukuřice	30-35	10-15
	25-30	15-20
Trávy	30-35	20-30
	35-45	10-20
Vojtěška	30-40	20-30
Jetel	40-50	10-20

6.4.2 Orientační produkce bioplynu				
CZ	Obvyklá suš. %	Org. Sušina %	Methan- podíl %	m ³ plynu na t
Starý chléb 65% sušiny	65,0	97,0	53	479,2
Pivovarské mláto 25% sušiny	25	66	60	115,5
Kukuřičná siláž 32% sušiny	32	96	53	202,8
Hovězí hnůj- pevný	21,8	82,3	53	60,5
Tráva, siláž	28,3	89,0	53	157,9
Kuřecí hnůj suchý 70% sušiny	70	75	65	288,8
Sójový olej	99,9	99,9	68	1222,6
Pšenice 87% sušiny	87,0	97,0	53	632,9
Pivovarské mláto 25% sušiny	25	66	60	115,5
Řepkové listí	13,6	73,4	54	53,4
Luštěniny a směsi, siláž	25	88,4	55	115,7
Žito siláž	45,9	91,4	66	306,3



Obr. 10: Sklizeň kukuřice



Obr. 11: výroba travní senáže

7. Digestát

Digestát je tuhý zbytek z anaerobní digesce. Tento materiál musí splňovat všechny parametry vyhlášky ministerstva životního prostředí, aby mohl být dále využit jako hnojivo, přídavek do kompostu nebo k úpravě povrchu terénu. Digestát nezapáchá, protože obsahuje pouze živiny a humus, které se dále nerozkládají.

8. BPS Bělá

8.1 Výstavba

8.1.1 Rok 2010

Vlastní výstavba začala na přelomu května a června přípravnými zemními pracemi. Nešlo o nijak jednoduchou záležitost. Podloží v prostoru určeném pro stavbu je z valné části tvořeno odolnou pískovcovou skálou, takže už tato etapa trvala cca dvojnásobný čas, než se předpokládalo. Nicméně vše se zdařilo a mohlo se začít s budováním opěrných zdí, silážního plata a koncové jímky. Bohužel, zamýšlený časový harmonogram výstavby se dařil naplňovat pouze částečně. Časový posun v realizaci stavby byl do jisté míry způsoben také problémy s financováním. Získání úvěru od banky se ukázalo být komplikovanější, než se zdálo po prvních jednáních, která proběhla již na začátku roku 2010. S konečnou platností se podařilo dořešit financování projektu a byly podepsány úvěrové smlouvy na konci roku 2010.

V roce 2010 se přes všechny problémy zvládlo realizovat cca 4/5 ze stavební části. Byly dokončeny opěrné zdi, koncová a vstupní jímka a základové desky pod fermentory. Byla hotova zhruba polovina silážního plata a započalo se s finální úpravou zpevněných ploch.

8.1.2 Rok 2011

Na jaře roku 2011 znovu pokračovaly práce na dostavbě silážního plata. Následovalo začištění povrchu základových desek pro fermentory a probíhaly práce na areálových komunikacích. Těsně před dokončením probíhala instalace trafostanice a vyvedení elektrického výkonu BPS. Konečný termín realizace se opět posunul. Hlavním důvodem byly tentokrát různé změny v normách a legislativě, na které bylo nutné dodatečně reagovat a zapracovat je do aktualizací projektové dokumentace.

V posledním červnovém týdnu začaly kamiony navážet součásti technologie BPS. V tomto stadiu výstavby už bylo skutečně vidět, jak bioplynová stanice roste. Před zahájením zkušebního provozu bylo samozřejmě nutné zajistit dostatečné množství vstupních materiálů. Během celého roku 2010 a od začátku roku 2011 se podařilo naplnit již postavenou vstupní a koncovou jímku močůvkou z

provozů živočišné výroby. Do jímek byly zároveň zachycovány srážkové vody ze zpevněných ploch v areálu BPS. Tím bylo zajištěné dostatečné množství tekutin nutných pro ředění pevných složek vstupního materiálu (siláž, hnůj). Ty byly rovněž připraveny v dostatečném množství. Provoz bioplynové stanice byl zahájen v listopadu roku 2011.



Obr. 12: pohled na rozestavěnou BPS v Bělé



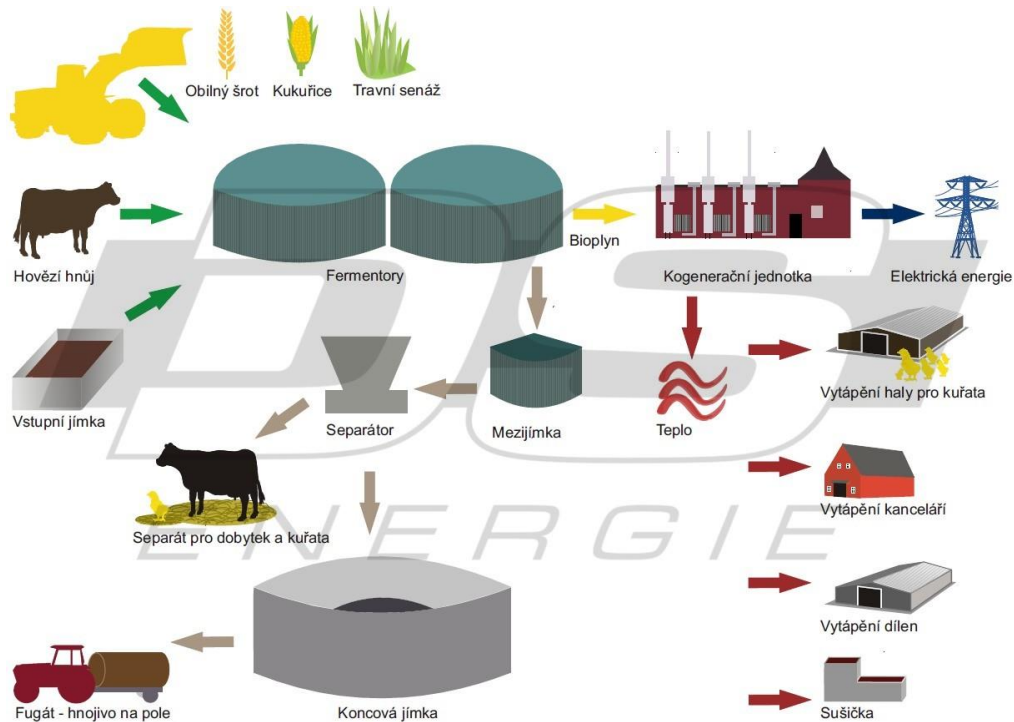
Obr. 13: vnitřek fermentoru



Obr. 14: pohled do rozestavěné koncové jímky

8.2 Funkce BPS Bělá

V bioplynové stanici probíhá jednodušňová fermentace (*rozklad*) organických látek (*travní senáž, kukuřičná siláž, hnůj skotu a obilí*) na bioplyn, který se zachytává v plynojemech dále se čistí, ochlazením se zbaví vodních par a přes aktivní uhlí se vyčistí od sirovodíku, dále je nasáván do motorů a spalován. Motor točí alternátorem, který vyrábí elektrický proud. Víceproduktem je teplo, které se dále využívá k ohřátí organických látek (*fermentátu*) ve fermentoru na teplotu 41°C a přes zimu k vytápění výkrmu kuřat a dílen v areálu. Organickým zbytkem je digestát, který se dále separuje (oddělujeme pevnou část - **separát** od kapalné - **fugát**). **Separát** se využívá ve společnosti DS Agro místo slámy na stlaní pod dobytek a kuřata. **Fugát** se používá jako hnojivo na pole.



Obr. 15: schéma funkce BPS Bělá.

8.2.1 Fermentor

Nerezová nádrž na betonovém podkladě. Opláštěná 10 cm izolace je zakryta vlnitým plechem.

Zakryt dvojitou membránou:

- střecha, ochrana před UV zářením, její stálost zaručuje vzduch vháněný mezi membrány, který zamezuje pocení a zaručuje stálost teploty mezi membránami a vypnutí plachty,
- pohyblivá membrána slouží jako zásobník plynu (prostor mezi hladinou a membránou).

Rozměry:

- vnitřní průměr 24,83m,
- výška 6,28m,
- objem 3 040m³,
- netto objem 2 701m³,
- výška fermentovaného materiálu 5,5m.

Osazen:

- dvěma podtlakovými a přetlakovými ventily, které slouží jako ochrana proti zborcení fermentorů,
- třemi rychloběžnými míchadly,
- jedním pomaluběžným míchadlem,
- tepelnou spirálou pro konstantní teplotu organického materiálu,
- dvěma vývěvami pro vhánění kyslíku pro přeměnu sirovodíku na síru a vodík pomocí bakterií.



Obr. 16: fermentor

8.2.2 Koncová jímka

Slouží jako sklad fugátu po dobu, kdy se nemůže vyvážet na pole.

Parametry:

- vnitřní průměr 30m,
- výška 8m,
- objem 5 652m³,
- netto objem 5 475m³,
- výška skladovaného materiálu 7,75m,
- osazena třemi rychloběžnými míchadly k promíchání skladovaného materiálu,
- kapacita skladovaného materiálu je na dobu 6 měsíců.



Obr. 17: koncová jímka (v pozadí hrad Kumburk)

8.3 Vstupní suroviny

Bioplynová stanice je přímo vázána na chod zemědělského podniku a chov hospodářských zvířat, kdy efektivně využívá přebytků v rostlinné výrobě (kukuřičná siláž, travní senáž, obilný šrot) a živočišné výroby (hovězí hnůj). Denní dávky pro jednotlivé složky činí:

- **kukuřice 18 t,**
- **travní senáž 30 t,**
- **hovězí hnůj 10 t,**
- **obilný šrot 1 t.**

Kukuřičná siláž, travní senáž a hovězí hnůj se manipulátorem přepravují do dávkovače pevných substrátů (viz obr. 18), kde dochází k částečnému promíchání hmoty. Plnění dávkovače probíhá 2-3krát denně. Obilný šrot je uskladněný v zásobníku na obilí (silo). Velikost sila je 50m³, což odpovídá cca 35t.

Z dávkovače a zásobníku na obilí se hmota šnekovými dopravníky vpraví do multimixu (viz obr. 19). Zde dochází k naředění pevných substrátů pomocí tekutiny vstupující do multimixu ze vstupní jímky. Vzniká homogenní čerpatelná hmota, která z multimixu putuje do macerátoru (viz obr. 19) , který slouží k nařezání objemového krmiva a odloučení větších částí (kamenů, větví, atd.) kvůli ochraně čerpadla. Hmota dále směřuje do fermentorů.

Jako vstupní materiál se rovněž používají tekutiny shromažďované ve vstupní jímce. Vstupní jímka slouží k zásobě kapaliny pro ředění vstupních surovin a udržení maximální sušiny ve fermentorech tj. do 8 %. Do vstupní jímky jsou svedeny veškeré šťávy ze silážních žlabů v areálu a povrchová voda z okolních budov a zpevněných ploch. Cisternami je přivázena močůvka z provozů živočišné výroby v Libštátě a ve Svojkou. Při nedostatku kapaliny se vstupní jímka, místo koncového skladu, plní fugátem.

Mimo standardních vstupních surovin je bioplynová stanice schopna zpracovat i jiné materiály. Vždy se ale jedná o suroviny pocházející ze zemědělského provozu.



Obr. 18: dávkovač pevných substrátů



Obr. 19: macerátor (vlevo), multimix (vpravo)

8.3 Spotřebované suroviny BPS

	vstupy									
	slepičiny t/měsíc	mláto t/měsíc	kukuřice+výlisky t/měsíc	travní senáž t/měsíc	hnůj t/měsíc	obilí+pečivo t/měsíc	LTO l/měsíc	plyn m3/měsíc		
2012	leden	0		822	216	135	119	9866		
	únor	0		730	307	135	151	9612		
	březen	0		505	435	214	116	9864		
	duben	0		612	494	268	136	9667		
	květen	0		580	549	282	119	8604		
	červen	0		366	578	236	129	7513		
	červenec	0		324	795	271	142	8103		
	srpen	0		424	942	303	54	8670		
	září	0		569	854	284	69	8548		
	říjen	0		476	715	238	143	9067		
	listopad	0		517	776	258	97	9186		
	prosinec	0		570	855	285	102	8923		
	2012	0		6495	7516	2909	1377	107623		
2013	leden	0		496	744	248	93	7860		
	únor	26		482	723	241	38	7919		
	březen	39,96		547,02	722,6	240,87	52,73	8161		
	duben	55,91		460,38	838,63	279,54	44,06	8210		
	květen	59,1		557,14	886,76	295,59	52,06	8759		
	červen	42,15		395,76	632,2	231,3	42,74	6948		
	červenec	3,76	98,48	370,25	222,46	123,93	25,7	4563		
	srpen	36,8	183,06	898,31	198,21	341,82	84,28	7640		
	září	36,15	67,3	1074,25	291,87	288,8	60,69	8571		
	říjen	34	44,1	970,18	375	273	63,98	8150	293346	
	listopad	0	100,1	683,16	454,58	324,53	69,24	7448	245258	
	prosinec	74,36	6,42	68,01	1256,57	310,87	168,94	9446	294107	
	2013	408,19	499,46	7002,46	7345,88	3199,3	795,42	93675		

8.4 Výstupní materiály

8.4.1 Bioplyn

Bioplyn vzniká při jednostupňovém rozkladu organických látek ve fermentorech, kde je vytvořeno umělé prostředí podobnému zaživacímu traktu přežvýkavců. Trávení těchto zvířat představuje velmi podobný proces, jako je fermentace. Důležité je udržení teploty kolem 41°C a naprostá absence vzduchu a kyslíku. V zimě proto využíváme vyrobené teplo k dohřátí. Hmota je uvnitř fermentoru držena zhruba 60 dní. Vyrobený bioplyn je v kogenerační jednotce přeměňován na elektrický proud a teplo.

8.4.2 Digestát

Organickým zbytkem po získání bioplynu je digestát, který dále separujeme (oddělujeme pevnou část -separát od kapalné -fugát).

Separát se používá místo slámy na stlaní pod dobytek a kuřata.

Fugát se vyváží na pozemky jako vysoce kvalitní hnojivo. Fugát ve značné míře nahrazuje v zemědělském podniku dosud používaná minerální hnojiva.

8.4.3 Elektrická energie

Bioplyn se po získání dále zachytává v plynojemech, očistí se, ochlazením se zbaví vodních par a přes aktivní uhlí se vyčistí od sirovodíku. Dále je nasáván do motorů a spalován. Motor točí alternátorem, který vyrábí elektrický proud.

8.4.4 Teplo

Víceproduktem při získání bioplynu je teplo, které se dále využívá k ohřátí organických látek (fermentátu) ve fermentoru na teplotu 41°C a slouží k vytápění výkrmu kuřat, kanceláří, dílen v areálu a sušičky.



Obr. 20: pohled na separátor z blízka



Obr. 21: pohled na separátor z dálky

8.5 Elektrická energie

Elektrická energie se vyrábí pomocí kogenerační jednotky (KGJ), v které se spaluje vyrobený bioplyn. Pro zapálení se v naší KGJ používá lehký topný olej, kterého se spotřebuje cca 3,4kg/h. Elektrická energie se před dodáním do distribuční sítě dále transformuje v trafostanici z nízkého napětí 400V na vysokého napětí 35kV. BPS se skládá ze tří kogeneračních jednotek o celkovém elektrickém výkonu 1020kW.

8.5.1 Technické parametry KGJ

KGJ 340kW:

- mechanický výkon **356kW**,
- elektrický výkon **340kW**,
- tepelný výkon **317kW**,
- elektrická účinnost **46%**,
- tepelná účinnost **41%**,
- jmenovitý tepelný příkon **773kW**.

Motor Scania-Schnell:

- objem válců **15,6dm³**,
- válce **V8**,
- spotřeba bioplynu (50% metanu) **150m³/h**,
- spotřeba LTO **3,4kg/h**.

Alternátor Stamford:

- jmenovitý činný výkon **340kW**,
- účinník $\cos\varphi = 1$,
- jmenovitý proud **491A**.

Emisní hodnoty:

- **CO₂ <2000mg/m³**, **NO_x <1000mg/m³**, **Prach/saze <20mg/m³**

Hladina akustického tlaku motoru:

- ve vzdálenosti 1m **98dB(A)**,
- akustický výkon **113dB(A)**.



Obr. 22: pohled na trojici KGJ

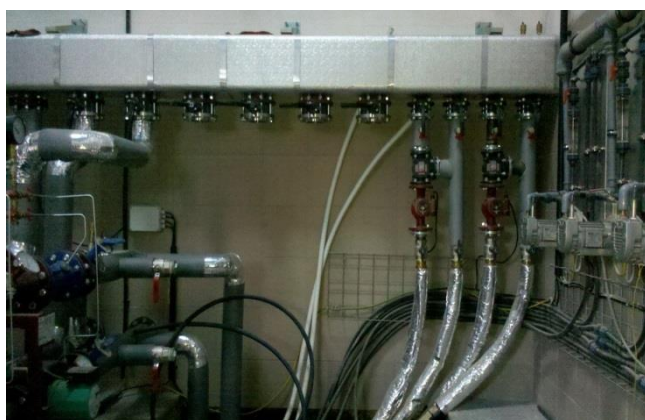


Obr. 23: výfuky a průduchy chladičů

8.6 Teplo

Při výrobě 1020kWh elektrické energie vznikne 951kWh tepelné energie. Z tohoto množství je možné zužítkovat 41%, což představuje 390kWh. Pro ochranu technologie a dalšího využití tepelné energie je instalován tepelný výměník s výkonem 500kW.

Teplo slouží prvotně k ohřátí fermentátu (hmota ve fermentorech). Nespoteřované teplo se odvádí přes výměník dále k vytápění hal určených pro výkrm kuřat, vytápění dílenských prostor a technického zázemí firmy. Další zbytkové teplo se bude dále spotřebovávat v nově zkonstruované pásové sušičce. V sušičce bude probíhat dosoušení obilí a separátu určeného k podestýlce kuřat a hovězího dobytka.



Obr. 24: tepelný výměník



Obr. 25: výkrm brojlerů



Obr. 26: výstavba sušičky

8.6.1 Využití odpadního tepla z intercooleru v sušičce

V říjnu 2013 byl instalován teplovod zkonstruovaný společností DS energie s. r. o (železná konstrukce potažená plachtou, sběrné potrubí z jeklového rámu, izolováno a poplechováno). Teplovod zajišťuje přívod předeřátého vzduchu do sušičky od intercooleru. Sušička teď využívá dva zdroje tepla – zmíněné teplo z intercooleru (nasávaný vzduch se do sušičky předeřívá na cca 40 °C). Druhým je teplo z vodního chlazení motorů - dohřívá se přes vodní topení (zabudované v sušičce) z devíti autochladičů na cca 70°C.



Obr. 27: před instalací teplovodu



Obr. 28 a 29: po instalaci teplovodu

8.7 Využití BPS- ekonomika, přínos

	maximálně vyrobená [kWh]	skutečně vyrobená [kWh]	využití max výkonu [%]	dodaná [kWh]	dodaná el. proti maximu [%]	spotřeba separace a sušička [kWh]	spotřeba separace a sušičky [%]	odebraná trafo [kWh]	spotřebovaná [kWh]	vl. Spotřeba z vyrobené energie [%]
2012										
leden	758880	569624	75,06	523889	69,03		0,00	272	46007,0	8,08
únor	709920	593640	83,62	549609	77,42		0,00	489	44520,0	7,50
březen	758880	556021	73,27	508819	67,05	970	0,17	423	48595,0	8,74
duben	734400	694819	94,61	639677	87,10	1288	0,19	232,5	56662,5	8,16
květen	758880	681134	89,76	633975	83,54	1116	0,16	498,5	48773,5	7,16
červen	734400	649644	88,46	600956	81,83	1491	0,23	758	50937,0	7,84
červenec	758880	666238	87,79	618964	81,56	1588	0,24	373,5	49235,5	7,39
srpen	758880	681761	89,84	632679	83,37	1924	0,28	131,5	51137,5	7,50
září	734400	678626	92,41	630133	85,80	2013	0,30	215,5	50721,5	7,47
říjen	758880	648644	85,47	600051	79,07	2415	0,37	197	51205,0	7,89
listopad	734400	670878	91,35	619917	84,41	1896	0,28	228	53085,0	7,91
prosinec	758880	712513	93,89	651626	85,87	2527	0,35	100	63513,6	8,91
2012	8959680	7803542	87,10	7210295,4	80,47	17228	0,22	3918,5	614393,1	7,87
2013										
leden	758880	662207	87,26	614903	81,03	1967,8	0,30	79	49350,8	7,45
únor	685440	561211	81,88	507044	73,97	1962	0,35	161	56290	10,03
březen	758880	651174	85,81	601710	79,29	2263	0,35	172	51899,00	7,97
duben	734400	673532	91,71	628314	85,55	2145	0,32	143	47506,00	7,05
květen	758880	705826	93,01	657270	86,61	2915	0,41	335	51663,00	7,32
červen	734400	499595	68,03	452560	61,62	2510	0,50	2480	52025,00	10,41
červenec	758880	355825	46,89	310962	40,98	1775	0,50	2107	48745,00	13,70
srpen	758880	607949	80,11	553313	72,91	5178	0,85	205	60019,00	9,87
září	734400	698074	95,05	640166	87,17	5837	0,84	120	63865,00	9,15
říjen	758880	662647	87,32	606332	79,90	5190	0,78	239	61744,00	9,32
listopad	734400	567230	77,24	531277	72,34	5150	0,91	925	42028,00	7,41
prosinec	758880	666874	87,88	598358	78,85	5290	0,79	369	74175,00	11,12
2013	8935200	7312144	81,84	6702209	75,01	42182,8	0,58	7335	659452,8	9,02

8.7.1 Ekonomika

1) ceny energií za rok 2013

	el. energie[kWh]	cena [Kč]
Silová energie	1	1,170
Zelený bonus od státu	1	3,06
Celková cena energie	1	4,23

Tab.1

2) investice do výstavby BPS byla 83 milionů korun a předpoklad je, že se investice vrátí za 8 let. To znamená, že každý rok se musí splatit 10 375 000 Kč (viz tab. 2). Provozní náklady zahrnují platy zaměstnanců, údržbu BPS, spotřebované suroviny atd. Uvedené údaje v tab. 2 jsou pouze orientační.

	el. energie [kWh]	cena za 1kWh [Kč]	zisk [Kč]
Vyrobená energie za rok 2013	7 312 144	4,23	30 930 369,12
Provozní náklady	-	-	- 20 555 369
Na splácení půjčky jde každý rok	-	-	10 375 000

Tab. 2

8.7.2 Přínos BPS společnosti

a) využíváním BPS Bělá se za rok 2013 ušetřilo 7 312,14 t hnědého uhlí (viz tab.3), které by se jinak spálilo v uhelných elektrárnách.

	energie [MWh]	uhlí [t]
Výhřevnost uhlí	1	1
Vyrobená energie BPS za rok 2013	7 312,14	7 312,14
Ušetří se uhlí za rok 2013	-	7 312,14

Tab. 3

b) životnost technologie BPS je cca 30 let. Budeme-li tedy počítat, že BPS vyrobí přibližně stejné množství energie každý rok, ušetří se za třicet let 219 364,2 t hnědého uhlí.

$$Ušetřené_{uhlí} = \text{vyrobená energie} \times 30 \text{ let}$$

$$Ušetřené_{uhlí} = 7\,312,14 \times 30$$

$$Ušetřené_{uhlí} = 219\,364,2 \text{ t}$$

c) díky BPS Bělá bylo životní prostředí loni ušetřeno o 8 479,4 t CO₂ (viz tab. 4).

	uhlí [t]	bioplyn [m ³]	CO ₂ [t]
Nespálením	7 312,14	-	8487,3
BPS vyprodukovala za rok 2013	-	394 200	7,88
Životní prostředí ušetřeno o	-	-	8 479,4

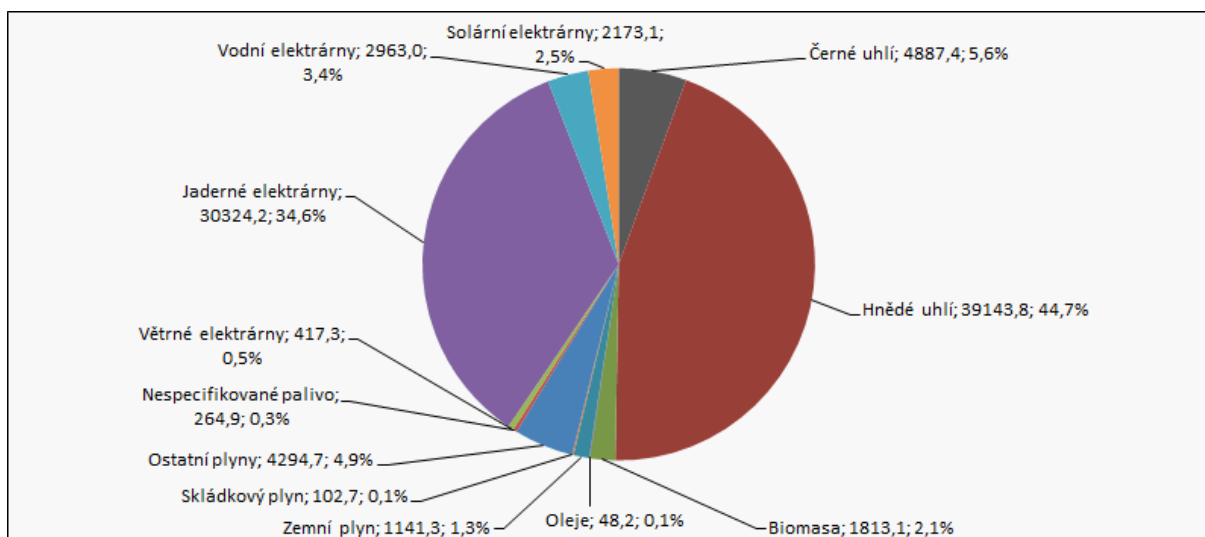
Tab. 4

d) Budeme-li počítat, že BPS bude vyrábět el. energii 30 let, životní prostředí uchrání od 254 382,6 t CO₂ (viz tab. 5).

	uhlí [t]	bioplyn [m ³]	CO ₂ [t]
Nespálením	254 619	-	295 539,9
BPS vyprodukuje za 30 let	-	11 826 000	274,4
Životní prostředí ušetřeno o	-	-	295 265.5

Tab. 5

e) V České republice k 31. 12. 2013 bylo evidováno 481 BPS o celkovém instalovaném výkonu 363,24 MW. Bylo vyrobeno 1 813 GWh el. energie, což činí 2,1 % z celkové výroby el. energie za rok 2013.



Obr. 30: graf výroby el. energie [GW/%]

8.8 Údržba BPS

8.8.1 Výměna rychloběžného míchadla

Ve středu 19. června 2013 proběhla na fermentoru č. 1 výměna rychloběžného míchadla o výkonu 11kW. Výměna byla nutná z důvodu závady stávajícího míchadla a zajišťovala ji pro firmu DS energie dodavatelská firma Weltec. Bylo nezbytné snížit hladinu ve fermentoru o minimálně 90 cm, aby bylo celé míchadlo včetně jeho upevňovacích čepů nad hladinou. Uzavřen byl ventil plynového potrubí fermentoru a ventil plynového potrubí propojující plynojemy, dále byl vypnut střešní ventilátor a otevřen výpustní ventil vzduchu. Všechna míchadla byla vypnuta. Poté byla provedena demontáž gumového pásu a krycího trapézového plechu tak, aby byla možná manipulace s kabelem míchadla. Dalším krokem bylo uvolnění střechy a vypuštění vzduchu z meziprostoru membrán. Díky tomu bylo možno nahlédnout shora do vnitřku fermentoru. Po vykonání výše popsaných odborných kroků došlo následně pomocí jeřábu k výměně míchadla.



Obr. 31: odkrytý fermentor č. 1



Obr. 32: výměna míchadla



Obr. 33: rozbité rychloběžné míchadlo (vlevo)

8.8.1 Výměna čerpadla

Ve čtvrtek 13. června 2013 proběhla výměna dosavadního vřetenového čerpadla zn. Seepex, se kterým byly již delší dobu problémy. Původní čerpadlo bylo vyměněno za čerpadlo zn. Vogelsang s rotujícími písty.



Obr. 34: montáž čerpadla



Obr. 35: namontované čerpadlo s rotujícími písty

9. Závěr:

BPS je odvětví výroby el. energie z obnovitelných zdrojů, které se díky dotacím rychle rozrůstá. Kdyby BPS nebyly dotovány, sotva by na sebe vydělávaly a návratnost investice do výstavby by nebyla 8 let. Životnost BPS je přitom okolo 30 let.

Velkou výhodou BPS je schopnost dodávat el. energii a teplo prakticky nepřetržitě, oproti jiným obnovitelným zdrojům, které jsou závislé na vnějších vlivech, např. větrné elektrárny na větru, fotovoltaické elektrárny na slunečním svitu.

Další výhodou je použití fugátu jako hnojiva na pole a separátu také jako hnojiva nebo po usušení místo slámy pod dobytek.

Přestože BPS jako obnovitelný zdroj mají řadu výhod, mají také několik nevýhod. Počínaje tím, že v kogeneračních jednotkách dochází ke spalování, a tím k produkci oxidu uhličitého (CO₂), oxidu siřičitého (SO₂), který se přísně hlídá, a dalších plynů. Navíc se do bioplynu přidává LTO, aby se motor lépe mazal a nezadřel se. Takže můžeme spekulovat, jestli tyto stanice jsou ekologické nebo ne. Dalším problémem je příprava siláže, senáže a jiných surovin, které se musejí buď vyrobit, nebo dovézt. S tím souvisí doprava a spotřeba nafty. Dále fakt, že BPS byly primárně určeny pro spotřebování zemědělských přebytků, což už dneska ve velké míře není pravda. Zemědělcům se nyní nevyplatí chovat krávy jen na maso a mléko, ale aby nezkrachovali, postaví BPS a pěstují plodiny primárně pro ni.

Je nepopiratelné, že samotné bioplynové stanice jsou ekologičtější než tepelné elektrárny, což ukazují hodnoty CO₂ v tab. 4. Musíme se však zamyslet i nad tím, že traktory, které se používají při hospodaření na polích, také vypouštějí CO₂. Domnívám se tedy, že kdybychom přičetli emise traktorů k emisím BPS, nebyla by celková bilance emisí tak optimistická.

Přes všechny problémy BPS si myslím, že jejich klady převažují nad zápory a v budoucnu budou hrát významnou roli na trhu s obnovitelnými zdroji.

10. Literatura:

<http://cs.wikipedia.org/>

<http://biom.cz/cz/>

<http://www.biofermentory.sk/>

<http://www.bioplyn.cz/index.htm>

<http://www.bioplyn.estranky.cz/>

<http://www.bioplyn.cs.cz/>

<http://www.bioplynove-stanice.com/cze/>

<http://www.bioproject.cz/lang/cz-cs/>

<http://www.cez.cz/>

<http://www.cz.bioconstruct.com/>

<http://www.czrea.org/cs/>

<http://www.enviweb.cz/>

<http://www.enviwiki.cz/>

<http://www.farmastonava.cz/bioplynova-stanice/>

<http://www.fermgas.cz/bioplynove-stanice/>

<http://www.idnes.cz/>

<http://www.johann-hochreiter.cz/>

<http://www.tzb-info.cz/>

<http://www.nazeleno.cz/>

http://www.nwt.cz/lang_cs/

<http://www.setrime-energie.cz/>

<http://www.dsagro.cz/>

<http://www.dsenergie.cz/>