

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH  
BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby

Katedra: Zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
**Bioplynové stanice a její vliv na životní prostředí**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marie Šístková, CSc.

Autor: Marek Mach

České Budějovice, 2013

### **Prohlášení studenta**

Student na tomto místě prohlašuje, že se jedná pouze o jeho dílo, předepsanou formulací:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval/a samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské – diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum:

Podpis studenta:

### **Poděkování**

Děkuji vedoucí mé práce Ing. Marii Šístkové, CSc. za ochotu při odborných konzultacích a možnosti realizaci vlastního měření k problematice daného tématu.

## **Abstrakt:**

V mé bakalářské práci se pokusím přiblížit téma významu a provozu bioplynových stanic a jejich možné hlučné zátěže na okolní prostředí zejména na obydlené části obcí, v nichž se bioplynové stanice nacházejí. Teoretická část je zaměřena na veškerý provoz bioplynových stanic, od jejich rozdělení, přes možné vstupy a výstupy a také procesy, které se uvnitř stanice dějí. V teoretické části jsou také uvedeny hodnoty hluku, které může strojní zařízení vydávat pro nerušení okolního prostředí.

Cílem praktické části této práce bylo změřit hodnoty hluku vydávaném dvěma stanicemi při plném výkonu a pokud možno za všech provozních podmínek, jako je nakládání vstupních surovin a vývoz digestátu. Z naměřených hodnot se budeme snažit zjistit, zda stanice neovlivňují život okolním obcím a jejich obyvatelům.

Klíčová slova: Bioplynová stanice; bioplyn; digestát; generátor; hluk;

## **Abstract:**

In my work I try to bring the topic of meaning and operation of biogas plants and their possible noisy burden on the surrounding environment, especially in populated parts of the municipalities in which the biogas plants are located. The theoretical part is focused on all traffic biogas, from their division, despite possible inputs and outputs, and the processes that happen inside the station. The theoretical part also contains noise that can be issued for machinery undisturbed environment.

The practical part of this work was to measure the noise emitted by the station at full capacity, and if possible under all operating conditions, such as management of raw materials and export of digestate. From the measured values, we will try to determine if stations do not affect the life of the surrounding communities and their residents.

Key words: Biogas plant; biogas; digestate; generator; noise;

## Osnova práce:

1. Úvod.....	9
2. Literární přehled.....	10
2.1. Bioplynová stanice .....	10
2.1.1. Produkty bioplynové stanice .....	10
2.1.2. Provoz bioplynové stanice .....	10
2.1.3. Bioplynové stanice podle vstupů .....	11
2.1.4. Zemědělská bioplynová stanice .....	11
2.1.5. Průmyslová bioplynová stanice .....	12
2.1.6. Komunální bioplynová stanice .....	12
2.1.7. Bioplynové stanice u nás a v Evropě .....	13
2.1.8. Současnost a perspektiva .....	13
2.2. Producenti bioplynu.....	14
2.3. Výroba bioplynu z odpadů agrokomplexu .....	15
2.3.1. Technologie anaerobní fermentace .....	16
2.3.2. Technologie anaerobní fermentace vybraných druhů odpadů .....	17
2.3.3. Exkrementy hospodářských zvířat .....	17
2.3.4. Fytomasa jako substrát pro fermentaci .....	18
2.4. Fermentační zbytek .....	19
2.5. Bioplynové stanice a zápach .....	20
2.6. Hluk .....	21
2.6.1. Hluk jako faktor životního prostředí.....	21
2.6.2. Účinky hluku na člověka.....	22
2.6.3. Typy zdrojů hluku v mimopracovním prostředí .....	23
2.6.4. Stacionární zdroje- povaha.....	23
2.6.5. Limity hluku ve venkovním prostoru .....	24

3. Cíl práce .....	25
4. Představení měřených bioplynových stanic .....	26
5. Metodika měření .....	28
6. Výsledky měření .....	30
6.1. Zaznamenané hodnoty hluku stanice v Chotýčanech.....	30
6.2. Ekvivalentní hladina hluku stanice v Chotýčanech.....	33
6.3. Zaznamenané hodnoty hluku stanice v Olešníku .....	34
6.4. Ekvivalentní hladina hluku stanice v Olešníku .....	36
7. Zhodnocení výsledků měření .....	38
8. Závěr a diskuze .....	39
9. Seznam použité literatury.....	40

## 1. Úvod

Rozvoj bioplynových stanic zažívá v posledních letech značný rozvoj. I v našem regionu jižních Čech se čím dál častěji setkáváme s těmito zařízeními nebo jejich stavbami, což mi pomohlo i k danému měření produkovaného hluku. Při rozhodování zda vybudovat bioplynovou stanici na naší farmě bychom měli vycházet z několika faktorů. Hlavními faktory, kterými bychom se měli zabývat jsou velikost živočišné a rostlinné výroby. Prakticky všechny organické odpady jsou kvalitní vstupní suroviny. Ať už jde o kejdu a hnůj z chovu skotu či prasat nebo kukuřičnou siláž. Výjimkou není biologicky rozložitelný komunální odpad nebo čistírenské kaly. Čím mají materiály větší vlhkost, tím jsou vhodnější pro vstup do bioplynové stanice. Často se používá princip kofermentace. Jde o zpracování různých vstupních materiálů v jednom zařízení. Díky správné kombinaci substrátů můžeme docílit lepšímu složení, které bude mít příznivý vliv na průběh procesu výroby bioplynu a to jak kvalitou, tak množstvím.

Lidé v blízkém okolí mají strach z působení bioplynové stanice na jejich každodenní život. Bojí se zápachu, hluku, zvýšené prašnosti a většího dopravního provozu kolem jejich bydliště. Když je ovšem stanice provozována dle daných předpisů a postupů, únik plynů spojených s provozem je vyloučen. Provoz stanice je zajišťován bez přístupu vzduchu v uzavřeném prostoru. Naopak může být provoz pro obyvatele, v níž se stanice nachází přínosem. Bioplyn ve většině bioplynových stanicích je využíván k výrobě elektrické energie a tepla. A tímto teplem mohou budovy v okolí ohřívat vodu nebo celý objekt. Samotná stanice spotřebuje pro vlastní provoz přibližně jednu třetinu své vyprodukované elektrické energie.

## **2. Literární přehled**

### **2.1. 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 digesti se používají další shodné termíny – anaerobní fermentace, metanová fermentace, metanové kvašení a podobně. [1]

#### **2.1.1. Produkty bioplynové stanice**

Produktem anaerobní digesce je především bioplyn, dále tzv. digestát (tuhý zbytek po vyhnutí) a fugát (tekutý zbytek po vyhnutí). Bioplyn má výhřevnost v intervalu 18 – 26 MJ/m<sup>3</sup>, jeho výhřevnost je závislá na obsahu metanu (55 – 70 %). Digestát může sloužit jako kvalitní hnojivo, fugát má charakter odpadní vody a je většinou odváděn do čističky odpadní vody. Bioplyn vyrobený v bioplynové stanici se spaluje v kotlích. Vzniklým teplem lze vytápět budovy, popř. ohřívat vodu. V provozu jsou i zařízení, kde dochází ke kombinované výrobě tepla a elektřiny v tzv. kogenerační jednotce. [1]

#### **2.1.2. Provoz bioplynové stanice**

V současnosti je v provozu v ČR více než 360 stanic (pro srov. 2008 – cca 20 stanic) a jejich přehled nabízí online mapa na stránkách [www.biom.cz](http://www.biom.cz). V bioplynové stanici se biomasa zahřívá na provozní teplotu ve vzduchotěsném reaktoru - fermentoru, kde zůstává pevně stanovenou dobu. Optimální teplota pro anaerobní digesti 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. [1]



Proces anaerobní digesce 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. [1]

### **2.1.3. Bioplynové stanice 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. [1]

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. [1]

### **2.1.4. 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. [1]

Pro výstavbu kvalitní zemědělské stanice bylo na žádost Ministerstva zemědělství ČR zpracováno Českým sdružením pro biomasu (CZ Biom) Desatero přípravy bioplynových stanic, které obsahuje zásady pro zprovoznění kvalitního zařízení: 1. precizní příprava projektů, 2. dostatek kvalitních surovin, 3. výtěžnost bioplynu, 4. spolupráce s místní samosprávou, 5. spolehlivá a ověřená technologie, 6. optimalizace investičních nákladů, 7. volba kogenerační jednotky, 8. využití odpadního tepla, 9. nakládání s digestátem, 10. další možnosti využití. [1]

### **2.1.5. 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. [1]

### **2.1.6. Komunální bioplynová stanice**

Komunální bioplynové stanice zpracovávají komunální bioodpady. Komunální odpad zahrnuje odpad z údržby zeleně, vyříděné 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. [1]

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. [1]

### **2.1.7. Bioplynové stanice u nás a v Evropě**

Většina bioplynových stanic na území České republiky zpracovává bioodpady zemědělské prvovýroby. Rezervy existují především v oblasti komunálních bioplynových stanic. Nejstarší bioplynová stanice byla vybudována v roce 1974 a nachází se v Třeboni. České sdružení pro biomasu odhaduje, že v blízké budoucnosti se počet bioplynových stanic výrazně zvýší. [1]

Bioplynové stanice mají tradici v evropských zemích. Nejvíce zkušeností s technologií výroby bioplynu má sousední Německo. Více než 3500 bioplynových stanic je především komunálního typu a jejich provoz navazuje na dobrý systém zacházení s komunálním odpadem. Ekologicky zaměřené severoevropské země Švédsko a Dánsko využívají bioplyn ve velké míře. Ve Švédsku se bioplyn využívá také k pohonu vozidel, byl zde zprovozněn první. [1]

### **2.1.8. Současnost a perspektiva**

V současné době patří Česká republika mezi deset největších producentů bioplynu v Evropě. Funguje zde 342 bioplynových stanic o celkovém instalovaném výkonu 244,46 Mwe (hodnoty ke konci června 2012). Celková roční výroba elektřiny v roce 2011 pak dosáhla hodnoty 868,2 GWh. Veškerý vyrobený bioplyn je využíván v kombinované výrobě elektrické energie a tepla (KVET). V České republice zatím neexistuje stanice na úpravu bioplynu na biometan. V Národním akčním plánu pro energii z obnovitelných zdrojů si Česká republika stanovila za cíl zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie (OZE) na hrubé konečné spotřebě v roce 2020 na 13,5%. Podíl výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé tuzemské výrobě elektřiny k datu 31. Července 2012 dosáhl 10,2%. Podíl bioplynu na OZE pak dosáhl hodnoty 14,1% při kumulované výrobě 754,4 GWh elektrické energie. [2]

Prvních pět měsíců roku 2012 bylo ve znamení turbulentních změn související legislativy, které na konci května ukončilo vyhlášení zákona č. 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie. Tato komplexní novela původního zákona č. 180/2005 Sb. pak přinesla několik zásadních omezení pro další rozvoj všech obnovitelných zdrojů energie. Mezi nejvýznamnější řadíme především autorizaci nových výroben elektřiny (na kterou „pochopitelně“ není zákonný nárok), silné

navázání podpory na národní akční plán pro obnovitelné zdroje energie a zrušení pevné výkupní ceny elektřiny. Za velkou výhru je považováno definování biometanu jako obnovitelného zdroje energie a zavedení jeho podpory, která se svojí podstatou řadí k nejmodernějším podpůrným schémátům v Evropě. Pro chaotické pojetí OZE v ČR je snad až příznačné, že tento vskutku moderní nástroj nestihne být realizován před nástupem všeobecného útlumu podpory OZE. [2]

Rok 2012 byl tedy posledním rokem s dynamickým rozvojem celkového výkonu bioplynových stanic. Z dosahovaných hodnot výroby očekáváme překročení několika historických milníků, a to ještě před koncem roku 2012. První z nich je výroba 1Twh (1000 GWh) elektřiny, drhým pak překročení instalovaného výkonu 300 MW. [2]

V roce 2013 a v následujících letech se pak očekává útlum výstavby nejen bioplynových stanic, ale celého oboru obnovitelných zdrojů energie. Důvodem je velmi specifické pojetí Akčního plánu pro OZE, které zpracovalo Ministerstvo průmyslu a obchodu společně s Energetickým regulačním úřadem. Akční plán se stal účinným nástrojem omezení rozvoje výroby OZE, a to se silnou vazbou na zákon č. 165/2012 Sb. Vzhledem ke skutečnosti, že cíle Akčního plánu budou pravděpodobně již koncem roku 2012 dosaženy, je v současné politické situaci prakticky jisté, že podpora výkupu (zelený bonus) nebude od konce roku 2014 vyhlášena. [2]

## **2.2. Producenti bioplynu**

Důležitým mezníkem v historii výroby bioplynu v České republice bylo vydání zákona č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů). Podpora výroby bioplynu jak na zemědělských bioplynových stanicích, tak čistírnách odpadních vod a skládkách je tedy zakotvena v legislativě České republiky. Vzhledem k tomu, že kalový bioplyn je vázán na čistírny odpadních vod, k největšímu rozvoji došlo v oblasti zemědělských bioplynových stanic a využití skládkového plynu. [2]

Na počátku roku 2007 začaly vznikat první „klasické“ zemědělské bioplynové stanice. Přívlastkem „klasické“ jsou myšleny takové, na kterých jsou spolu

s vedlejšími produkty živočišné výroby zpracovávány ještě cílené pěstované energetické plodiny. Od té doby dochází k rychlému rozvoji zemědělských bioplynových stanic. V letech 2008 a 2009 jich každým rokem přibylo asi 40. V lednu 2010 bylo v České republice 91 zemědělských bioplynových stanic, které využívaly bioplyn v kombinované výrobě elektřiny a tepla s celkovým výkonem 54 MW. [2]

Na konci roku 2009 začínaly převažovat bioplynové stanice zpracovávající pouze energetické plodiny. Tento nový trend byl primárně založen na nízkých ekonomických výstupech živočišné výroby, které se již řadu let odráží v poklesu množství chovaných užitkových zvířat v České republice. Výroba kalového plynu je technicky vázána k čistícím odpadním vod. Zákon č. 180/2005 Sb. měl vliv na využívání kalového plynu a podpořil využívání anaerobní stabilizace na ČOV. Poté co nabyl účinnosti, došlo především k optimalizaci procesu využívání kalového plynu. Kombinovaná výroba energie a tepla dostala přednost před pouze tepelným využitím. Na konci ledna 2010 bylo v České republice 57 ČOV s KVVET z kalového plynu a celkový instalovaný výkon dosahoval 18 MW. [2]

V České republice je většina komunálního odpadu ukládána na skládkách, protože téměř nedochází k separaci biologicky rozložitelné frakce. Na skládkách se hromadí velké množství organického materiálu, který podléhá samovolnému rozkladu. Hlavním důvodem odplynění skládek je snížení emisí metanu do ovzduší. Jímání a využívání skládkového plynu rychle dosáhlo hranice svých možností. Většina velkých skládek je touto technologií vybavena, ty menší také pomalu naplňují limity trhu. Veškerý skládkový plyn je využíván v KVVET. V současnosti je v České republice tato technologie využívána na 63 skládkách komunálního odpadu a celkový instalovaný výkon dosahuje 23 MW. [2]

### **2.3. Výroba bioplynu z odpadů agrokompexu**

Pro bioenergetické transformace na bioplyn lze v zemědělství a potravinářství použít všechny organické látky. Jedná se o tekutý hnůj prasat, chlévskou mrvu skotu a energetické plodiny rostlinné výroby. Jejich produkce neoddělitelně doprovází zemědělskou prvovýrobu a bioenergetické využití se přímo nabízí. Přitom nedochází

ke snížení hnojivové hodnoty slamnatého hnoje a u tekutého hnoje se řeší jeho využití vůbec. Bioenergetická transformace směřuje k výrobě bioplynu a elektrické energie. Bioplyn může být dále transformován na energii tepelnou i na energii mechanickou např. ve spalovacích motorech, sušárnách píce, vytápění objektů zemědělských i vlastních bioreaktorů apod. [3]

Na začátku obou těchto transformací energie z organických odpadů je sluneční energie s fotosyntetickou látkovou transformací, tj. s tvorbou biomasy, která se stává následně předmětem bioenergetických transformací jak základních (bioplyn), tak vyšších, kterými jsou následné transformace ušlechtilých energií krmiv a potravin. Z naznačeného vyplývá stěžejní úloha sluneční energie v základních i vyšších energetických transformacích, z nichž většina jsou bioenergetické transformace. [3]

### **2.3.1. Technologie anaerobní fermentace**

Veškeré technologické postupy používané při zpracování jakýchkoli odpadů by měly vést k jejich maximálnímu využití. Jednou z metod, které se používají ke zpracování tzv. biologicky rozložitelných odpadů je technologie anaerobní fermentace (fermentační technologie bez přístupu vzduchu). Další možností využití biologicky rozložitelných odpadů je např. technologie kompostování (fermentační technologie s přístupem vzduchu) a technologie termického zpracování odpadů. [4]

Technologií anaerobní fermentace se získává z biologicky rozložitelného odpadu plyn – bioplyn a tento proces označovaný jako „anaerobní metanová fermentace organických látek“ se také někdy nazývá: -anaerobní digesce, biogasifikace nebo biometanizace. [4]

Technologie anaerobní fermentace je s ohledem na stavební a technické vybavení považována za jednu z náročnějších metod zpracování biologicky rozložitelných odpadů, protože náklady na výstavbu nové bioplynové stanice jsou přibližně dvakrát až třikrát vyšší oproti nákladům na výstavbu kompostárny. Bioplynovou stanicí, která je vybavena tzv. kompostovací koncovkou, lze považovat za „dokonalou“ kompostárnu, z níž lze získat energii (elektrická energie a teplo) z produkovaného bioplynu a stabilizovaný produkt, který je za daných podmínek použitelný jako organické hnojivo. [4]

### **2.3.2. Technologie anaerobní fermentace vybraných druhů odpadů**

Anaerobní fermentace zemědělských odpadů je nejvíce využívána při zpracování exkrementů hospodářských zvířat. Výběr fermentační technologie především ovlivňuje druh, složení a množství (např. denní produkce) exkrementů. [4]

V ČR patří mezi nejrozšířenější chované druhy hospodářských zvířat skot, prasata a drůbež. [4]

Skot patří do skupiny přežvýkavců a jeho zažívací ústrojí je uzpůsobeno ke zpracování potravy s vysokým obsahem celulózy, což způsobuje, že exkrementy skotu jsou v jeho zažívacím traktu více rozloženy, a tudíž mají nižší energetický potenciál než exkrementy prasat, resp. všech monogastričních zvířat. Naopak exkrementy drůbeže mají energetický potenciál nejvyšší. [4]

Znalost samotné kategorie zvířat ovšem nestačí, neboť anaerobní technologii dále ovlivňuje celá řada faktorů působících na jejich vlastnosti a složení, jako je např. vliv druhu používaných krmiv, typu ustájení (bezstelivové, stelivové), způsob odklizu exkrementů (hydraulický, gravitační, mechanický). [5]

### **2.3.3. Exkrementy hospodářských zvířat**

Exkrementy hospodářských zvířat jsou nejvhodnějším odpadem pro pro zpracování technologií anaerobní fermentace. Tradičně se tyto odpady využívaly k přímému hnojení půdy nebo po smíchání se slámou na slamnatý hnůj. [4]

Mnohdy bývá na exkrementy (zejména kejdu) zcela nesprávně pohlíženo jako na látky škodlivé, tj. do jisté míry jako na odpad nebezpečný vůči životnímu prostředí, který by měl být zcela nebo alespoň zčásti odstraňován. Je jistě pravdou, že neuvážené nakládání s exkrementy hospodářských zvířat může negativně působit na životní prostředí v mnoha ohledech, ale zároveň je třeba si uvědomit, že exkrementy představují největší zdroj organických látek, které je třeba v rámci zachování úrodnosti a dobrých půdních vlastností do půdy opětovně vracet (zvláště při dnešní intenzivní produkci v rostlinné výrobě). Bez dostatku organických látek v půdě není následně možné ani dobré využití dávek průmyslových hnojiv, byť aplikovaných ve vyšším množství. Samozřejmostí zůstává i narušování půdní struktury. [6]

Rychlým anaerobním zpracováním kejdy lze např. snížit ztráty hnojivých látek v ní obsažených, neboť jinak dojde k nežádoucímu rozkladu organické hmoty. Řízeným bakteriálním rozkladem vznikají huminované složky ve větším množství než v půdě a je konvertován stabilizovaný produkt s podstatně nižším bakteriálním oživením. [4]

Technologie využívající produkci bioplynu navíc přináší většinou i podstatný energetický zisk. [7]

Exkrementy z velkokapacitních chovů (zpravidla bezstelivových) jsou nutně rozdílné od exkrementů, které jsou produkovány hospodářskými zvířaty na drobných farmách, protože bývají značně naředěny vodou a zejména postrádají přísadu uhlíkatého zdroje (slámy). Exkrementy z velkokapacitních chovů jsou tedy pod přímou aplikací do půdy bez předchozí úpravy aerobní a anaerobní fermentací nevhodné, neboť pro vytváření strukturotvorných půdních agregátů je nutné dodržet optimální poměr C:N. [5]

#### **2.3.4. Fytomasa jako substrát pro fermentaci**

V současnosti se prudce rozvíjí výroba bioplynu z energetických rostlin a rostlinných odpadů. Pro metanizaci je zvláště vhodná fytomasa při sklizňové vlhkosti nad 45% a s poměrem C:N v rozpětí 20-30:1. Fytomasa sušší a fytomasa se širším poměrem C:N je vhodnější pro přímé spalování. [4]

Jednou z metod anaerobní fermentace je technologie, při které v tzv. batch fermentorech travní fytomasa při teplotě 32 °C produkovala téměř nejvíce bioplynu (650 l na kg organických látek) v porovnání se zvířecími fekáliemi, jatečnickými odpady a biologicky rozložitelným komunálním odpadem: pouze u kalů ČOV byl získán výtěžek větší. Travní fytomasa vykazuje ve srovnání s ostatními substráty nejvyšší dynamiku produkce bioplynu od počátku fermentace až do 20. dne. V průběhu tohoto období bylo vyprodukováno 97% veškeré produkce. [8]

Další možností jak využívat fytomasu k získávání bioplynu je tzv. kofermentace (spolufermentace) fytomasy. Jedná se o metodu, která je založena na využití tradičních míchacích reaktorů plněných kontinuálně nebo diskontinuálně většinou v denních intervalech substrátem o sušíně 10%. [4]



Reaktory se plní směsí fytomasy a kejdy, přičemž sušina kejdy v substrátu činí vyšší podíl než sušina fytomasy. Přídavek fytomasy optimalizuje poměr C:N a kejda vnáší do substrátu potřebné živiny a mikroelementy nevyhnutelné pro růst mikroflóry. [4]

Tato metoda umožňuje zvýšit účinnost tradičních bioplynových stanic, např. v substrátu, v němž sušina fytomasy tvoří 50% souhrnného zatížení, lze získat nejvyšší výtěžek bioplynu. [10]

## 2.4. Fermentační zbytek

Fermentační zbytek z provozu bioplynové stanice, tzv. digestát můžeme oddělit na pevnou složku – separát, který lze aplikovat jako organické hnojivo na zemědělskou půdu. Po separaci pevného zbytku zůstává tekutý fugát, který je možné využít v rámci provozu bioplynové stanice, rovněž jako hnojivo či ho lze vypustit na čistírnu odpadních vod, nikoliv do vodoteči.

Jestliže má být digestát použit jako hnojivo, musí splnit podmínky dané zákonem č. 156/1998 Sb., o hnojivech včetně případné registrace či ohlášení u Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského. Skladovat digestát lze v nepropustných nadzemních, popřípadě částečně zapuštěných nádrží nebo v zemních jímkách. Tuhý separát pak možno skladovat ve stavbách zabezpečených stejným způsobem jako stavby pro skladování tuhých statkových hnojiv s vyloučením přítoku povrchových nebo srážkových vod, jejichž součástí je sběrná jímka tekutého podílu. Pokud separát pochází ze statkových hnojiv, může být před použitím uložen na zemědělské půdě nejdéle po dobu 24 měsíců. Nesmí dojít k přímému vniknutí či ke splachu hnojiva do povrchovým vod a na sousední pozemky. Musí být dodržen ochranný pás, kde se nehnojí o šířce 3 m okolního vodního toku. Pozornost aplikaci by měli věnovat zemědělci hospodařící ve zranitelných oblastech (přibližně 50% zemědělské půdy) – např. omezení hnojení (zákazy hnojení či omezení celkové dávky dusíku k plodinám). Pokud výstup z bioplynové stanice není aplikován na zemědělskou půdu za účelem hnojení, jedná se o odpad, případně rekultivační digestát a je třeba dále postupovat podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech. [4]

## 2.5. Bioplynové stanice a zápach

Základem bezproblémového provozu bioplynových stanic je dodávka takových vstupů, jimž je technologie ve všech ohledech přizpůsobena. U zemědělské rostlinné produkce (obilniny, kukuřice, sláma, senáž a ostatní rostlinné suroviny) problémy nejsou. V případě kejdy, zvláště prasečí, je nutné zajistit, aby nedocházelo k úkapům a znečištění okolí při převozu a přečerpávání. Pokud mají být zpracovávány živočišné produkty, musí být převáženy zakryté. Technologie pak musí být vybavena sterilizační jednotkou na hygienizaci těchto produktů a také prostorem na čištění a desinfekci dopravních prostředků a přepravních nádob před výjezdem z bioplynové stanice. Jako ochrana před zápachem z provozu mají být zásobníky vstupních surovin a sterilizační jednotky uzavřené a opatřené na tzv. biofiltr. To je prostor vyplněný porézním materiálem (dřevní štěpka, hobliny, kompost aj.) s bakteriemi, které odbourávají pachové látky. Nutno upozornit, že biofiltr by měl být v zimě ohříván, protože při nízkých teplotách není funkční. Filtry s aktivním uhlím se u bioplynových stanic neosvědčily.

Další podmínkou je dodržení provozní kázně. Mezi to patří doba zdržení fermentovaného obsahu v procesu anaerobní digesce po dobu alespoň třiceti dnů za patřičných teplotních podmínek. Pokud provozovatel upřednostní výtěžnost bioplynu, může nevyzrálý zbytek obtěžovat zápachem. Velikost zásobníků na fermentační zbytek musí mít velikost na čtyři měsíce provozu. U zemědělských stanic nemusí být uzavřeny, pokud však stanice pracují s biologicky rozložitelnými odpady, měly by být zakryté.

Při umístění provozu je vhodné zohlednit rozptylové podmínky v oblasti v souvislosti s obydlenu zástavbou, umístění na závětrné straně a také vhodné přepravní trasy zapáchajícího materiálu. Při podání návrhu na vydání územního rozhodnutí je vhodné požádat stavební úřad o vyhlášení ochranného pásma §83 stavebního zákona: u zemědělských bioplynových stanic alespoň 300 m vzhledem k územnímu plánování rodinné výstavby, u ostatních bioplynových stanic pak minimálně 800 m. [4]

## 2.6. Hluk

### 2.6.1. Hluk jako faktor životního prostředí

Zvuk je přirozeným projevem přírodních jevů a životní aktivity člověka. Slyšení je přitom pro něho jedním z nejbohatších informačních zdrojů a velmi účinným poplašným systémem. Hlukem se může označit každý nežádoucí zvuk. Jinak nelze hluk přesněji fyzikálně definovat, neboť velmi záleží na vztahu člověka k danému zvuku. Pro někoho může být tento zvuk hlukem, ale pro jiného občana bude důležitým zdrojem informací. Proto boj proti hluku není bojem proti hluku vůbec, ale bojem proti zbytečně neúměrně silnému hluku, který ruší a zneprůjemňuje pobyt a práci člověka, popřípadě ohrožuje jeho zdravotní stav.

Nadměrný hluk zaujímá v řadě faktorů ohrožujících naše životní prostředí stále důležitější místo. Účinky hluku na lidský organismus se nijak výrazně výstražně projevují. Dočasné snížení citlivosti sluchu jsou často překrývány jinými zdravotními potížemi a proto se jim nevěnuje obvyklá pozornost. Hluk nevyvolává hromadný výskyt onemocnění a jiné katastrofální situace. Účinek hluku je navíc individuálně různý podle osoby, na kterou působí.

V současné době je na škodlivé účinky hluku soustředěna pozornost mnoha odborníků v oblasti zdravotnictví. Stejně tak se měřením a snižováním hluku zabývají stále větší skupiny odborníků různých profesí.

Jednou z nejzávažnějších vlastností zvuku a hluku je, že se šíří na poměrně velké vzdálenosti, stovky metrů i více. Přitom se šíří stejně dobře vzduchem i vodou nebo pevnou látkou, např. konstrukcí stavby. Za určitých podmínek se může akustické vlnění odrážet, lomit a ohýbat. Když působí např. pouze jeden zdroj hluku, může obklopit naše pracoviště nebo místo pobytu v důsledku uvedených afektů akustická energie tak, že není možno předem určit kde je zdroj umístěn. To se projevuje zejména uzavřených a polozavřených prostorech. V důsledku tohoto projevu působí hluk na každého, kdo je v dosahu akustické energie. Postihuje tedy nejenom toho, kdo zdroj obsluhuje, ale i osoby, které se zdrojem nemají nic společného a pro něž je hluk nežádoucí a zbytečný. Jako výstižný příklad je možné uvést silniční vozidlo, které často využívá pouze jedna osoba. Hlukem tohoto vozidla není zasažen pouze jeho uživatel, ale tisíce lidí na ulicích města a v přilehlých obytných budovách. Ve

volném terénu může běžný dopravní prostředek svým hlukem zamořit území o ploše několika čtverečních kilometrů.

V technické literatuře se někdy udává, že vzrůst hlučnosti v našem životním prostředí činí cca 1 dB za rok. Tento údaj je pouze hrubý, ukazuje prudký vrůst hlučnosti a varuje nás před dalším možným nepříznivým vývojem. Těžko by se dnes našla významnější skupina lidí, která by nebyla denně exponována ve značné míře akustickou energií. Všichni občané našich měst jsou v mimopracovní době exponováni dopravním hlukem.

Vývoj techniky směřuje ke stálému zvyšování výkonu strojů a technologických zařízení. Mezi mechanickým a akustickým výkonem existuje přímá úměrnost, což je hlavní důvod růstu hlučnosti.

K růstu hlučnosti přispívají i některé tendence při vylehčování konstrukcí strojů a zařízení. Významným měřítkem kvality výrobků se stává poměr mezi výkonem a vlastní hmotností. Vylehčené a ne zcela dobře z hlukového a vibračního hlediska vyvinuté konstrukce strojů často ztrácejí zvukoizolační schopnost a způsobují prudké zvýšení vyzařování akustických výkonů.

Z naznačených příčin vzniku a růstu hlučnosti lze učinit závěr, že z hlediska ochrany člověka před nadměrným hlukem je potřeba si všimnout zejména oblastí: konstrukce a výroby strojů a zařízení, pracovního prostředí, venkovního prostoru a vnitřního prostoru obytných budov a staveb. [11]

### **2.6.2. Účinky hluku na člověka**

Základem určujícím účinek hluku je jeho intenzita. Člověk se necítí dobře v prostředí s nezvykle nízkou hladinou akustického tlaku. Hodnoty okolo 20 dB považuje většina lidí již za hluboké ticho. Hladinu 30 dB hodnotí lidé jako příjemné ticho. Od 65 dB výše se začínají již nepříznivě projevovat účinky hluku zejména změnami vegetativních reakcí. Při trvalém pobytu v prostředí, kde hladiny akustického tlaku přesahují 85 dB již vznikají trvalé poruchy sluchu. Současně se ve větší míře projevují účinky na vegetativní systém a celou nervovou soustavu. Při 130 dB se obvykle účinky hluku mění na bolesti ve sluchovém orgánu. K protržení bubínku dochází při hladinách okolo 160 dB.

Nebezpečnost hluku spočívá v tom, že lidský organismus nemá prakticky proti působení akustických signálů významnější obranné funkce. Problém ochrany sluchu není pouze v technickém řešení, ale také v ekonomické oblasti, neboť výrobek, u kterého se budou aplikovat protihluková opatření, se může stát mnohonásobně dražším. Je proto nutné vždy zvolit kompromis mezi technickými a ekonomickými možnostmi společnosti, přičemž hygienické předpisy jsou hlukovým kritériem. [11]

### **2.6.3. Typy zdrojů hluku v mimopracovním prostředí**

a) Hluk z mobilních zdrojů (dopravy): -pozemní (silniční, železniční), letecká, vodní

b) Hluk stacionárních zdrojů- technické zdroje, náhodné zdroje [12]

### **2.6.4. Stacionární zdroje- povaha**

Při rozhodování o volbě metodiky měření musíme zjistit, zda má předmětný zdroj hluku takové vlastnosti, že lze jeho hlučnost měřením objektivně a reprodukovatelně zjistit. Z tohoto hlediska můžeme rozlišovat zdroje hluku následovně:

Technické zdroje hluku: -jsou stroje a zařízení, u nichž můžeme měřením objektivně a reprodukovatelně zjistit míru hlukové emise (hladinu akustického výkonu) resp. imise (hladinu akustického tlaku) v posuzovaném místě. Hodnoty získané měřením jsou objektivní a lze je použít pro účely úředního rozhodnutí.

Náhodné zdroje hluku: - jsou takové zdroje hluku, u nichž nelze zajistit reprodukovatelnost hlukové emise, a u nichž není prakticky možná její následná kontrola. Hodnoty získané měřením těchto zdrojů platí jen pro danou situaci v okamžiku a nelze je použít pro účely objektivního úředního rozhodnutí. Za náhodné zdroje hluku v tomto smyslu nelze považovat nepravidelné, resp. nahodilé používání technických zdrojů hluku jako jsou hudební produkce (živá i reprodukováná), hlasové projevy lidí (živé i reprodukováné, „hlasové“ projevy zvířat, přírodní hluky.

Hluk náhodných zdrojů hluku se vyznačuje tím, že rušivý hluk je velmi různého charakteru s náhodným výskytem i náhodnými změnami v amplitudové i frekvenční

oblasti, takže jej nelze měřením opakovatelným způsobem objektivizovat pro účely úředního rozhodnutí. Měření podle dosud známých metod nemůže vystihnout zvláštní charakter rušení, ke kterému u tohoto hluku dochází. Rušivý vliv takovýchto zdrojů spadá do oblasti rušení veřejného pořádku a je tedy třeba jeho omezování či eliminaci v těchto intencích řešit. [12]

### 2.6.5. Limity hluku ve venkovním prostoru

Posuzuje se nejvyšší přípustná hodnota ekvivalentní hladiny hluku  $L_{Aeqp}$  {dB}, tak i maximální hladina hluku  $L_{Amaxp}$ ; u základní hodnoty 50 dB se přihlíží ke korekci  $k_6$  pro místní podmínky podle tab. č.1. Hodnoty platí pro denní dobu (6.00-22.00 hod.). V noční době (22.00-6.00 hod.) se přípustné hladiny navíc korigují o -10 dB.

Způsob využití území	Korekce
a) rozsáhlé zdravot. areály, přírodní rezervace	-10
b) rozsáhlé školní, kulturní a významné rekreační prostory, prostory vyžadující zvláštní ochranu	-5
c) obytné soubory na obytném území příměstském a menších sídelních útvarů	0
d) obytné soubory na obytném území uvnitř městské zástavby	+5
e) smíšené zóny	+10
f) výrobní zóny, centra sídelních útvarů a dopravní zóny s ojedinělými stavbami pro bydlení	+20

Tab. č. 1- Korekce přípustných hladin na místní podmínky: Zdroj - [12]

U využití území c), d), a e) podle Tab. č. 1 se u bezprostředně navazujících hlavních komunikací připouštějí další korekce + 10 dB za podmínek blíže definovaných v hygienických předpisech MZd 41/77, kde jsou definovány i další zmírňující podmínky pro mimořádné, časově omezené činnosti. Naopak u využití dle d) a e) se pro hluk z provozoven uvedená korekce nahrazuje korekcí 0 dB. [12]

### **3. Cíl práce**

Cílem praktické části mé bakalářské práce je změřit hodnoty hluku, které vydávají níže zmíněné bioplynové stanice. Výsledky poté vyhodnotit a porovnat s limity hluku, které jsou přípustné. Bioplynová stanice v obci Olešník je vzdálená od mého bydliště přibližně 4 km a ještě jsem nezaslechl o nějakých problémech nebo o stížnostech místních obyvatel na hluk vydávaným bioplynovou stanicí. Osobně tedy očekávám, že výsledkem tohoto měření bude fakt, že hluk bioplynové stanice nebude mít negativní vliv na okolní životní prostředí a život obyvatel kolem bioplynové stanice.

## 4. Představení měřených bioplynových stanic

Pro měření hluku jsem vybral 2 bioplynové stanice v blízkém okolí. Jedna se nachází v obci Olešník, která leží přibližně 20 km severozápadně od Českých Budějovic. Provozuje ji tam místní zemědělské družstvo. Druhá bioplynová stanice se nachází v obci Chotýčany, které se nacházejí přibližně 10 km severovýchodně od Českých Budějovic. Tuto bioplynovou stanici provozuje firma Agroprofit s.r.o.

Zemědělské obchodní družstvo Olešník ukončilo v roce 2009 nerentabilní chov prasat a začalo řešit dlouhodobý problém se skladováním a nakládáním se slamnatou chlévskou mrvou z chovu mléčného skotu. Během jarních měsíců 2010 proběhla demolice stávajících objektů chovu prasat a na jejich místě se v červenci 2010 začalo s výstavbou bioplynové stanice o výkonu 703 kw. Zvolená technologie je uzpůsobená vstupním surovinám. Pro denní příjem cca 27,4 tun slamnaté mrvy slouží tzv. vertikální mixér o objemu 80 m<sup>3</sup> se třemi rotačními noži uvnitř, které zajišťují rovnoměrné dávkování substrátu na dopravníky. Kukuřičná siláž a travní senáž jsou dávkovány zvláště do zásobníku bunkru odkud jsou za pomoci technologie posuvného dna dopravovány na soustavu dopravníků, které ústí do tzv. směšovacího zásobníku. Směšovací zásobník se nachází v technické budově a zde dochází k přípravě substrátu před vstupem do fermentoru. Díky dobře zvolené technologii dochází k zachycení možných nečistot ze vstupních substrátů. Fermentor o užitém objemu 4 510 m<sup>3</sup> je vybaven integrovaným plynojemem a 4 ks výkonných míchadel- kompletní technologické řešení, včetně betonových obvodových panelů, ze kterých je nádrž, je dodávkou firmy Envitec Biogas. Fermentační zbytek je skladován v zastřešené jímce o objemu 6 360 m<sup>3</sup>. Součástí technologie je i separační jednotka, která při absenci kejdy zajišťuje optimální sušinu uvnitř fermentoru. Kogenerační jednotka od firmy GE Jenbacher je umístěna opět ve zděné technické budově ve speciálním hlukotěsném boxu. V březnu 2011 byla stavba komplexně dokončena a již v dubnu bylo započato s výrobou první elektrické energie. Společnost Envitec Biogas pro investora i po dokončení zajišťuje služby vedoucí k bezvadnému provozu- biologický servis a technologický servis. [13]

Bioplynová stanice v Chotýčanech byla postavena ze stejného důvodu jako v Olešníku. Snaha ekonomicky zabezpečit podnik vyplavila na povrch návrh provozu bioplynové stanice. Stanice byla zprovozněna v roce 2008. Dotace z evropských



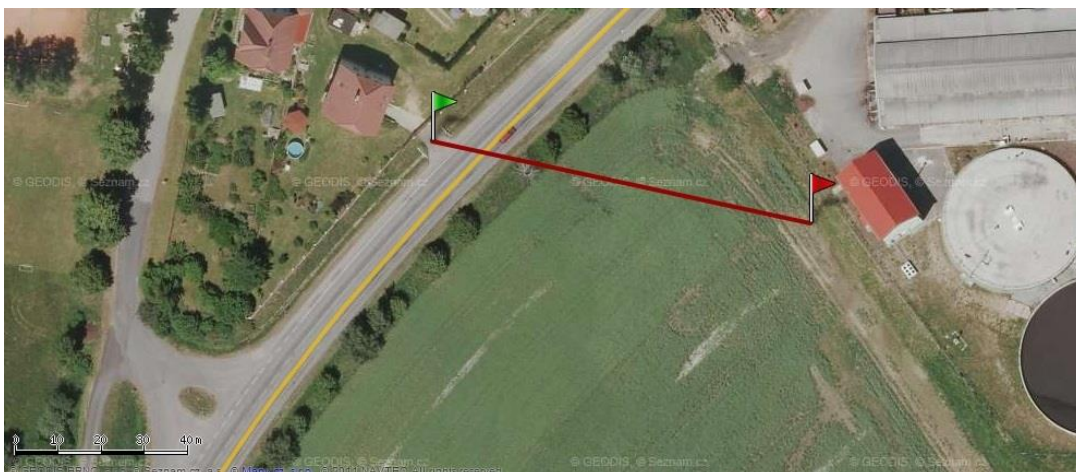
fondů ovšem sloužila jako dotace na bioplynovou stanici průmyslovou z důvodu přelívání peněz do průmyslu a ne do zemědělství v době záměru výstavby této bioplynové stanice. Proto v Chotýčanech nemohou používat odpadní teplo pro vytápění objektů provozovatele. Objekty blízko provozovatele jako domy a úřady být vytápěny mohou, ovšem jedná se o velmi nákladnou investici, o které provozovatel zatím nepřemýšlí. Stanice používá kogenerační jednotku Jenbacher o výkonu 526 kw. Jako vstupní suroviny jsou používány kukuřičná siláž, travní senáž, žitná a čiroková siláž a kejda ze skotu. Kukuřičná siláž a senáž se při vstupu míchá v poměru 2/3 kukuřičné siláže ku 1/3 senáže. Denně se dopravuje do bioplynové stanice 20 m<sup>3</sup> kejdy ze skotu a ročně se vyveze ze stanice přibližně 12 000 m<sup>3</sup> digestátu.

## 5. Metodika měření

Samotné měření hluku výše zmíněných bioplynových stanic bylo provedeno 9. Listopadu 2012. Tento den se vyznačoval oblačným počasím. Rychlost větru se pohybovala do  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Teplota během měření obou bioplynových stanic se pohybovala kolem hodnoty  $13 \text{ }^\circ\text{C}$ . Tento charakter počasí byl pro měření ideální. Netrápila nás vysoká vlhkost vzduchu a hluk ze silného větru.

S měřením mi pomáhal můj kolega z Jihočeské univerzity Ondřej Líkař. V plánu jsme měli navštívit s měřicími přístroji jako první bioplynovou stanici v Olešníku. Po telefonátu s vedoucím provozu bioplynové stanice, který nás měl i provést po areálu zemědělského družstva, jsme ovšem zjistili, že tento pracovník bude na místě až v odpoledních hodinách, a tak jsme jako první navštívili stanici v Chotýčanech. Zde je bioplynová stanice umístěna na východním okraji pozemku, což je směr k samotné obci Chotýčany. Měření jsme proto mohli provést za hranicí pozemku, ovšem za vědomí provozovatele bioplynové stanice.

U každé bioplynové stanice jsme prováděli jedno soustavné pětiminutové měření. Při tomto měření snímali zároveň ve stejnou dobu dva digitální hlukoměry Voltcraft Plus SL-300, No. 08019000; třída přesnosti 2. Já jsem obsluhoval snímač, který byl vzdálený 13 metrů směrem k obci od generátoru bioplynové stanice. Druhý snímač byl umístěn také směrem ke vsi, stál ovšem u prvního zastavěného pozemku. V případě Chotýčan byla vzdálenost snímače od generátoru 95 metrů. V Olešníku byl snímač umístěn na delší vzdálenosti, a to 298 metrů.



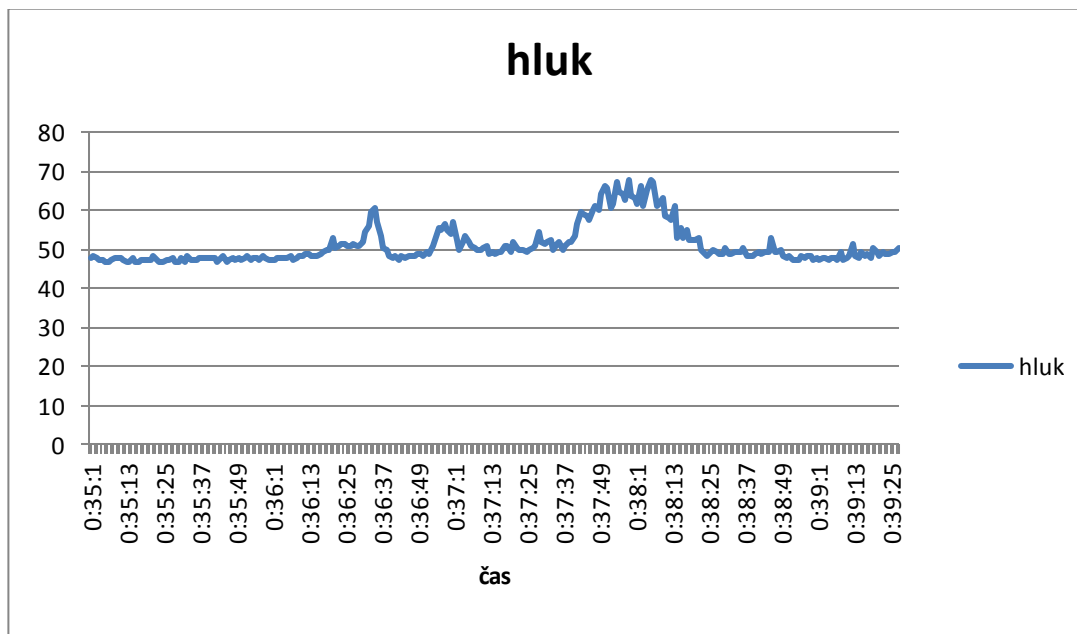
Obr. č. 2- Umístění měřicích přístrojů u stanice v Chotýčanech



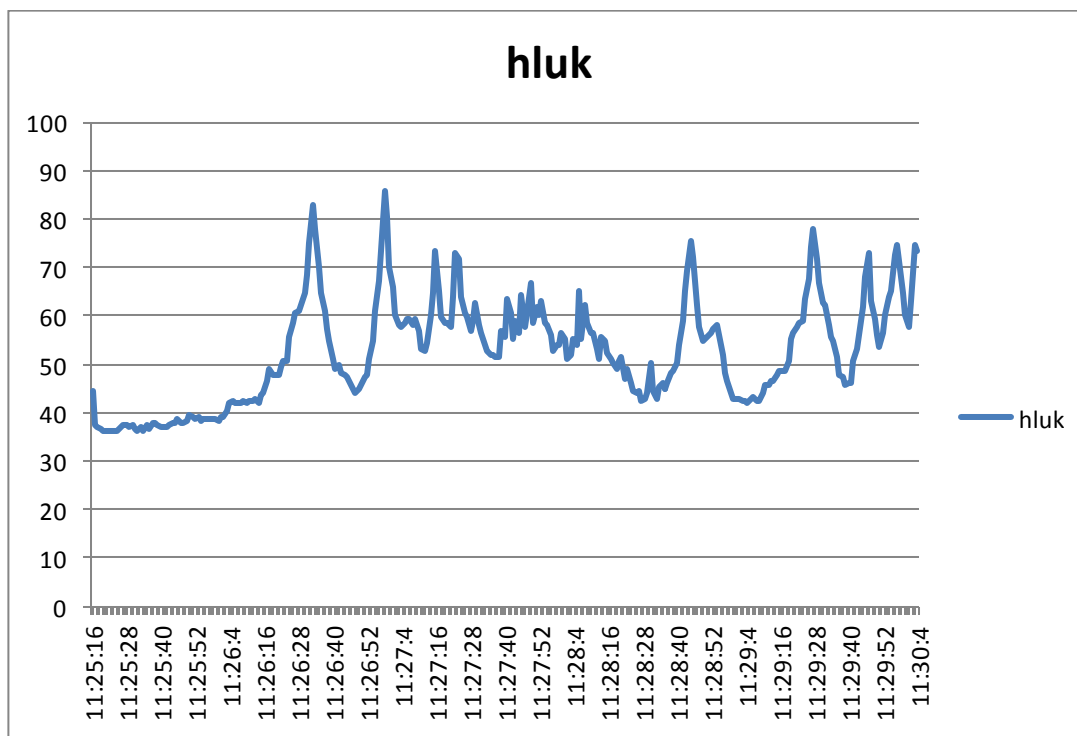
Obr. č. 3- Umístění měřicích přístrojů u stanice v Olešniku

## 6. Výsledky měření

### 6.1. Zaznamenané hodnoty hluku stanice v Chotýčanech



Obr. č. 3- Graf zaznamenaného hluku prvním měřicím přístrojem v Chotýčanech



Obr. č. 4- Graf zaznamenaného hluku druhým měřicím přístrojem v Chotýčanech

Omlouvám se za špatně zaznamenaný čas. Chyba byla v nastavení v přístroji č. 1. Správné nastavení ovšem nebylo reálně možné, a to pro nabitý program používání těchto přístrojů jak studenty, tak zaměstnanci univerzity pro jejich práci. Tyto přístroje jsem měl k dispozici pouze na jeden den a tento den jsem využil pro měření hluku pro mou bakalářskou práci. Čas na přístroji č. 2 je správný a řídím se jím. Časové synchronizace jsme dosáhli komunikací vysílačkami po celou dobu měření.

Výkyvy zaznamenaných hodnot, které jsou patrné na grafech obou přístrojů jsou způsobeny vlivy nepocházejících od bioplynové stanice. U druhého měřicího přístroje jsou výkyvy častější a větší, protože stál přímo u hlavní komunikace obce Chotýčany. Každý z těchto výkyvů znamená průjezd automobilu jak nákladního, tak osobního. Přibližně v polovině měření jsme zaznamenali start helikoptéry Záchrané služby Jihočeského kraje z Hosínského letiště, které je vzdálené přibližně 3 km. Tato helikoptéra se vydala naším směrem, a proto můžete vidět značný výkyv naměřených hodnot i u prvního přístroje. V počáteční minutě měření grafu druhého měřicího přístroje nebylo měření rušeno žádným vlivem a je zde vidět ustálená hodnota mezi 37 a 38 dBA. Poté po celou dobu do měření zasahovaly jak průjezdy automobilů, tak přelet helikoptéry, který pro nás byl tak trochu překvapením.

První měřicí přístroj, který stál přímo u kogenerační jednotky, jak je patrné z fotoobrázku výše, byl rušen pouze třemi nákladními automobily, ovšem kolísání není tak patrné jako u přístroje druhého díky vzdálenosti od komunikace, a také přibližně metrovému srázu ihned u komunikace. Značný výkyv způsobila pouze výše zmíněná helikoptéra. Kromě těchto nežádoucích vstupů do měření byla hladina hluku na místě 13 metrů vzdáleném od generátoru bioplynové stanice kolem hranice 48 dBA.



Obr. č. 5- Měřicí přístroj umístěný u obydlené části obce Chotýčany

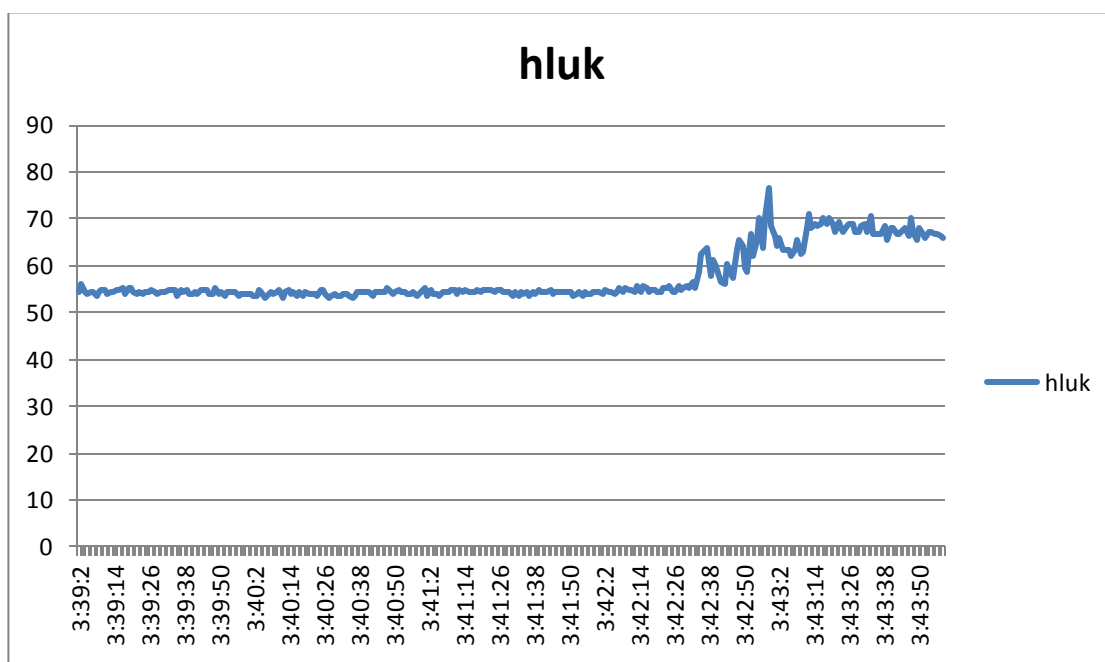
## 6.2. Ekvivalentní hladina hluku stanice v Chotýčanech

Pro výpočet ekvivalentní hladiny hluku této stanice, vyberu z naměřených hodnot pouze ty, které nebyly rušeny vnějšími vlivy, které jsou výše popsány. U těchto hodnot nenacházím rozdíl větší jak 5 dBA. Díky tomu se ekvivalentní hodnota hluku těchto hodnot může spočítat aritmetickým průměrem. To znamená, že ekvivalentní hodnota u prvního měřicího přístroje, tedy u přístroje ležícího ve vzdálenosti 13 m od generátoru bioplynové stanice je 48,67 dBA. Splňuje tedy normu pro denní provoz stanice. Nás ovšem více zajímá druhý měřicí přístroj, který byl umístěn u nejbližšího obytného objektu. Zdejší ekvivalentní hodnota je 37,68 dBA bez vnějších vlivů. Stanice zde splňuje normy i pro noční provoz za plného výkonu.

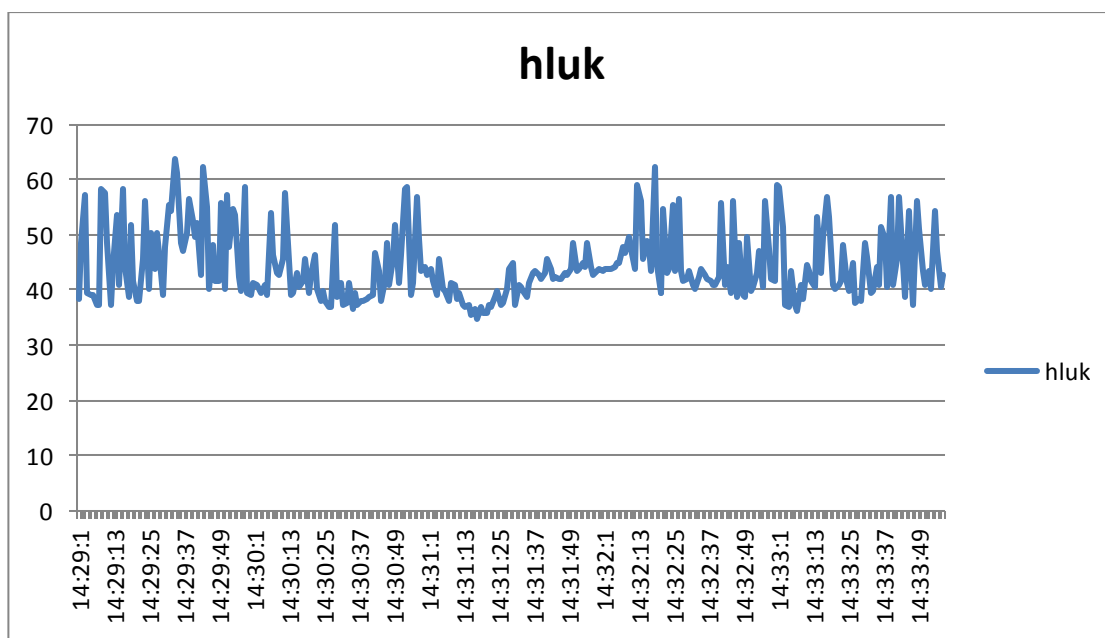
Kdybychom do ekvivalentní hladiny hluku bioplynové stanice v Chotýčanech zapojili i zvuky vydávané ze zdrojů z blízkého okolí, musíme změnit způsob počítání pro tuto ekvivalentní hodnotu. Museli bychom použít vzorec  $L_{Aeq} = 10 \cdot \log((\sum(t_i \cdot 10^{L_i/10}))/T)$ . U prvního měřicího přístroje se hodnota ekvivalentní hladiny hluku změnila na hodnotu 57,6 dBA. U druhého měřicího přístroje se změnila ekvivalentní hladina hluku změnila na hodnotu 67,2 dBA. Všimněte si rozdílů hodnot u jednotlivých přístrojů. U druhého přístroje je rozdíl výrazně vyšší. Lze to jednoduše vysvětlit polohou tohoto měřidla. Stál na hranici hlavní komunikace a hluk projíždějících vozidel jej zasáhl mnohem výrazněji než přístroj první, který stál od této komunikaci ve vzdálenosti přibližně 60 metrů.

Tyto ekvivalentní hodnoty ovšem nepovažuji za objektivní. Je v nich zaznamenán i hluk, který nevydává bioplynová stanice. Blízké hosínské letiště vydává sice nesoustavný ovšem velmi značný hluk, který je patrný na grafu ve formě již zmíněné helikoptéry záchranné služby. Provoz na hlavní komunikaci obce je sice také nesoustavný, ovšem tento provoz je ovšem velmi hustý a pro obec je mnohem významnější než-li provoz této bioplynové stanice. Je to patrné z rozdílů jednotlivých způsobů měření ekvivalentní hodnoty hluku.

### 6.3. Zaznamenané hodnoty hluku stanice v Olešníku



Obr. č. 6- Graf zaznamenaného hluku prvním měřicím přístrojem v Olešníku



Obr. č. 7- Graf zaznamenaného hluku druhým měřicím přístrojem v Olešníku



Zde je opět na místě omluva za špatně uvedený čas měření na prvním měřicím přístroji. Čas na druhém měřicím přístroji je opět správný a toto měření probíhalo stejným způsobem jako předešlé měření v Chotýčanech.

První měřicí přístroj stál přímo uprostřed zemědělského družstva a nebyl proto rušen okolními vlivy. Posledních 90 vteřin měření je na grafu vidět jeden značný výkyv, který způsobila obsluha bioplynové stanice. Jednalo se o manipulátor plnicí bioplynovou stanicí vstupními surovinami. Kromě tohoto času se naměřené hodnoty pohybovaly kolem hodnot 53-55 dBA. Jsou to čísla mírně vyšší než v Chotýčanech, což si lze jednoduše vysvětlit vyšším výkonem bioplynové stanice v Olešníku.

Druhý měřicí přístroj byl umístěn opět u nejbližšího obydlí, a zároveň toto zvolené místo se nachází nedaleko místní pětileté základní školy. Ovšem jen pár metrů od tohoto místa severovýchodním směrem stojí i výkrmna býků zemědělského družstva. Díky tomuto objektu, jak už obsluhou, tak hlukem vydávaným těmito hospodářskými zvířaty bylo naše měření velmi znatelně zasaženo. Hluk vydávaný tímto objektem byl mnohem znatelnější a dokonale zastínil hluk vydávaný bioplynovou stanicí. Jestli tedy nějaký objekt zasahuje svým hlukem okolní prostředí a místní obyvatele, určitě to nebude zde působící bioplynová stanice.



Obr. č. 8- První měřicí přístroj umístěn generátoru u bioplynové stanice v Olešníku

#### **6.4. Ekvivalentní hladina hluku stanice v Olešníku**

U výpočtu ekvivalentní hodnoty hluku bioplynové stanice v Olešníku musím u prvního měřicího přístroje použít vzorec  $L_{Aeq} = 10 \cdot \log\left(\frac{\sum(t_i \cdot 10^{L_i/10})}{T}\right)$ . Tento vzorec používám proto, že když naměřené hodnoty vykazují rozdíl větší jak 5 dBA, nejde již ekvivalentní hodnotu počítat aritmetickým průměrem. Výkyv zaznamenaný na tomto měřicím přístroji pocházel od obsluhy bioplynové stanice, a tudíž ho započítávám i do zdroje hluku bioplynové stanice. Po dosažení hodnot do tohoto vzorce a následném výpočtu vyjde ekvivalentní hladina hluku 59,5 dBA. Je třeba podotknout, že tato hodnota se nachází uprostřed areálu zemědělského družstva mimo obytnou zónu.

Ekvivalentní hladinu hluku u druhého měřicího přístroje jsem počítal stejným způsobem jako u prvního měřicího přístroje. Ekvivalentní hladina hluku na tomto místě má hodnotu 55 dBA. Znovu ovšem podotýkám, že provoz zdejší výkrmny býků dokonale přehlušil bioplynovou stanici. Tato výkrmna se nachází mnohem

blíže obytnému území obce Olešník a hluk bioplynové stanice do tohoto místa a do celé obytné zóny obce prakticky přes veškerý provoz zemědělského družstva nezasahuje.

Kdybychom opět změnili způsob výpočtu ekvivalentní hladiny hluku bioplynové stanice v Olešníku a nezaznamenali do něj obsluhu bioplynové stanice, která stanici plnila vstupními surovinami. U prvního měřicího přístroje bychom mohli opět tuto hodnotu počítat klasickým aritmetickým průměrem. Hodnota ekvivalentní hladiny hluku by se změnila na číslo. Ovšem naopak jako u měření v Chotýčanech je zde dle mého názoru u prvního měřicího přístroje výpočet ekvivalentní hladiny hluku dle vzorce  $L_{Aeq}=10*\log((\sum(t_i*10^{L_i/10}))/T)$ . Obsluha bioplynové stanice by měla být započítána jako zdroj hluku bioplynové stanice. U druhého měřicího přístroje je výpočet aritmetickým průměrem neakceptovatelný, a to pro již zmíněnou výkrmnu býků. Po celou dobu zasahovala do měření, a to velmi zásadním způsobem. Hodnoty na druhém měřicím přístroji jsou spíše hodnoty této výkrmny a její obsluhy.

## **7. Zhodnocení výsledků měření**

Z pořízených výsledků měření jsem zjistil, že provoz výše zmíněných bioplynových stanic prakticky nezasahuje do okolního života. Hluk vydávaný těmito stanicemi se pohybuje v hlukových normách a normy jsou nasazeny přísně, aby hluk nerušil do života obyvatel v blízkosti strojních zařízení. Samotní provozovatelé těchto bioplynových stanic mě ujistovali, že jejich provoz nijak neruší okolní život a doufají i v takové výsledky měření. Myslím, že s výsledky měření budou sami spokojeni.

## 8. Závěr a diskuze

Výsledek měření jsem očekával. Jak už jsem psal, tak žiju přibližně ve vzdálenosti 3 km od bioplynové stanice a neseťkal jsem se s žádnými námitkami ze strany obyvatel vůči bioplynové stanici. Lidé v těchto obcích jsou zvyklí na klasický provoz zemědělských družstev, které vydávají značný hluk díky své živočišné a rostlinné výrobě. Bioplynová stanice sama o sobě se většinou nachází v areálech těchto provozů a sama o sobě by hygienické požadavky splnila. Provoz zemědělských areálů sám o sobě vždy přehluší bioplynovou stanici. Samotný život obce, ať už se jedná o komunikace a činnosti obyvatel vydávají také vyšší hodnoty hluku než bioplynová stanice. Značná část obyvatel těchto obcí jsou samotnými zaměstnanci těchto zemědělských podniků a jsou si vědomi, že provoz bioplynové stanice pomáhá ekonomické stabilitě jejich podniku. Jestli ostatní obyvatele obtěžuje provoz těchto podniků, tak se to určitě netýká provozu bioplynových stanic. I když jsem slyšel i názor jednoho bývalého zaměstnance družstva v Olešníku, který je již nyní v důchodu, že ho jako zarytého zemědělce mrzí, že vypěstovaná kukuřice není použita na zrna nebo jako krmení hospodářským zvířatům, ale je použita jako „palivo“ pro bioplynovou stanici. Snažil jsem se tohoto pána přesvědčit tíhou argumentů pro bioplynovou stanici. Samozřejmě jsem neuspěl, protože tento pán je přeci jen celý život zvyklý na konvenční postupy v zemědělství. Sám mohu říci, že provoz bioplynové stanice nemá negativní vliv pro okolní život. Naopak tento vliv může být spíše pozitivní a to hlavně použitím odpadního tepla pro okolní budovy. Lidé se rychle zvykají na provoz a vlastně nijak jejich život nezměnil.

## 9. Seznam použité literatury

- [1] <http://www.nazeleno.cz/biopllynova-stanice.dic>
- [2] Štambaský, Jan, Energie 21, odborný časopis o obnovitelných zdrojích energie, vydání 6/2012, čl. Dynamická výstavba se v příštích letech zbrzdí, Praha 2012, str. 18-19, ISSN 1803-0394.
- [3] Groda, Bořivoj a kol.: Technika zpracování odpadů, Brno 1995 s. 85, ISBN 80-7157-164-4.
- [4] Altmann, Vlastimil, Vaculík Petr, Mimra Miroslav: Technika pro zpracování komunálního odpadu, Praha 2010 s. 91-93, ISBN 978-80-213-2022-2.
- [5] Pastorek, Z., Kára, J., Jevič, P.: Biomasa obnovitelný zdroj energie. FCC PUBLIC, Praha 2004, s. 17, ISBN 80-86534-06-5.
- [6] Janča, E.; Malat'ák, J.; Kára, J.; Vazda, O.: Anaerobic processing wastes and adjacent performances from agricultural and grocery production. In.: VII. International Conference of Young Scientists 2005, Czech University of Agriculture Prague, Technical Faculty 2005, s. 74-78, ISBN 80-213-1368-4.
- [7] Malat'ák, J.; Karanský, J.; Příkryl, M.; Výroba bioplynu. In. : Mvt Zemědělský týdeník, č. 02., ročník VIII, vydavatelství ZT, Praha 2005, s 4-6, ISSN 1214-228X.
- [8] Malat'ák, J.; Janča, E.; Kára, J.; Aerobical fermentation of permanent grass stand wastes. In.: Biotechnology 2006, Scientific Pedagogical Publishing, Č. Budějovice, ČB 2006, s. 1019-1021 z 1129, ISBN 8085645-53-X.
- [9] Sequens, E. (2009): Bioplynové stanice a životní prostředí. Calla - Sdružení pro záchranu prostředí, 4 s., ISBN 80-8726-706-0.
- [10] Váňa, J., Slejška, A.: Bioplyn z rostlinné biomasy. Praha: UZPI, 1998.
- [11] Veselý, Ondřej: Diplomová práce, Metody měření hluku, Pardubice 2009, s 10-12.

- [12] Smetana, Ctírad a kolektiv: HLUK A VIBRACE měření a hodnocení, Praha 1998, s. 114-120, ISBN 80-901936-2-5.
- [13] Propagační materiál: Envitec Biogas Central Europe s.r.o.