

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Bioplynová stanice Lkáň – zhodnocení
negativních vlivů na okolní zástavbu rodinných
domů**

Tomáš Wetzstein

2017

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Linda Veselá, Ph.D.

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne

.....
Tomáš Wetzstein

Poděkování

Rád bych poděkoval své vedoucí práce Ing. Lindě Veselé, Ph.D. za její odborné vedení, podnětné rady a čas, který věnovala mé práci.

Děkuji také katedře 122 Technologie staveb stavební fakulty ČVUT za vypůjčení přístroje na měření hluku. Dále předsedovi a místopředsedovi ZD Klapý za poskytnuté informace.

V neposlední řadě bych moc poděkoval rodičům za podporu během studia.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Tháškurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Wetzstein Jméno: Tomáš Osobní číslo: 423821
Zadávací katedra: Katedra technologie staveb
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Bioplynová stanice Lkáň - Zhodnocení negativních vlivů na okolní zástavbu rodinných domů.

Název bakalářské práce anglicky: The biogas plant Lkáň - Assessment of negative impacts on the surrounding buildings

Pokyny pro vypracování:

Měření vzdáleností od nejbližších RD.

Měření hlukové zátěže při provozu ve dne i v noci.

Návrh případných protihlukových úprav.

Seznam doporučené literatury:

Technické normy, podklady výrobců

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Linda Veselá, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 20.2.2017 Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2017

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Anotace

Název bakalářské práce: Bioplynová stanice Lkáň - zhodnocení negativních vlivů na okolní zástavbu rodinných domů.

Práce se zabývá negativními vlivy bioplynové stanice Lkáň na okolní zástavbu rodinných domů. Bioplynová stanice negativně zatěžuje okolní zástavbu hlukem a částečně zápachem. Práce se zaměřuje především na problematiku hluku, jeho měření a vyhodnocování. Autor se soustřeďuje jednak na charakteristiku Zemědělského družstva Klapý, na popis bioplynové stanice a zdroje hluku z bioplynové stanice. Dále se zabývá vlivem hluku na lidský organismus, metodickým návodem pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí a limity hluku dle příslušných norem. Praktická část obsahuje výsledky měření na vybraných místech v exteriéru u rodinných domů a v místech zdrojů hluku jednotlivých zařízení bioplynové stanice. Po korigování naměřených hodnot vychází hluk u rodinných domů ve dne 49,2 dB, 49,6 dB a limit je 50 dB. V noci 39 dB, 39,9 dB a limit je 40 dB. BPS je z hlediska hluku vyhovující, ale jen těsně pod stanovenými limity, a proto autor navrhuje dodatečné protihlukové opatření. Jednak na stávající val, který je mezi BPS a obcí, vysadit listnaté i jehličnaté stromy v pásu širokém cca 3 m. Dále na zábradlí fermentoru přidat protihlukovou clonu.

Klíčová slova: hluk, měření, zdroje hluku, bioplynová stanice

Annotation

Bachelor thesis: The biogas plant Lkáň - Assessment of negative impacts on the surrounding buildings

The thesis deals with the negative effects of biogas plant Lkáň on the neighbourhood. The biogas plant negatively affects surrounding area and houses with noise and partly with odor as well. The work focuses mainly on noise, the measurement of noise and its evaluation. The theoretical part focuses on the characterization of Zemědělské družstvo Klapý, the description of the biogas plant and the sources of noise from biogas plant. Then it deals with the influence of noise on human body, methodical instructions for measurement and with the evaluation of noise on the outside-employment area. In the theoretical part there is also evaluation of the noise limits to relevant Czech norms and regulations. The practical part of the thesis contains the results of noise measurement at selected locations around houses and biogas plant devices. After the correlation of measured values the noise near family houses is 49,2 dB, 49,6 dB during the day and the limit is 50 dB. At night the measured noise was 39 dB, 39,9 dB with the 40 dB limit. The biogas plant is satisfactory regarding noise but just below the law limits. The author proposes additional anti-noise barriers. Firstly to plant deciduous and coniferous trees in a strip about 3 metres wide between the biogas plant and family houses. And then to install the noise barrier on the farmer's railing.

Keywords: noise, measurement, sources of noise, biogas plant

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1.1 Charakteristika ZD Klapý a bioplynové stanice	11
1.1.1 Zemědělské družstvo Klapý.....	11
1.1.2 Bioplynová stanice Lkáň	13
1.1.3 Popis jednotlivých stavebních objektů BPS Lkáň	15
1.1.4 Výhody a nevýhody BPS.....	22
1.2 Hluk a jeho vliv na lidské zdraví.....	23
1.2.1 Definice zvuku a hluku	23
1.2.2 Vliv hluku na lidský organismus	24
1.2.3 Rozsah slyšitelnosti kmitočtů	24
1.3 Měření hluku	26
1.3.1 Metodický návod	26
1.3.2 Limity.....	30
1.3.3 Měřicí přístroje	31
1.4 Zdroje hluku u BPS	32
1.4.1 Popis zařízení a údaje od výrobců	32
1.4.2 Ostatní zdroje hluku BPS.....	33
1.4.3 Časy provozu jednotlivých zařízení.....	34
2 PRAKTICKÁ ČÁST	36
2.1 Měření	36
2.1.1 Předmět měření	36
2.1.2 Metoda měření	36
2.1.3 Použitá měřicí technika.....	36
2.1.4 Zdroj hluku	36
2.1.5 Popis situace	37

2.1.6	Podmínky v době měření	37
2.1.7	Situace měřících bodů.....	37
2.1.8	Naměřené hodnoty hluku.....	38
2.2	Výsledky měření	38
2.2.1	Rodinný dům, Lkáň č. p. 11, č. parc. st. 128	38
2.2.2	Rodinný dům, Lkáň parc. č. 26/5.....	39
2.2.3	Stanovení korekcí na hluk pozadí, porovnání s limity.....	39
2.3	Návrh opatření.....	40
ZÁVĚR.....		42
SEZNAM POUŽITÝCH VELIČIN		44
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		45
POUŽITÁ LITERATURA.....		46

ÚVOD

Téma bakalářské práce „Bioplynová stanice Lkáň - zhodnocení negativních vlivů na okolní zástavbu rodinných domů“ jsem si vybral z toho důvodu, že jsem v době výstavby BPS brigádně pracoval u firmy Farmtec a.s., která byla generálním dodavatelem BPS Lkáň a zároveň zpracovatelem projektové dokumentace pro změnu stavby před dokončením bioplynové stanice Lkáň. Zpracoval jsem vizualizaci bioplynové stanice pro účely stavebního řízení a následné kolaudace. Měl jsem možnost účastnit se kontrolních dnů na stavbě. Bioplynová stanice Lkáň je postavena v bezprostřední blízkosti obce Lkáň a už v době výstavby jsem přemýšlel, jaké negativní vlivy má stavba na zástavbu rodinných domů.

Bioplynová stanice je v provozu od roku 2013. Nejdříve měla stavebním úřadem Libochovice povolený zkušební provoz. Podmínkou vydání kolaudačního souhlasu bylo i měření emisí a hluku. Tato měření proběhla v rámci zkušebního provozu v roce 2014. V roce 2014-2015 probíhala výstavba haly pro sušárnu. Dokončena byla v srpnu 2015. Dne 1. 9. 2015 bylo vydáno kolaudační rozhodnutí na celý areál bioplynové stanice Lkáň.

Emise z výfukového potrubí od kogenerační jednotky okolní zástavbu zatěžují minimálně, protože jsou v přípustných hodnotách a navíc bioplynová stanice neleží na návětrné straně a výfuk je odkloněn od obce, takže převážnou část roku fouká od vesnice do polí. Proto jsem se ve své práci zaměřil na otázku hluku.

Cílem bakalářské práce je měření hluku z bioplynové stanice u zástavby rodinných domů, porovnání s hygienickými limity danými nařízeními vlády a návrh protihlukových opatření. Práce je rozdělena do dvou základních částí – teoretická a praktická část.

V teoretické části je charakteristika zemědělského družstva Klapý a bioplynové stanice, dále teorie hluku a jeho vlivu na lidské zdraví, způsoby měření hluku a konkrétní zdroje hluku bioplynové stanice.

V praktické části je vlastní měření hluku u dvou rodinných domů, které jsou nejbližší od bioplynové stanice. Dále měření hluku v bezprostřední blízkosti jednotlivých zdrojů bioplynové stanice. Pro měření hluku byl použit hlukoměr

zapůjčený z katedry 122, typ hlukoměru BEHA 93411. Následují výpočty, korekce, vyhodnocení měření a porovnání s hygienickými hlukovými limity. V poslední kapitole praktické části je návrh protihlukových opatření. Jako zdroje byly použity přednášky, odborné knihy, platná legislativa, internetové zdroje a projektová dokumentace.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Charakteristika ZD Klapý a bioplynové stanice

Vlastníkem a provozovatelem bioplynové stanice Lkáň je Zemědělské družstvo Klapý.

1.1.1 Zemědělské družstvo Klapý

Současné Zemědělské družstvo Klapý vzniklo v prosinci 1992 transformací jednotného zemědělského družstva Klapý. První datování vzniku Jednotného zemědělského družstva Klapý je 1. 10. 1950. Dne 16. 1. 1961 na slučovací členské schůzi vzniklo, sloučením dosavadního JZD Klapý a JZD Lkáň, družstvo s názvem JZD Mírová cesta se sídlem v Klapém. Dále družstvo dne 27. 12. 1972 přijalo na slučovací členské schůzi JZD Dlažkovice a JZD Chodovice. [13]

„ Předmětem podnikání je:

- zemědělská výroba*
- výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona*
- truhlářství a podlahářství*
- zámečnictví, nástrojářství*
- silniční motorová doprava – nákladní provozovaná vozidly nebo jízdními soupravami o největší povolené hmotnosti nepřesahující 3,5 tuny, jsou-li určeny k přepravě zvířat nebo věcí. “[13]*

Základní kapitál zapsaný v obchodním rejstříku představuje 4,5 mil. Kč, vlastní kapitál ke konci roku 2016 pak představuje 125 mil. Kč, aktiva celkem netto pak 212 mil. Kč. Družstvo má v současné době 176 členů.

Zemědělské družstvo Klapý hospodaří v katastrálních územích celkem 15 obcí v okrese Litoměřice a 2 obcí v okrese Louny. Převážná část zemědělské výroby je v šesti obcích - Klapý, Lkáň, Sedlec, Chodovice, Dlažkovice a Solany. Nadmořská výška pozemků představuje rozmezí 180 až 250 m, průměrný roční úhrn srážek představuje 500 až 550 mm. Jedná se o výrobní oblast označovanou jako řepařská II.

Výměra obhospodařovaných pozemků činí:

- celkem 2004 ha zemědělské půdy (z toho sady 114 ha, louky a pastviny 22 ha)

Jedná se převážně o pronajatou půdu ve velké většině od členů družstva. Stabilitu podnikání zabezpečuje družstvo nákupem půdy do vlastnictví družstva ze svých volných finančních prostředků.

Rozhodující tržní plodiny jsou:

- Obiloviny na zrno, celkem 1050 ha - pšenice ozimá, pšenice jarní, ječmen jarní

- Olejniny – řepka 150 ha

- Cukrovka 200 ha

Na zbytku výměry orné půdy pak družstvo pěstuje krmné plodiny - objemná krmiva - kukuřici na siláž, oves a vojtěšku na senáž pro zajištění živočišné výroby a pro potřebu bioplynové stanice Lkáň.

Rozhodujícími tržními plodinami na úseku rostlinné výroby jsou zrniny, olejniny a cukrovka, na úseku sadů pak jablka a třešně. Pro přípravu půdy, setí, chemickou ochranu a sklizeň disponuje zemědělské družstvo potřebnými mechanizačními prostředky. Družstvo má vybudovány vlastní sklady, zabezpečující uskladnění sklizně. Jedná se o sklady obilí, částečně se spodním provzdušňováním a sklad ovoce s řízenou atmosférou, která zabezpečí kvalitu ovoce do nové sklizně.

Družstvo je členem Zemědělského svazu ČR, Agrární komory ČR, je členem odbytových družstev CZ FRUIT - odbyt ovoce, Mlékařského odbytového družstva Litoměřice dále Svazu pěstitelů cukrovky a dalších. [7]

Zemědělské družstvo Klapý se v roce 2012 dohodlo s obcí Lkáň a odkoupilo od obce záměr realizovat bioplynovou stanici. Obec Lkáň měla na stavbu vydané stavební povolení formou veřejnoprávní smlouvy. Bioplynová stanice měla mít výkon 1131 kWe. Zemědělské družstvo Klapý zvážilo své možnosti, jak finanční, tak dostatečné množství substrátů pro bioplynovou stanici a došlo k závěru, že pro ně bude nejvýhodnější postavit bioplynovou stanici o výkonu 549 kWe. Projektovou dokumentaci pro změnu stavby před dokončením, kterou se měnila dispozice jednotlivých staveb, snižoval se výkon BPS, projektovala firma Farmtec a.s.

1.1.2 Bioplynová stanice Lkáň



Obr. 1: Fotografie bioplynové stanice Lkáň

Základní údaje:

Investor: ZD Klapý

Generální dodavatel: FARMTEC a.s.

Instalovaný výkon kogenerační jednotky: 549 kWe a 605 kW tepelný

Celkové náklady: 52 888 000,- Kč bez DPH

Zahájení realizace: 23. dubna 2013

Dokončení stavební a technologické části: 26. září 2013

Start kogenerační jednotky: 14. listopadu 2013

Technická data:

Kogenerační jednotka GE Jenbacher JMS 312 GS-BL

Výkon (hrubý): 4 761 MWh/rok

Využití: 99 – 100% výkonu

Vlastní spotřeba: 5-6%

Substrátová skladba:

Kukuřičná siláž: 22 t denně

Kejda: 20 m³ denně [7]

Bioplynová stanice je koncipována jako zařízení využívající dvoustupňovou anaerobní fermentaci s mezofilním teplotním optimem cca 40 °C. Protože pan Ing. Němec, který obsluhuje bioplynovou stanici, je člověk, který rád experimentuje, převedl jako první v České republice tuto bioplynovou stanici na termofilní proces tj. teplotní optimum cca 52 °C. Při termofilním procesu dochází k lepšímu využití substrátů. Fermentačním procesem BPS stanice je získáván bioplyn, který kogenerační jednotka přeměňuje na elektrickou a tepelnou energii. Vzniklý fermentační zbytek je využíván jako organické hnojivo pro plochy zemědělské výroby. Fermentace probíhá ve dvou do sebe vložených fermentorech. Vnější prstenec má průměr 31m a vnitřní je průměru 22m.

Jako primární zdroj energie je použita chlévská mrva, kejda a siláž kukuřice. K ředění obsahu fermentoru se využívá odpadní voda ze živočišné výroby. Energetické rostliny jsou konzervovány v místě stanice v silážních žlabech. Do hlavního fermentoru je substrát dopravován pomocí dávkovače pevných substrátů. Přechod substrátu do koncového fermentoru se uskutečňuje přepadovým potrubím.

Bioplyn vyprodukovaný při procesu kvašení za mokra je odveden do plynojemu a dále do kogenerační jednotky, kde je spálen a tím vzniká elektrická energie a teplo. KJ je vybavená spalovacím motorem, generátorem, chlazením a ostatními prvky nezbytnými pro provoz. Zbytkový zkvašený substrát (digestát) je separován. Tím dochází k oddělení sušiny (separátu) a kapalné složky (fugátu). Separát využívá zemědělské družstvo pro stlaní do lehacích boxů krav. Fugát se v zimním období skladuje v koncové jímce. V letním období, kdy je možné ho vyvázet na pole, se s ním hnojí. Vyrobena elektrická energie je dodávána do veřejné sítě, vzniklé teplo je využíváno v sušárně, kterou družstvo vybudovalo v roce 2014-2015. Sušárna slouží například na dosušování sklizně obilí v případě, když jsou v době žní deště. Pro spálení bioplynu při nadprodukcí, údržbě či výpadku kogenerační jednotky slouží hořák zbytkového plynu. Plynojem provedený jako atmosférický nízkotlaký zásobník slouží k dočasnému uložení bioplynu a k vyrovnání výkyvů ve výrobě. [3]

Bioplynová stanice, tj. fermentor s obslužnými objekty a plynojemem, je na pozemcích umístěných v areálu farmy výkrmu býků ve Lkáni. Umístění kogenerační

jednotky, rozvodny a místnosti obsluhy je v provozní budově. Skladovací a obslužné objekty, pojistný hořák, trafostanice jsou na pozemcích investora.

1.1.3 Popis jednotlivých stavebních objektů BPS Lkáň

Obrázek číslo 2 znázorňuje letecký pohled celého areálu s vyznačením umístění stavebních objektů.

SO 01: Fermentor a obslužné objekty

SO 02 Skladovací jímka s plynojemem

SO 03 Budova kogenerace + velín

SO 04 Pojistný hořák

SO 05 Trafostanice

SO 06 Silážní žlab

SO 07 Zpevněné komunikace + oplocení, zatravnění

SO 08 Sušárna



Obr. 2: Fotografie s vyznačením jednotlivých stavebních objektů

Obrázek číslo 3 znázorňuje fermentor a obslužné objekty

SO 01.1 – Fermentor

SO 01.2 – Dávkovač pevných substrátů

SO 01.3 – Čerpací centrum

SO 01.4 – Tříkomorová jímka

SO 01.5 – Separátor s kójí

SO 01.6 – Příjmové + výdejní místo



Obr. 3: Fotografie umístění fermentoru a obslužných objektů

SO 01.1 Fermentor

Jedná se o jednu z hlavních částí bioplynového zařízení. Fermentor je proveden železobetonovou monolitickou technologií jako kruhová nádrž z vnějšího líce zateplená izolací a opláštěná sklolaminátovými deskami. Nádrž je rozdělena na dvě části, vnitřní hlavní fermentor a vnější koncový fermentor. Vnitřní průměr je 22m, světlé výšky 6m o užitém objemu 2087 m³. Tloušťka dělicí stěny je 250 mm. Průměr vnější části nádrže je 31m a světlá výška 6m o užitém objemu 1964 m³. Nádrž je zastropena železobetonovým zatepleným stropem spádovaným od středu se sklonem 0,5% . Do hlavního fermentoru jsou přepravovány substráty z příjmové jímky a dále pak z dávkovače pevných substrátů. Za podmínek zahřátí na 52 °C (termofilní oblast), homogenizování substrátu cyklickým promícháváním a nepřístupu vzduchu (anaerobní podmínky) dochází k rozložení (kvašení) substrátu za současného vývinu bioplynu. Takto vzniklý bioplyn je přiveden do kogenerační

jednotky. Pro případné servisní práce je ve stropu fermentoru plynotěsný revizní otvor ($L = 2,0$ m, $B = 1,0$ m). Další otvor ve stropu fermentoru ($L = 0,9$ m, $B = 0,9$ m) slouží pro zařízení podtlakové a přetlakové pojistky (proti prasknutí nádrže), k odvodu plynu a k přívodu vzduchu (odsíření). Ve stropu nádrže se nachází rovněž prostupy pro míchadla. Zastropení nádrže je opatřeno dvoutyčovým zábradlím s okopovou hranou. Součástí nádrže je kontrolní systém zjišťování úniku odpadních vod. Šachtička kontrolního systému je vybavena plechovou nádobkou pro možnost odebrání vzorku kapaliny ze dna šachtičky. Kontrola šachet kontrolního systému je prováděna v souladu s provozním a manipulačním řádem BPS. Pro zajištění konstantní vnitřní teploty je nádrž fermentoru osazena trubkovým topením. [3]



Obr. 4: Fotografie fermentoru

SO 01.2 Dávkovač

Jedná se o částečně zapuštěnou nezastropenou železobetonovou kóji o rozměrech $14,4$ m x $5,9$ m x $2,025$ m, ve které je osazen zásobník tuhých substrátů. Dávkovač je Fliegl o obsahu násypky 59 m³. Substrát je do násypky dopravován čelním nakladačem. [3]



Obr. 5: Fotografie dávkovače

SO 01.3 Čerpací centrum

Čerpací centrum je umístěno v železobetonovém prefabrikovaném kontejneru o rozměrech 2,5x5,38x2,72m. Slouží pro přečerpávání jednotlivých složek. Centrum je založeno na dvou železobetonových pasech z prolévaných tvárníc. [3]



Obr. 6: Fotografie čerpacího centra

SO 01.4 Tříkomorová jímka

Jedná se o železobetonovou monolitickou jímku o průměru 6m a výšce 3m. Jímka je rozdělena na tři komory. Jednotlivé komory plní tento účel:

1. Příjmová komora – slouží k příjmu tekutých substrátů.
2. Digestátová komora – do ní je přečerpán digestát z fermentoru a dále čerpán do separátoru.
3. Fugátová komora – do té gravitačně vytéká fugát ze separátoru a dále je

čerpán do koncového skladu nebo použit na doředení substrátů ve fermentoru.

Jímka je nezastropená částečně zapaštěná. Součástí nádrže je kontrolní systém zjišťování úniku odpadních vod. [3]



Obr. 7: Fotografie tříkomorové jímky

SO 01.5 Separátor na kóji

Jedná se o železobetonovou konstrukci kóje do tvaru U o rozměrech 5,05x4,36m a 3,76m světlé výšky. Na tuto kóji je osazena buňka se šnekovým separátorem. V separátoru dochází k rozdělení digestátu na kapalnou složku – fugát a tuhou složku separát. Separát následně padá do železobetonové kóje. Fugát odtéká gravitačně do fugátové komory tříkomorové jímky. [3]



Obr. 8: Fotografie objektu separátoru

SO 01.6 Příjmové + výdejní místo

Jde o železobetonovou monolitickou odizolovanou vanu, která slouží k zachycování úkapů při přečerpávání tekutých složek. Vana je lemována obrubníky, které zabraňují kontaminaci dešťových vod mimo výdejní místo. [3]



Obr. 9: Fotografie příjmového a výdejního místa

SO 02 Skladovací jímka s plynojemem

Skladovací jímka je provedena železobetonovou monolitickou technologií jako kruhová nádrž. Průměr jímky je 26m světlá výška je 8m o užitém objemu 4250 m³. Nádrž je zastropena membránovým plynojemem. Součástí nádrže je kontrolní systém zjišťování úniku odpadních vod. Zásobní objem plynojemu je potřebný kvůli kolísání ve výrobě plynu, a tím zabránění častého vypínání a zapínání kogenerační jednotky. A také slouží, aby bylo možné provádět pravidelnou údržbu bez ztráty plynu. [3]



Obr. 10: Fotografie skladovací jímky a plynojemu

SO 03 Budova kogenerace + velín

Jedná se o vysoce účelovou jednopodlažní budovu. Půdorysné rozměry jsou 15x7,5m s výškou 5,35m. Budova se skládá ze strojovny, velína a sociálního zázemí. Budova je zděná z dutinových cihel. Stěny a strop strojovny jsou obloženy z vnitřní

strany protihlukovou izolací. Strop je proveden ze stropních panelů. Kogenerační jednotka je celá dodávkou specializované firmy. Slouží k přeměně bioplynu na elektrickou energii a teplo. Cirkulaci oleje zajišťují olejová čerpadla. Kogenerační jednotka je koncipována jako spalovací motor bioplynu s generátorem. Ten je napojen přes trafostanici na veřejnou distribuční soustavu. Celý systém je plně automatický. V případě poruchy posílá hlášení na mobilní telefon vybraným osobám. BPS lze řídit odkudkoliv pomocí připojení přes internet. [3]



Obr. 11: Fotografie budovy kogenerace a velínu

SO 04 Pojistný hořák

Jedná se o hořák výšky 4,5m, který je umístěn na železobetonové patce. Slouží ke spalování přebytečného plynu při přeplnění plynojemu, respektive při výpadku kogenerační jednotky. [3]



Obr. 12: Fotografie pojistného hořáku

SO 05 Trafostanice

Konstrukce trafostanice se skládá z podkladní desky, na které je umístěna typová bloko transformátorovna v kiosku, o výkonu 640 kVA. [3]

SO 06 Silážní žlab

Silážní žlab je postaven z monolitického železobetonu. Výška stěn je 5,5 m a jsou do tvaru U. Slouží k uskladnění kukuřičné siláže, která se dávkuje do BPS. [3]

SO 07 Zpevněné komunikace + oplocení, zatravnění

K obslužení všech jednotlivých staveb bioplynové stanice slouží nová vnitroareálová komunikace. Manipulační pojezdová plocha je z asfaltového betonu. Oplocení je z ocelových sloupků a poplastovaného pletiva[3]

SO 08 Sušárna

Sušárna Alvan Blanch CD 7900 DP je umístěna v hale. Hala se skládá z ocelové nosné konstrukce sloupů a příhradových vazníků. Střešní plášť je tvořen sklolaminátovou krytinou a obvodový plášť je ze sklolaminátových desek.



Obr. 13: Fotografie sušárny

1.1.4 Výhody a nevýhody BPS

Mezi hlavní výhodu bioplynové stanice patří diverzifikace zemědělské výroby – rozvrstvení příjmů, výroba elektrické a tepelné energie, zisk z podporovaného obnovitelného zdroje pro výrobu elektřiny, tepla. Dalšími výhodami jsou:

- dořešení kejdové koncovky, snížení pachové zátěže

- změna osevních postupů – přerušení sledu obilovin kukuřicí
- zpracování odpadů ze zemědělské produkce, případně dalších odpadů
- výroba kvalitního hnojiva – uzavřený koloběh prvků
- možnost využití odpadního tepla – sušárna.
- fermentační proces při teplotě 52°C a tím jsou biologické a chemické procesy rychlejší → vyšší účinnost hydrolýzy → vyšší využití substrátů

Nevýhodou je umístění bioplynové stanice vedle obytných budov obce Lkáň. Vzdálenost prvního rodinného domu je 89 m, vzdálenost druhého domu je 114 m. Bioplynová stanice je zdrojem hluku. Obec dále zatěžuje doprava k obslužení bioplynové stanice. Z obce Klapý, kde je živočišná výroba, se denně dopravuje chlévská mrva a kejda. V době sklizně se dopravuje kukuřice do silážního žlabu, umístěného v areálu bioplynové stanice. A v letním období v době hnojení se vyváží na pole fugát. Zemědělské družstvo se snaží pěstovat kukuřici na polích blízko bioplynové stanice, a tím eliminovat velké množství provozu při svážení kukuřice do silážní jámy. Další nevýhodou je tvoření zápachu. Zpracovávaný organický materiál je téměř vždy doprovázen určitým specifickým zápachem. Při dodržování správných pracovních postupů není zápach nebezpečný nebo nadměrně obtěžující. Zápach vznikající v bioplynové stanici odpovídá povaze zpracovávaného materiálu. Při správně provozované BPS, dochází k zátěži zápachem pouze při manipulaci se vstupními substráty. Během fermentačního procesu nedochází k zápachu, protože fermentace probíhá v hermeticky utěsněných prostorech. Optimálně zfermentovaný substrát v porovnání se vstupní surovinou např. kejdou, obsahuje několikrát menší množství prchavých látek tvořící zápach. Z toho vyplývá, že při hnojení polí fugátem z BPS dochází k menšímu zatížení zápachem, než když se na pole vyváží surová kejda nebo chlévská mrva. [7]

1.2 Hluk a jeho vliv na lidské zdraví

1.2.1 Definice zvuku a hluku

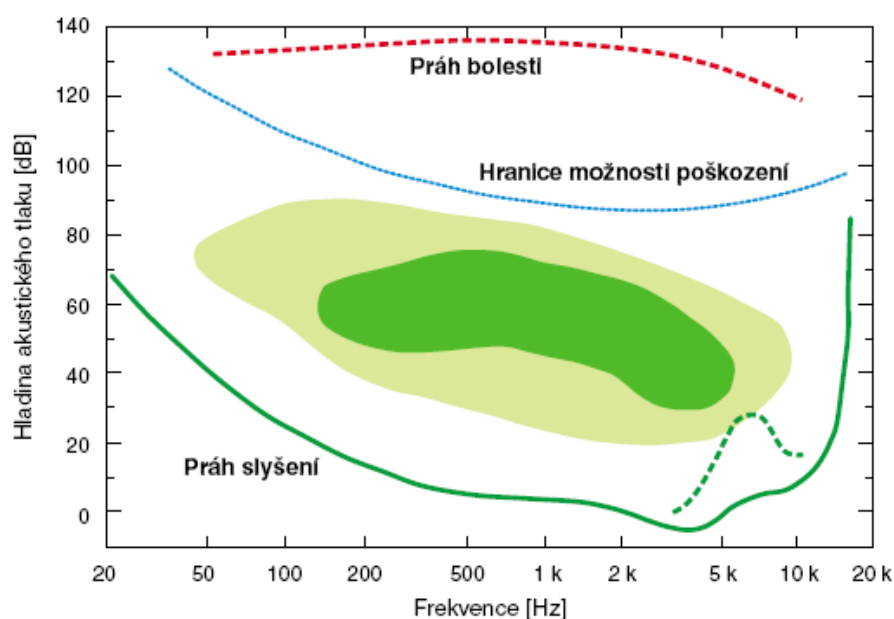
Zvuk je přirozenou součástí prostředí člověka. Zvukem nazýváme jakékoli mechanické vlnění, které u lidí vyvolává sluchový vjem. Zvuk je pro člověka základem řeči, příjmem informací a přináší mu příjemné nebo nepříjemné zážitky. Obecně můžeme definovat, že každý pro člověka nepříjemný zvuk je hluk. Hluk je

tedy akustický signál, který působením člověka ruší, obtěžuje a poškozuje. Pro měření intenzity hluku se používá jednotka decibel [dB]. [6]

1.2.2 Vliv hluku na lidský organismus

Nepříznivé účinky hluku na lidské zdraví jsou definovány jako morfologické nebo funkční změny organismu. Zhoršují funkce organismu, snižují odolnost vůči stresu, projevují se poruchami sluchového aparátu (specifické účinky) a ovlivňují celou řadu systémů v organismu (nespecifické účinky). Nespecifické (mimosluchové) účinky se projevují v celém rozsahu hodnot hluku a ovlivňují spánek, biochemické reakce, emoční rovnováhu, výkonnost, kardiovaskulární systém a další. Je prokázáno, že účinky hluku mohou přispět ke spuštění nebo urychlení vlastního patogenního děje různých nemocí. [6]

Na obrázku číslo 14 je graf účinků zvuku na lidský organismus v závislosti na hladině akustického tlaku a frekvence.



Obr. 14: Rozsah slyšení u zdravého člověka v závislosti na hladině akustického tlaku a frekvence [5]

1.2.3 Rozsah slyšitelnosti kmitočtů

Kmitočty slyšitelné pro člověka začínají na hodnotách 16-20 Hz a končí na hodnotách 16-20 kHz. Tyto uvedené hodnoty jsou platné pro zdravý sluch mladého člověka. Slyšitelnost oblasti vysokých frekvencí se s přibývajícím věkem u lidí zhoršuje. Sluch má vysokou citlivost v oblasti středních frekvencí, což je cca mezi 500 Hz – 2000 Hz. Mezi těmito hodnotami se nacházejí kmitočty důležité pro slyšení řeči. Citlivost sluchu výrazně klesá směrem k nízkým frekvencím. Hladina intenzity

musí být vyšší o 60-70 dB u nejnižších slyšitelných tónů, aby tóny byly stejně hlasitě vnímány jako tón 1000 Hz. [9]

Akustické vlnění o vyšším kmitočtu než 20 kHz se nazývá ultrazvuk. S jeho výskytem se setkáváme především na pracovištích (plazmové hořáky, svářečky, obrábění s vysokou přesností). Aby vznikala závažnější hluková zátěž, musela by hladina akustického tlaku u ultrazvuku přesáhnout 100 dB. Hladina okamžitě klesá se vzdáleností od zdroje hluku, stínění pomocí překážky je velmi efektivní. [9]

Akustické vlnění o nižším kmitočtu než 16 Hz se nazývá infrazvuk. Rozsáhlé kmitající konstrukce nebo vzduchové turbulence mohou být zdrojem infrazvuku. Z tohoto důvodu infrazvuk mohou vyzařovat některé hořáky, klimatizace či kompresory. Ale obavy z infrazvuku jsou mnohdy velmi přeceňované. [9]

Tab. 1: Zdroje hluku v prostředí člověka [9]

Hladina zvuku L_A	Slovní vyjádření povahy účinku	Typický zdroj v pracovním prostředí	Příklad zdroje ve venkovním prostoru	Příklad zdroje či situace v interiéru budov
140	Vznik akustického traumatu	Zkouška proudového let. motoru (10 m)		
130	Práh bolesti	Zápustkové kování jednotlivé piky (2 m)		
120	Extremně silný hluk, hranice zákazu pobytu osob	Natavování oceli v el. peci (3 m)	Start vojenského proudového letounu (300 m)	
110	Velmi silný hluk	Cídění odlitků pneumatickým kladivem (1 m). Frézování tvrdého dřeva (1 m)	Pojíždění doprav. letadla (30 m). Houkačka lokomotivy (30 m)	Max. hladiny beatového koncertu
100		Hala přádelny	Zvuk. znamení aut (7 m)	Symfonický orchestr, forte
90	Silný hluk, hranice zdravotního rizika pro sluch	Strojírenský provoz Tkalcovna	Max. hlučnost těžkého nákl. auta (7 m). Tramvaj (7 m)	Mixér (1 m)
80		Tiskárna	Osob. automobil (7 m)	Vysavač prachu (1 m)

70	Mírný hluk	Halová kancelář, el. psací stroje	Splav na řece (10 m)	Poslech televize (3m). Školní třída při vyučování
60		Běžná kancelář	Zpěv kosa (3 m) uprostřed velkého parku	Běžný hovor. Tichý hovor
50	Klid	Tichá pracovna	Chůze chodce v noci (30 m)	Obracení stránky novin. Místnost v bytě, den
40	Ticho		Noční ticho ve volné krajině, bezvětří	Tíkot budíku (2 m)
30				Místnost v bytě, noc, žádná doprava
20	Hluboké ticho		Zasněžený les, bezvětří	Televizní studio
10	Práh slyšení			

1.3 Měření hluku

Pro měření hluku se používají hlukoměry, postupuje se dle metodického návodu a naměřené hodnoty se porovnávají s limity danými nařízením vlády č. 217/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

1.3.1 Metodický návod

V mimopracovním prostředí se pro hodnocení a měření hluku využívá metodický návod. Byl vydán ministerstvem zdravotnictví – hlavním hygienikem České republiky podle zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. Z metodického návodu jsou vybrány a zde popsány údaje týkající se měření hluku, kterým se zabývá praktická část bakalářské práce. [10]

Úvodní část

Způsoby měření a hodnocení hladin hluku ve venkovním prostoru jsou určeny v této metodice. Jsou zde stanoveny pro účely zhodnocení jejich vlivu na

zdraví obyvatelstva dle nařízení vlády č. 502/2000 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. [10]

Definice a výklad pojmů

- Venkovním prostorem se rozumí volné prostranství užíváno pro rekreaci, sport, zájmové a jiné činnosti. Výjimku tvoří komunikace a prostory vymezené jako venkovní pracoviště.
- Venkovním prostorem budov se rozumí prostor do vzdálenosti dvou metrů od budovy pro bydlení, také stavby občanského vybavení nebo stavby pro rekreaci.
- Hranicí venkovního prostoru se rozumí hranice oblasti podle náležející územně plánovací dokumentace nebo hranice pozemku.
- Hlukem pozadí se rozumí všechny hluk, který nepůsobí námi měřený zdroj hluku.
- Výslednou hladinou akustického tlaku se rozumí hladina akustického tlaku, která je stanovena pro referenční časový úsek.
- Nejistotou měření se rozumí odhad intervalu hodnot, který je přiřazen výsledku měření, o kterém se tvrdí, že uvnitř tohoto intervalu se nachází správná hodnota. [10]

Přístrojové vybavení

V mimopracovním prostředí se pro měření hluku využívají zvukoměry, které vyhovují požadavkům ČSN EN 61672-1 Elektroakustika - Zvukoměry - Část 1: Technické požadavky a ČSN EN 61672-2 Elektroakustika - Zvukoměry - Část 2: Typové zkoušky. [10]

Pro měření probíhající venku se musí vždy použít kryt mikrofону proti větru. *„Mikrofon ani měřicí přístroj nesmí být při měření vystaven nadměrným otřesům, vibracím, magnetickým nebo elektrickým polím, nadměrné teplotě nebo chladu, nadměrné vlhkosti, silnějšímu radioaktivnímu záření nebo jiným nepříznivým vlivům; nesmí být rovněž vystaven rychlému proudění vzduchu.“* [10]

Před měřením, v jeho průběhu a po jeho ukončení se provozní kalibrace zvukoměrů provádí pomocí akustických kalibrátorů, které vyhovují požadavkům ČSN EN 60942 Elektroakustika - Akustické kalibrátory. Jakmile je měření

ukončeno, tak se nastavení přístroje nesmí lišit o více než 0,5 dB od původní nastavené hodnoty. Nové měření a nové nastavení všech přístrojů se provede tehdy, je-li odchylka větší než 0,5 dB. K měření použité akustické kalibrátory musí mít platný kalibrační list a je doporučováno, aby nedošlo k překročení dvou let doby platnosti kalibrace. [10]

Měření

Měření hluku ve venkovním prostoru budov probíhá tak, že se mikrofon umístí přednostně 2 m od fasády (nejméně však 1 m) a 1,2-1,5 metrů nad úroveň příslušného podlaží. Přednost dáváme měření, které je prováděno před středem zavřeného okna u posuzované fasády. [10]

Měření musí probíhat za reprezentativních meteorologických podmínek pro posuzovanou hlukovou expozici. Metodický návod uvádí: „*Povrch silnic a železničních tratí musí být suchý, povrch země nesmí být pokryt sněhem nebo ledem, nesmí být ani zmrzlý ani nasáklý velkým množstvím vody a měření nesmí probíhat za podmínek teplotní inverze (např. v časných ranních hodinách), pokud tyto podmínky nejsou předmětem zkoumání.*“ [10]

V protokolu o měření se musí uvádět rychlost proudícího vzduchu. Jakmile je rychlost větru větší než $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, tak měření nesmí probíhat, pokud se tedy nejedná o specifické metody měření (např. měření větrné elektrárny). [10]

Akustické údaje

Hladiny akustického tlaku se měří v decibelech [dB], distribuční hladiny hluku a další údaje se měří dle ČSN ISO 1996-1 Akustika - Popis, měření a hodnocení hluku prostředí - Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení; ČSN ISO 1996-2 Akustika - Popis, měření a posuzování hluku prostředí - Část 2: Určování hladin hluku prostředí. Nejistoty měření se vždy uvádějí k výsledkům měření. [10]

Ekvivalentní hladina akustického tlaku $L_{Aeq,T}$ ustáleného signálu je stanovena: „*V případech, kdy hluk zdroje je ustálený a kdy je technicky obtížné, resp. nemožné časově oddělené měření hluku zdroje a hluku pozadí, tvořeného nepravidelně proměnným hlukem např. dopravy, je možno považovat za $L_{Aeq,T}$ zdroje*

hluku distribuční hladinu L_{A90} nebo v odůvodněných případech L_{A99} . Orientačně lze použít i vizuálně odečítanou, často se opakující nejmenší hodnotu hladiny akustického tlaku A . Přitom je třeba sluchem kontrolovat evidentní výskyt hlukem pozadí nerušených intervalů během měření.“ [10]

Zvolení vhodné doby i délky měření je základní předpoklad pro přesné určení hladiny akustického tlaku. Zvolená doba měření musí odpovídat průměrné standardní situaci, při které je v provozu zdroj hluku. Délka měření musí být zvolena k zachycení všech typických hlukových situací vyskytujících se v místě měření. [10]

Hluk pozadí je měřen před zahájením měření nebo po jeho ukončení, případně v jeho průběhu. Nejlépe je ho měřit ve stejných veličinách a na stejných měřicích místech jako měřený hluk. Jestliže se naskytne situace, kdy hluk pozadí nejde měřit na stejných místech, tak se může použít místa s obdobnou hlukovou situací. Tato situace se musí uvést v protokolu o měření. [10]

Důležité je také provést korekci na hluk pozadí. Korekce na hluk pozadí K pro váženou hladinu lze stanovit podle vztahu [10]

$$K = -10 \lg (1 - 10^{-0,1 \Delta L}) \text{ [dB]} \quad (1.1)$$

kde ΔL je rozdíl mezi hladinou měřeného hluku a hluku pozadí.

Je-li $\Delta L > 15$ dB, nekoriguje se; je-li $\Delta L < 4$ dB (tj. $K > 2,2$ dB) je nutné hluk pozadí odlišit jiným průkazným způsobem (např. stanovit korekci na hluk pozadí v jednotlivých kmitočtových pásmech). Pokud to není možné, nelze měření hodnotit.

Tab. 2 : Hodnoty korekce K [10]

ΔL [dB]	15	14	13	12	11	10	9,5	9	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4
K [dB]	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,9	1	1,1	1,3	1,4	1,7	1,9	2,2

Výsledná hladina se stanoví tak, že se odečte korekce na hluk pozadí od naměřených hodnot akustického tlaku. [10]

Neakustické údaje

Na místě měření se kromě hodnot hluku stanovují neakustické údaje. Těmi jsou zejména: „*Topografické situování místa vzhledem k zdroji hluku, možnost šíření hluku od zdroje do měřicího místa, fyzikální a atmosférické podmínky při měření, rychlost a směr větru, charakteristika zdroje hluku, doba trvání hluku a jeho výskyt v průběhu dne a všechny další okolnosti, které mohly ovlivnit průběh a výsledek měření.*“ [10]

Odhad nejistoty

Odhad rozšířené nejistoty U při měření ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$ je uveden v příloze D metodického návodu. [10]

Tab. 3: Hodnoty rozšířené nejistoty [10]

Druh hluku	Rozšířená nejistota U_{AB}			
	při měření ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$			
	Zvukoměr třídy 1		Zvukoměr třídy 2	
	Interiér	Exteriér	Interiér	Exteriér
Hluk s odstupem více než 10 dB od hluku pozadí	1,5 dB ^{**)}	1,3 dB ^{*)}	1,8 dB ^{**)}	1,6 dB ^{*)}
Hluk s odstupem 4 - 10 dB od hluku pozadí	2,0 dB	1,8 dB	2,3 dB	2,1 dB
Proměnný hluk působený hudební produkcí	2,3 dB	1,7 dB	2,6 dB	1,9 dB

V případě mého měření byla použita nejistota 2,1 dB.

1.3.2 Limity

Stanovení hygienických limitů hluku v chráněném venkovním prostoru budov se řídí dle nařízení vlády č. 217/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb. – o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. V tabulce č. 4 jsou uvedeny základní limity. [2]

Tab. 4: Základní limity [2]

Hluk ve venkovních prostorech	Den	Noc
Základní limit - pro hluk jiný než z dopravy	50 dB	40 dB
Dálnice, silnice I. a II.tř., místní komunikace I. a II.tř.	65 dB	55 dB
Silnice III. tř, komunikace III.tř. a účelové komunikace	60 dB	50 dB
Železniční dráhy v ochranném pásmu dráhy	65 dB	60 dB
Železniční dráhy mimo ochranné pásmo dráhy	60 dB	55 dB

1.3.3 Měřicí přístroje

Pro měření hluku se využívají hlukoměry neboli zvukoměry. V případě měření hluku v okolí bioplynové stanice byl použit hlukoměr BEHA 93411. Je to digitální přístroj na měření hladiny zvuku v měřicím rozsahu od 35 do 130 dB. [11]

Vybavení přístroje:

Přepínání vyhodnocovacích charakteristik A / C. (Charakteristika „A“ zastupuje charakteristiku sluchu lidského ucha. Člověk vnímá hlubší tóny méně než střední a vysoké. Charakteristika „C“ vyhodnocuje škálu frekvencí lineárně a bez filtru - je to skutečná hladinu hluku). [11]

Přepínatelné časové vyhodnocení (rychle / pomalu). Paměť max. naměřené hodnoty.

Technická data přístroje:

První rozsah měření je od 35 až do 100 dB. Druhý rozsah měření je od 65 do 130 dB.

Přesnost měření je ± 2 dB.

Hmotnost 230 g. [11]



Obr. 15: Použitý hlukoměr BEHA 93411 [11]

1.4 Zdroje hluku u BPS

1.4.1 Popis zařízení a údaje od výrobců

Zdrojem hluku na bioplynové stanici je především kogenerační jednotka, která je umístěna v budově kogenerace. Již při návrhu rozmístění jednotlivých zařízení BPS, se projektant snažil o eliminaci hluku z kogenerační jednotky. Z tohoto důvodu je budova situována za objektem sušárny a vrata od kogenerace jsou odvrácena od obce Lkáň. [3]

Kogenerační jednotka při provozu vydává nepřetržitě hluk, jehož průměrná hodnota v závislosti na frekvenčním spektru činí 101 dB(A) ve vzdálenosti 1m. Další významné zdroje hluku ve strojovně jsou kompresory, čerpadla na chladicí vodu a větráky, ale oproti emisím hluku kogenerační jednotky jsou nevýznamné. Kvůli hladině hlučnosti se v této místnosti nenachází žádné trvalé pracoviště. Do strojovny se může vstupovat pouze s ochranou sluchu. Spalovací proces plynového motoru vyvíjí hluk 122 dB(A) $\pm 2,5$. Tento zvuk se šíří do volného prostranství přes proud odcházejících spalin a je redukován tlumičem výfukových plynů podle údaje výrobce o ± 52 dB(A). Tím je dosaženo hladiny hlučnosti méně než 70 dB(A) ve vzdálenosti 10m od výfukového potrubí. Komín kogenerace je odvrácen od obce Lkáň a má výšku cca 10m. Dalším zdrojem hluku ve strojovně je větrací zařízení kogenerace. Hluk proudění kanálů a ventilátorů produkuje zvuky, a ty pronikají přes nasávání a výpusť ven. Klimatizace s ventilátorem a klapkami způsobují hluk do 91 dB(A). Proto jsou osazeny tlumiče hluku. Na střeše budovy kogenerace jsou z akustického hlediska významné chladiče. Každý, z celkem 3 agregátů, vydává hluk v hladině do 53 dB(A) ve vzdálenosti 10m. Ventilátory běží stále současně s kogenerací. Na

fermentoru jsou osazena míchadla. Výrobce udává hladinu hlučnosti v hodnotě do 72 dB(A). Míchadla neběží kontinuálně, ale jsou v provozu v závislosti na dávkovacím zařízení, které je také zdrojem hluku. [3]

Tab. 5: Seznam zařízení, které jsou zdrojem hluku [3]

BPS Lkáň seznam zařízení	
Dávkovač pevných substrátů Fliegl [59 m ³]	1 ks
Dmychadlo DGVD 650-125-4,0 kW	1 ks
Kogenerační jednotka Jenbacher JMS/JGS 312 D25 GS-B.L [549 kWe]	1 ks
Míchadlo Armatec 18,5 kW (dofermentor a koncový sklad)	5 ks
Míchadlo Paulmichl 22 kW (hlavní fermentor)	2 ks
Plynový hořák NTF300-80-80 Set	1 ks
Separátor Doda 3,5 kW	1 ks
Čerpadlo 9 kW (tříkomorová jímka)	1 ks
Čerpadlo v čerpacím centru Vogelsang 7,5 kW	1 ks
Pásová sušárna Alvan Blanch CD7900DP	1 ks
Čerpadlo v jímce na silážní šťávy	1 ks

1.4.2 Ostatní zdroje hluku BPS

Dalším zdrojem hluku je doprava k obslužení bioplynové stanice. Do BPS se dávkuje kejda, kterou traktory naváží z družstva Klapý, které je vzdáleno 4,2 km. Kejdu naváží traktorovými cisternami dvakrát týdně, a to většinou v pondělí a ve čtvrtek. Za den celkem pětkrát. V období, kdy je možné hnojit pole, je fugát vyvážen desetkrát za den v pracovní dny. Vyváží se cca od března do dubna. Následně také po žních a sklizni tj. od srpna do října.



Obr. 16: Fotografie traktorové cisterny

1.4.3 Časy provozu jednotlivých zařízení

Tab. 6: Časy, kdy je v provozu míchací technika BPS [4]

Míchací technika					
BPS Lkáň- ZD Klapý			Únor		2017
Datum	HF- míchadlo M107	HF- míchadlo M109	DF- míchadlo M111	DF- míchadlo M112	DF- míchadlo M113
[d:m:r]	[h:m]	[h:m]	[h:m]	[h:m]	[h:m]
1.2.2017	5:12	5:10	1:34	1:34	1:33
2.2.2017	4:33	4:30	1:34	1:34	1:33
3.2.2017	4:56	4:54	1:34	1:34	1:33
4.2.2017	5:06	5:03	1:34	1:34	1:33
5.2.2017	5:03	5:00	1:34	1:34	1:33
6.2.2017	5:11	5:08	1:34	1:34	1:33
7.2.2017	4:55	4:52	1:34	1:34	1:33
8.2.2017	5:24	5:21	1:34	1:34	1:33
9.2.2017	4:34	4:32	1:34	1:34	1:33
10.2.2017	4:53	4:50	1:34	1:34	1:33
11.2.2017	5:30	5:27	1:34	1:34	1:33
12.2.2017	5:12	5:09	1:34	1:34	1:33
13.2.2017	5:14	5:11	1:34	1:34	1:33
14.2.2017	4:36	4:33	1:34	1:34	1:33
15.2.2017	5:05	5:02	1:34	1:34	1:33
16.2.2017	4:46	4:43	1:34	1:34	1:33
17.2.2017	4:53	4:50	1:34	1:34	1:33
18.2.2017	5:20	5:17	1:34	1:34	1:33
19.2.2017	5:12	5:09	1:34	1:34	1:33
20.2.2017	4:58	4:56	1:34	1:34	1:33
21.2.2017	4:25	4:22	1:34	1:34	1:33
22.2.2017	5:15	5:12	1:34	1:34	1:33
23.2.2017	5:02	4:59	1:34	1:34	1:33
24.2.2017	4:58	4:55	1:34	1:34	1:33
25.2.2017	4:32	4:29	1:34	2:00	1:33
26.2.2017	5:23	5:20	1:34	1:34	1:33
27.2.2017	4:29	4:27	1:26	1:26	1:25
28.2.2017	4:43	4:41	1:34	1:34	1:33
Součet	139:20	138:02	43:44	44:10	43:16
Průměr	4:58	4:55	1:33	1:34	1:32
Denní MAX	5:30	5:27	1:34	2:00	1:33
Dne	11.2.2017	11.2.2017	22.2.2017	25.2.2017	18.2.2017

Tab. 7: Časy, kdy je v provozu dávkovač BPS[4]

Dávkovač						
BPS Lkáň- ZD Klapý		Únor		2017		
Datum	Dávkovač množství	Mísic SMI	Dopravník DS1	Dopravník DS2	Dopravník DS3	Dopravník DS4
[d:m:r]	[t]	[h:m]	[h:m]	[h:m]	[h:m]	[h:m]
1.2.2017	21,45	1:25	1:25	2:33	2:38	2:43
2.2.2017	14,81	0:53	0:53	1:50	1:55	2:00
3.2.2017	18,50	1:08	1:08	2:12	2:17	2:22
4.2.2017	20,68	1:18	1:18	2:27	2:32	2:37
5.2.2017	19,66	1:17	1:17	2:25	2:30	2:35
6.2.2017	20,82	1:18	1:18	2:35	2:39	2:45
7.2.2017	17,10	1:13	1:13	2:11	2:16	2:21
8.2.2017	21,62	1:25	1:25	2:47	2:52	2:57
9.2.2017	14,51	0:59	0:59	1:55	2:00	2:05
10.2.2017	17,14	1:12	1:12	2:14	2:19	2:23
11.2.2017	22,83	1:30	1:30	2:50	2:55	3:00
12.2.2017	19,14	1:20	1:20	2:33	2:38	2:43
13.2.2017	20,15	1:11	1:11	2:37	2:42	2:47
14.2.2017	15,93	1:04	1:04	1:58	2:03	2:08
15.2.2017	21,21	1:17	1:17	2:29	2:34	2:39
16.2.2017	17,08	1:04	1:04	2:04	2:10	2:15
17.2.2017	17,81	1:07	1:07	2:07	2:12	2:18
18.2.2017	21,36	1:23	1:23	2:40	2:45	2:50
19.2.2017	21,14	1:20	1:20	2:34	2:39	2:44
20.2.2017	18,71	1:08	1:08	2:19	2:24	2:29
21.2.2017	13,76	0:49	0:49	1:47	1:51	1:56
22.2.2017	20,51	1:25	1:25	2:37	2:42	2:47
23.2.2017	17,62	1:06	1:06	2:23	2:28	2:33
24.2.2017	18,41	1:10	1:10	2:20	2:25	2:30
25.2.2017	16,47	1:00	1:00	2:00	2:04	2:09
26.2.2017	22,39	1:26	1:26	2:45	2:50	2:54
27.2.2017	15,98	1:01	1:01	1:58	2:02	2:07
28.2.2017	16,90	1:03	1:03	2:07	2:12	2:17
Součet	523,69	33:32	33:32	65:17	67:34	69:54
Průměr	18,70	1:11	1:11	2:19	2:24	2:29
Denní MAX	22,83	1:30	1:30	2:50	2:55	3:00
Dne	11.2.2017	11.2.2017	11.2.2017	11.2.2017	11.2.2017	11.2.2017

2 PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Měření

2.1.1 Předmět měření

Provozovna: Bioplynová stanice Lkáň

Účel měření: Měření hlukové zátěže přilehlé obce ve dne i v noci

Datum měření: 2. 5. 2017

2.1.2 Metoda měření

Měření provedeno dle: ČSN ISO 1996-1 Akustika - Popis, měření a hodnocení hluku prostředí - Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení; ČSN ISO 1996-2 Akustika - Popis, měření a posuzování hluku prostředí - Část 2: Určování hladin hluku prostředí.

Požadavky viz: Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

V případě měření u BPS Lkáň byla použita nejistota 2,1 dB.

2.1.3 Použitá měřicí technika

Hlukoměr BEHA 93411, výrobní číslo 030621438, filtr A a C, rozsahy 35-100 dB a 65-130 dB. Hlukoměr nebyl kalibrován.

Pro zjištění teploty, rychlosti větru a vlhkosti byla použita aplikace Meteor-Aladin.

2.1.4 Zdroj hluku

Měřeným zdrojem hluku je provoz technických zařízení provozovny: dávkovač pevných substrátů Fliegl [59 m³], dmychadlo DGVD 650-125-4,0 kW, kogenerační jednotka Jenbacher JMS/JGS 312 D25 GS-B.L [549 kWel.], 5x míchadlo Armatec 18,5 kW (dofermentor a koncový sklad), 2x míchadlo Paulmichl 22 kW (hlavní fermentor), plynový hořák NTF300-80-80 Set, separátor Doda 3,5kW, čerpadlo 9 kW (tříkomorová jímka), čerpadlo v čerpacím centru Vogelsang 7,5 kW, pásová sušárna Alvan Blanch CD7900DP, čerpadlo v jímce na silážní šťávy. Charakter hluku ustálený, veškerá zařízení při měření ve dne byla v chodu na maximální nebo fixní výkon.[8]

2.1.5 Popis situace

Účelem měření je posouzení hlukové zátěže venkovního chráněného prostoru v okolí bioplynové stanice způsobené provozem technických zařízení. Předmětem měření je provoz zdroje hluku BPS s vyloučením hluku z dopravy. Měřicí místa byla zvolena na hranici pozemků nejbližších ležících obytných domů. Všechna měření ve dne byla provedena za chodu bioplynové stanice na maximální výkon, kdy byla v provozu veškerá technická zařízení provozovny. Zařízení je v provozu v denní i noční době. Během měření nedošlo k žádným problémům na měřicí technice. Měření hluku pozadí bylo provedeno v místě s obdobnou hlukovou situací, protože bioplynová stanice je v nepřetržitém provozu a není možná celková krátkodobá odstávka. [8]

2.1.6 Podmínky v době měření

Během měření byla rychlost větru 4,8 m/s, teplota se pohybovala v rozmezí +14 °C až +15 °C a průměrná vlhkost vzduchu dosahovala hodnoty cca. 51,8%. Při měření v noci bylo bezvětří, teplota se pohybovala v rozmezí +4 °C až +5 °C a průměrná vlhkost vzduchu cca 78,1 %. Klimatické podmínky nejsou ve výpočtu zohledněny.

2.1.7 Situace měřících bodů

Na obrázku 17 je znázorněno umístění jednotlivých zdrojů hluku bioplynové stanice. Čísly 1, 2 jsou označeny pozice měřících bodů.



Obr. 17: Situace měřících bodů

2.1.8 Naměřené hodnoty hluku

Tab. 8 : Hodnoty naměřeného hluku na jednotlivých měřených místech

Datum a čas měření	Číslo měření	Místo měření	Naměřené hodnoty akustického tlaku [dB]										Medián [dB]
2.5. 17:30	1	Motor uvnitř	104,7	104,7	104,6	104,4	104,3	105,5	104,0	103,8	103,7	104,2	104,4
	2	Motor u vrat	72,5	72,1	70,1	71,6	70,7	70,9	70,3	70,4	70,8	71,0	70,9
	3	Míchadla	82,0	82,8	82,6	82,0	81,4	82,6	81,9	81,4	81,2	81,1	82,0
	4	Míchadla (střed)	71,5	75,2	75,9	74,4	73,1	73,7	73,9	73,4	73,2	73,6	73,7
	5	Sušárna uvnitř	89,8	89,5	90,7	89,6	89,5	89,9	89,4	89,5	89,8	89,6	89,6
	6	Sušárna venku	70,9	72,0	69,3	71,9	71,4	69,8	70,2	70,4	71,3	71,5	71,1
	7	U dávkovače	67,6	67,8	69,2	69,4	69,5	68,9	67,3	67,9	68,2	68,4	68,3
	8	Bod č.1	52,2	52,5	52,0	52,7	52,5	51,0	52,4	52,2	52,4	52,7	52,4
	9	Bod č.2	53,1	52,6	52,8	53,2	52,3	52,8	52,6	52,4	53,1	52,3	52,7
2.5. 2.5. 22:50	10	Bod č.1	43,8	43,5	44,7	43,6	42,5	43,0	42,6	42,7	42,9	43,0	43,0
	11	Bod č.2	44,1	43,9	43,0	43,6	43,7	43,4	43,8	43,5	43,6	43,4	43,6
2.5. 17:30	12	Hluk pozadí	45,6	45,7	46,2	46,1	46,8	46,5	45,7	45,9	46,2	46,4	46,2
2.5. 22:50	13	Hluk pozadí	38,5	38,7	39,1	39,4	39,2	38,8	38,6	38,5	38,1	38,0	38,7

2.2 Výsledky měření

2.2.1 Rodinný dům, Lkáň č. p. 11, č. parc. st. 128

Měření bylo provedeno ve venkovním prostoru ve vzdálenosti 2 m od fasády domu č. p. 11, hlukoměr byl na stativu ve výšce cca 2 m nad terénem. Toto měření je ve výpočtech označeno bodem č. 1. Během měření hluku ve dne foukal slabě vítr, který narušoval nepatrně měření. Hluk z provozu stanice je ve dne slabě slyšitelný a po většinu času zaniká v přirozeném ruchu prostředí. Během měření hluku v noci nebyly zaznamenány žádné rušivé vlivy, hluk z provozu byl také slabě slyšitelný. Naměřené hodnoty měření ve dne a v noci se od sebe liší cca o 9 dB, toto je

způsobeno tím, že ve dne byly v chodu všechny zdroje hluku a v noci hluk způsobovala pouze kogenerační jednotka.

Tab. 9 : Hodnoty naměřeného hluku u domu č.p. 11 - měřené místo bod č.1

Místo měření	Datum a čas měření	Trvání naměru T [min]	Hluk zdroje $L_{aeq,T}$ [dB(A)]	Hluk pozadí L_{90} [dB(A)]	Odstup ΔL [dB(A)]	Nejistota [dB(A)]
Bod č. 1	2.5.2017 17:30	10	52,4	46,2	6,2	2,1
	2.5.2017 22:50	10	43,0	38,7	4,3	2,1

2.2.2 Rodinný dům, Lkáň parc. č. 26/5

Další měření bylo provedeno u domu parc. č. 26/5, měřené místo je označeno bodem č. 2. Způsob a podmínky měření byly shodné s měřením bodu č. 1.

Tab. 10 : Hodnoty naměřeného hluku u domu parc. č. 26/5 - měřené místo bod č.2

Místo měření	Datum a čas měření	Trvání naměru T [min]	Hluk zdroje $L_{aeq,T}$ [dB(A)]	Hluk pozadí L_{90} [dB(A)]	Odstup ΔL [dB(A)]	Nejistota [dB(A)]
Bod č. 2	2.5.2017 17:30	10	52,7	46,2	6,5	2,1
	2.5.2017 22:50	10	43,6	38,7	5,0	2,1

2.2.3 Stanovení korekcí na hluk pozadí, porovnání s limity

Podle metodického návodu pro měření hluku v mimopracovním prostředí, č.j. HEM-300-11.12.01-34065 bylo provedeno měření hluku pozadí. Za pomoci vztahu $K(p) = -10 \lg(1-10^{-0,1\Delta L})$ byl vypočten vliv hluku pozadí na naměřené hodnoty. ΔL je rozdíl mezi hladinou měřeného hluku a hluku pozadí v dB. Korekce na odrazivost fasády byla započtena.

Tab. 11: Korigování naměřených hodnot a porovnání s limity - měřené místo bod č.1

Místo měření	Datum a čas měření	Hluk zdroje $L_{aeq,T}$ [dB(A)]	Korekce $K(p)$	Korekce na odraz od fasády [dB]	Hluk zdroje po odečtu korekcí [dB]	Nejistota	Limit $L_{aeq,T}$ [dB(A)]	Závěr
Bod č. 1	2.5. 17:30	52,4	1,2	2,0	49,2	2,1	50	Vyhovuje
	2.5. 22:50	43,0	2	2,0	39,0	2,1	40	Vyhovuje

Tab. 12: Korigování naměřených hodnot a porovnání s limity - měřené místo bod č.2

Místo měření	Datum a čas měření	Hluk zdroje $L_{aeq,T}$ [dB(A)]	Korekce $K(p)$	Korekce na odraz od fasády [dB]	Hluk zdroje po odečtu korekcí [dB]	Nejistota	Limit $L_{aeq,T}$ [dB(A)]	Závěr
Bod č. 2	2.5. 17:30	52,7	1,1	2,0	49,6	2,1	50	Vyhovuje
	2.5. 22:50	43,6	1,7	2,0	39,9	2,1	40	Vyhovuje

2.3 Návrh opatření

Z výsledků měření (tabulka 11, tabulka 12) je zřejmé, že po korigování naměřených hodnot a porovnání s limity, je BPS z hlediska hluku vyhovující. Konkrétní hodnoty hluku zdroje po odečtu korekcí jsou ale těsně pod stanovenými limity, a proto by bylo dobré udělat u BPS dodatečné protihlukové opatření.

Jednou z možností je na stávající val, který je mezi BPS a obcí (znázorněno na obr. 2), vysadit stromy.

Nejvýznamnější tlumicí účinek mají volně rostoucí skupiny stromů, keřů a travnaté plochy. Strihané stromy a keře, které vytváří husté stěny, mají v tomto směru nižší účinnost, protože se u nich částečně uplatňuje odraz zvukových vln. Zeleň vysazovaná jako záměrná ochrana proti hluku nemá být kompaktní, ale má být

přerušovaná mezerami a stromy by měly být zasazené střídavě. Účinnost zeleného pásu je tím větší, čím více hradeb a mezer obsahuje. Hluk se tlumí v závislosti na součtu procházení prostorami rozdílné hustoty a vznikají mnohonásobné odrazy zvukových vln od rostlin, vlny se rozptylují v prostorech mezi nimi a jsou pohlcovány povrchem vegetace. Největší účinek mají výsadby umístěné co nejbližší ke hlukovým zdrojům nebo co nejbližší ke chráněným objektům. Nejúčinnější protihlukovou složkou vegetačních bariér jsou listnaté porosty. Čím větší je povrch listů, tím vyšší je útlum hluku. Listnaté stromy bez olistění mají mnohem menší účinnost. Pás zeleně široký cca 3 m může snížit hlučnost až o 25 %. [12]

Z výše uvedeného plyne, že protihluková bariéra ze zeleně, by měla být z listnatých stromů a keřů. Tato varianta je ale účinná pouze v době olistnění a proto by bylo vhodné doplnit zelený pás o jehličnaté dřeviny.

Další možností k zamezení šíření hluku od míchadel umístěných na fermentoru, je opatřit dvoutrubkové zábradlí na straně k obci protihlukovou clonou.

Optimálním řešením by byla kombinace výše zmíněných možností.

ZÁVĚR

Účelem této práce bylo zjistit, jaké negativní vlivy z hlediska hluku má bioplynová stanice na obyvatele okolních rodinných domů a návrh opatření ke zmenšení negativních vlivů. V běžném životě jsou lidé žijící v blízkosti BPS smířeni s negativními vlivy a většinou jako obtěžující vnímají více případný zápach než hluk. Na hluk jsou zvyklí a v podstatě ho nevnímají a myslí si, že je neobtěžuje. Ze zdravotního hlediska je hluk, který je větší než stanovené limity a dlouhodobě působící, škodlivý. Bioplynová stanice Lkáň je provozována v souladu s provozním řádem a technologickými předpisy. Fermentační proces probíhá v uzavřeném fermentoru v tzv. termofilní oblasti tj. 52 °C a všechny plynové cesty jsou také uzavřené. Z toho plyne, že tato správně provozovaná BPS nezapáchá. Obyvatelé obce Lkáň i Klapý jsou po uvedení bioplynové stanice do provozu obtěžováni zápachem méně než před ním. Je to z důvodu toho, že kejdu a hnůj, který vyprodukuje skot, dříve zemědělci vyváželi na pole a hnojili těmito hnojivy v surovém stavu, nyní jsou surovinou pro BPS a hnojí se fugátem, který nezapáchá a neobtěžuje okolí. Z tohoto důvodu se bakalářská práce nezabývá zápachem, ale pouze hlukem z bioplynové stanice.

Proběhlo měření hluku u dvou nejbližších umístěných rodinných domů. Výsledky měření byly zaznamenány v tabulkách, porovnány s hygienickými hlukovými limity a bylo navrženo protihlukové opatření. Měření hluku probíhalo ve dne při plném chodu bioplynové stanice, tzn. všechny zdroje hluku byly v provozu. Při měření v noci byla v provozu pouze kogenerační jednotka. Z výsledků je zřejmé, že hygienické hlukové limity byly splněny. Měření hluku ve dne vyšlo pro měřené místo - bod č. 1 u prvního rodinného domu 49,2 dB a limit je 50 dB. V noci vyšlo 39,0 dB a limit je 40 dB. Pro druhé měřené místo - bod č. 2 u druhého rodinného domu je výsledek ve dne 49,6 dB a v noci 39,9 dB. Z těchto naměřených a zkorigovaných hodnot je patrné, že limity jsou splněny velmi těsně, a proto by bylo dobré doplnit ke stávající bioplynové stanici nové protihlukové zařízení. První měřící místo je od BPS vzdáleno 89 m, druhé 114 m. Měření hluku bodu č. 1 vyšlo méně, i když je blíže zdroji hluku než bod č. 2. Důvodem je omezení přímé viditelnosti u bodu č.1 stodolou.

Z výzkumů a i praxe je prokázáno, že protihlukové bariéry ze zeleně, když jsou správně a funkčně navrhnuty, snižují hlukovou zátěž až o 25 %. Je tedy vhodné stávající val doplnit o výsadbu stromů a keřů. Dalším vhodným protihlukovým opatřením by bylo doplnit dvoutrubkové zábradlí na fermentoru na straně k obci protihlukovou clonou. Optimálním řešením je provedení obou výše zmíněných opatření. Po realizaci protihlukových opatření je vhodné provést opakované měření hluku a porovnat ho se stavem před úpravami. Kdyby i tak naměřené hodnoty byly stále vysoké, lze přistoupit k výstavbě protihlukové stěny hned vedle BPS směrem k obci.

SEZNAM POUŽITÝCH VELIČIN

T	Trvání náměru	[min.]
$L_{\text{aeq},T}$	Hluk zdroje	[dB(A)]
L_{90}	Hluk pozadí	[dB(A)]
ΔL	Odstup	[dB(A)]
K(p)	Korekce	[dB]

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

BPS	Bioplynová stanice
JZD	Jednotné zemědělské družstvo
ZD	Zemědělské družstvo
ČSN	Česká státní norma
EN	Evropská norma
ISO	(zkr. z angl. <i>International Organization for Standardization</i>) Mezinárodní organizace pro normalizaci
KJ	Kogenerační jednotka
HF	Hlavní fermentor
DF	Dofermentor
d:m:r	Den měsíc rok
h:m	Hodina minuta

POUŽITÁ LITERATURA

1. BERAN, Vlastimil. *Chvění a hluk*. V Plzni: Západočeská univerzita, 2010. ISBN 978-80-7043-916-6.
2. ČESKO. fragment #f5839702 nařízení vlády č. 217/2016 Sb., nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: <i>Zákony pro lidi.cz</i> [online]. © AION CS 2010-2017 [cit. 22. 5. 2017]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-217#f5839702>
3. Farmtec a.s. *Projektová dokumentace pro změnu stavby před dokončením bioplynové stanice Lkáň, k.ú. Lkáň*. Roudnice nad Labem, 2013.
4. Farmtec a.s. *Software BPS Lkáň*. Lkáň, 2017.
5. HAVRÁNEK, Jiří. *Hluk a zdraví*. Praha: Avicenum, 1990. ISBN 80-201-0020-2.
6. LIBERKO, Miloš. *Hluk v prostředí: problematika a řešení*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2004. ISBN 80-721-2271-1.
7. NĚMEC, František. *ZD Klapý Bioplynová stanice* [přednáška]. Klapý, 5.listopadu 2014
8. REVITA ENGINEERING. *Protokol o zkoušce: Měření hladiny hluku z užívání provozovny*. Litoměřice, 2014.
9. VAVERKA, Jiří. *Stavební fyzika*. Brno: VUTIUM, 1998. ISBN 80-214-12836.
10. *Metodický návod: pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí* [online]. Praha, 2001 [cit. 2017-05-26]. Dostupné z: http://apps.szu.cz/cekz/dokumenty/autorizace/hluk_v_mimoprac_prostredi.pdf
11. *Instruction manual: Digital Sound Level Meter*.

12. Vliv porostů dřevin na hlučnost prostředí. *Poradenská a konzultační činnost v oblasti životního prostředí* [online]. Brno: Mgr. Ivana Paukertová, 2009 [cit. 2017-05-22]. Dostupné z:
<http://www.paukertova.cz/view.php?cislocclanku=2009100003>
13. Úplný výpis z obchodního rejstříku. *Veřejný rejstřík a Sbirka listin* [online]. [cit. 2017-05-26]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=656035&typ=UPLNY>