

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Šíření hluku z objektu pro chov prasat do okolního prostředí

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Marie Šístková, CSc.

Autor:

Bc. Michal Vávra

2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Michal VÁVRA**
Osobní číslo: **Z10722**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie**
Název tématu: **Šíření hluku z objektu pro chov prasat do okolního prostředí.**
Zadávající katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

V práci proveďte:

1. Literární rešerši k danému tématu.
2. Popis a charakteristiku:
 - sledovaného objektu (technologické zařízení, počet kusů a kategorie zvířat),
 - denního režimu v objektu (klid, doba před krmením, doba krmení, ošetření zvířat, popř. naskladňování, vyskladňování zvířat apod.).
3. Měření hladin akustického tlaku současně uvnitř a vně objektu v předem určených vzdálenostech (alespoň 3 z každé světové strany objektu) od jeho obvodových zdí během denního režimu a v místě nejbližší bytové zástavby.
4. Měření proveďte v době vegetace a bez vegetace za stejných podmínek měření.
5. Zpracování naměřených hodnot akustických hladin (výpočet ekvivalentní hladiny akustického tlaku L_{Aeq}) a převedení do grafické podoby.
6. Schematický náčrt objektu a míst měření (uvnitř i vně).
7. Posouzení stavu z hygienického hlediska (srovnání s hygienickými limity), v případě nadlimitních hodnot návrh opatření na zlepšení stavu.
8. Návrh optimální vzdálenosti (ochranného pásma) sledovaného objektu od bytové zástavby.

Rozsah grafických prací: **obrázky, fotografie dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **60 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

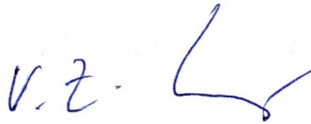
Seznam odborné literatury:

Pulkrábek, J.: Chov prasat. Profi Press, Praha, 2005. 160 s.;
Příkryl, M. et al.: Technologická zařízení staveb živočišné výroby. Tempo Pres II, 1997. 276 s.;
Günther-Hansen-Veit : Technische Akustik. Expert Verlag: Esslingen, 2008.;
Nový, R.: Hluk a chvění. ČVUT, Praha, 1995. 389 s.;
Smetana, C. a kol.: Hluk a vibrace, měření a hodnocení. Sdělovací technika, Praha, 1998. 188 s.;
Sbírka zákonů č.146/2000, 502. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ze dne 27. listopadu 2000;
Sbírka zákonů č. 51/2006, 148. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací: Praha 2006;
ČSN ISO 1996-1. 2004. Popis, měření a hodnocení hluku prostředí. Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004;
ČSN ISO 1996-2. 2009. Popis, měření a posuzování hluku prostředí. Část 2: Určování hladin hluku prostředí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009;
Metodický návod ministerstva zdravotnictví, hlavního hygienika ČR HEM-300-11.12.01-34065 pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí ze dne 11. 12. 2001.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Marie Šístková, CSc.**
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

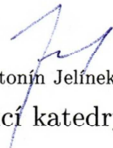
Datum zadání diplomové práce: **15. února 2011**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2012**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13 ④
370 05 České Budějovice**

L.S.


doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15. března 2011

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Šíření hluku z objektu pro chov prasat do okolního prostředí“ zpracovával samostatně, na základě vlastních zjištění a materiálů uvedených v seznamu použité literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 23. 3. 2012

.....

Podpis autora

Poděkování:

Děkuji vedoucí práce Ing. Marii Šítkové, CSc. za všestrannou pomoc a odborné rady, které mi ve velké míře usnadnily zpracování diplomové práce. Dále děkuji vedení společnosti PONĚDRAŽ s.r.o. zejména Ing. Václavu Forstovi za poskytnutí důležitých materiálů pro vypracování diplomové práce.

Také bych rád poděkoval svému kolegovi a dlouholetému kamarádovi Ing. Bc. Janu Lencovi za jeho drahocenný čas a technickou pomoc při měřeních.

OBSAH

1	Úvod	9
2	Literární přehled	11
2.1	Hluk jako faktor životního prostředí	11
2.2	Účinky hluku na člověka.....	13
2.3	Metody boje proti hluku.....	15
2.4	Definice zvuku	18
2.4.1	Zdroje zvuku	18
2.4.2	Vlastnosti zvuku	19
2.4.2.1	Výška zvuku	19
2.4.2.2	Barva zvuku.....	19
2.4.2.3	Hlasitost a intenzita zvuku.....	20
2.4.3	Akustické vlnění	21
2.4.3.1	Kmitočet	22
2.4.3.2	Vlnová délka.....	23
2.4.3.3	Akustický tlak.....	23
2.5	Hluk.....	24
2.5.1	Zdroje hluku.....	25
2.5.2	Zdravotní účinky hluku.....	26
2.5.2.1	Poškození sluchového aparátu.....	26
2.5.2.2	Vliv hluku na kardiovaskulární systém	27
2.5.2.3	Obtěžování hlukem.....	27
2.5.3	Hluk v zemědělství	28
2.6	Hlukové limity a legislativní opatření.....	29
2.6.1	Limity hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb.....	31
2.6.2	Limity hluku v chráněném venkovním prostoru staveb	33
2.6.3	Hodnocení zdravotních rizik hluku.....	34
2.7	Vyhodnocení vlivů na životní prostředí – EIA	35
2.7.1	Legislativa.....	36
2.7.2	Rozsah a předmět posuzování.....	36
2.8	Aerodynamika stájových ventilátorů	37
2.9	Vliv rychle rostoucích dřevin na hluk	38

3	Cíl práce	39
4	Metodika.....	40
4.1	Charakteristika Ponědraž s.r.o.....	40
4.1.1	Zvolený objekt	41
4.1.2	Blokové schéma – Porodna.....	43
4.1.3	Vytyčení měřících míst.....	44
4.2	Popis měřící techniky	45
4.2.1	Hlukoměr Voltcraft SL-400.....	45
4.2.2	Notebook IBM ThinkPad Z60m.....	46
4.2.3	Kalibrátor hladiny zvuku Voltcraft 326.....	46
4.2.4	Laserový zaměřovač BOSCH DLE50	46
4.2.5	Meteostanice EMOS KL 4900.....	46
4.2.6	Vysílačky MaxCom WT 206.....	47
4.3	Postup před měřením.....	47
4.3.1	Stanovení vhodných míst pro měření	47
4.3.2	Kalibrace hlukoměrů.....	48
4.3.3	Meteorologické vlivy.....	48
4.3.4	Období a délka měření.....	49
4.4	Průběh vlastního měření.....	49
4.5	Zpracování naměřených hodnot a použité vzorce.....	50
5	Výsledky měření	51
5.1	Měření 25. 08. 2011 – vegetace	51
5.1.1	Graf 1 – První měření, hlukoměr č. 1.	52
5.1.2	Graf 2 – První měření, hlukoměr č. 2.	54
5.1.3	Graf 3 – Druhé měření, hlukoměr č. 2.....	56
5.1.4	Graf 4 – Třetí měření, hlukoměr č. 2.	58
5.1.5	Graf 5 – Čtvrté měření, hlukoměr č. 2.....	60
5.1.6	Graf 6 – Páté měření, hlukoměr č. 2.	62
5.1.7	Graf 7 – Šesté měření, hlukoměr č. 2.	64
5.1.8	Graf 8 – Sedmé měření, hlukoměr č. 2.	66
5.1.9	Graf 9 – Osmé měření, hlukoměr č. 2.	68
5.2	Měření 24. 11. 2011 – bez vegetace.....	70
5.2.1	Graf 10 – První měření, hlukoměr č. 1.	71

5.2.2	Graf 11 – První měření, hlukoměr č. 2.	73
5.2.3	Graf 12 – Druhé měření, hlukoměr č. 2.	75
5.2.4	Graf 13 – Třetí měření, hlukoměr č. 2.	77
5.2.5	Graf 14 – Čtvrté měření, hlukoměr č. 2.	79
5.2.6	Graf 15 – Páté měření, hlukoměr č. 2.	81
5.2.7	Graf 16 – Šesté měření, hlukoměr č. 2.	83
5.2.8	Graf 17 – Sedmé měření, hlukoměr č. 2.	85
5.2.9	Graf 18 – Osmé měření, hlukoměr č. 2.	87
5.3	Porovnání naměřených hodnot.....	89
5.4	Porovnání získaných dat	92
5.5	Porovnání ekvivalentních hladin akustického tlaku.....	94
6	Dotazníkový průzkum.....	95
6.1	Vyhodnocení získaných dat	96
6.1.1	Rozdělení dle věku.....	96
6.1.2	Rozdělení dle pohlaví	97
6.1.3	Rozdělení dle zaměstnaneckého statusu	98
6.1.4	Sluchové vady.....	98
6.1.5	Míra hluku v místě bydliště	99
6.1.6	Zdroj hluku	100
6.1.7	Působení hluku z časového hlediska.....	100
6.2	Celkové zhodnocení dotazníkového průzkumu	101
7	Diskuse.....	102
8	Závěr	104
9	Seznam použité literatury	105
10	Přílohy	108

1 Úvod

Naší planetu obklopuje spousta ekologických problémů - jak velkých tak, i malých. Mezi tyto problémy patří i hluk. Bohužel si mnoho lidí neuvědomuje, co všechno může hluk způsobit.

Hluk vlastně nemůžeme ani přesně definovat, protože stejný hluk působí na jednotlivé typy lidí různě podle daných okolností. Hlukem obecně rozumíme každý zvuk nebo zvuky, které škodí lidskému organismu. Z psychologického hlediska je zachycený zvukový impuls podnětem. Tyto podněty dráždí určitá místa mozku, což můžeme posoudit jako libý nebo nežádoucí účinek. Tyto účinky jsou samozřejmě různé podle typu člověka, jeho nálady nebo třeba podle jeho zkušeností, proto jsou důležité i účinky psychické. Mezi zdroje hluku patří hlavně věci vyrobené člověkem (auta, kosmické lodě, letadla), z menší části i sám člověk (hluk ve třídě) a nepatrně i příroda (VEBER, 1982).

Akustika jako věda se začala vyvíjet v devatenáctém století. Zvuky, kterým byla tehdy věnována pozornost, byly zvuky příjemné a žádoucí. Studovaly se např. zvuky generované vibrujícími strunami hudebních nástrojů a varhanními píšťalami.

V dnešní době většina zvuků, které jsou předmětem inženýrského zájmu, jsou nežádoucí akustické signály, které nazýváme hlukem. Ve vyspělých státech světa existují rozsáhlé výzkumné programy, zabývající se zvuky, které jsou generovány stroji různého typu, zejména proudovými stroji.

Ale ne všechny oblasti moderní akustiky se zabývají nežádoucími zvuky. Tak např. architekti potřebují navrhovat místnosti nebo velké koncertní sály s dobrými akustickými vlastnostmi, které mají zajistit především kvalitní přenos mluveného slova, zpěvu a hudby.

V medicíně je ultrazvuk využíván k vytváření obrazů tkání, jejichž kvalita je srovnatelná s fotografiemi pořízenými pomocí škodlivých paprsků X. Ultrazvuk je také široce používán v inženýrské praxi jako prostředek testování materiálových trhlin, nehomogenit v materiálu apod. Zařízení atomových elektráren jsou průběžně monitorována aparaturami, jejichž základem jsou obvody využívající poznatků z oblasti ultrazvuku.

Moderní akustika je subjekt s mnoha různými aplikacemi v praxi. Většina velkých podniků ve vyspělých státech světa má týmy inženýrů specialistů, kteří aplikují

základní teoretické poznatky do praxe. Hlučné stroje nejsou totiž dobře prodejné. Přesnost strojů a kvalita strojních zařízení úzce souvisí s jejich hlučností. Pomocí akustických parametrů lze proto monitorovat technický stav zařízení.

Škodlivé působení hluku na člověka vedlo mnoho vyspělých zemí k legislativním opatřením, jejichž výsledkem je řada zákonů, norem a jiných právních předpisů zajišťujících ochranu lidí před nadměrným hlukem a vibracemi jak v oblasti komunální hygieny, tak i na pracovištích. Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, je v ČR platnou legislativní normou, která stanovuje hlukové limity v různých oblastech života společnosti.

Akustická kvalita strojů se promítá i do oblasti ekonomické. Hlučné stroje se obtížně prodávají a to ještě za podstatně nižší ceny než stroje protihlukově upravené, splňující hygienické limity s velkou rezervou. V minulosti bohužel nebyla u nás těmto problémům věnována dostatečná pozornost. Konstrukteři nejsou ve velké většině odborně připraveni řešit náročné úkoly při snižování hluků strojů. Transformace našeho hospodářství si vynutila nápravy i v tomto směru.

Na začátku devatenáctého století posunuli dopředu významným způsobem znalosti o šíření akustických vln pánové Fresnel, Fourier, Poisson, Laplace a další vědci (NOVÝ, 2009).

2 Literární přehled

2.1 Hluk jako faktor životního prostředí

Vysoké hodnoty hladin hluku jak v pracovním a obytném prostředí, tak často i v rekreačních oblastech vytvořily situaci, jejíž pozitivní ovlivnění se stává z hlediska celospolečenského nezbytnou potřebou.

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 můžeme 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.

Nadměrný hluk zaujímá v řadě faktorů ohrožujících naše životní prostředí stále důležitější místo. V programech ochrany prostředí, které realizují vyspělé státy světa, se řadí hluk zpravidla ihned za znečištění ovzduší a ochranu povrchových vod. Přestože nikdo nepochybuje o tom, že hluk je zlo, které člověku škodí, je většina lidí zároveň přesvědčena, že konkrétní hluk, který sám produkuje, nebo o jehož vzniku či šíření rozhoduje, ještě není tak závažný, aby bylo třeba se opravdu účinně snažit ho potlačit. Je to pochopitelné, neboť většina hluků, s nimiž se setkáváme, se neprojevuje bezprostředně bolestí nebo patrnou funkční poruchou organismu, ale jeho účinky se kumulují a negativní dopady na exponovanou osobu se projeví až po delší době. Účinky hluku na lidský organismus se nijak výrazně výstražně neprojevují. Dočasné snížení citlivosti sluchu nebo např. bolesti hlavy, neschopnost soustředit se na náročnou práci jsou často překrývány jinými zdravotními potížemi, a proto jim exponovaná osoba nevěnuje obvykle pozornost. Hluk působí na velké skupiny obyvatel, ale ve srovnání např. se znečištěním ovzduší nevyvolává hromadný výskyt onemocnění ani jiné katastrofální situace. Účinek hluku je navíc individuálně různý podle osoby, na kterou působí. Existuje návyk v psychologické oblasti, který jako součást obecné laické zkušenosti usnadňuje podceňování problému. Akustická energie, která zamožuje životní prostředí, a proto je pro nás hlukem, nakonec podléhá entropii a nezanechává žádná rezidua v prostředí, nemůže se tudíž v prostředí kumulovat jako např. olovo a jiné těžké kovy resp. chemické látky.

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 hmotou jako např. konstrukce budovy. Za určitých podmínek se může akustické vlnění odrážet, lomit a ohýbat. I když např. působí pouze jeden zdroj hluku, může obklopit naše pracoviště nebo místo pobytu v důsledku uvedených efektů akustická energie tak, že není možno předem určit, kde je zdroj zvuku umístěn. To se projevuje zejména v uzavřených a polouzavřených prostorech. V důsledku tohoto jevu 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.

V technické literatuře se někdy udává, že vzrůst hlučnosti v našem životním prostředí činí cca 1 dB za rok. Je to údaj samozřejmě pouze hrubý. Přesto však ukazuje na prudký vzrůst hlučnosti a varuje nás před dalším možným nepříznivým vývojem. V minulosti se hovořilo o nadměrném hluku pouze u vybraných profesí, jako byli kováři, kotláři apod. Hlukem byla exponována pouze úzká skupina lidí. Dnes, v době rozvinuté vědeckotechnické revoluce, kdy do všech oblastí našeho života zasáhla hlučná strojní a elektrická zařízení, je situace opačná. Těžko bychom dnes našli významnější skupinu lidí, která by nebyla denně exponována ve značné míře akustickou energií.

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 hlučového a vibračního hlediska vyvinuté konstrukce strojů a staveb často ztrácejí zvukoizolační schopnosti a způsobují prudké zvýšení vyzařovaného akustického výkonu.

Význačné změny vyvolává často umístování nových druhů strojních zařízení v obytných budovách. Ačkoliv se před několika desítkami let stroje v obytných budovách téměř nevyskytovaly, je dnes téměř pravidlem či nutností, že zde instalujeme větrací a klimatizační zařízení, čerpadla, elektromotory, výtahové stroje, vytápěcí zařízení a různé jiné hlučné stroje pro domácnost.

Z naznačených příčin vzniku a růstu hlučnosti můžeme učinit závěr, že z hlediska ochrany člověka před nadměrným hlukem si musíme všímat zejména

těchto oblastí: konstrukce a výroby strojů a zařízení, pracovního prostředí, venkovního prostoru a vnitřního prostoru obytných budov a staveb.

Aktivity různých orgánů a spolků, které věnují pozornost ochraně životního prostředí, vedly občany k většímu zájmu o tiché prostředí a k zálibě vlastnit tichá domácí zařízení. Málo hlučné místo z hlediska venkovního prostoru zvyšuje cenu budov i stavebních parcel. Naopak byty v hlučnějším prostředí budou vždycky cenově znevýhodněny. S tím souvisí i ceny izolací proti hluku, jejichž aplikace při prvotním provádění stavby je vždy nižší než dodatečné protihlukové opatření (NOVÝ, 2009).

2.2 Účinky hluku na člověka

Základem určujícím účinek hluku je jeho intenzita. Pro hodnocení hlukové expozice se používá hladina akustického tlaku korigovaná filtrem A, jehož útlumová charakteristika přibližně odpovídá citlivosti zdravého lidského sluchového orgánu. Člověk se necítí dobře v prostředí s nezvykle nízkou hladinou akustického tlaku A. Hodnoty okolo 20 dB považuje většina lidí již za hluboké ticho. Hladinu 30 dB hodnotí lidé jako příjemné ticho. Proto např. pro lety do vesmíru bylo nutno kosmonautům v kabině mimo jiné vytvořit uměle vhodnou zvukovou kulisu.

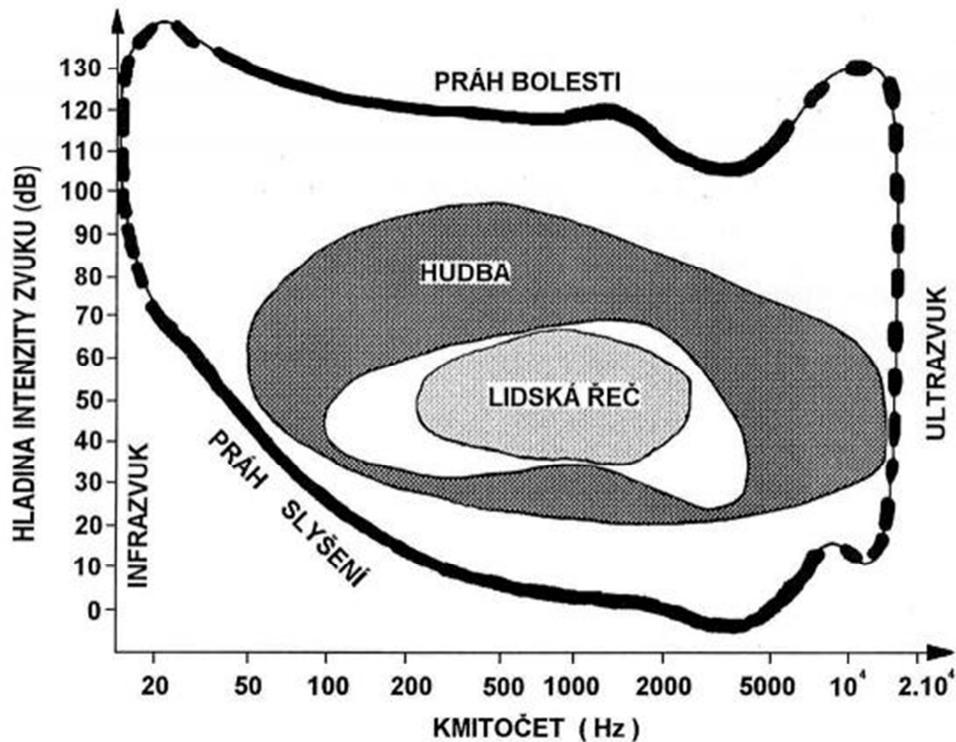
Od 65 dB výše se začínají již nepříznivě projevovat účinky hluku zejména změnami vegetativních reakcí. Při trvalém pobytu v prostředí, kde hladiny akustického tlaku A přesahují 85 dB, již vznikají trvalé poruchy sluchu. Současně se ve větší míře projevují účinky na vegetativní systém a celou nervovou soustavu.

Při 130 dB se obvykle účinky hluku mění na bolesti ve sluchovém orgánu. K protržení bubínku dochází při hladinách cca 160 dB. Určitý přehled o kmitočtových i amplitudových oblastech, např. při lidské řeči či hudbě, podává diagram na obr. 1.

Nebezpečnost hluku spočívá v tom, že lidský organizmus nemá prakticky proti působení akustických signálů významnější obranné funkce. Působí-li na lidský zrak nepříjemné světlo, může člověk oči zavřít. U zvuku bohužel taková ochrana neexistuje. Problém ochrany sluchu není pouze v technickém řešení, ale také v ekonomické oblasti, neboť výrobek, u kterého budeme aplikovat protihluková opatření, se může stát mnohonásobně dražším. Je proto nutno vždy zvolit optimální kompromis mezi

technickými a ekonomickými možnostmi společnosti, přičemž hygienické předpisy jsou pro nás hlukovým kritériem.

Škodlivost zvuku spočívá také v tom, že nadměrná hluková expozice pracujících snižuje produktivitu a kvalitu práce. Významně je také ohrožena bezpečnost práce. To vše se nepříznivě projevuje i na poli hospodářském. Bylo prokázáno, že investice vynaložené ve formě zvýšených nákladů na zabezpečení akustické pohody prostředí se vyplatí ve formě zvýšené kvality a produktivity práce, jakož i sníženými dávkami, které je nutno vynakládat v důsledku nemocnosti a úrazovosti pracujících. Po stránce sociálně kulturní má snížení hlučnosti úzkou souvislost se zvyšováním životního standardu zejména v bydlení a trávení volného času (NOVÝ, 2009).



Obrázek 1 – Kmitočtové a amplitudové složení lidské řeči a hudby (NOVÝ, 2009).

2.3 Metody boje proti hluku

Jak bylo v předešlém již naznačeno, je třeba se při snižování hluku soustředit především na oblast výroby a použití strojů, kde se mohou realizovat nejúčinnější protihluková opatření. Nejlepších výsledků se dosahuje při minimálních finančních nákladech kombinací všech dosažitelných opatření. Jsou ovšem i případy, kdy je situace neřešitelná např. při oklepávání strusky při elektrickém sváření. Způsoby používané při boji s hlukem je možno rozdělit do několika základních metod.

1. metoda - redukce hluku ve zdroji, spočívá buď v úplném odstranění zdroje hluku, nebo ve snižování jeho hlučnosti. Tento způsob boje s hlukem dává nejúčinnější opatření, která vyžadují především mnohem nižší finanční náklady než opatření dodatečná. Metodu redukce hluku přímo ve zdroji je možno uplatňovat při konstrukci a stavbě strojů, technologických a dopravních zařízení, dopravních prostředků atd. Například u některých pneumatických strojů se podařilo tlumením vibrací snížit vyzařování hluku. Na jiných strojích to mohou být různé jiné úpravy jako tlumení sání a výfuku kompresorů a spalovacích motorů, nebo i nahrazení určitého technologického úkonu jiným méně hlučným.

2. metoda - metoda dispozice je založena na vhodném situování hlučných strojů a zařízení, respektive celých hlučných prostorů od chráněných a méně hlučných. Je na to třeba pamatovat zejména při územním plánování, projekci průmyslových závodů, letišť, dopravních tepen a to tak, aby hlučné provozy a stroje nepříznivě neovlivňovaly akustickou pohodu ve chráněných prostorech, jako jsou např. sídliště, nemocnice, školská zařízení, jesle, rekreační oblasti apod.

3. metoda - metoda izolace, spočívá ve zvukovém odizolování hlučného stroje, zařízení nebo celého hlučného prostoru od prostoru chráněného. Této metody využívá především stavební akustika, která se zabývá výpočtem, navrhováním a stavbou zvukoizolačních přiček, stropů, krytů apod. Ve strojírenství se často v případech, kdy již není jiných možností snížení hlučnosti přímo ve zdroji, dávají hlučné stroje pod zvukoizolační kryty nebo zákryty, jejichž hlavním účelem je zamezit šíření hluku do okolního prostoru.

4. metoda aplikuje poznatky **prostorové akustiky** a využívá zejména zvukové pohltivosti, což je vlastnost některých hmot a konstrukcí, jejichž úkolem je pohlcovat

akustickou energii a přeměňovat ji na teplo. Těto metody se používá při snižování hlučnosti uvnitř místností a v určitých akusticky náročných prostorech.

5. metoda spočívá v používání **osobních ochranných pomůcek**. Uplatňuje se teprve tehdy, jestliže předcházející uvedené metody nebylo možno z určitých důvodů použít, nebo nedosahují-li dostatečného snížení hlukové expozice člověka. V těchto případech musí pracovník používat osobní ochranné pomůcky, jako jsou různé tlumící zátky vkládané do ucha, sluchátkové chrániče a přilby. V některých případech je poslední možností, jak omezit hlukovou expozici pracovníka, zkrácení jeho pracovní doby v hlučném prostředí.

Nejlepších výsledků při snižování hlučnosti se dosáhne při využití vhodné kombinace všech uvedených metod. Přednostně je třeba využívat ty metody, které při daném řešení problému dávají nejvyšší snížení hlučnosti a přitom jsou cenově dostupné. Velice často nejsou technická zařízení budov nebo jiná strojní zařízení uvedena do provozu, když se během kolaudačního řízení ukáže, že určité technické zařízení vyvolává v chráněných místech hladiny vyšší, než jsou hygienickým předpisem maximálně povolené ekvivalentní hladiny akustického tlaku A. V dnešní době to neznamena pouze navrhnout náhradní řešení, ale výrazně prodloužit stavební činnost, což je spojeno s penalizací dodavatele.

Současným úkolem je zastavit růst hlučnosti v životním prostředí a omezit na přijatelnou míru nepříznivé účinky hluku na člověka. Zdá se, že se tento úkol daří plnit na pracovištích. Nepříznivé tendence růstu hlučnosti zůstávají zatím ve venkovním prostoru, zejména v ulicích měst a okolí dopravních magistrál. Při snižování hluku v oblasti konstrukce a výroby strojů je třeba umět rozeznat pravou příčinu vzniku hluku. Slouží nám k tomu speciální měřicí metody umožňující na základě fázové a směrové analýzy rozeznat, který konstrukční díl zařízení vyzařuje zvuk. Jako zdroj hluku se někdy jeví celá velká zařízení nebo stroje. Ve skutečnosti vlastní vyzařování zvuku mohou způsobovat pouze určité detaily. Zásadně rozlišujeme dvě základní příčiny vzniku akustické energie. První případ představuje chvějící se povrchy tuhých těles, jejichž kmitavý pohyb se obvykle přenáší na okolní vzduch. Takto do vzduchu předávaná akustická energie souvisí obvykle s rozměry zdroje a veličinami, které charakterizují jeho kmitání. Základní prapříčina vzniku hluku u tohoto typu zdroje je jeho kmitání způsobené nevyvážeností rotujících částí, vzájemnými nárazy mechanismů nebo nerovnoměrným přenosem sil apod.

Druhou, neméně závažnou příčinou vzniku hluku, je neustálené proudění plynného nebo kapalného prostředí v technických zařízeních. Jako vlastní zdroj se jeví část prostoru, kde neustálené proudění existuje a kde dochází k největším změnám rychlosti a objemu. Typickým příkladem tohoto druhu zdroje hluku jsou ventilátory, čerpadla, ejektory, vyústky, výfuky pístových i proudových strojů, potrubní armatury, redukční ventily atd. Velmi hlučné stroje a zařízení v sobě obsahují obvykle oba principy vzniku hluku. Jako příklad může sloužit elektromotor, vyzařující hluk do okolí jak ze svého povrchu v důsledku jeho chvění, tak z ventilačního systému, který má za úkol jeho chlazení.

Nadměrný hluk je někdy generován i zařízeními, které s vlastním technologickým procesem nemají nic společného. Příkladem mohou být nevhodně navržená větrací, klimatizační a otopná zařízení, jejichž hluk může být srovnatelný nebo i vyšší než hluk vlastních výrobních strojů. Často se potom stává, že provozovatel dá přednost nízké hlučnosti před dodržením ostatních veličin určujících pohodu prostředí a hlučné pomocné zařízení vypne a dlouhodobě neprovozuje. Opatření řešící hlukovou situaci na pracovištích i v oblasti komunální hygieny je možno shrnout do následujících bodů:

- a. konstrukční úpravy strojů vedoucí ke snížení hluku
- b. použití krytů a překážek proti hluku
- c. použití tlumičů hluku
- d. použití izolátorů chvění
- e. použití speciálních materiálů omezujících vyzařování hluku
- f. změna technologie
- g. vhodné rozmístění zdrojů hluku a chráněných prostor
- h. organizace práce a provozu zařízení.

(NOVÝ, 2009).

2.4 Definice zvuku

Zvuk je mechanické vlnění v látkovém prostředí, které je schopno vyvolat sluchový vjem. Frekvence tohoto vlnění, které je člověk schopen vnímat, jsou značně individuální a leží v intervalu přibližně 16 Hz až 20 000 Hz. Mechanické vlnění mimo tento frekvenční rozsah sluchový vjem nevyvolává, přesto se někdy také označuje jako zvuk. Fyzikální podstatou zvuku jsou mechanické vibrace elastického prostředí. (GÜNTHER A KOL., 2008).

2.4.1 Zdroje zvuku

Zdroj zvukového vlnění se stručně nazývá zdroj zvuku a hmotné prostředí, ve kterém se toto vlnění šíří, jeho vodič. Vodič zvuku, obvykle vzduch, zprostředkuje spojení mezi zdrojem zvuku a jeho přijímačem (detektorem), kterým bývá v praxi ucho, mikrofon nebo snímač. Zvuky se šíří i kapalinami (např. vodou) a pevnými látkami (např. stěnami domu). Vzduchoprázdno, vakuum, je dokonalou zvukovou izolací.

Zdrojem zvuku může být každé chvějící se těleso. O vlnění v okolí zdroje zvuku však nerozhoduje jen jeho chvění, ale i okolnost, jestli je tento předmět dobrým nebo špatným zářičem zvuku. Tato jeho vlastnost závisí hlavně na jeho geometrickém tvaru. Struna napnutá mezi dvěma pevnými body není dobrým zářičem zvuku, protože při chvění struny vzniká přetlak ve směru jejího pohybu a současně na opačné straně podtlak. Tím se nejbližší okolí struny stává druhotným zdrojem dvou vlnění, která se šíří na všechny strany prakticky s opačnou fází, protože příčné rozměry struny jsou vzhledem na vlnovou délku zvukového vlnění vždy velmi malé. Tato dvě vlnění se interferencí ruší.

Zdrojem zvuku mohou být kromě těles kmitajících vlastními kmity i tělesa kmitající kmity vynucenými. K nim patří např. ozvučnice mnohých hudebních nástrojů, reproduktory, sluchátka a další zařízení pro generování nebo reprodukci zvuku (WIKIPEDIA, 2012).

2.4.2 Vlastnosti zvuku

Sluchem jsme schopni rozeznat jak vysoké tóny flétny nebo houslí, tak hluboký tón basy. Registrujeme zvuky sotva slyšitelné, ale bohužel i zvuky tak hlasité, že jsou schopny poškodit náš sluch. Tyto různé vlastnosti zvuku můžeme vyjádřit objektivními fyzikálními veličinami, které můžeme přesně změřit nezávisle na našich subjektivních sluchových vjemech. Jsou však situace, kdy je zvuk lépe charakterizován naším subjektivním hodnocením.

Pokud zdroj zvuku kmitá periodicky s určitou frekvencí, můžeme takto vzniklý tón charakterizovat výškou a barvou (RG-PROJEKT, 2009).

2.4.2.1 Výška zvuku

Výška zvuku je dána jeho frekvencí, čím vyšší je frekvence, tím je vyšší výška. U jednoduchých tónů s harmonickým průběhem určuje jejich frekvence absolutní výšku tónu. Absolutní výška tónu se měří přístroji pro měření zvukových frekvencí, za obvyklých podmínek ji nelze určit sluchem. Pro subjektivní hodnocení zvuku je důležitější relativní výška tónu, což je podíl frekvence daného tónu vůči frekvenci referenčního tónu. Hudební akustika určuje jako základní tón 440 Hz, v technické praxi se jako základní (referenční) tón udává 1000 Hz (jeden kilohertz).

U zvuků s neharmonickým průběhem (složené tóny) je určení výšky obtížnější, mnohdy základní výška tónu odpovídá složce s nejmenší frekvencí (WIKIPEDIA, 2012).

2.4.2.2 Barva zvuku

Zvuky se i při stejné výšce tónu mohou lišit odlišným zabarvením. Barva zvuku je určena počtem vyšších harmonických tónů ve složeném tónu a jejich amplitudami. Sluchem podle barvy zvuku rozeznáváme hudební nástroje a hlasy lidí.

Periodické kmity - tóny - jsou tvořeny složkami, jejichž frekvence jsou celistvé násobky frekvence základního tónu - vyšší harmonické frekvence či alikvotní tóny.

Má-li harmonická frekvence dvojnásobný počet kmitů proti kmitu základnímu, jde o druhou harmonickou atd. Obecně platí, že tón zní tím ostřeji - drsněji, čím je energie harmonických frekvencí větší, tím "kulatěji", čím je energie harmonických nižší. Obecně platí, že liché násobky základního kmitočtu zvuk zostřují/ochlazují (např. u žesťových hudebních nástrojů), sudé násobky základní harmonické frekvence zvuk zjemňují/oteplují" (např. dřevěné dechové nástroje).

Některé hudební nástroje vydávají doprovodné zvuky o frekvencích, které nejsou v harmonickém poměru ke frekvenci tónů základních (WIKIPEDIA, 2012).

2.4.2.3 Hlasitost a intenzita zvuku

Hlasitost zvuku je subjektivní veličina. Je závislá na velikosti akustického tlaku p , kterým zvukové vlnění působí na sluch (tj. proměnné složky tlaku). Odpovídající měřitelnou veličinou je hladina akustického tlaku L_p . Protože slyšitelný rozsah vjemů přesahuje sedm dekadických řádů hodnot této veličiny, užívá se pro ni logaritmického vyjádření v jednotkách decibel:

$$L_p = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

kde p_0 je smluvní vztažná hodnota akustického tlaku, označovaná často jako práh slyšení: $p_0=2 \cdot 10^{-5} \text{Pa}=20 \mu\text{Pa}$

Dynamika lidského sluchu - od prahu slyšení po práh bolesti - je 120 až 125 dB. Při vysokých intenzitách může dojít k poškození sluchu.

Při stejné hodnotě akustického tlaku je subjektivně vnímaná hlasitost zvuku o různých frekvencích rozdílná. Pro přiblížení měřitelné veličiny subjektivnímu vjemu hlasitosti bez závislosti na frekvenci se užívá smluvních váhových křivek, které respektují "kmitočtovou charakteristiku" lidského sluchu. Mezinárodně byly definovány čtyři takové křivky označované A , B , C a D . V současnosti je hygienickými předpisy a technickými normami převážně vyžadováno užívání váhové křivky A , která se nejlépe osvědčila (pro specifické účely někdy ještě křivky C). Hodnoty hladiny akustického tlaku (ať naměřené či požadované mezní) upravené ("filtrované") váhovou křivkou se udávají v jednotkách označovaných dB (A) resp. dB (C). Moderní zvukoměrné přístroje

mají funkci vážení vestavěnou - obvykle lze volit mezi lineárním hodnocením, vážením křivkou A a křivkou C. Průběh křivky A je takový, že frekvenci 1 kHz odpovídá korekce 0 dB, frekvenci 250 Hz korekce -10 dB, největší váha (kladné korekce) se přisuzuje frekvencím okolo 2500 Hz.

Hodnocení hlasitosti pomocí hladiny akustického tlaku vážené podle křivky A vytlačilo dříve užívanou jednotku hlasitosti fón (Ph). Ve fónové stupnici byly hladiny hlasitosti stanovovány subjektivním porovnáváním.

Intenzita zvuku I je definována jako zvuková energie dopadající na jednotku plochy za jednotku času, tedy akustický výkon na jednotku plochy:

$$I = \frac{E}{S \times t}$$

Hladina intenzity zvuku L je veličina udávající intenzitu zvuku v jednotkách decibel:

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

kde I_0 je smluvní vztažná hodnota intenzity: $I_0 = 10^{-12} \text{Wm}^{-2}$

(SMETANA, 1998).

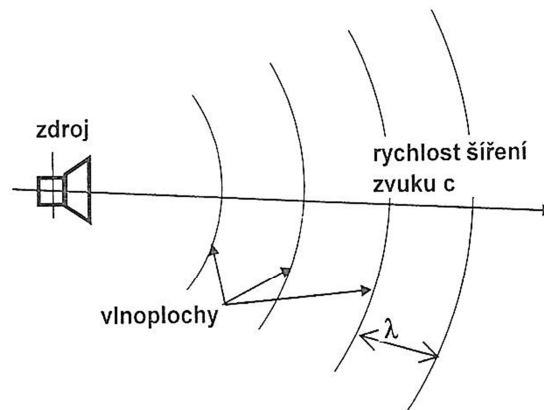
2.4.3 Akustické vlnění

Zvuk se může šířit v plynech, kapalinách i pevných látkách ve formě akustického vlnění. V homogenním izotropním prostředí se šíří vlnění přímočaře. Podle toho, zda částice prostředí kmitají ve směru šíření vlnění nebo kolmo k němu, dělí se vlnění na podélné a příčné. Zatímco u podélného vlnění je směr kmitů jednoznačně dán směrem šíření vlnění, u příčného vlnění se musí udávat též rovina, ve které dochází k příčným kmitům. Pokud se všechny kmity dějí v jedné rovině, říká se o takovém vlnění, že je lineárně polarizované.

Důležitou skutečností je, že se částice jednosměrně nepohybují se šířícím se vlněním, nýbrž kmitají pouze kolem svých rovnovážných poloh. Dalším závažným faktem je, že šíření akustického vlnění je spojeno s přenosem energie.

U plynů a kapalin se může vyskytovat pouze podélné akustické vlnění, neboť tyto látky jsou pružné pouze ve smyslu objemové stlačitelnosti. U materiálů elastických se může vyskytovat vlnění podélné i příčné, protože vykazují pružnost nejenom v tahu a tlaku, ale i smyku. Kombinací těchto namáhání vzniká i kmitání ohybové.

Akustické vlnění postupuje prostředím od zdroje zvuku ve vlnoplochách, jak je ukázáno schematicky na obr. 3. Vlnoplocha se vyznačuje tím, že v jejích všech bodech je v daném časovém okamžiku stejný akustický stav. Kolmice na vlnoplochu se nazývá akustickým paprskem.



Obrázek 2 – Šíření zvuku od zdroje ve formě vlnoploch (NOVÝ, 2009).

2.4.3.1 Kmitočet

Kmitočet f [Hz] (frekvence) určuje počet kmitů za sekundu, které vykoná kmitající hmotný bod.

Mezi dobou kmitu a frekvencí platí jednoduchý vztah

$$f = \frac{1}{T}$$

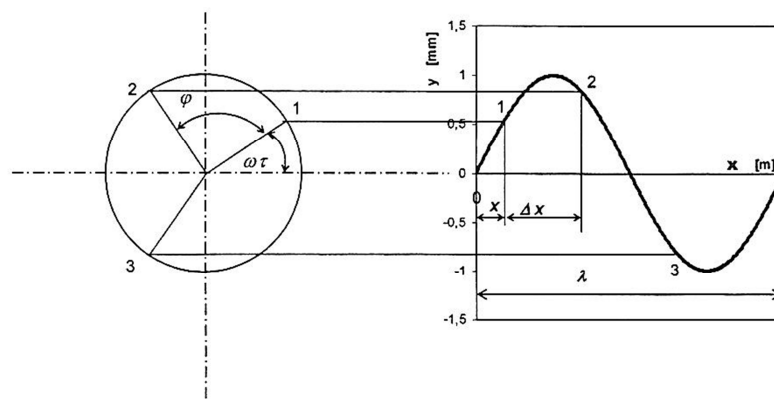
Podobně je možné přepočítat úhlový kmitočet ω na kmitočet f [Hz] podle známého vzorce

$$\omega = 2\pi f$$

2.4.3.2 Vlnová délka

V obr. 4 je zakótována veličina λ [m], která se nazývá délkou vlny. Je to vzdálenost mezi nejbližšími dvěma body bodové řady, u nichž je v daném časovém okamžiku stejný akustický stav. Jinak lze říci, že je to vzdálenost, kterou zvuková vlna urazí za dobu jednoho kmitu T . Délka vlny je důležitým akustickým parametrem, který umožňuje modelování v akustice. Mezi délkou vlny, frekvencí a rychlostí šíření zvuku platí následující vztah (NOVÝ, 2009).

$$\lambda f = c$$



Obrázek 3 – Akustická výchylka jako funkce vzdálenosti (NOVÝ, 2009).

2.4.3.3 Akustický tlak

Zhušťování a zředování kmitajících částic prostředí odpovídá zvýšení či snížení tlaku v plynech a kapalinách. To znamená, že celkový tlak v daném prostředí se při šíření vlnění mění, tedy kolísá okolo původního statického nebo barometrického tlaku v ovzduší.

Akustický tlak p představuje proměnnou složku tlaku, která je přičtena k atmosférickému tlaku díky přítomnosti zvuku. V každém bodě se tedy hodnota celkového tlaku bude měnit v čase, a to od atmosférického tlaku o hodnotu tlaku akustického nahoru či dolů. V přírodě se vyskytující hodnoty akustického tlaku za normálních okolností nepřesahují 102 Pa, tedy v krajním případě zhruba 1000x menší hodnotu, než má běžný atmosférický tlak (MIŠUN, 2005).

Akustický tlak je přímo závislý na amplitudě a přímo úměrný velikosti výchylky y . Efektivní (průměrný, též střední) akustický tlak má menší hodnotu než maximální a vyplývá ze vztahu (GEIST, 2005)

$$P_{\text{prům}} = \frac{P_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

$P_{\text{prům}}$...efektivní akustický tlak [Pa]

P_{max} ...maximální akustický tlak[Pa]

2.5 Hluk

Zvuky příliš časté nebo příliš silné nebo vyskytující se v nevhodnou dobu a situaci označujeme jako hluk. Hluk je každý nechtěný zvuk (bez ohledu na jeho hlasitost), který má rušivý nebo obtěžující charakter nebo který má škodlivé účinky na lidské zdraví. Obecně nelze rozlišit mezi zvukem a hlukem na základě fyzikálních parametrů, ale pouze na základě účinků na člověka. Podstatou zvuku je mechanické kmitání pružného prostředí, které vede k zhušťování a zředování molekul prostředí, neboli ke změnám tlaku. Tyto změny tlaku jsou rozeznatelné sluchem při frekvencích 20 - 20 000 za sekundu (slyšitelný zvuk). Různou frekvenci tlakových změn si subjektivně uvědomujeme jako výšku tónu. Amplituda změn akustického tlaku je subjektivně vnímaná jako hlasitost zvuku (HYGIENA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2011).

Účinek hluku je subjektivní (obtěžující, rušící soustředění a psychickou pohodu) a objektivní (měřitelné poškození sluchu). Hluk může mít charakter neperiodického zvuku. Periodický hluk (nadměrný zvuk tónového charakteru) typicky způsobuje poškození v místě hlemýždě zpracovávajícím příslušné frekvence. Pro měření intenzity hluku se používá nejčastěji jednotka decibel (dB), podobně jako u zvuku (WIKIPEDIA, 2012).

2.5.1 Zdroje hluku

Hluková zátěž naší populace je způsobena přibližně ze 40 % z pracovního prostředí a z 60 % z mimopracovního prostředí.

Ve městech je převažujícím hlukem mimopracovním hluk dopravní (75-85 %), kde na hlavních dopravních tazích dosahuje hladin 70-85 dB (A).

Ve stavebních stížnostech obyvatel obvykle směřovány na vnitřní zdroje (výtahy, kotelny, trafostanice, vytápění, chlazení, větrání) a sousedský hluk (hlasité projevy obyvatel, reprodukční zvuková zařízení, provoz koupelen, WC, kanalizace, chladniček, digestoří, etážových kotlů apod.), ale objektivně nejzávažnější je podíl hluku přicházející zvenčí.

V pracovním prostředí je vývoj hlukové situace komplikovaný, některé technologie jsou značně hlučné.

Hlavní zdroje hluku:

- 1. dopravní hluk** - automobilová, kolejová a letecká doprava
- 2. hluk v pracovním prostředí** - ruční mechanizované nářadí (motorové pily, pneumatická kladiva apod.), důlní stroje, hutnictví, strojírenství (obráběcí stroje), textilní průmysl (tkalcovské stavy), vzduchotechnická zařízení, mobilní zařízení, zemědělství, lesnictví aj.
- 3. hluk související s bydlením** - vestavěné technické vybavení domu (výtahy, trať, kotelny), sanitárně-technické vybavení domu (koupelny, WC), činnost osob v bytě (hovor, rozhlas, TV, vysavač, kuchyňské stroje, myčky, pračky aj.)
- 4. hluk související s trávením volného času** - kulturní a společenská zařízení (divadla, kina, koncertní sály, poutě aj.), sportovní zařízení (např. hřiště, bazény, střelnice), individuální reprodukce a poslech hudby (přehrávače s reproduktory nebo sluchátky).

(HYGIENA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2011).

2.5.2 Zdravotní účinky hluku

Nepříznivé účinky hluku na lidské zdraví jsou obecně definovány jako morfologické nebo funkční změny organismu, které vedou ke zhoršení jeho funkcí, ke snížení kompenzační kapacity vůči stresu nebo zvýšení vnímavosti k jiným nepříznivým vlivům prostředí.

Negativní účinky hluku je možné s určitým zjednodušením rozdělit na orgánové účinky (specifické a nespecifické), rušení činností (spánku, řečové komunikace, osvojování řeči a čtení) a vlivy na subjektivní pocity (obtěžování). Specifické účinky se projevují poruchami činnosti sluchového analyzátoru. U nespecifických účinků dochází k ovlivnění funkcí různých systémů organismu, často se na nich podílí stresová reakce a ovlivnění spánku a vyšších nervových funkcí. Hluk tak může přispět ke spuštění nebo urychlení vlastního patologického děje u chorob s multifaktoriálními příčinami (VALEŠOVÁ, 2006).

2.5.2.1 Poškození sluchového aparátu

Extrémně vysoké hladiny akustického tlaku (u dospělých L_{Amax} 130-140 dB, u dětí a predisponovaných osob i nižší) mohou vyvolat akustické trauma, jehož podstatou je poranění bubínku, sluchových kůstek nebo blanitého labyrintu.

Při dlouhodobém až celoživotním působení hluku na sluchový aparát dochází k poškození sluchového aparátu, jehož podstatou jsou zprvu přechodné a posléze trvalé funkční a morfologické změny smyslových a nervových buněk Cortiho orgánu vnitřního ucha. Tyto poruchy se zpočátku projevují dočasným zvýšením sluchového prahu. Při dalším působení hluku dochází po určité latenci ke zhoršení sluchu a následnému omezení v porozumění řeči, k tinnitu (sluchové vjemy bez zevního podnětu „šelesty, pískání v uších“) a parakusis (sluchové vjemy jsou vnímány jako přetvořené „ozvěny“). Poškození sluchu je dostatečně prokázáno u pracovní expozice hluku v závislosti na výši ekvivalentní hladiny akustického tlaku a trvání let expozice. Riziko sluchového postižení existuje i u hluku v mimopracovním prostředí např. u lidí žijících v těsné blízkosti frekventovaného letiště nebo velmi rušných komunikací a při různých činnostech ve volném čase spojených s vyšší hlukovou zátěží.

Je též známé, že zvýšená hlučnost v místě bydliště přispívá k rozvoji sluchových poruch u osob profesionálně exponovaných na pracovištích s rizikovou hladinou hluku. Sluchové poškození může nezanedbatelně zvyšovat dlouhodobý poslech velmi hlasité reprodukované hudby, např. častá účast na diskotékách nebo koncertech (VALEŠOVÁ, 2006).

2.5.2.2 Vliv hluku na kardiovaskulární systém

Ovlivnění kardiovaskulárního systému bylo prokázáno v řadě epidemiologických a klinických studiích v hlučných oblastech kolem letišť, průmyslových závodů nebo hlučných komunikací.

Akutní hluková expozice aktivuje autonomní nervový a hormonální systém a vede k přechodným změnám, jako je zvýšení krevního tlaku, tepu a vasokonstrikce. Po dlouhodobé expozici se u citlivých jedinců z exponované populace mohou vyvinout trvalé účinky, jako je hypertenze a ischemická choroba srdeční. Všeobecný závěr WHO (World health Organization) je, že kardiovaskulární účinky jsou spojeny s dlouhodobou expozicí ekvivalentní hladině hluku v rozmezí 65- 70 dB a více, pokud jde o letecký nebo dopravní hluk. Avšak tato asociace je slabá a je poněkud silnější pro ICHS (Ischemická choroba srdeční) než pro hypertenzi. Nicméně i toto malé riziko je potencionálně závažné vzhledem k velkému počtu takto exponovaných osob (BERGLUND, 1999).

2.5.2.3 Obtěžování hlukem

Jako obtěžování je označován psychický stav vznikající při mimovolném vnímání vlivů, ke kterým má jedinec zamítavý postoj a na které reaguje pocity odporu, podrážděností a v některých případech až psychosomatickými poruchami. Obtěžování hlukem je nejobecnější reakcí lidí na hlukovou zátěž. Vlivem obtěžujícího hluku může docházet ke změnám v chování v souvislosti s bydlením, např. zavírání oken (může negativně ovlivnit kvalitu vnitřního ovzduší bytu), nepoužívání balkónů, stěhování, psaní stížností a petic a omezení přátelských vztahů a ochoty pomoci. Z hlediska zdraví

je závažné, že obtěžování spolu s rušením spánku představuje pro organismus stres. Stres je jedním z faktorů, které spolupůsobí při rozvoji kardiovaskulárních a jiných civilizačních onemocnění.

Míra obtěžování je ovlivněna mnoha faktory. Jsou to jednak fyzikální vlastnosti zvuku (hladina akustického tlaku, délka trvání hluku a rychlost nástupu, přítomnost tónové složky, nízkofrekvenčního hluku a vibrací), dále přítomnost informačního obsahu hluku (řeč, zvuky vnímané jako varovné, neznámé zvuky nebo zvuky s předchozí negativní zkušeností). Dále je obtěžování významně ovlivněno individuálními vlastnostmi příjemce. Uvádí se, že v populaci je cca 10 – 20 % osob velmi senzitivních vůči hluku a naopak 10 – 20 % osob vysoce tolerantních. Pro zbývajících 60 – 80 % populace platí, že se zvyšující se hlučností roste obtěžování (HAVRÁNEK, 1990).

2.5.3 Hluk v zemědělství

Přezkum trendů v zemědělských postupech a rozvoji strojního zařízení ukazuje, že problémy hluku v zemědělství stále přetrvávají, přestože se dostupnost materiálů a vybavení pro řízení hluku v posledních letech výrazně zlepšila. Zjevný odpor zemědělského sektoru k využívání těchto metod snižování hluku je možná daný, alespoň z části, pořizovacími náklady.

Je těžké odhadnout, kolik pracovníků (samostatně výdělečně činných osob i zaměstnanců) v zemědělství a lesnictví v Evropské unii trpí poškozením sluchu.

V roce 1981 se ve studii ve Spojených státech amerických odhadovalo, že je v USA průměrným denním hladinám hluku nad 85 decibelů vystaveno 10 % z 3,6 milionu pracovníků v zemědělství, přičemž může být tomuto hluku vystavena i určitá část z dalších 11,8 milionu rodinných příslušníků pracovníků v zemědělství, pracovníků na částečný úvazek a námezdních pracovníků v zemědělství.

Tabulka 1 – Příklady hladin hluku

Zemědělské stroje	
Sušička píce	89,9 dB (A)
Válčovací a drtící stroj pro přípravu krmiv	92,3 dB (A)
Drůbežárna	94,4 dB (A)
Traktor s kabinou	73 – 90 dB (A)
Plně naložený traktor	120 dB (A)
Motorová pila	103,9 dB (A)

(HLUK V ZEMĚDĚLSTVÍ A LESNICTVÍ, 2011)

2.6 Hlukové limity a legislativní opatření

Vyhláška MZd ČSR č. 13/1977 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ukládá povinnosti, týkající se ochrany pracovního a mimopracovního prostředí před těmito škodlivinami. Její příloha o nejvyšších přípustných hodnotách hluku a vibrací, směrnice MZd ČSR č. 41/1977 a současně směrnice MZd ČSR č. 42/1977, již se stanoví způsob měření a hodnocení hluku a ultrazvuku v pracovním prostředí jsou obsaženy jako celek spolu s vyhláškou v Hygienických předpisech MZd ČSR sv. 37/1977.

Pracovní činnosti jsou pro účely posuzování hlukového zatížení za 8 hodin pracovní doby v hygieně práce rozděleny do sedmi tříd, korigovaných mezi sebou od základní přípustné hladiny hluku L_{A7} korekcí „k“ po 5 dB, od hrubé fyzické práce až po vysoce náročnou duševní práci. Nejvyšší přípustné hodnoty hluku jsou předepsány různě pro ustálený hluk, pro proměnný hluk, pro impulzní hluk, pro vysokofrekvenční hluk a pro ultrazvuk (SMETANA, 1998).

1) Ustálený a proměnný hluk

Hygienický limit pro osmihodinovou pracovní dobu (dále jen „přípustný expoziční limit“) ustáleného a proměnného hluku při práci vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A L_{Aeq,8h}$ se rovná 85 dB.

Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště, na nichž je vykonávána duševní práce náročná na pozornost a soustředění a dále pro pracoviště určená pro tvůrčí práci vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku A $L_{Aeq,8h}$, se rovná 50 dB.

Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště ve stavbách pro výrobu a skladování, kde hluk nevzniká pracovní činností vykonávanou na těchto pracovištích, ale na tato pracoviště proniká ze sousedních prostor, nebo je způsobován větracím nebo vytápěcím zařízením těchto pracovišť vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku A je $L_{Aeq,j}$, se rovná 70 dB; na ostatních pracovištích nesmí tato hladina překročit 55 dB.

2) Impulsní hluk

Přípustný expoziční limit impulsního hluku vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku A $L_{Aeq,8h}$ se rovná 85 dB.

Stanovení průměrné týdenní expozice impulsního hluku se použije pouze v případě, že pracovní doba v průběhu pracovního týdne není rovnoměrně rozvržena nebo když se hladina hluku při práci v průběhu týdne sice mění, avšak jednotlivé týdenní expozice hluku se neliší o více než 10 dB v ekvivalentní hladině akustického tlaku A od dlouhodobého průměru a při žádné z expozic není překročena hladina maximálního akustického tlaku A L_{Amax} 107 dB.

3) Vysokofrekvenční hluk

Přípustný expoziční limit vysokofrekvenčního hluku vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku v třetino-oktávových pásmech o středních kmitočtech 8 kHz, 10 kHz, 12,5 kHz a 16 kHz $L_{teq,8h}$ se rovná 75 dB; vysokofrekvenčním hlukem je slyšitelný zvuk s tónovými složkami v pásmu kmitočtů vyšších než 8 kHz.

4) Ultrazvuk

Přípustný expoziční limit ultrazvuku vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku $L_{teq,8h}$ v třetino-oktávových pásmech o středních kmitočtech 20 kHz, 25 kHz, 31,5 kHz a 40 kHz $L_{teq,8h}$ se rovná 105 dB.

5) Infrazvuk a nízkofrekvenční hluk

Přípustný expoziční limit infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku $G L_{G_{eq,8h}}$ se rovná 116 dB; nízkofrekvenčním hlukem je šířitelný zvuk s tónovými složkami v pásmu kmitočtu nižších než 100 Hz.

(ČESKÁ REPUBLIKA, 2006).

2.6.1 Limity hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb

Hodnoty hluku se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A L_{A_{eq,T}}$ a hladinou maximálního akustického tlaku $A L_{A_{max}}$.

Ekvivalentní hladina akustického tlaku A se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ($L_{A_{eq,8h}}$), a v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ($L_{A_{eq,h1}}$).

Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A se stanoví pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu součtem základní hladiny akustického tlaku A

$$L_{A_{eq,T}} = 40 \text{ dB}$$

a korekcí přihlízejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době.

Korekce jsou uvedeny v tabulce 2. Pro ostatní pobytové místnosti, v tabulce jmenovitě neuvedené, platí hodnoty pro prostory funkčně obdobné. Účel užívání stavby je dán kolaudačním rozhodnutím a uvedené hygienické limity se nevztahují na hluk způsobený používáním chráněné místnosti.

Jde-li o hluk s tónovými složkami nebo má-li výrazně informační charakter, přičte se další korekce -5 dB. Za hluk s tónovými složkami se považuje hudba nebo zpěv, za hluk s výrazně informačním charakterem se považuje řeč. Hlukem s tónovými složkami se rozumí hluk, v jehož kmitočtovém spektru je hladina akustického tlaku v třetino-oktávovém pásmu, případně i ve dvou bezprostředně sousedících třetino-oktávových pásmech, o více než 5 dB vyšší než hladiny akustického tlaku v obou sousedních třetino-oktávových pásmech a v pásmu kmitočtu 10 Hz až 160 Hz je ekvivalentní hladina akustického tlaku v tomto třetino-oktávovém pásmu $L_{A_{eq,T}}$ vyšší

než hladina prahu slyšení stanovená pro toto kmitočtové pásmo podle následující tabulky 3.

Hygienický limit v hladině maximálního akustického tlaku A se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní hladiny maximálního akustického tlaku A

$$L_{Amax} = 40 \text{ dB}$$

a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době podle tab. 4-2

Obsahuje-li hluk tónové složky nebo má-li výrazně informační charakter, přičte se další korekce -5 dB. Za hluk ze zdrojů uvnitř objektu se pokládá i hluk ze zdrojů umístěných mimo tento objekt, který do tohoto objektu proniká jiným způsobem než vzduchem, zejména konstrukcemi nebo podlahám.

Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu $L_{Aeq,S}$ se stanoví tak, že se k hygienickému limitu v ekvivalentní hladině akustického tlaku A stanovenému podle odstavce (2) přičte v pracovních dnech pro dobu mezi 7. a 21. hodinou korekce +15 dB.

Tabulka 2 – Korekce hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb

<i>Druh chráněného vnitřního prostoru</i>	<i>Doba pobytu</i>	<i>Korekce [dB]</i>
Nemocniční pokoje	Mezi 6.00 a 22.00 hod.	0
	Mezi 22.00 až 6.00 hod.	-15
Lékařské vyšetřovny a ordinace	Po dobu používání	-5
Obytné místnosti	Mezi 6.00 a 22.00 hod.	0
	Mezi 22.00 až 6.00 hod.	-10
Přednáškové síně, učebny a pobytové místnosti škol		+5
Koncertní síně, kulturní střediska		+10
Vestibuly veřejných úřadoven a kulturních zařízení, restaurace		+15
Prodejny, sportovní haly		+20

Tabulka 3 – Hladiny prahu slyšení L_{PS} [dB] v rozsahu středních kmitočtů

F_t [Hz]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
L_{PS} [dB]	92	87	83	74	64	56	49	43	42	40	38

(NOVÝ, 2009)

2.6.2 Limity hluku v chráněném venkovním prostoru staveb

Hodnoty hluku, s výjimkou vysoko energetického impulsního hluku tvořeného impulsy ve venkovním prostoru vznikajícími při střelbě z těžkých zbraní, při explozích výbušnin s hmotností na 25 kg ekvivalentní hmotnosti trinitrotoluenu a při sonickém třesku, se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ($L_{Aeq,1h}$). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích, s výjimkou účelových komunikací, drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ stanoví pro celou denní ($L_{Aeq,16h}$) a celou noční dobu ($L_{Aeq,8h}$).

Tabulka 4 – Korekce hluku v chráněném venkovním prostoru

<i>Druh chráněného prostoru</i>	<i>Korekce [dB]</i>			
	1)	2)	3)	4)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení	-5	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení	0	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	0	+5	+10	+20

Korekce uvedené v tabulce se nesčítají.
Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce 10 dB, s výjimkou hluku z dopravy na železničních drahách, kde se použije korekce -5 dB.

(NOVÝ, 2009)

Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A, s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysoko energetického impulsního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku A

$$L_{Aeq,T} = 50 \text{ dB}$$

a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle tabulky 4. Pro vysoce impulsní hluk se přičte korekce další -12 dB.

Obsahuje-li hluk tónové složky nebo má-li výrazně informační charakter, jako například řeč, přičte se další korekce -5 dB.

2.6.3 Hodnocení zdravotních rizik hluku

Riziko expozice hluku vůči zaměstnancům musí být vylučováno nebo alespoň omezováno na minimum v souladu s dostupností protihlukových technických opatření. Při hodnocení rizika hluku zaměstnavatel přihlíží zejména k

- úrovni, typu a době trvání expozice včetně expozic impulsnímu hluku
- přípustným expozičním limitům a hygienickým limitům hluku
- účinkům hluku na zdraví a k bezpečnosti zaměstnanců
- účinkům na zdraví a k bezpečnosti zaměstnanců, jež jsou důsledkem současné expozice faktorům, které jsou součástí technologie a mohou tak zvyšovat nebezpečí poškození zdraví, zejména sluchu
- nepřímým účinkům vyplývajícím z interakcí hluku a výstražných signálů nebo jiných zvuků, které je nutno sledovat v zájmu snížení rizika úrazů
- informacím o hlukových emisích, které uvádí výrobce stroje, náradí nebo jiného zařízení
- existenci alternativních pracovních zařízení navržených ke snížení hlukové emise
- rozšíření expozice hluku nad osmihodinovou pracovní dobu
- příslušným informacím, které vyplývají ze zdravotního dohledu a dostupným publikovaným informacím
- dostupnosti chráničů sluchu s náležitými útlumovými vlastnostmi

Uspořádání pracovišť, na nichž je nebo bude vykonávána práce spojená s expozicí hluku, umístění výrobních prostředků a zařízení, volba pracovního nářadí, pracovní postupy a metody práce, musí směřovat ke snižování rizika hluku u jeho zdroje.

Pravidelná a řádná údržba výrobních prostředků, zařízení a pracovního nářadí na pracovištích, kde je vykonávána práce spojená s expozicí hluku, musí zajistit, aby míra jejich opotřebení nebyla příčinou zvyšování hluku

Pokud je při práci v hluku nepřetržitě používán osobní ochranný prostředek proti hluku k omezení jeho působení, musí být během této práce zařazeny bezpečnostní přestávky. Po dobu bezpečnostních přestávek nesmí být zaměstnanec exponován hluku překračujícím přípustný expoziční limit (ČESKÁ REPUBLIKA, 2006).

2.7 Vyhodnocení vlivů na životní prostředí – EIA

Základním smyslem procedury vyhodnocování vlivů činností na životní prostředí, obecně známé pod zkratkou EIA, je prevence dalších škod na přírodě a životním prostředí člověka. EIA je velmi účinným nástrojem umožňujícím zabránit realizaci projektů, které by nepřípustně poškodily přírodu, nebo alespoň vybrat z různých alternativ určitého obecně prospěšného projektu alternativu s nejmenšími negativními vlivy na životní prostředí.

Avšak EIA má ještě další, neméně významný smysl: je to procedura podporující rozvoj demokraticky orientované společnosti založené na humanismu, samosprávě a vědomí odpovědnosti vůči člověku i všem jiným živým organismům a přírodě jako celku. Dává všem občanům právo podílet se na rozhodování o činnostech, které se bezprostředně dotýkají jejich osudu i prostředí, v němž budou žít jejich potomci. Umožňuje občanům rozumět problémům v jejich složitosti, brát v úvahu bezprostřední i zprostředkované souvislosti připravovaných projektů a blízké i vzdálenější horizonty jejich důsledků.

Zároveň však EIA klade na občana morální závazek podílet se na rozhodování o věcech veřejných, o věcech dotýkajících se celé obce, nebo dokonce celé společnosti. Zbavuje občana výmluvy před sebou samým typu: „Já stejně nic nezmůžu“. Staví jej do role zodpovědného, dospělého člověka, který nese zodpovědnost za svá rozhodnutí i za

promeškané příležitosti podílet se na rozhodování o budoucnosti komunity, ve které žije. EIA je tedy také školou samosprávné demokracie (VAVROUŠEK, 2009).

2.7.1 Legislativa

EIA je zakotvena v zákonech řady zemí světa, vč. některých rozvojových. První zákon o EIA vstoupil v platnost ve Spojených státech amerických již v roce 1979 pod názvem US NEPA. Na mezinárodní úrovni tuto problematiku upravuje Úmluva o posuzování vlivů na životní prostředí přesahující státní hranice, která byla v roce 1991 sjednána Evropskou hospodářskou komisí OSN ve finském Espoo.

První zákon u nás, který se zabýval posuzováním vlivů na životní prostředí, byl přijat v roce 1992, vycházel z americké legislativy a na svou dobu byl velmi pokrokový. V dnešní době tuto problematiku řeší novější zákon č. 100/2001 Sb., který platí od 1. 1. 2002.

Výraznou změnou je například lepší zapojení veřejnosti do celého procesu, kdy je snaha zapojit veřejnost v nejranější fázi realizace záměru, tedy v době jeho přípravy. V zákonem stanovených lhůtách se k záměru, jež je předmětem posuzování vlivů na životní prostředí, může vyjádřit kdokoli. Dále přibylo povinné zveřejňování záměru na internetu v Informačním systému EIA. Nikoliv jen na úřední desce příslušného úřadu, jak tomu bylo dříve. Za významný posun vpřed může být považován i fakt, že se zpracovatelem posudku nejedná přímo sám investor, ale ministerstvo, které potom investorovi pouze vyúčtuje náklady, to zajisté vede k omezení možného ovlivnění odborných posudků.

2.7.2 Rozsah a předmět posuzování

Podle zákona spadají do rozsahu posuzování všechny projekty, které by mohly mít negativní dopad na veřejné zdraví, rostliny a živočichy, ekosystémy, půdu, ovzduší, ale i na kulturní památky, přírodní zdroje nebo majetek. Oproti původnímu zákonu, ten stávající udává přesnější seznam konkrétních záměrů, které by měly být hodnoceny. Ty jsou uvedeny v příloze č. 1 tohoto zákona a rozděleny do dvou kategorií podle

závažnosti svého dopadu. První kategorie obsahuje záměry, které podléhají posouzení vždy. Jedná se například o rozsáhlé zásahy do krajiny jako je odlesňování nebo výstavba vodních nádrží, dále stavby silnic a dálnic, těžby nerostných surovin, průmyslové závody, cementárny nebo rafinerie. Druhá kategorie zahrnuje záměry, vyžadující zjišťovací řízení. Do ní spadají například potravinářské výroby, sklady, lanové a tramvajové dráhy či rekreační objekty a zařízení.

Při posuzování záměru se hodnotí nejen současný stav dané lokality a přímý dopad výstavby na ni, ale i vlivy vzniklé během přípravy, výstavby, provádění a případného likvidování záměru (VAVROUŠEK, 2009).

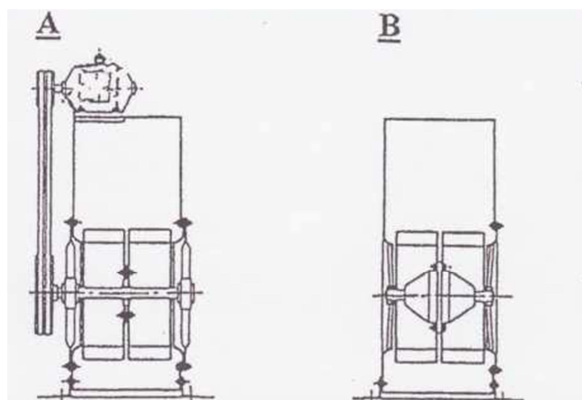
2.8 Aerodynamika stájových ventilátorů

Ventilátory jsou lopatkové rotační stroje pro dopravu plynů (buď samotných, nebo s příměsí) při maximálním poměrném stlačení 1,3 v jednom stupni. Ve vzduchotechnických zařízeních jsou používány ventilátory radiální (odstředivé). Pro větrání zemědělských objektů se často používá ventilátorů axiálních (osových).

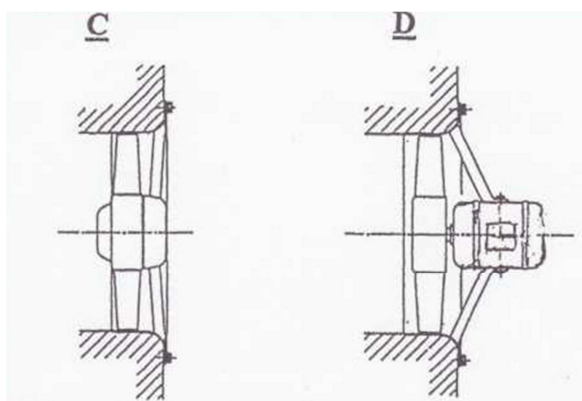
Podle celkového vyvozeného tlaku dělíme radiální ventilátory na nízkotlaké, u nichž je poměr vnitřního k vnějšímu průměru oběžného kola větší než 0,8 (s celkovým tlakem do 1 kPa), středotlaké s poměrem průměrů oběžného kola v rozmezí od 0,6 do 0,8 (do 3 kPa) a vysokotlaké s poměrem průměrů menším než 0,6 (přes 3 kPa). Celková účinnost malých odstředivých ventilátorů je nízká (0,2 až 0,3), u dobře řešených velkých ventilátorů dosahuje hodnoty 0,8 i více.

Výrobci ventilátorů obvykle vyrábějí ventilátory v tzv. typových řadách. Typová řada zahrnuje vhodný počet velikostí ventilátorů, které jsou navrženy tak, že jejich průtočná část je pro všechny velikosti geometricky podobná. Taková typová řada se nazývá homologická.

Aerodynamické vlastnosti ventilátoru vyjádřené celkovým tlakem ventilátoru $A_{p_{cv}}$ [Pa], objemovým průtokem vzdušiny Q_v [m³s⁻¹] a potřebným příkonem ventilátoru P_v [W] jsou závislé na řadě faktorů, z nichž nejdůležitější jsou návrh a druh ventilátoru, pracovní bod na tlakové charakteristice, velikost ventilátoru, rychlost otáčení oběžného kola a vlastnosti dopravované vzdušiny (PULKRÁBEK, 2005).



Obrázek 4 – Radiální ventilátory (PULKRÁBEK, 2005).
A - s typovým elektromotorem B - se zaintegrováním pohonem



Obrázek 5 – Axiální ventilátory (PULKRÁBEK, 2005).
C - se zaintegrováním pohonem D - s typovým elektromotorem

2.9 Vliv rychle rostoucích dřevin na hluk

Rychle rostoucí dřeviny jsou dřeviny s krátkou obměnnou dobou a s hmotovým přírůstkem významně převyšujícím průměrný hmotový přírůstek ostatních dřevin. Z tohoto důvodu se pěstují a sklízí jako energetické plodiny pro výrobu obnovitelné energie.

Vegetace, konkrétně rychle rostoucí dřeviny (rychle rostoucí topoly, vrby, jilmy, olše, lípy a jeřáby) plní významnou úlohu také v pasivní ochraně před hlukem – studie týmu Ing. Ivo Celjaka. V případě výzkumu bylo zjištěno, že dochází k průměrnému útlumu 3,5 dB u olistěné vegetace. Zjištěná hodnota byla sledována u porostu o šířce 14,6 m, průměrné výšce 6,2 m, a sponu výsadby 0,5 x 1,5 m. (CELJAK A KOL., 2008).

3 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je vyhodnocení hlukové zátěže způsobené provozem výkrmny prasat v závislosti na čase, za pomoci dvou hlukoměrů Voltcraft. Měření bude prováděno při běžných podmínkách provozu za stanovených časových intervalů na různých stanovištích zvolených tak, aby vystihovalo danou situaci.

Naměřené hodnoty z vybraných stanovišť budou porovnány s platnou legislativní vyhláškou a hygienickými normami. V případě, že bude hluková norma překročena, zjistit po jakou dobu je okolní zástavba a její prostředí vystaveno této hlukové zátěži a dále se stanoví případná opatření spojená se snížením hlukové zátěže na přípustné limity.

4 Metodika

4.1 Charakteristika Ponědraž s.r.o.

Společnost Ponědraž s.r.o. vznikla v roce 1993, zabývá se výrobou a prodejem produktů rostlinné a živočišné výroby. Mezi její hlavní činnosti patří odchov prasat na tržní produkci v obci Ponědražka, nadále se zabývá zemědělskou činností, silniční motorovou dopravou, opravou zemědělských strojů, zámečnictvím a nástrojařstvím, kovářstvím a podkovářstvím.

4.1.1 Zvolený objekt

Pro měření byl vybrán objekt odchovu prasat v obci Ponědrážka. Jedná se o bývalý státní statek Třeboň, který sloužil pro chov skotu na mléčnou produkci. V roce 1993 odkoupila objekt společnost Ponědraž s.r.o., která v následujících letech provedla rozsáhlé rekonstrukce budov pro účely odchovu prasat. Zejména v letech 1995 to byla rekonstrukce výkrmny, v roce 2000 rekonstrukce stáje pro březí prasničky a jalovice (skupinové ustájení maximálně po 60 kusech) a v roce 2008 rekonstrukce porodny prasnic. Všechny rekonstrukce byly provedeny za účasti fondů EU.

Mezi hlavní mechanizaci podniku patří sklízecí mlátička New Holland CSX 7060 s výkonem 223 kW, traktor New Holland T 7030 s výkonem 123 kW, traktor John Deer 6230 s výkonem 74 kW a traktor Zetor 7211 s výkonem 46 kW.

Společnost také obhospodařuje 1000 ha orné půdy, na kterých pěstuje převážně obiloviny sloužící pro další zpracování na krmné směsi a zajišťuje tím 80% soběstačnost v krmení prasat.

Všechny stáje jsou vybaveny stacionárním automatickým krmícím a napájecím zařízením značky Schauer. Stájové podlahy u prasnic a u prasat na výkrm jsou řešeny bez podestýlky s částečným zaroštováním a zbylé stáje jsou opatřeny celoplošným zaroštováním, umožňující propadávání nebo prošlapávání výkalů. Odklad výkalů je prováděn šípovými přímoběžnými škrabáky do centrální jímky. Mikroklima ve stájích je řízeno automaticky systémem Agrivan za pomoci axiálních ventilátorů.

Po dobu měření se nacházelo v objektu 560 prasnic, 110 prasniček a 4500 kusů prasat v žíru plemene české bílé ušlechtilé křížené s landrase, otcovský typ H34 syntetická belgická landrase.

Všechna prasata jsou čipována za účelem sledování zdravotního stavu a přesného dávkování krmiv automatickým krmícím zařízením, které je každý den v provozu od 6.00 hodin. Každé úterý se provádí odstavy selat od prasnic a ve čtvrtek se přesouvají březí prasnice na porodnu po důkladné dezinfekci, ošetření a umytí. Celkový výkrm do plné dospělosti na výkrmně trvá 120 dní, poté jsou prasata odvážena na porážku. Místo zootechnika zastupuje jednatel společnosti pan ing. Václav Forst.

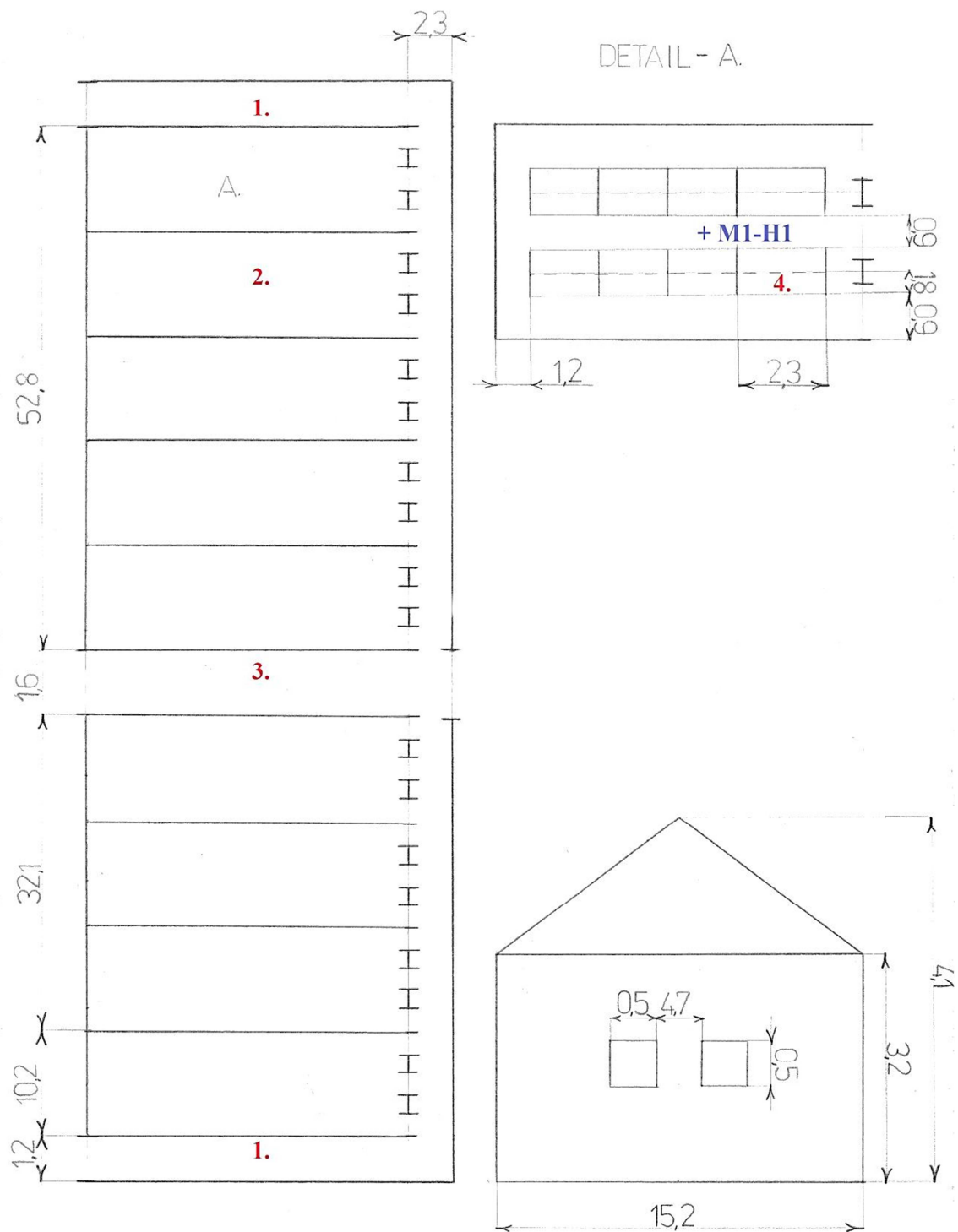


Obrázek 6 – Satelitní snímek objektu pro odchov prasat (zdroj: Google maps 2012)

Tabulka 5 – Legenda Obrázek 6

Číslo	Popis
1)	Administrativní budova
2)	Budova pro jalovice určené k přípuštění
3)	Budova pro březí prasnice
4)	Budova určená pro inseminaci
5)	Budova technického zázemí
6)	Porodna
7)	Výkrm

4.1.2 Blokové schéma – Porodna



Obrázek 7 – Blokové schéma porodna

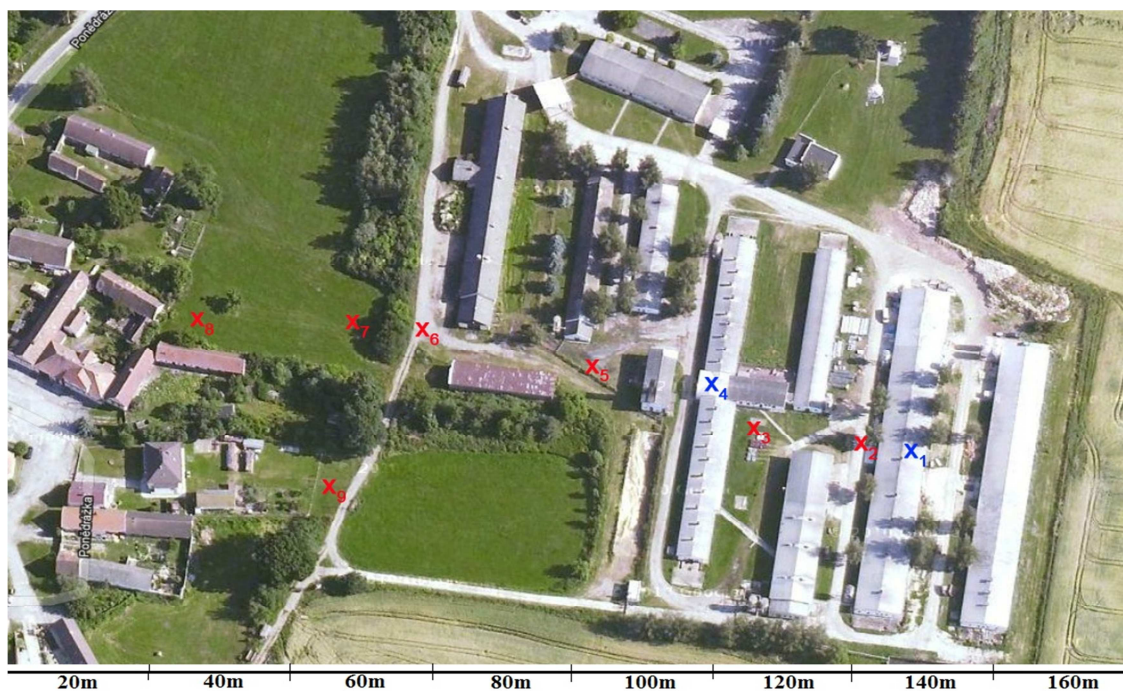
Tabulka 6 – Popis blokového schéma

Bod	Popis
1.	Postranní vchody
2.	Bezstelivové porodní boxy
3.	Hlavní vchod do porodny
4.	Detail porodního kotce
M1-H1	Měření hlukoměrem č. 1 uvnitř boxové jednotky

4.1.3 Vytyčení měřících míst

Měření bylo provedeno ve vegetačním a mimo vegetačním období za stejných podmínek. Ze všech prováděných úkonů v objektu pro odchov prasat byl zvolen nejvíce hlukově zatěžující úkon - přesun březích prasnic na porodnu, kdy z budovy č. 3 (budova pro březí prasnice) se v několika vlnách nahánějí prasnice venkovním prostorem do budovy č. 6 (porodna).

Na obrázku č. 8 jsou vytyčena měřící místa $X_1 - X_9$, na kterých byla provedena měření za pomoci hlukoměřů č. 1 a 2, modře označená měření X_1 a X_4 byla provedena uvnitř budov.



Obrázek 8 – Vytyčení měřících míst (zdroj: Google maps 2012)

4.2 Popis měřicí techniky

K uskutečnění měření bylo využito dvou hlukoměrů značky Voltcraft SL-300 a inovované verze SL-400. Tyto hlukoměry jsou precizními výrobky německé firmy Voltcraft zabývající se přesnou měřicí technikou. K hlukoměrům je nezbytný propojovací kabel mini USB, který slouží k přenosu dat mezi hlukoměrem a příslušným přenosným počítačem, který musí splňovat minimální požadavky na vyhodnocovací software.

Pro přesnější vyhodnocení hlukové zátěže bylo zapotřebí kalibračního zařízení Voltcraft 326, kterým se před každým měřením přednastaví kalibrační hodnoty 94dB a 114dB.

Nadále bylo zapotřebí laserového zaměřovače BOSCH DLE50 k zjištění vzdálenosti od měřicího stanoviště k ohnisku vydávaného hluku, meteostanice EMOS KL4900 pro zjištění skutečné teploty, vlhkosti a síly větru na měřeném stanovišti a v poslední řadě nezbytné vysílačky značky MaxCom pro dorozumívání se s obsluhou druhého hlukoměru.

4.2.1 Hlukoměr Voltcraft SL-400

Rozdíl mezi starší verzí hlukoměru SL-300 a novější verzí SL-400 je pouze v designovém provedení a v robustnějším krycím pouzdru, všechna základní nastavení a obsluha zůstává neměnná. Zde uvádím technické parametry již zmiňovaného hlukoměru SL-400.

Přístroj má rozsah měření od 30 do 130 dB s funkcí automatického nastavení rozsahu. Integrovaný datový logger umožňuje uložení až 32 000 naměřených hodnot, které mohou být dodávaným softwarem na PC nadále zpracovány. Přesnost je udávána na 1,4 dB (94 dB/1 kHz EN 61672 Class 2), frekvenční rozsah 31,5 – 8000Hz a doba odezvy 125/1000 ms. Software přístroje SL-400 dovoluje měření a vyhodnocení dle DIN 15905-5 k zabránění poškození sluchu díky vysokým zvukovým emisím elektroakustických ozvučovacích zařízení.

4.2.2 Notebook IBM ThinkPad Z60m

K vyhodnocení a následnému uložení dat ve formátu .txt bylo zapotřebí Notebooku s nainstalovaným softwarem od společnosti Voltcraft.

Základem notebooku IBM ThinkPad Z60m je chipset Intel 915GM osazen výkonným procesorem Intel Pentium Centrino , který je taktován na 2,3 Ghz a operační paměť 2GB při rychlosti 533Mhz.

4.2.3 Kalibrátor hladiny zvuku Voltcraft 326

Kalibrátor je vybavený oscilátorem, který je řízený krystalem, ke kontrole přesnosti měřidel hladiny zvuku dle IEC 60942 třída 2. Po výměně mikrofonu, nebo pokud přístroj na měření hladiny zvuku nebyl delší dobu používán, se doporučuje taktéž kontrola přesnosti. Rozsah měření hladiny zvuku 94dB/114dB.

4.2.4 Laserový zaměřovač BOSCH DLE50

Snadné měření vzdáleností, ploch a objemů, absolutní přesnost díky nejnovější laserové technice s rozsahem měření 0,05 – 50m s přesností na 1,5mm. Doba měření od 0,5 – 4s. Jedná se o nejmenší laserový měřič ve své třídě.

4.2.5 Meteostanice EMOS KL 4900

Meteostanice EMOS KL4900 se skládá z hlavní jednotky, bezdrátového čidla pro měření teploty s vlhkostí a bezdrátové jednotky pro měření rychlosti a směru větru. Disponuje hodinami řízenými DFC signálem, měří směr a rychlost větru, ukazuje fáze měsíce, vnitřní a venkovní teplotu a samozřejmě je i kalendář s budíkem a opakovaným zvoněním. Rozsah teploty 20 – 70 °C, rozsah vlhkosti 20% - 95%.

4.2.6 Vysílačky MaxCom WT 206

Dosah vysílacího zařízení je až 5km na frekvenci 446MHz. Dále jsou vysílačky opatřeny LCD podsvíceným displejem, výstupním výkonem 0,5W a 8 kanály.

4.3 Postup před měřením

Před vlastním měřením hlukové zátěže bylo nutné analyzovat zvolený objekt a jeho přilehlé okolí. Díky získaným poznatkům byla stanovena vhodná měřicí místa, patřičně vzdálena od ohnisek vznikajících hluků. Dané měření probíhalo uvnitř budov i v okolním prostředí navazujícím na bytové zástavby.

Dále byla provedena kalibrace hlukoměrů s následným nastavením přesného měřicího času. Následovalo zprovoznění meteorologické stanice za účelem získání teploty, vlhkosti a síly větru v měřené oblasti.

Poté následovalo vlastní měření na předem určených místech. Po naměření všech hodnot v daném dni byla data převedena do osobního přenosného počítače, kde následovalo vyhodnocení pomocí tabulkového editoru Excel 2010.

4.3.1 Stanovení vhodných míst pro měření

Při výběru vhodných měřicích míst bylo postupováno podle zadané normy (ČSN ISO 1996-1, 2004) a (ČSN ISO 1996-2, 2009).

Měření ve venkovním prostoru: Je-li potřebné minimalizovat vliv odrazů, potom by měření, kdykoli je to možné, měla být prováděna ve vzdálenosti nejméně 3,5 m od jiných odrazivých struktur, než je země. Není-li jinak uvedeno, preferovaná měřicí výška je 1,2 až 1,5 m nad zemí.

Měření ve venkovním prostoru blízko budov: Tato měření musí být prováděna na místech, na nichž je předmětem zájmu hluk, jemuž je budova vystavena. Pokud není jinak specifikováno, preferovaná měřicí stanoviště jsou 1 až 2 m od fasády a 1,2 až 1,5 m nad úrovní příslušného podlaží.

Měření uvnitř budov: Tato měření se provádějí v uzavřených prostorech, v nichž je hluk předmětem zájmu. Pokud není jinak specifikováno, preferovaná měřicí místa jsou nejméně 1 m od zdí nebo od dalších větších odrazivých povrchů, 1,2 až 1,5 m nad podlahou a asi 1,5 m od oken (ČSN ISO 1996-1, 2004).

Na základě této normy byla pro venkovní měření stanovena vzdálenost 6m od plochy odrážející hluk s mikrofonem umístěním vodorovně ke zdroji hluku. V případě měření hluku uvnitř objektů byl mikrofon umístěn svisle vzhůru. Ve všech případech měření hluku byly oba hlukoměry připevněny na stativěch ve zvolené výšce 1,5m.

4.3.2 Kalibrace hlukoměrů

Všechny přístroje musí být kalibrovány a provedení kalibrace musí být podle instrukcí výrobce. Zevrubná recalibrace (atestace) v určitých časových intervalech (např. ročně) smí být předepsaná úřady odpovědnými za použití výsledků. Při měřeních v terénu musí být uživatelem provedena kalibrace alespoň před začátkem a po skončení každé série měření, včetně přednostní akustické kontroly mikrofonu (ČSN ISO 1996-1, 2004).

Kalibrace obou hlukoměrů byla vždy provedena před zahájením vlastního měření a po každém ukončení série měření, případné korekce byly provedeny přímo na hlukoměru za pomoci kalibračního šroubku, který se nachází vedle vstupu pro USB na levé straně hlukoměru.

4.3.3 Meteorologické vlivy

Hladiny zvuku jsou ovlivněny meteorologickými podmínkami zejména tehdy, když jsou přenosové vzdálenosti velké. Tam, kde je pravděpodobné, že by hladiny mohly být ovlivněny meteorologickými podmínkami, měly by být měřeny jedním ze dvou dále popsaných způsobů.

Měření za průměrných meteorologických podmínek: Měřicí časové intervaly jsou vybrány tak, že dlouhodobá průměrná hladina zvuku se stanoví z měření prove-

dených v celém rozsahu meteorologických podmínek vyskytujících se na měřicím stanovišti (měřicích stanovištích).

Měření za specifických meteorologických podmínek: Měřicí časové intervaly jsou vybrány tak, že měření jsou prováděna pouze při pečlivě specifikovaných meteorologických podmínkách, které odpovídají nejstabilnějšímu šíření zvuku, tj. s významnou pozitivní složkou větru od zdroje k měřicímu stanovišti (ČSN ISO 1996-1, 2009).

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.

4.3.4 Období a délka měření

V případě správného určení hladiny akustického tlaku bylo zapotřebí stanovit období a příslušnou délku měření. Období bylo stanoveno ze zadání, vegetační (předpoklad vyšší hladiny akustického tlaku) a mimo vegetační. Délka měření byla stanovena u prvního hlukoměru na 45 min a v dalších případech se pohybovala v rozmezí 6 – 7 minut vše s ohledem na pracovní činnosti v daném okamžiku.

4.4 Průběh vlastního měření

Po vytyčení dvou měřicích míst (jeden hlukoměr umístěný uvnitř budovy, druhý mimo měřený objekt) byl současně pomocí vysílaček dán povel k začátku měření pomocí tlačítka REC. V případě náhlého zvýšení akustického tlaku rušivými elementy byly změny ihned zaznamenány obsluhou, aby mohli být rozpoznány v pozdějším grafickém vyhodnocení. Po uplynutí potřebné doby k měření byl opět dán povel k ukončení měření pomocí tlačítka REC. Po úspěšném denním měření byli jednotlivé hodnoty (dokumenty.txt) převedeny, pomocí kabelu USB mini do osobního přenosného počítače vybaveného příslušným softwarem od společnosti Voltcraft. Veškerá měření byla prováděna v časovém intervalu 1 měření za sekundu.

4.5 Zpracování naměřených hodnot a použité vzorce

Pro zpracování grafů a výsledků byl použit počítač s tabulkovým editorem Microsoft Office Excel 2010, který umožnil vytvořit spojnicové grafy, výpočty průměrných hodnot (funkce PRŮMĚR), maximálních a minimálních hodnot (funkce MIN a MAX) a ekvivalentní hladinu akustického tlaku.

Použité vzorce:

Trvalá ekvivalentní hladina akustického tlaku $L_{Aeq,T}$:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^m T_i \cdot 10^{L_{Aeq,T_i}/10} \right) \text{ dB}$$

L_{Aeq,T_i} – ekvivalentní hladina akustického tlaku
 T – se rovná $\sum_{i=1}^m T_i$,
 m – celkový počet dílčích časových intervalů

(ČSN ISO 9612, 2000)

Maximální, minimální a průměrná hodnota měření:

K dosažení hodnot maximální, minimální a průměrné hodnoty naměřených dat v [dB] byl použit MS Excel, ve kterém bylo využito předdefinovaných matematických funkcí „MAX“, „MIN“ a „PRŮMĚR“.

Hlukové pozadí:

Hlukové pozadí bylo vypočítáno aritmetickým průměrem ze sedmi nejnižších hodnot naměřených dat seřazených od nejvyšší po nejnižší.

5 Výsledky měření

V této kapitole jsou uvedena získaná data, která jsou převedena do grafů pro lepší přehlednost. Ke každému grafu je vždy na druhé straně přiložena tabulka s naměřenými hodnotami- délka měření, průměrná hladina akustického tlaku, maximální, minimální a průměrná hodnota dat a hlukové pozadí. Následuje podrobný popis akcí, které měly významný vliv na měření. Na konci jsou vždy získané výsledky porovnány s platnou normou.

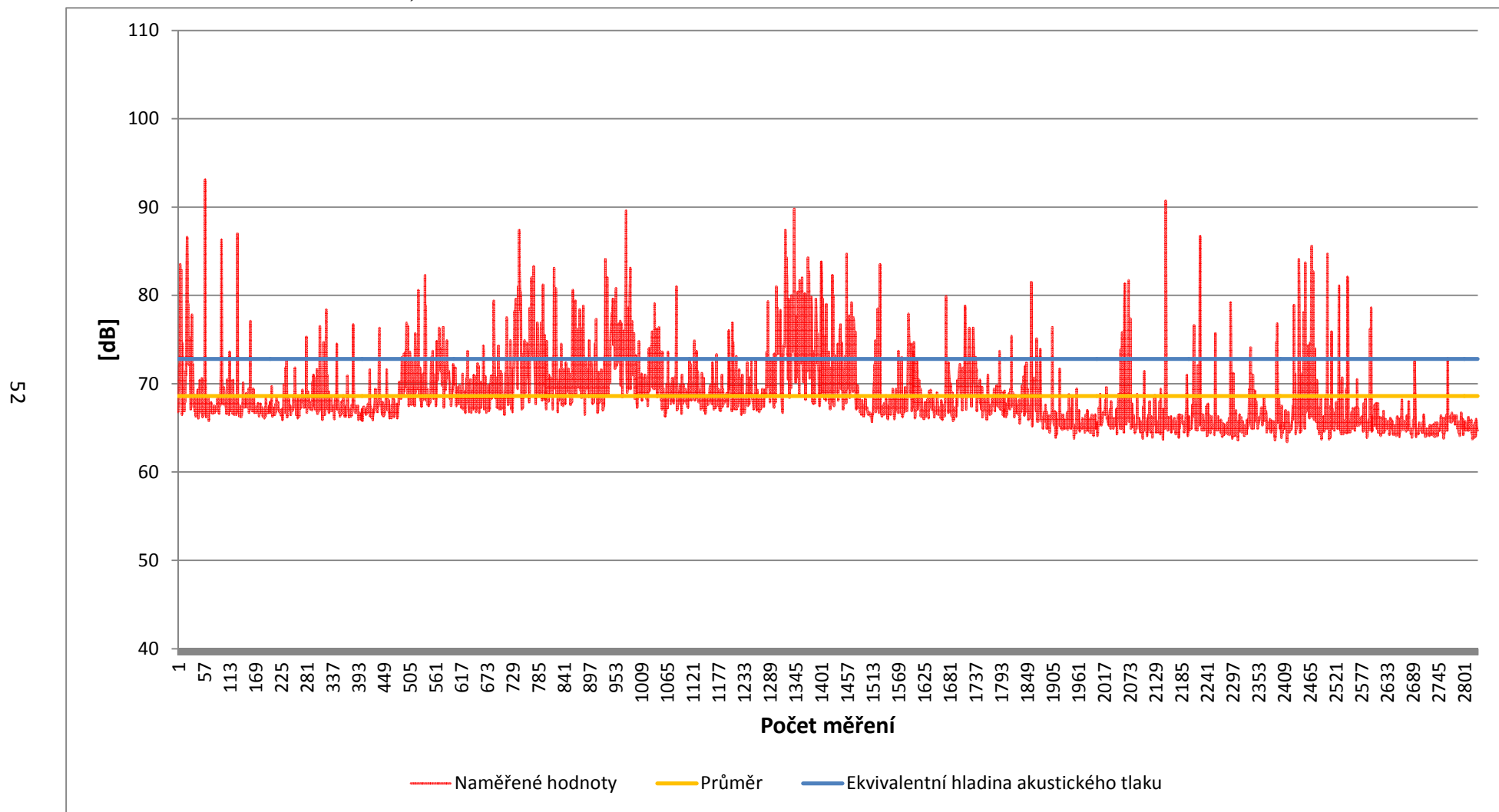
Celkově bylo provedeno 18 měření, první měření z 25. 08. 2011 bylo uskutečněno ve vegetačním období, druhé měření z 24. 11. 2011 bylo uskutečněno mimo vegetační období. První grafy byly vytvořeny z hodnot, které byly pořízeny z hlukoměru č. 1 po celou dobu měření. Následující grafy byly vytvořeny na základě získaných dat z hlukoměru č. 2.

5.1 Měření 25. 08. 2011 – vegetace

První měření proběhlo ve čtvrtek 25. 08. 2011 v dopoledních hodinách za těchto podmínek:

Časový horizont měření:	10.30 - 11.45 hod.
Počasí:	Jasno
Teplota ovzduší:	27°C
Relativní vlhkost vzduchu:	53%
Rychlost větru:	8 km/h
Atmosférický tlak:	1015,19 hPa
Počet měření:	9

5.1.1 Graf 1 – První měření, hlukoměr č. 1.



První měření (X_1) proběhlo uvnitř budovy porodny (Obrázek 8 – Blokové schéma porodny) v celkové době 47 min 09 s a probíhalo současně s dalšími měřeními $X_2 - X_9$. Po celou dobu měření běžely v pozadí čtyři axiální ventilátory se jmenovitým výkonem 300W (63dB při 1300 ot/min^{-1}). Hlukoměr byl umístněný uvnitř boxu porodny uprostřed uličky ve vzdálenosti 3m od okna viz. Příloha – Fotografie 1.

Zde jsou uvedeny podmínky charakteristické pro vnitřní stáj porodny prasat naměřené pomocí hydrometeorologické stanice EMOS KL 4900:

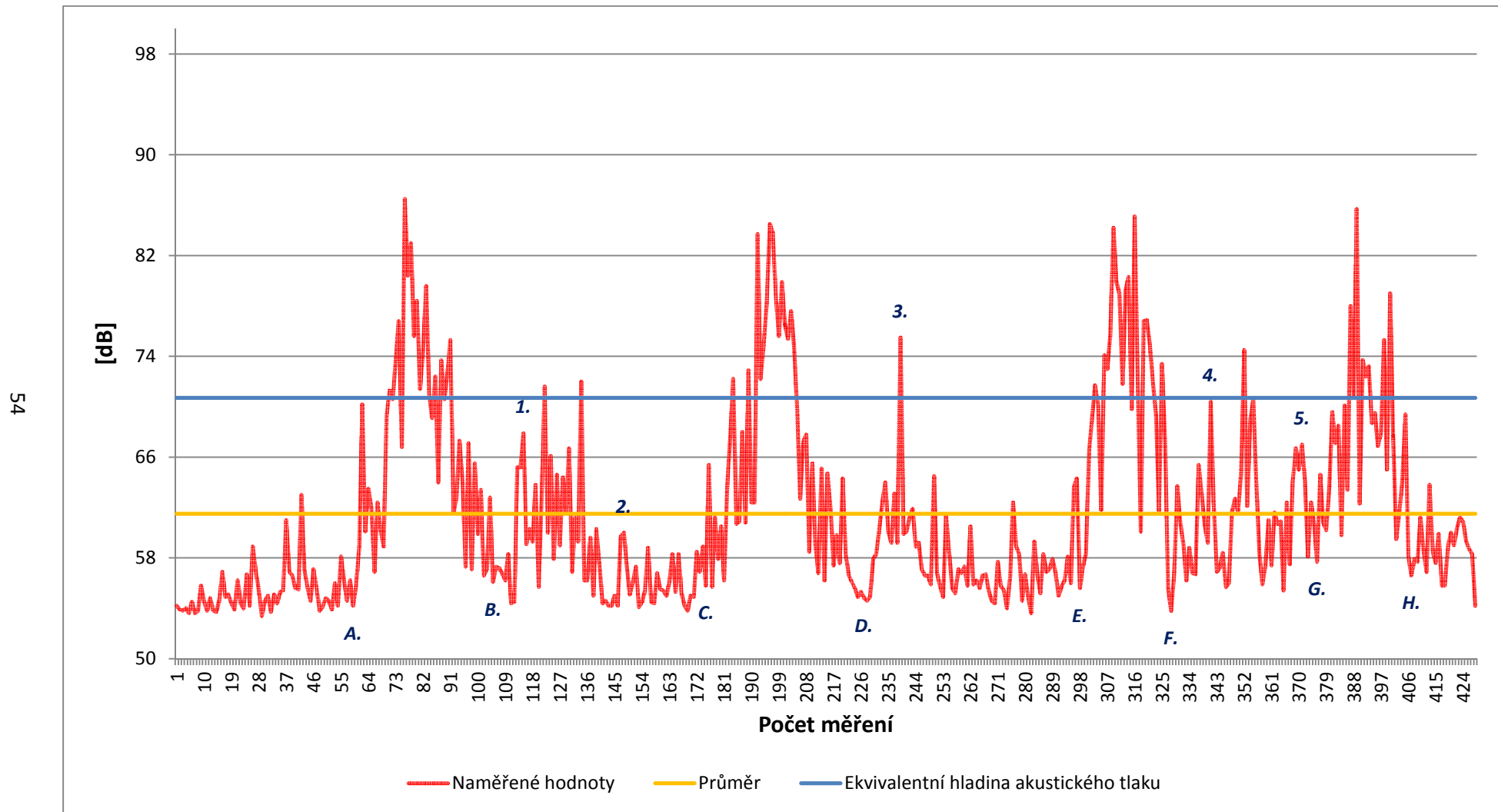
Teplota ovzduší:	22°C
Relativní vlhkost vzduchu:	73%
Rychlost proudění vzduchu:	0,2 m.s ⁻¹

Tabulka 7 – Hodnoty Graf 1

Začátek měření	10:33 hod
Doba měření	47 min 09 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	72,8 dB
Průměrná naměřená hodnota	68,6dB
Maximální naměřená hodnota	93,1dB
Minimální naměřená hodnota	63,4 dB
Hlukové pozadí	63,7dB

Maximální naměřené hodnoty byly způsobeny převážně zvýšenou aktivitou prasnic a obsluhou stáje pro prasata.

5.1.2 Graf 2 – První měření, hlukoměr č. 2.



První měření (X_2) proběhlo před budovou porodny (Obrázek 9 – Vytyčení měřicích míst) v celkové době 7 min 07 s. Hlukoměr byl umístěný v předem stanovené vzdálenosti 3m od zdi budovy viz. Příloha – Fotografie 2.

Tabulka 8 – Hodnoty Graf 2

Začátek měření	10:33 hod
Doba měření	7 min 07 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	70,7 dB
Průměrná naměřená hodnota	61,6 dB
Maximální naměřená hodnota	86,5 dB
Minimální naměřená hodnota	53,4 dB
Hlukové pozadí	53,7 dB

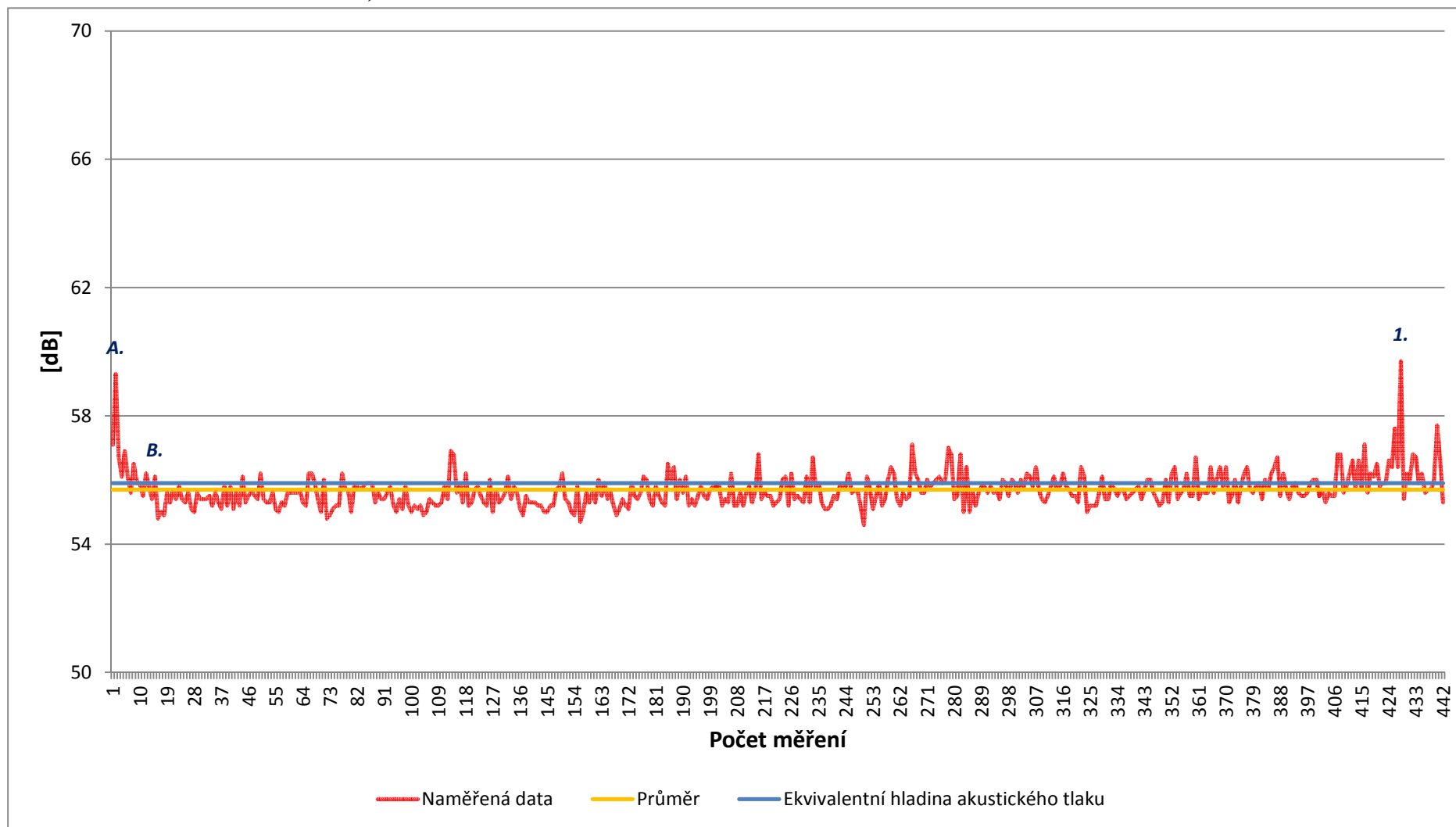
Tabulka 9 – Popis Grafu 2

Rozmezí	Popis
A. – B.	První vlna přesunu březích prasnic
1. – 2.	Práce s úhlovou bruskou v přilehlé dílně
C. – D.	Druhá vlna přesunu březích prasnic
3.	Úder železných dveří dílny
E. – F.	Třetí vlna přesunu březích prasnic
4. – 5.	Opětovná práce s úhlovou bruskou
G. – H.	Čtvrtá vlna přesunu březích prasnic

Maximální naměřená hodnota byla způsobena zvýšenou aktivitou prasnic.

5.1.3 Graf 3 – Druhé měření, hlukoměr č. 2.

95



Druhé měření (X₃) proběhlo mezi budovou březích pranic a budovou technického zázemí (Obrázek 9 – Vytyčení měřících míst) v celkové době 7 min 21 s. Hlukoměr byl umístněný v předem stanovené vzdálenosti 6m mezi objekty.

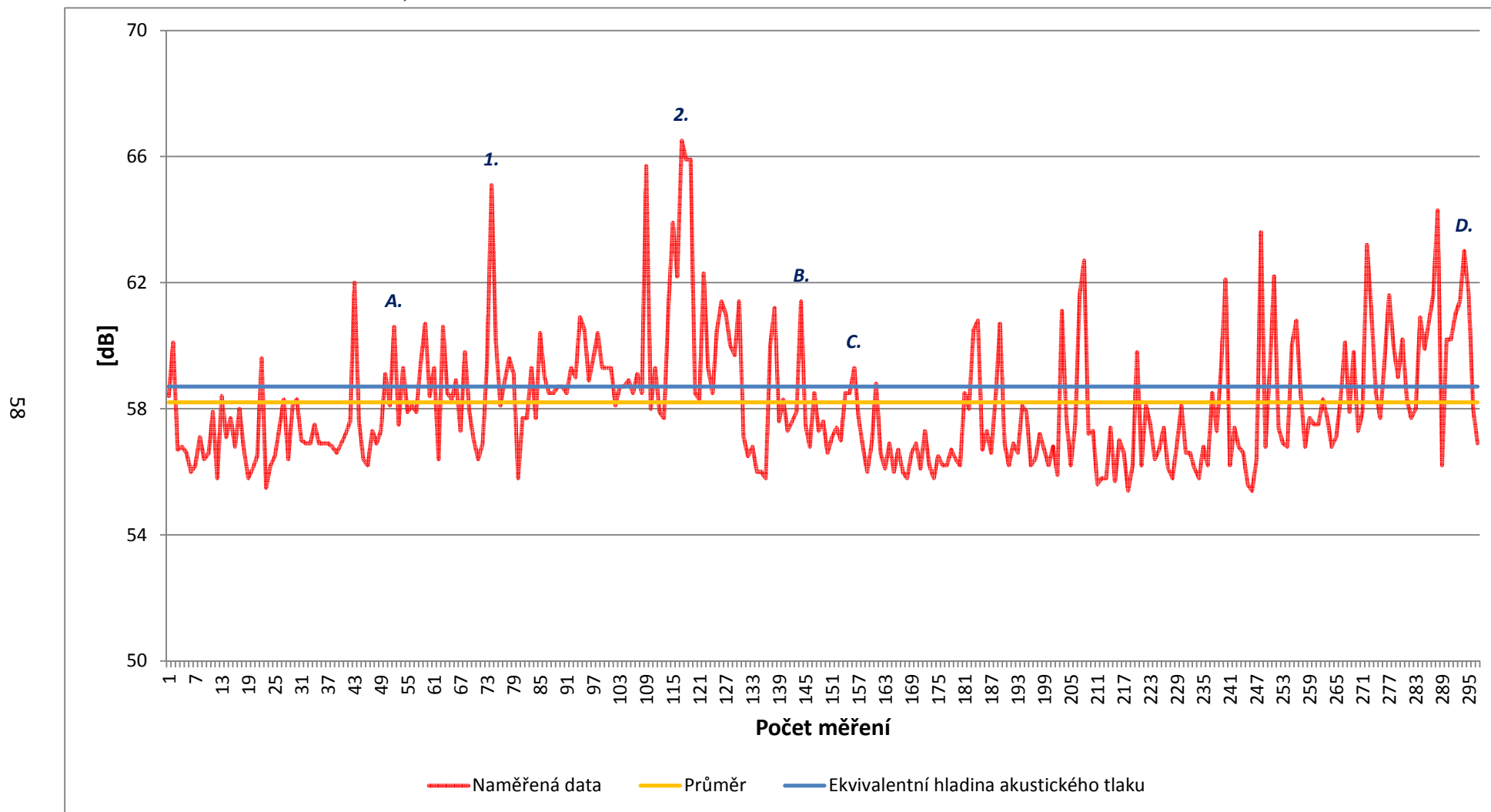
Tabulka 10 – Hodnoty Graf 3

Začátek měření	10:41 hod
Doba měření	7 min 21 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	55,7 dB
Průměrná naměřená hodnota	55,7 dB
Maximální naměřená hodnota	59,7 dB
Minimální naměřená hodnota	54,6 dB
Hlukové pozadí	54,9dB

Tabulka 11 – Popis Grafu 2

Rozmezí	Popis
A. – B.	Zvýšená hladina hluku způsobená obsluhou hlukoměru
1.	Příchod jednoho ze zaměstnanců

5.1.4 Graf 4 – Třetí měření, hlukoměr č. 2.



Třetí měření (X_4) proběhlo na rozmezí budov březích prasnic a jalovic (Obrázek 9 – Vytyčení měřících míst) v celkové době 4 min 56 s. Hlukoměr byl umístněný uvnitř budov v průchozí části.

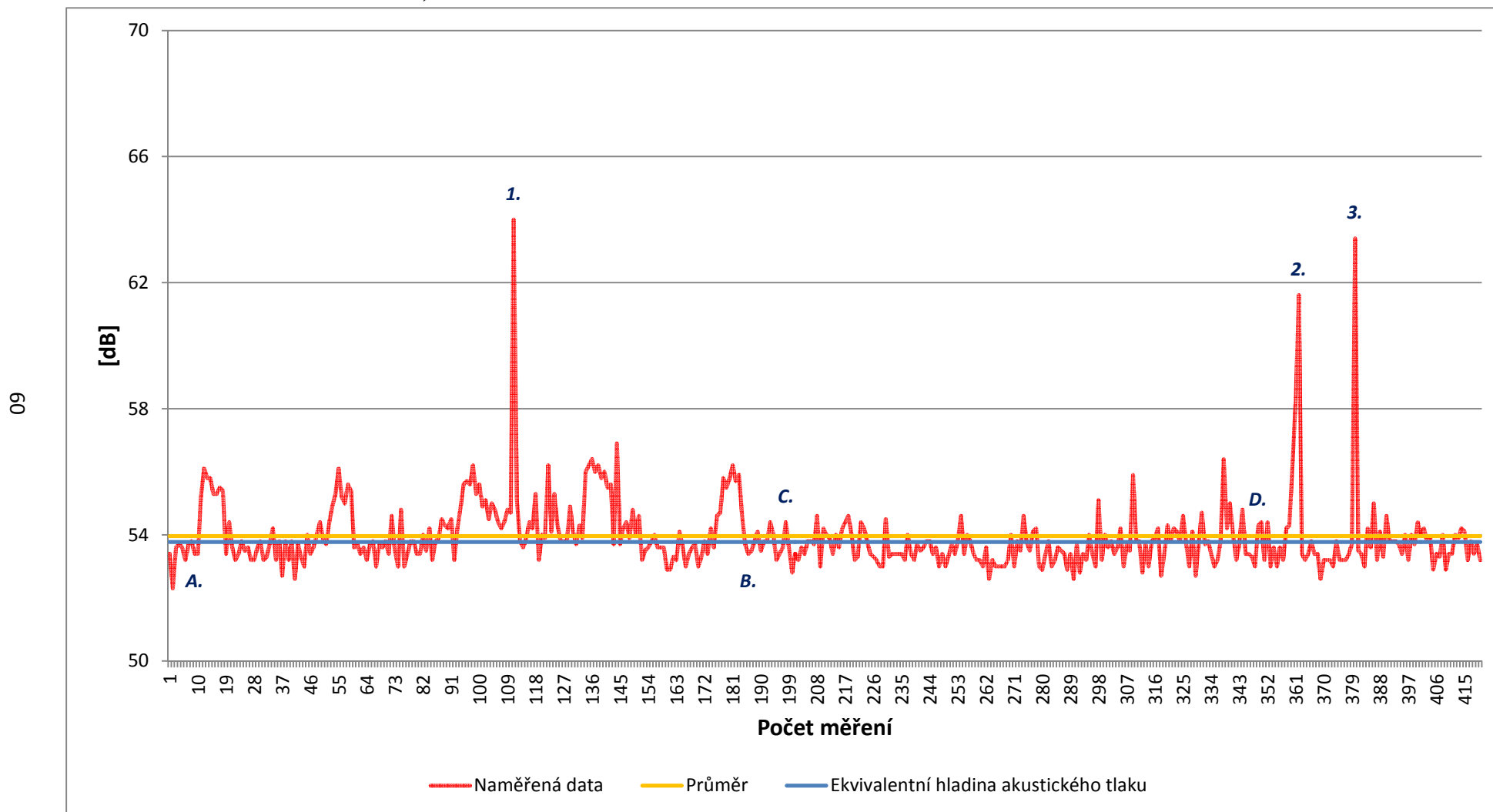
Tabulka 12 – Hodnoty Graf 4

Začátek měření	10:49 hod
Doba měření	4 min 56 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	58,7 dB
Průměrná naměřená hodnota	58,2 dB
Maximální naměřená hodnota	66,5 dB
Minimální naměřená hodnota	55,4 dB
Hlukové pozadí	55,8 dB

Tabulka 13 – Popis Grafu 4

Rozmezí	Popis
A. – B.	Průjezd traktoru New Holland ve venkovní části
1. – 2.	Pokyny ošetřovatele zaměstnancům
C. – D.	Přesun březích prasnic na porodnu

5.1.5 Graf 5 – Čtvrté měření, hlukoměr č. 2.



Čtvrté měření (X₅) proběhlo za budovou, která slouží pro uskladnění nepotřebného materiálu. (Obrázek 9 – Vytyčení měřících míst) v celkové době 7 min. Hlukoměr byl umístněný v předem dané vzdálenosti 3m od budovy.

Tabulka 14 – Hodnoty Graf 5

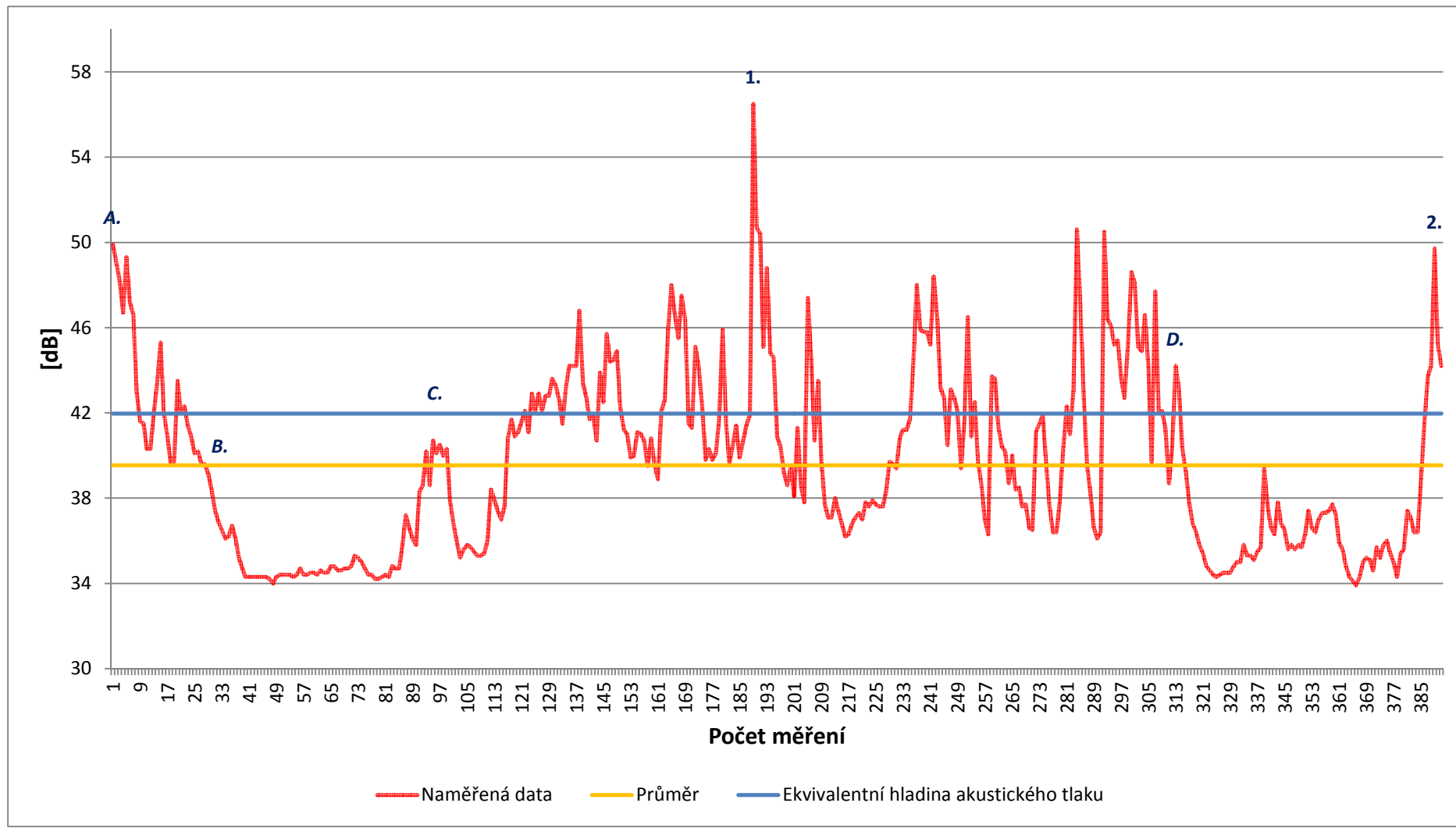
Začátek měření	10:55 hod
Doba měření	7 min
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	53,8 dB
Průměrná naměřená hodnota	54 dB
Maximální naměřená hodnota	64 dB
Minimální naměřená hodnota	52,3 dB
Hlukové pozadí	52,9 dB

Tabulka 15 – Popis Grafu 5

Rozmezí	Popis
A. – B.	V povzdáli znatelné přesuny březích prasníc v pěti intervalech
1.	Zvýšená hlučnost prasníc
C. – D.	Zvukové projevy ptactva
2. – 3.	Zvýšený hlas zaměstnanců před budovou jalovic

5.1.6 Graf 6 – Páté měření, hlukoměr č. 2.

62



Páté měření (X_6) proběhlo před pásem rychle rostoucích dřevin, zejména topolů (Obrázek 9 – Vytyčení měřících míst) v celkové době 6 min 30 s. Hlukoměr byl umístněný v předem dané vzdálenosti 3m od křovinného pásu.

Tabulka 16 – Hodnoty Graf 6

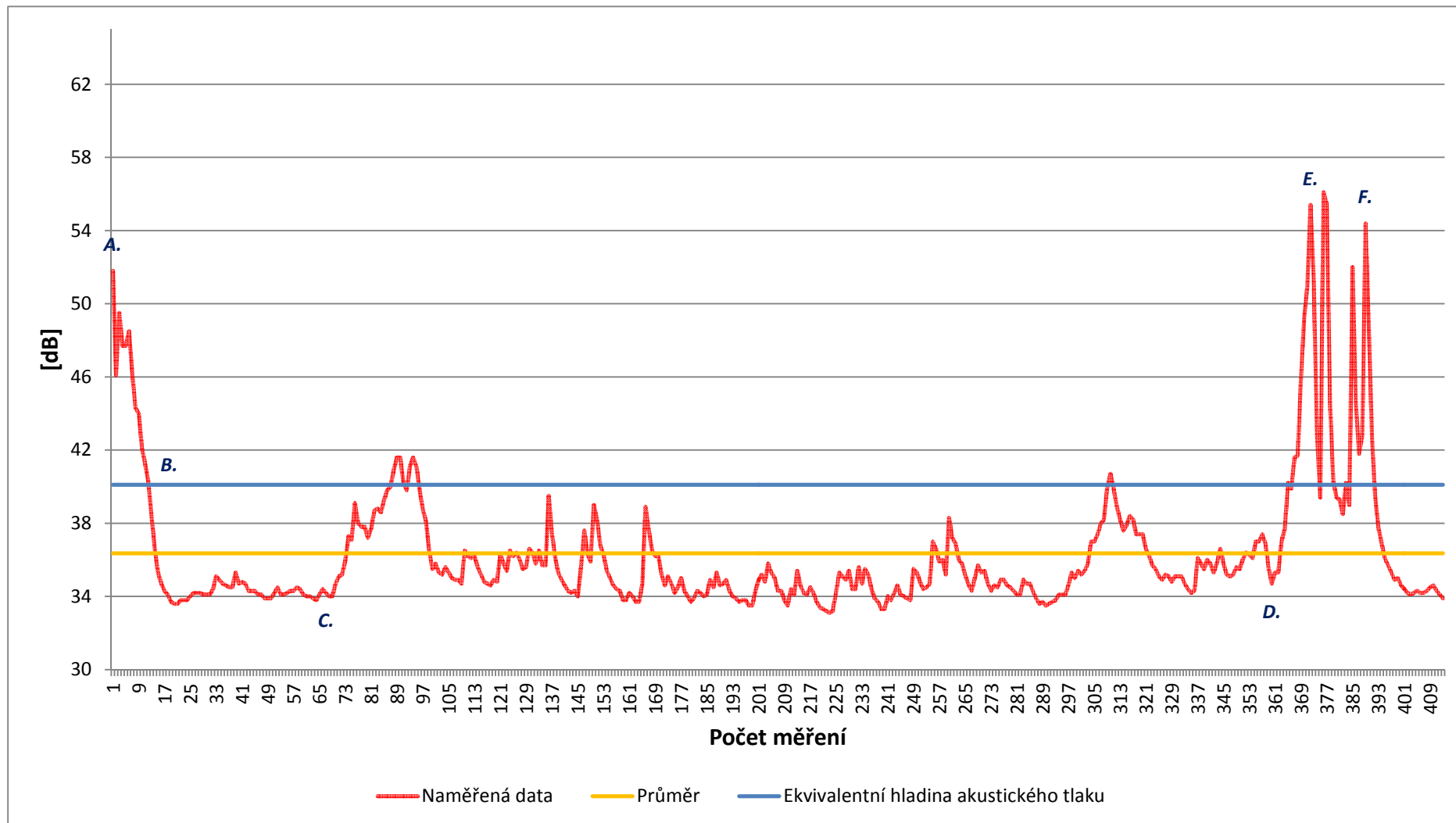
Začátek měření	11:03 hod
Doba měření	6 min 30 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	42 dB
Průměrná naměřená hodnota	39,6 dB
Maximální naměřená hodnota	56,5 dB
Minimální naměřená hodnota	33,9 dB
Hlukové pozadí	34,3 dB

Tabulka 17 – Popis Grafu 5

Rozmezí	Popis
A. – B.	Zvýšená hlučnost způsobená obsluhou hlukoměru
1.	Zvýšení volnoběhu traktoru New Holland
C. – D.	Nastartovaný traktor New Holland v povzdálí
2.	Odjezd traktoru

5.1.7 Graf 7 – Šesté měření, hlukoměr č. 2.

64



Šesté měření (X_7) proběhlo za pásem rychle rostoucích dřevin na přilehlé louce, která rozděluje objekt odchovu prasat s první obytnou zónou (Obrázek 9 – Vytyčení měřících míst) v celkové době 6 min 52 s. Hlukoměr byl umístněný v předem dané vzdálenosti 3m od křovinného pásu.

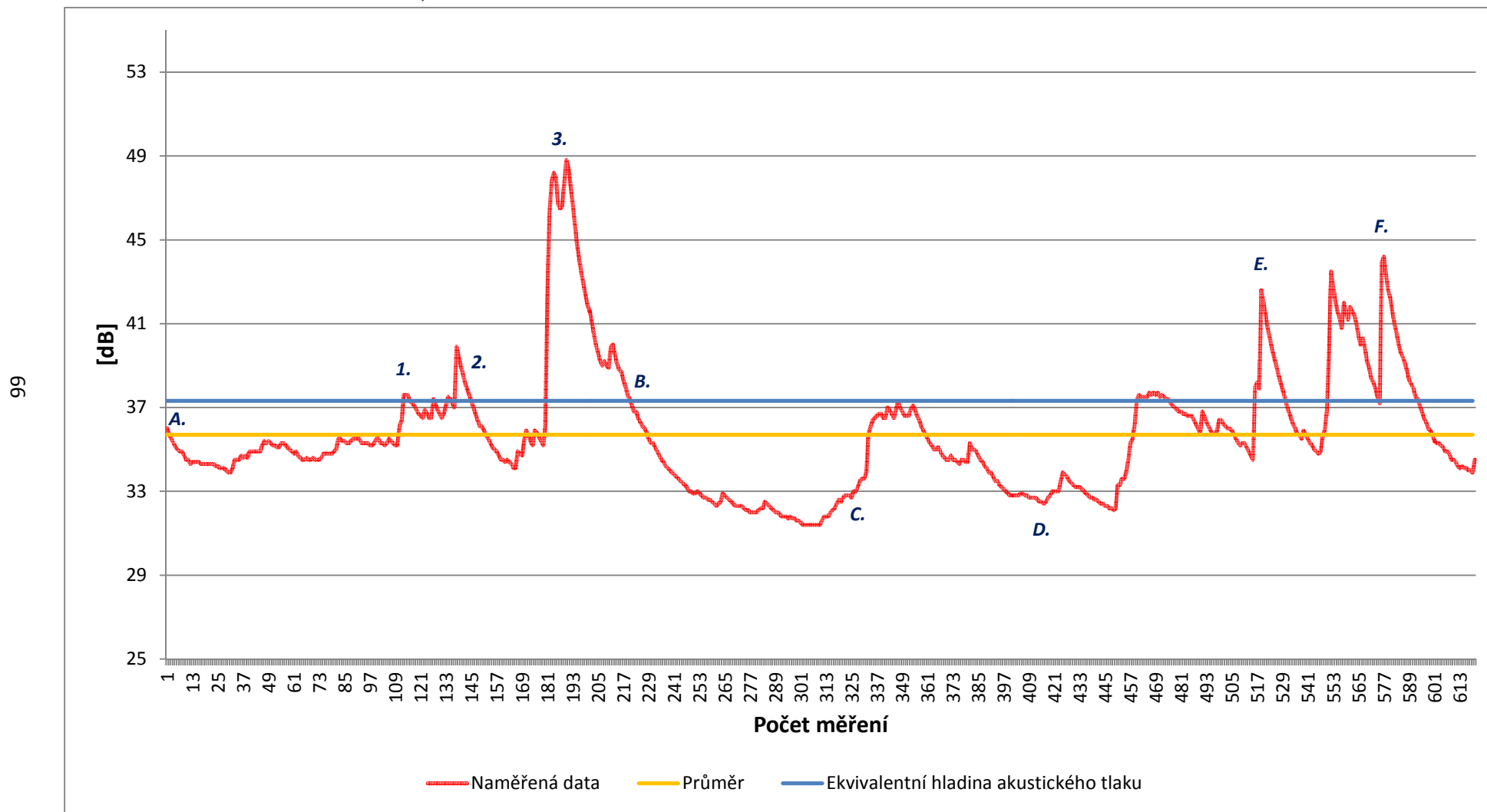
Tabulka 18 – Hodnoty Graf 7

Začátek měření	11:11 hod
Doba měření	6 min 52 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	40,1 dB
Průměrná naměřená hodnota	36,3 dB
Maximální naměřená hodnota	56,1 dB
Minimální naměřená hodnota	33,1 dB
Hlukové pozadí	33,5 dB

Tabulka 19 – Popis Grafu 7

Rozmezí	Popis
A. – B.	Zvýšená hlučnost způsobená obsluhou hlukoměru
C. – D.	Zvukové projevy ptactva
E. – F.	Průjezd traktoru New Holland v dáli

5.1.8 Graf 8 – Sedmé měření, hlukoměr č. 2.



Sedmé měření (X_8) proběhlo nedaleko zastavěné oblasti na přilehlé louce (Obrázek 9 – Vytyčení měřících míst) v celkové době 10 min 19 s. Hlukoměr byl umístněný v předem dané vzdálenosti 9m od bytové zástavby.

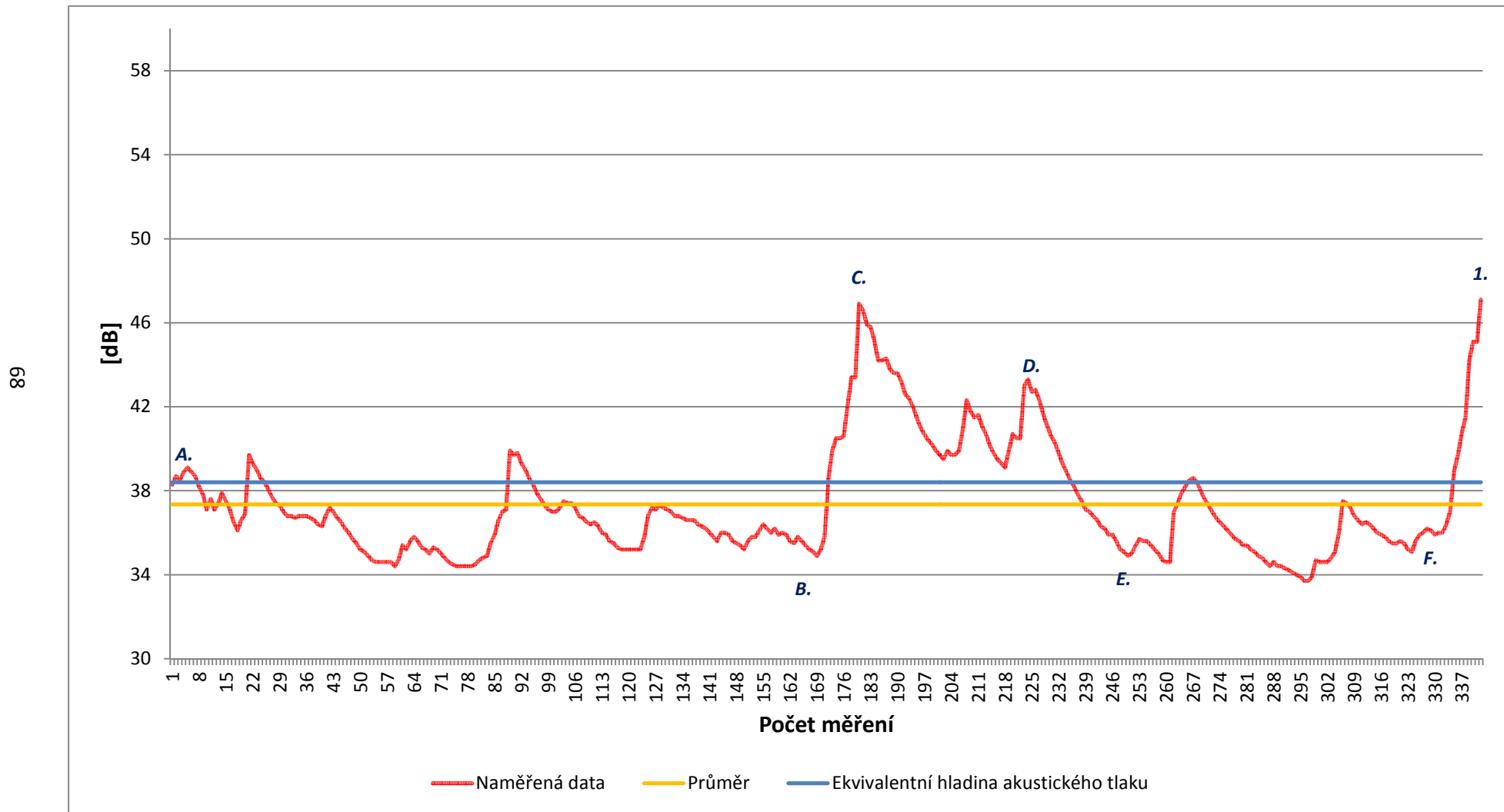
Tabulka 20 – Hodnoty Graf 8

Začátek měření	11:19 hod
Doba měření	10 min 19 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	37,3 dB
Průměrná naměřená hodnota	35,7 dB
Maximální naměřená hodnota	48,8 dB
Minimální naměřená hodnota	31,4 dB
Hlukové pozadí	31,7 dB

Tabulka 21 – Popis Grafu 8

Rozmezí	Popis
A. – B.	Zvýšená aktivita na přilehlém pozemku
1. – 2.	Zvýšený hlas v dáli
3.	Nastartování a odjezd lehkého motocyklu na přilehlém pozemku
C. – D.	Průjezd nákladního automobilu na hlavní komunikaci
E. – F.	Štěkot psa na přilehlém pozemku

5.1.9 Graf 9 – Osmé měření, hlukoměr č. 2.



Osmé měření (X₉) proběhlo přibližně 50 metrů jižně od předešlého měření nedaleko zastavěné oblasti, která je podle geografického uspořádání druhou nejvíce hlukově zatěžovanou oblastí (Obrázek 9 – Vytyčení měřících míst) v celkové době 5 min 41 s. Hlukoměr byl umístěný v předem dané vzdálenosti 9m od bytové zástavby.

Tabulka 22 – Hodnoty Graf 9

Začátek měření	11:30 hod
Doba měření	5 min 41 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	38,4 dB
Průměrná naměřená hodnota	37,4 dB
Maximální naměřená hodnota	47,1 dB
Minimální naměřená hodnota	33,7 dB
Hlukové pozadí	33,9 dB

Tabulka 23 – Popis Grafu 9

Rozmezí	Popis
A. – B.	Zvukové projevy ptactva
C. – D.	Štěkot psa na přilehlém pozemku
E. – F.	Zvukové projevy ptactva
1.	Zvýšená hlučnost způsobená obsluhou hlukoměru

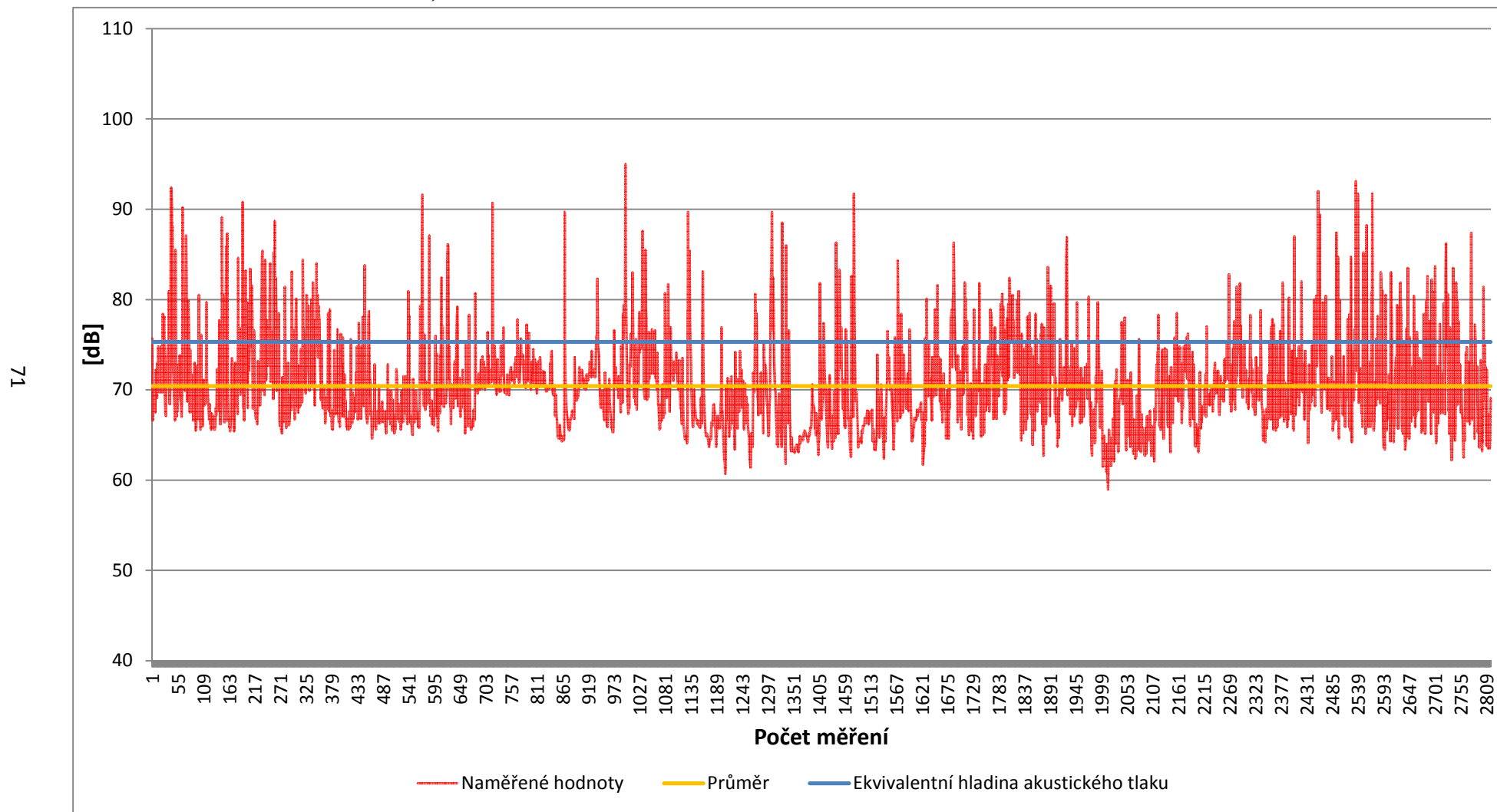
Z hodnot uvedených v předešlých tabulkách je možno usoudit, že ekvivalentní hladina akustického tlaku L_{Aeq} 85dB (ČESKÁ REPUBLIKA, 2006) nebyla ani v jednom případě překročena.

5.2 Měření 24. 11. 2011 – bez vegetace

Druhé měření proběhlo ve čtvrtek 24. 11. 2011 v dopoledních hodinách za těchto podmínek:

Časový horizont měření:	10.00 - 11.30 hod.
Počasí:	Polojasno
Teplota ovzduší:	8°C
Relativní vlhkost vzduchu:	65%
Rychlost větru:	5 km/h
Atmosférický tlak:	1008,37 hPa
Počet měření:	9

5.2.1 Graf 10 – První měření, hlukoměr č. 1.



První měření (X_1) proběhlo uvnitř budovy porodny (Obrázek 8 – Blokové schéma porodny) v celkové době 46 min 57 s a probíhalo současně s dalšími měřeními $X_2 - X_9$. Po celou dobu měření běžel v pozadí jeden axiální ventilátor se jmenovitým výkonem 300W (63dB při 1300 ot/min⁻¹). Hlukoměr byl opětovně umístěn uvnitř boxu porodny ve vzdálenosti 3m od okna.

Zde jsou uvedeny podmínky charakteristické pro vnitřní stáj porodny prasat naměřené pomocí hydrometeorologické stanice EMOS KL 4900:

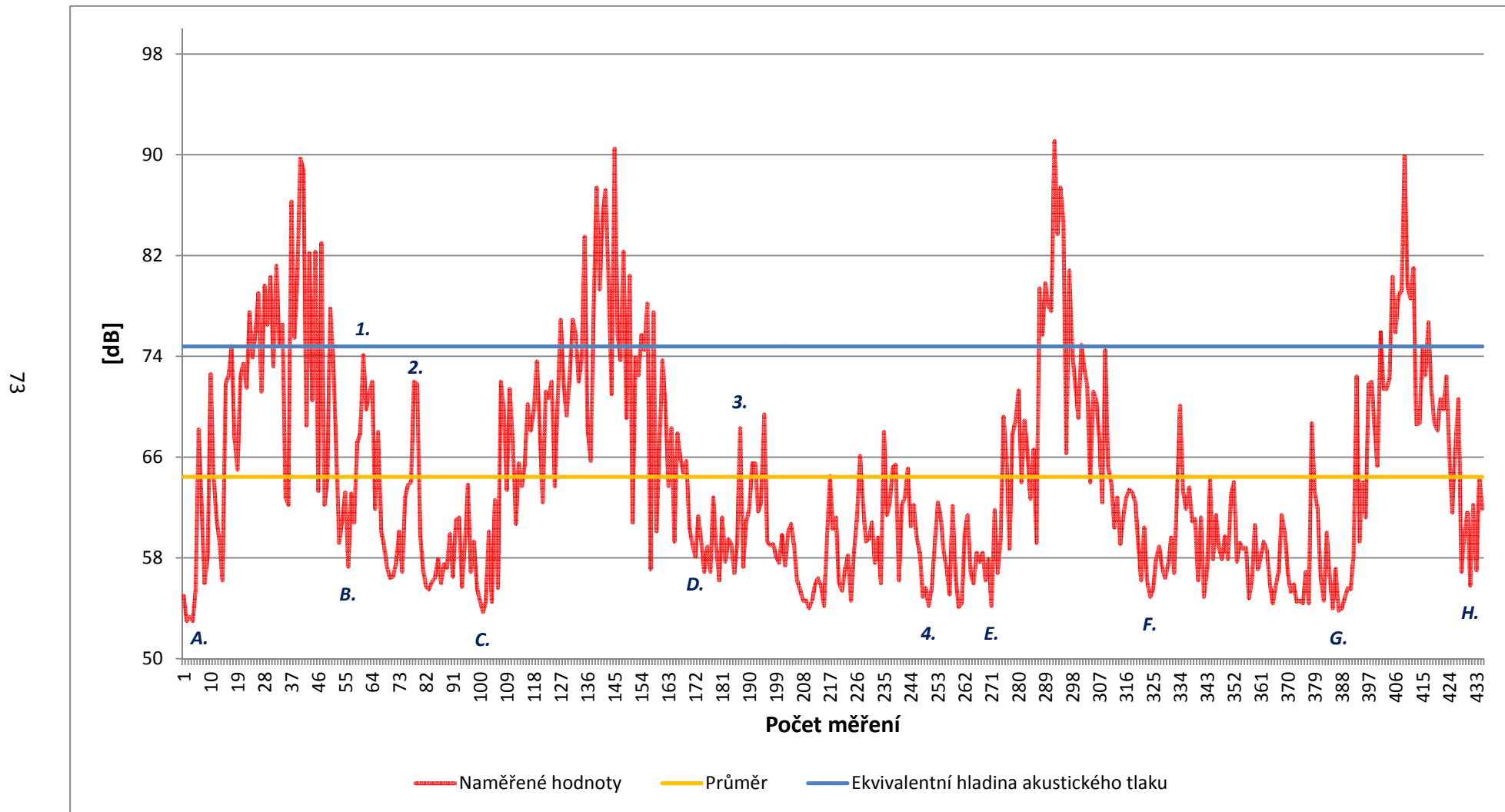
Teplota ovzduší:	20°C
Relativní vlhkost vzduchu:	68%
Rychlost proudění vzduchu:	0,1 m.s ⁻¹

Tabulka 24 – Hodnoty Graf 10

Začátek měření	10:05 hod
Doba měření	46 min 57 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	75,2 dB
Průměrná naměřená hodnota	70,5dB
Maximální naměřená hodnota	95 dB
Minimální naměřená hodnota	59 dB
Hlukové pozadí	63,4dB

Maximální naměřené hodnoty byly způsobeny převážně zvýšenou aktivitou prasnic a obsluhou stáje pro prasata.

5.2.2 Graf 11 – První měření, hlukoměr č. 2.



První měření (X_2) proběhlo před budovou porodny (Obrázek 9 – Vytyčení měřicích míst) v celkové době 7 min 14 s. Hlukoměr byl umístěný v předem stanovené vzdálenosti 3m od zdi budovy.

Tabulka 25 – Hodnoty Graf 11

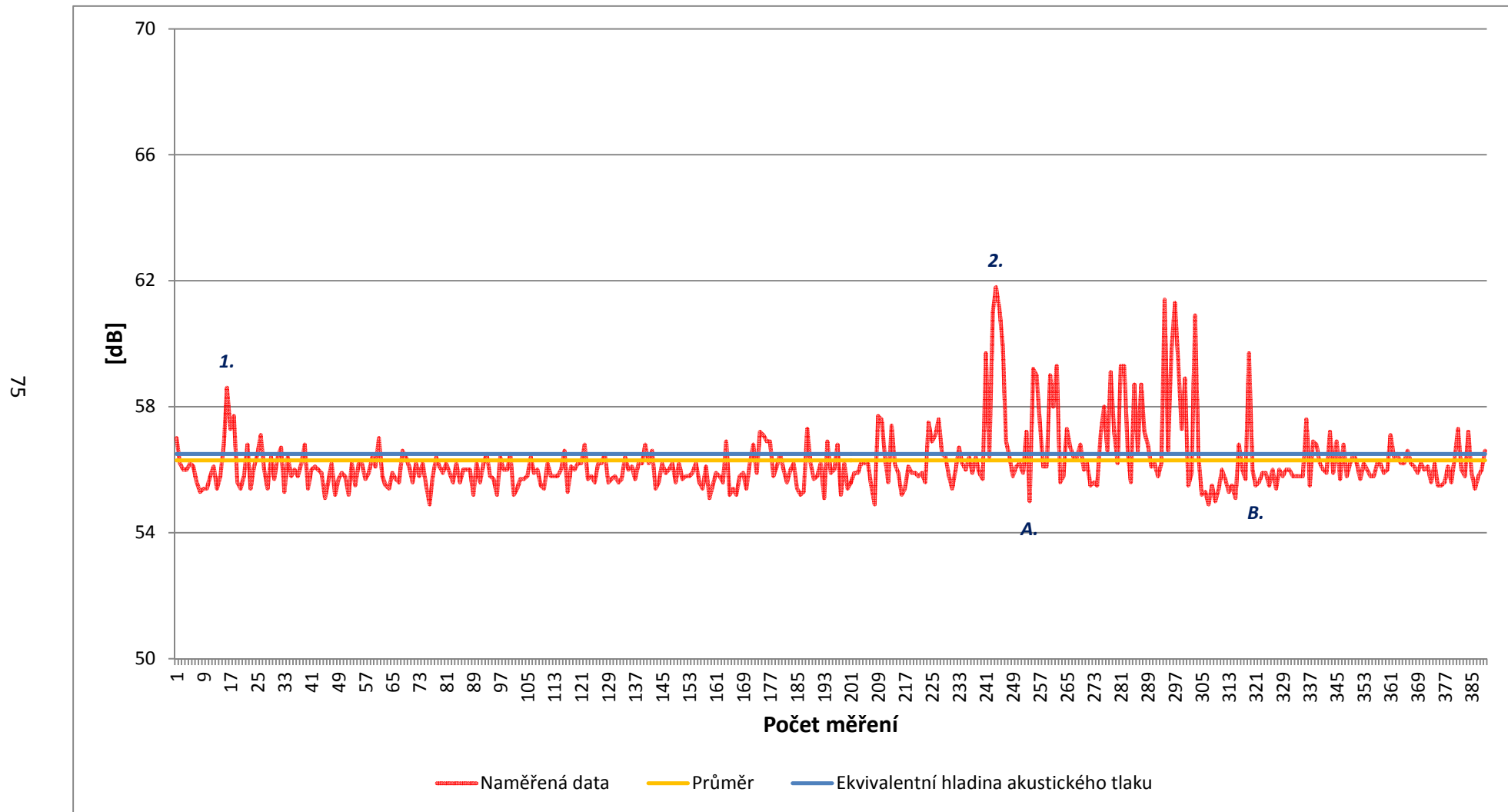
Začátek měření	10:05 hod
Doba měření	7 min 14 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	74,8 dB
Průměrná naměřená hodnota	64,4 dB
Maximální naměřená hodnota	91,1 dB
Minimální naměřená hodnota	53 dB
Hlukové pozadí	53,6 dB

Tabulka 26 – Popis Grafu 11

Rozmezí	Popis
A. – B.	První vlna přesunu březích prasnic
1. – 2.	Zvýšený hlas zaměstnanců
C. – D.	Druhá vlna přesunu březích prasnic
3. – 4.	Pokyny od ošetřovatele prasnic
E. – F.	Třetí vlna přesunu březích prasnic
G. – H.	Čtvrtá vlna přesunu březích prasnic

Maximální naměřené hodnoty byly způsobeny převážně zvýšenou aktivitou prasnic a obsluhou stáje pro prasata.

5.2.3 Graf 12 – Druhé měření, hlukoměr č. 2.



Druhé měření (X₃) proběhlo mezi budovou březích pranic a budovou technického zázemí (Obrázek 9 – Vytyčení měřících míst) v celkové době 6 min 28 s. Hlukoměr byl umístněný v předem stanovené vzdálenosti 6m mezi objekty.

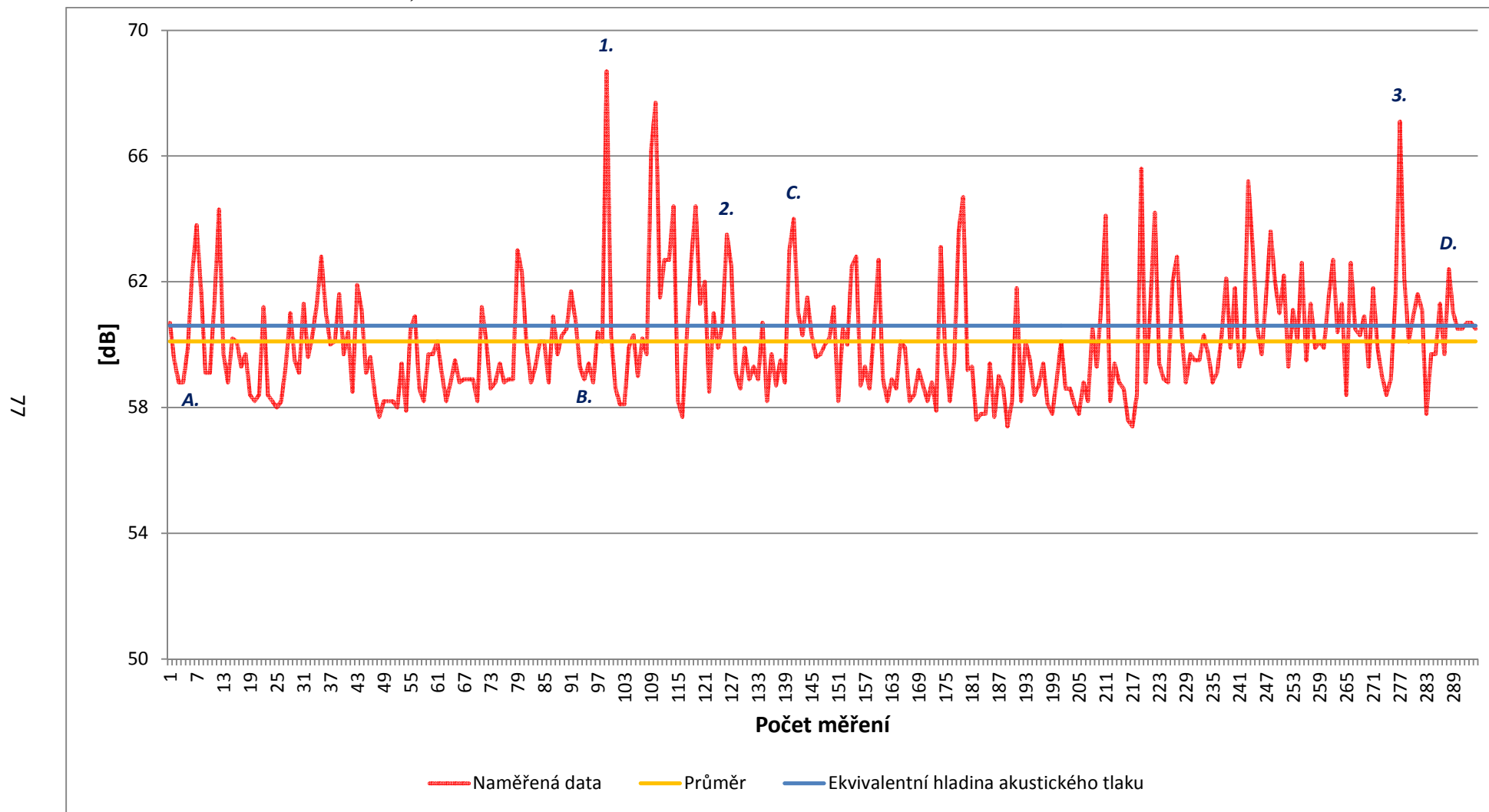
Tabulka 27 – Hodnoty Graf 12

Začátek měření	10:13 hod
Doba měření	6 min 28 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	56,4 dB
Průměrná naměřená hodnota	56,3 dB
Maximální naměřená hodnota	61,8 dB
Minimální naměřená hodnota	54,9 dB
Hlukové pozadí	55,5dB

Tabulka 28 – Popis Grafu 12

Rozmezí	Popis
1.	Zvýšený hlukový projev ptactva
2.	Bouchnutí dveří v dáli
A. – B.	Průjezd zaměstnance s kolečkem

5.2.4 Graf 13 – Třetí měření, hlukoměr č. 2.



Třetí měření (X_4) proběhlo na rozmezí budov březích prasnic a jalovic (Obrázek 9 – Vytyčení měřících míst) v celkové době 4 min 53 s. Hlukoměr byl umístněný uvnitř budov v průchozí části.

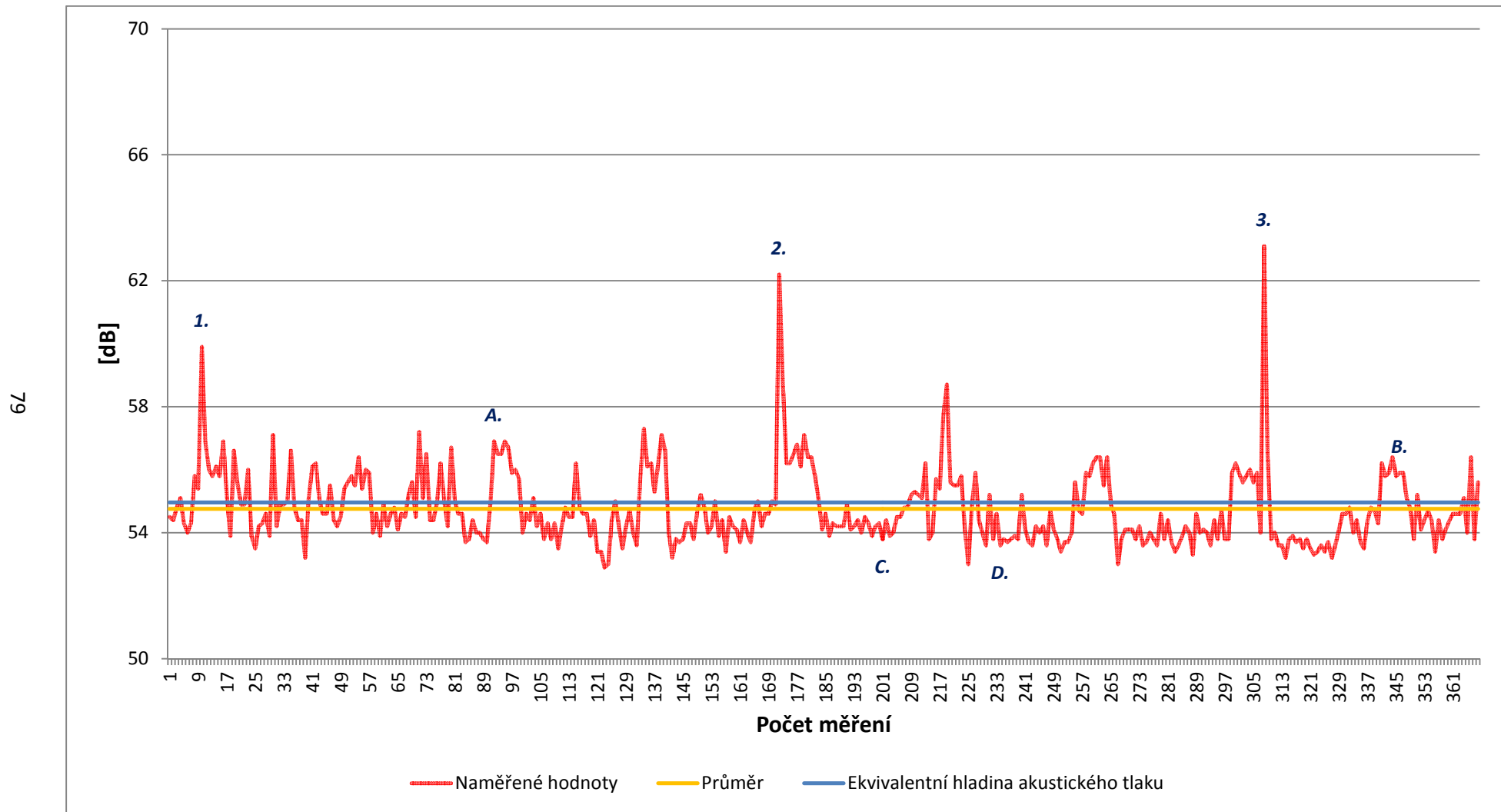
Tabulka 29 – Hodnoty Graf 13

Začátek měření	10:21 hod
Doba měření	4 min 53 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	60,6 dB
Průměrná naměřená hodnota	60,1 dB
Maximální naměřená hodnota	68,7 dB
Minimální naměřená hodnota	57,4 dB
Hlukové pozadí	57,8 dB

Tabulka 30 – Popis Grafu 13

Rozmezí	Popis
A. – B.	Zvýšená činnost březích prasnic
1. – 2.	Usměrňování prasnic jednoho ze zaměstnanců pomocí plastové násady
C. – D.	Přesun březích prasnic na porodnu
3.	Zvýšená činnost jedné z prasnic

5.2.5 Graf 14 – Čtvrté měření, hlukoměr č. 2.



Čtvrté měření (X_5) proběhlo za budovou, která slouží pro uskladnění nepotřebného materiálu. (Obrázek 9 – Vytyčení měřících míst) v celkové době 6 min 07 s. Hlukoměr byl umístněný v předem dané vzdálenosti 3m od budovy.

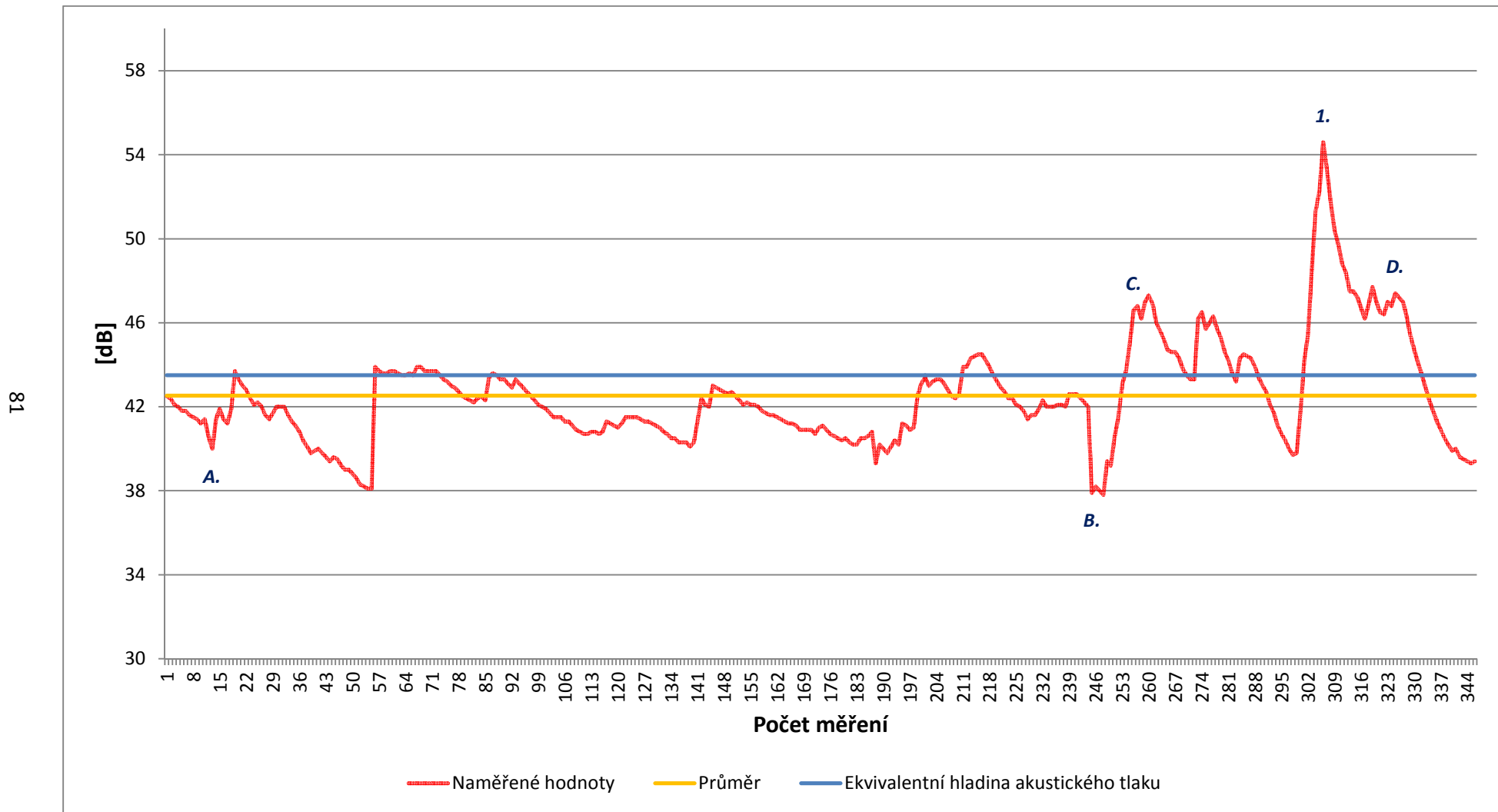
Tabulka 31 – Hodnoty Graf 14

Začátek měření	10:27 hod
Doba měření	6 min 07 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	55 dB
Průměrná naměřená hodnota	54,8 dB
Maximální naměřená hodnota	63,1 dB
Minimální naměřená hodnota	52,9 dB
Hlukové pozadí	53,3 dB

Tabulka 32 – Popis Grafu 14

Rozmezí	Popis
1.	Zvýšená hlučnost způsobená obsluhou hlukoměru
A. – B.	Vpovzdálí znatelné přesuny březích prasnic v šesti intervalech
2.	Zvýšená aktivita březích prasnic vpovzdálí
3.	Zvýšená aktivita březích prasnic vpovzdálí
C. – D.	Průjezd osobního automobilu na přilehlé prašné komunikaci

5.2.6 Graf 15 – Páté měření, hlukoměr č. 2.



Páté měření (X_6) proběhlo před pásem rychle rostoucích dřevin (bez olistění), zejména topolů (Obrázek 9 – Vytyčení měřících míst) v celkové době 5 min 45 s. Hlukoměr byl umístněný v předem dané vzdálenosti 3m od křovinného pásu.

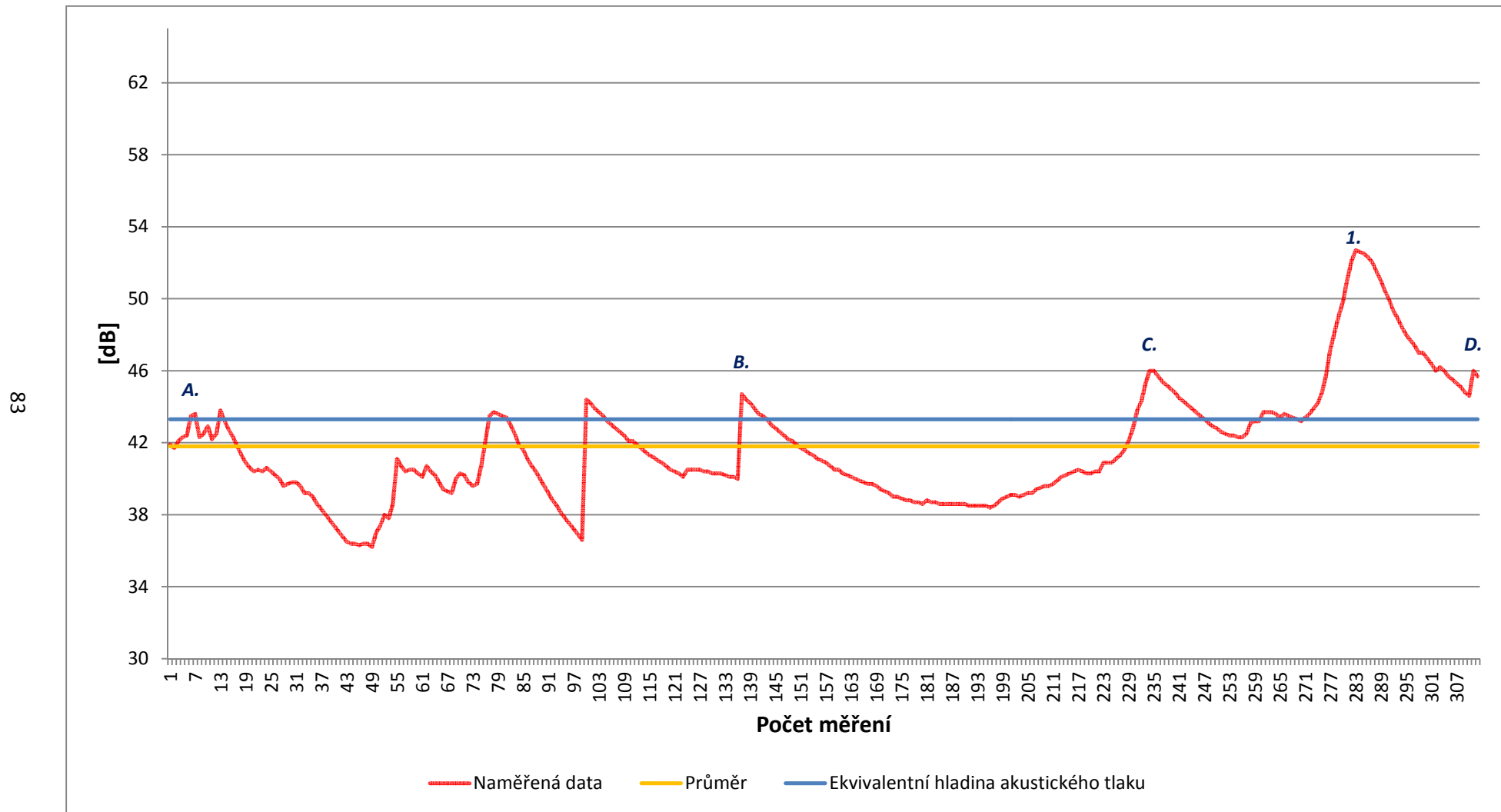
Tabulka 33 – Hodnoty Graf 15

Začátek měření	10:34 hod
Doba měření	5 min 45 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	43,5 dB
Průměrná naměřená hodnota	42,5 dB
Maximální naměřená hodnota	54,6 dB
Minimální naměřená hodnota	37,8 dB
Hlukové pozadí	38,2 dB

Tabulka 34 – Popis Grafu 15

Rozmezí	Popis
A. – B.	Zvukové projevy ptactva
C. – D.	Zvýšená hladina větru
1.	Blíže nspecifikovaný úder v dáli

5.2.7 Graf 16 – Šesté měření, hlukoměr č. 2.



Šesté měření (X₇) proběhlo za pásem rychle rostoucích dřevin (bez olistění) na přilehlé louce, která rozděluje objekt odchovu prasat s první obytnou zónou (Obrázek 9 – Vytyčení měřících míst) v celkové době 5 min 11 s. Hlukoměr byl umístněný v předem dané vzdálenosti 3m od křovinného pásu.

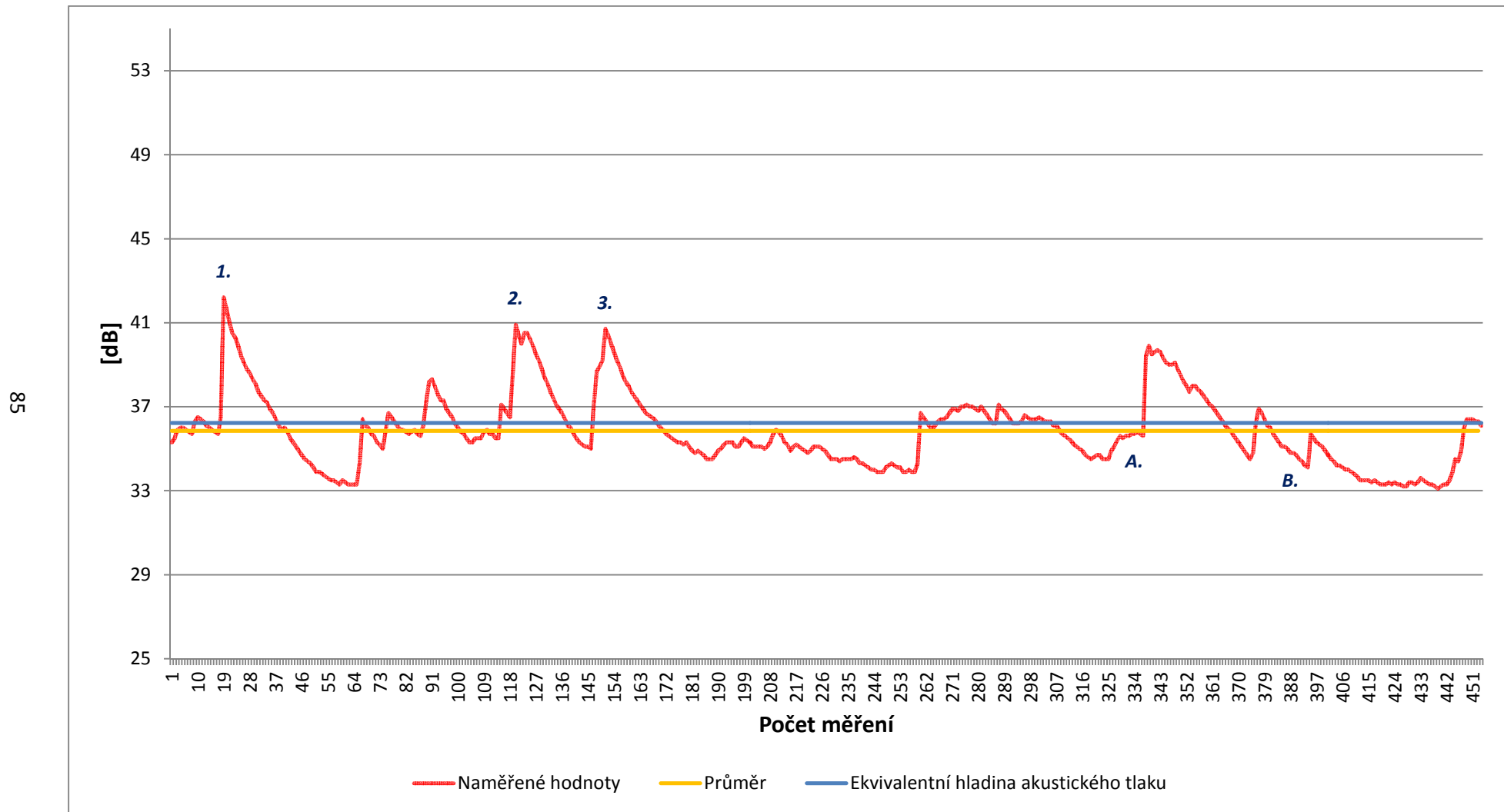
Tabulka 35 – Hodnoty Graf 16

Začátek měření	10:41 hod
Doba měření	5 min 11 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	43,4 dB
Průměrná naměřená hodnota	41,8 dB
Maximální naměřená hodnota	52,7 dB
Minimální naměřená hodnota	36,2 dB
Hlukové pozadí	36,4 dB

Tabulka 36 – Popis Grafu 16

Rozmezí	Popis
A. – B.	Zvukové projevy ptactva
C. – D.	Zvukové projevy ptactva
1.	Zvýšená hlučnost způsobená obsluhou hlukoměru

5.2.8 Graf 17 – Sedmé měření, hlukoměr č. 2.



Sedmé měření (X_8) proběhlo nedaleko zastavěné oblasti na přilehlé louce (Obrázek 9 – Vytyčení měřících míst) v celkové době 7 min 29 s. Hlukoměr byl umístněný v předem dané vzdálenosti 9m od bytové zástavby.

Tabulka 37 – Hodnoty Graf 17

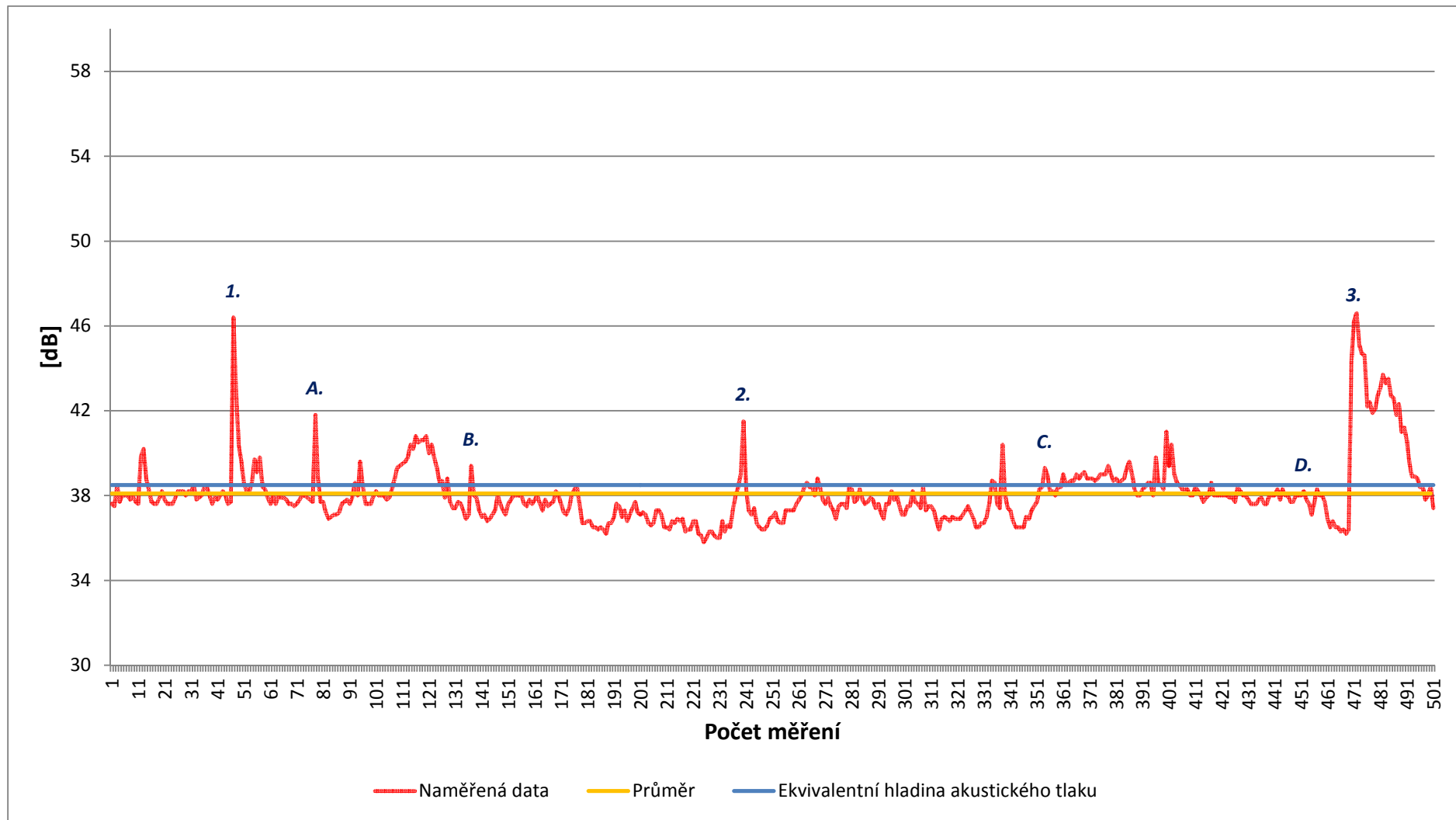
Začátek měření	10:47 hod
Doba měření	7 min 19 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	36,2 dB
Průměrná naměřená hodnota	35,9 dB
Maximální naměřená hodnota	42,2 dB
Minimální naměřená hodnota	33,1 dB
Hlukové pozadí	33,3 dB

Tabulka 38 – Popis Grafu 17

Rozmezí	Popis
1.	Nespecifikovaná zvýšená hladina hluku
2. – 3.	Dvě po sobě slyšitelné kovové ozvěny v dáli
A. – B.	Průjezd osobního automobilu na přilehlé silniční komunikaci

5.2.9 Graf 18 – Osmé měření, hlukoměr č. 2.

78



Osmé měření (X₉) proběhlo přibližně 50 metrů jižně od předešlého měření nedaleko zastavěné oblasti, která je podle geografického uspořádání druhou nejvíce hlukově zatěžovanou oblastí (Obrázek 9 – Vytyčení měřících míst) v celkové době 4 min 10 s. Hlukoměr byl umístěný v předem dané vzdálenosti 9m od bytové zástavby.

Tabulka 39 – Hodnoty Graf 18

Začátek měření	10:56 hod
Doba měření	4 min 10 s
Ekvivalentní hladina akustického tlaku	38,5 dB
Průměrná naměřená hodnota	38,1 dB
Maximální naměřená hodnota	46,6 dB
Minimální naměřená hodnota	35,8 dB
Hlukové pozadí	36,1 dB

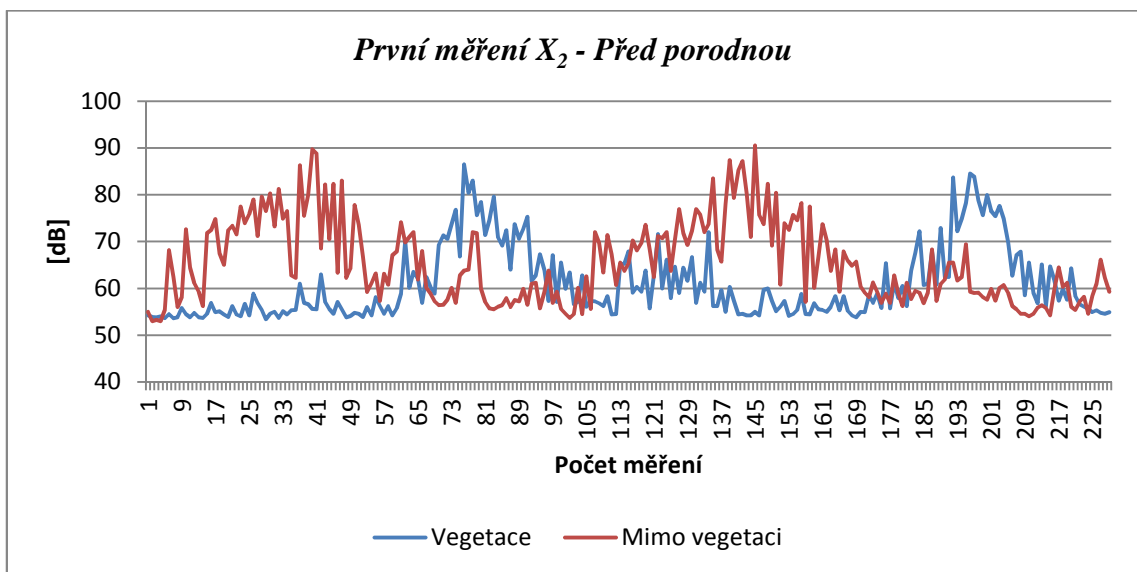
Tabulka 40 – Popis Grafu 18

Rozmezí	Popis
1.	Zvukový projev divoké zvěře - bažant
A. – B.	Zvukové projevy ptactva
2.	Zvukový projev divoké zvěře - bažant
C. – D.	Vzdálený štěkot psa ve vsi
3.	Zvýšená hlučnost způsobená obsluhou hlukoměru

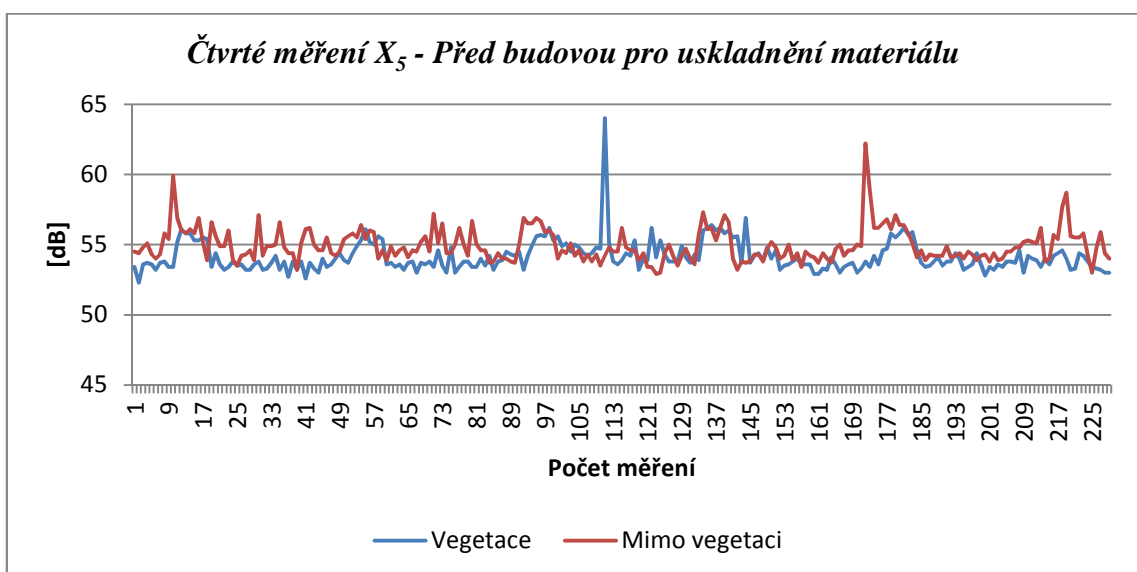
Z hodnot uvedených v předešlých tabulkách je možno usoudit, že ekvivalentní hladina akustického tlaku L_{Aeq} 85dB (ČESKÁ REPUBLIKA, 2006) nebyla ani v jednom případě překročena.

5.3 Porovnání naměřených hodnot

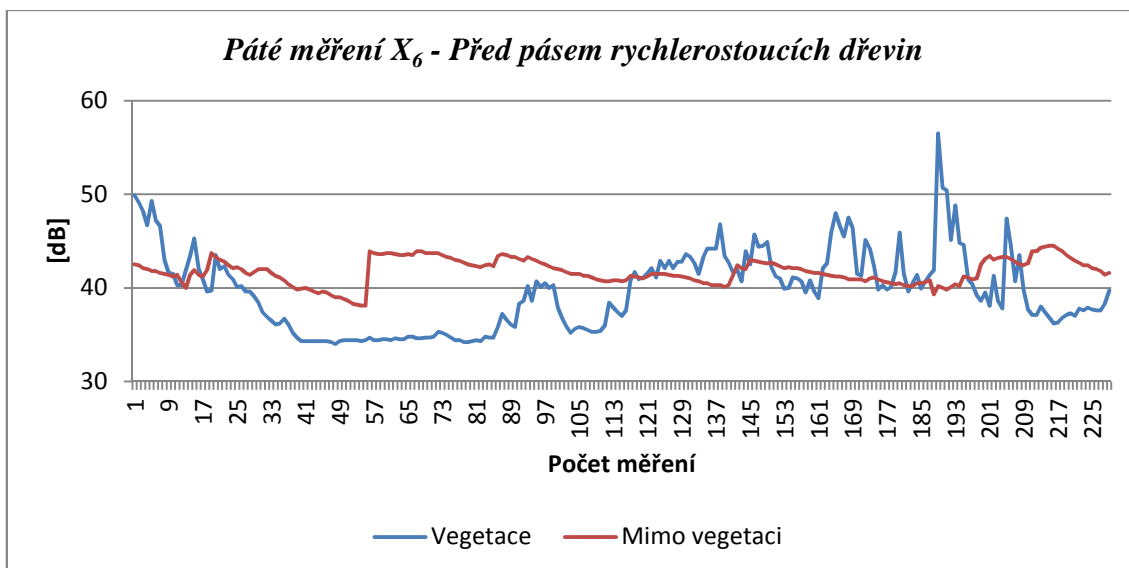
V této části diplomové práce je porovnáváno osm nejvíce vypovídajících naměřených hodnot ve vegetačním a mimo vegetačním období. Všechny graficky znázorněné výsledky vychází z hodnot uvedených v předchozí kapitole - Výsledky měření.



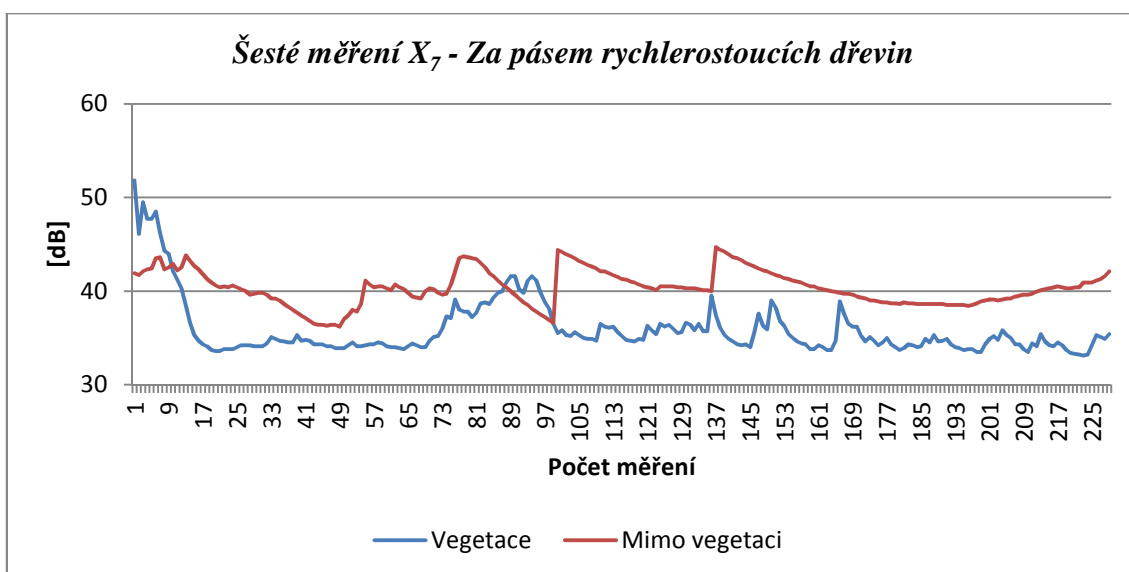
Obrázek 9 - Porovnání naměřených hodnot X_2



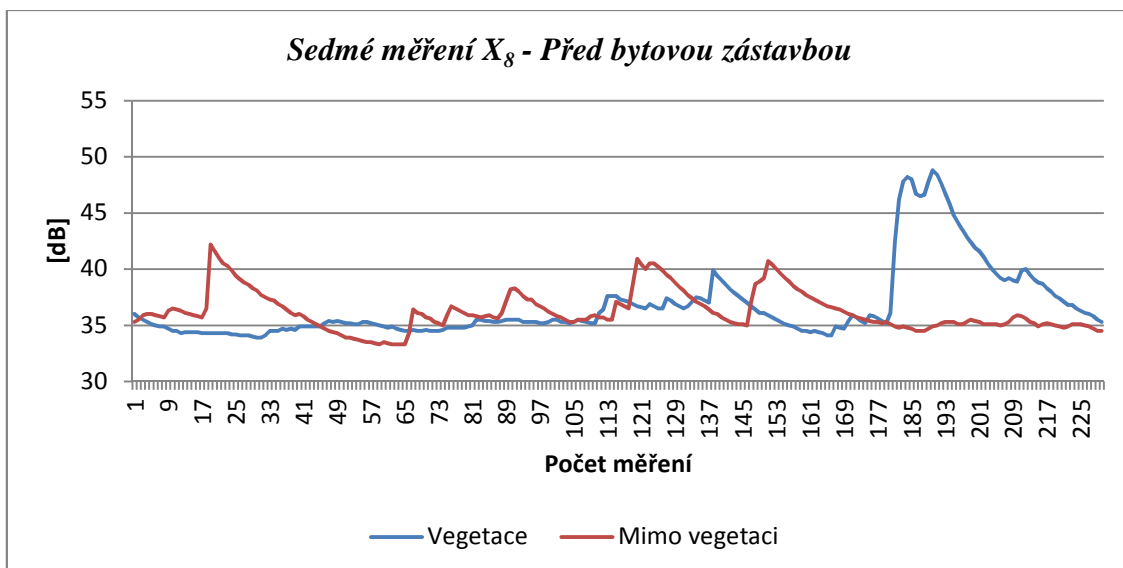
Obrázek 10 - Porovnání naměřených hodnot X_5



Obrázek 11 - Porovnání naměřených hodnot X_6



Obrázek 12 - Porovnání naměřených hodnot X_7



Obrázek 13 - Porovnání naměřených hodnot X_8

Ze všech výše uvedených grafů je zřejmé, že naměřené hodnoty ve vegetačním období jsou prokazatelně nižší oproti období bez vegetace. Ve všech případech je nutné brát v potaz také negativní vlivy, které do určité míry ovlivňují hlukový snímek.

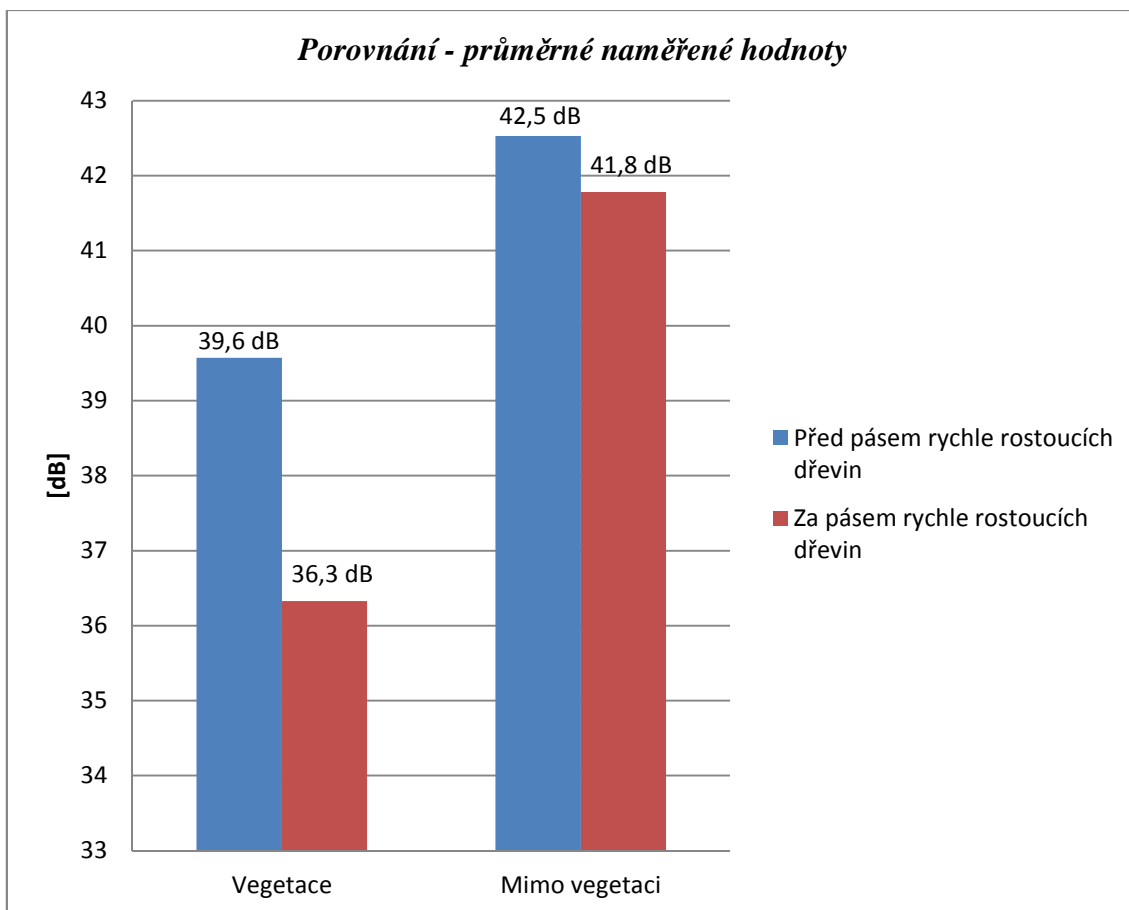
5.4 Porovnání získaných dat

Při měření ekvivalentní hladiny akustického tlaku, před a za pásem rychle rostoucích dřevin byl vždy hlukoměr umístěný 3 metry od porostu. Celková šířka porostu činila 8,2 m a průměrná výška 9,5m viz obr. 14. Nejvyšší zastoupení ve spodním patře měly keře (zejména trnky, jeřáby a náletové křoviny), v horním patře zaujímaly největší podíl lípy, jilmy a topoly.



Obrázek 14 – Porost rychle rostoucích dřevin (zdroj: Google maps 2012)

V následujícím sloupcovém grafu jsou porovnávána dvě měření z vegetačního období (25. 08. 2011) a mimo vegetačního období (24. 11. 2011.) Snahou je zjistit, zda pás rychle rostoucích dřevin snižuje případnou zvýšenou hlučnost v dané oblasti. V případě zjištění snížení hladiny hlučnosti bude provedeno porovnání se získanými hodnotami naměřenými odborným týmem Ing. Celjaka.



Obrázek 15 - Porovnání průměrných naměřených hodnot

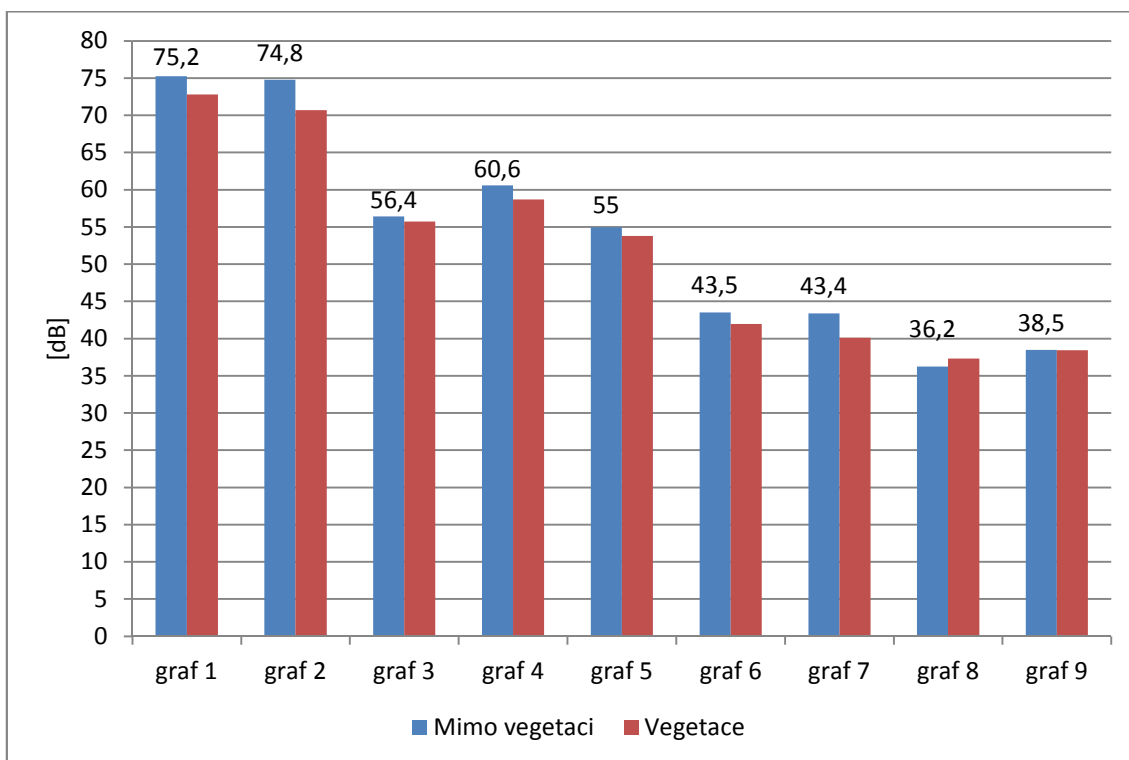
Z naměřených průměrných hodnot vyplývá, že ve vegetačním období je rozdíl výsledků 3,3 dB, které jsou téměř totožné s výsledky týmu Ing. Ivo Celjaka a do určité míry přispívají ke snižování hlukového zatížení oblasti. V případě mimo vegetačního období činní rozdíl 0,7 dB.

V obou případech je také nutné brát v potaz negativní vlivy ovlivňující do určité míry hlukový snímek, zejména zvukové projevy ptactva.

5.5 Porovnání ekvivalentních hladin akustického tlaku

Tabulka 41 – Ekvivalentní hladiny akustického tlaku

<i>Vegetační období</i>		<i>Mimo vegetaci</i>	
Graf 1 - porodna	72,8 dB	Graf 1- porodna	75,2 dB
Graf 2 – před porodnou	70,7 dB	Graf 2 – před porodnou	74,8 dB
Graf 3 – před břez. budovou	55,7 dB	Graf 3 – před břez. budovou	56,4 dB
Graf 4 – chodba březí prasnice	58,7 dB	Graf 4 – chodba březí prasnice	60,6 dB
Graf 5 – před skladem	53,8 dB	Graf 5 – před skladem	55 dB
Graf 6 – před pásem dřevin	42 dB	Graf 6 – před pásem dřevin	43,5 dB
Graf 7 – za pásem dřevin	40,1 dB	Graf 7 – za pásem dřevin	43,4 dB
Graf 8 – před zástavbou	37,3 dB	Graf 8 – před zástavbou	36,2 dB
Graf 9 – před jižní zástavbou	38,4 dB	Graf 9 – před jižní zástavbou	38,5 dB



Obrázek 16 - Přehled ekvivalentních hladin akustického tlaku

6 Dotazníkový průzkum

Na základě diplomové práce byl proveden dotazníkový průzkum za účelem zjistit pocity a názory lidí na hlukovou zátěž v jejich okolí. Průzkum byl prováděn v obci Ponědrážka, kde byla vytyčena oblast bytové zástavby nejbližší přilehlá k objektu odchovu prasat (viz. Obrázek č. 17). Návštěvy respondentů byly provedeny ve dvou termínech vždy v pozdních odpoledních hodinách, aby se snížila případná neúčast zaměstnaných osob.

V označené oblasti byli podrobeni průzkumu všichni obyvatelé v počtu 43 osob. Návratnost dotazníků byla stoprocentní.



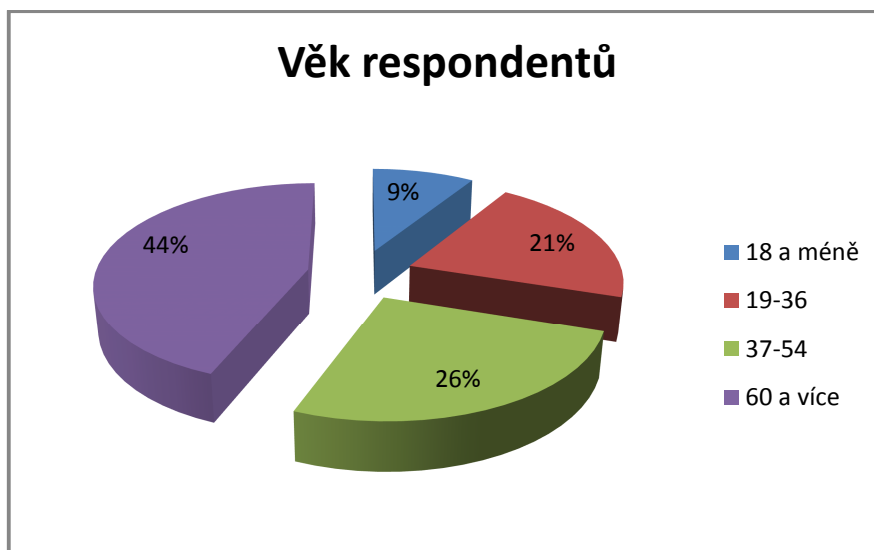
Obrázek 17 – Oblast podrobená dotazníkovému průzkumu (zdroj: Google maps 2012)

6.1 Vyhodnocení získaných dat

Tabulka 6 – Rozčlenění získaných dat

Věk	<i>18 a méně</i>	<i>19-36</i>	<i>37-54</i>	<i>60 a více</i>	
	4	9	19	11	
Pohlaví	<i>Ženské</i>	<i>Mužské</i>			
	20	23			
Status	<i>Zaměstnaný</i>	<i>Nezaměstnaný</i>	<i>Student</i>	<i>Důchodce</i>	
	25	2	7	9	
Sluchové potíže	<i>Ano</i>	<i>Ne</i>			
	1	42			
Síla hluku	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
	2	31	9	0	0
Zdroj hluku	<i>Stáj pro prasata</i>	<i>Silnice</i>	<i>Ostatní</i>		
	0	28	14		
Doba hluku	<i>5-12 hod.</i>	<i>13-18 hod.</i>	<i>19-22 hod.</i>	<i>23-4 hod.</i>	
	19	14	9	0	

6.1.1 Rozdělení dle věku

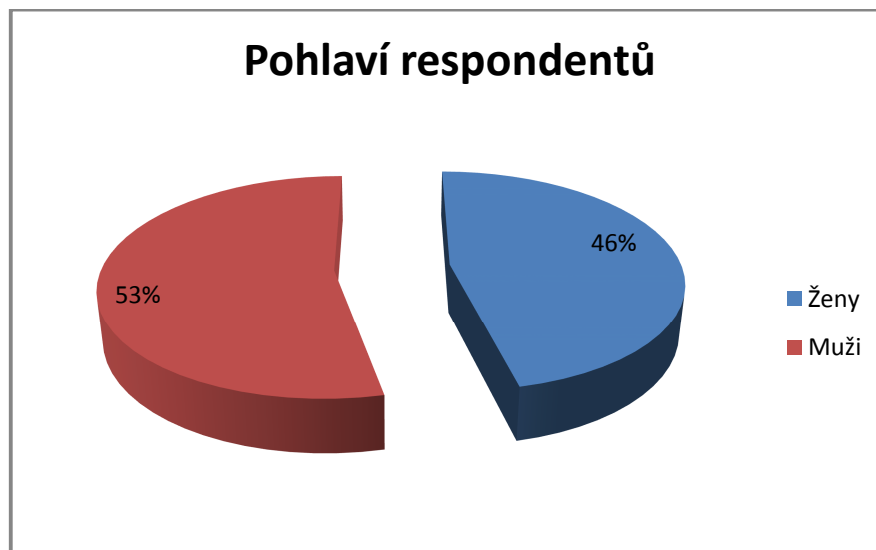


Obrázek 18 – Věk respondentů

Z předchozího obrázku je zřejmé, že největší skupinu obyvatelstva dané lokality zastupují lidé starší 60 let, u nichž je předpoklad, že tráví většinu času doma nebo na svém pozemku a tím pádem mají největší podíl na celkovém hodnocení.

Musíme také brát v potaz, že u lidí převyšující věkovou hranici 60 let se můžou vyskytovat zhoršené sluchové vlastnosti.

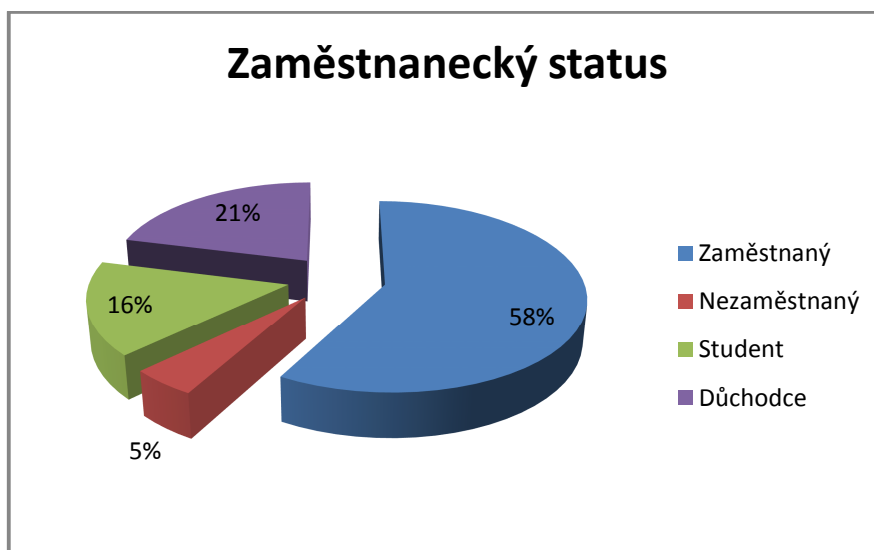
6.1.2 Rozdělení dle pohlaví



Obrázek 19 – Pohlaví respondentů

V době průzkumu dané lokality převažovalo mužské pohlaví nad ženským v rozdílu 7%.

6.1.3 Rozdělení dle zaměstnaneckého statusu



Obrázek 20 – Zaměstnanecký status

Z přiloženého obrázku je zřejmé, že více jak polovina dotazovaných (58%) je v zaměstnaneckém poměru a jejich hodnocení ovlivňuje do určité míry hlukové vnímání v časovém horizontu dne.

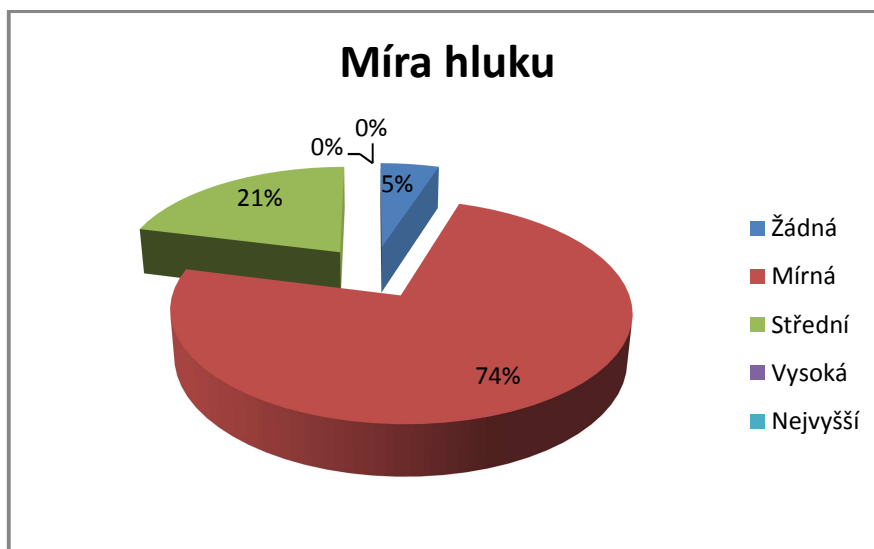
6.1.4 Sluchové vady



Obrázek 21 – Sluchové potíže

V předchozím obrázku označil jeden respondent, že trpí sluchovými potížemi zejména nedoslýchavostí. Následujících třech otázek se nezúčastnil vzhledem k jeho handicapu, který by ovlivňoval celkové hodnocení.

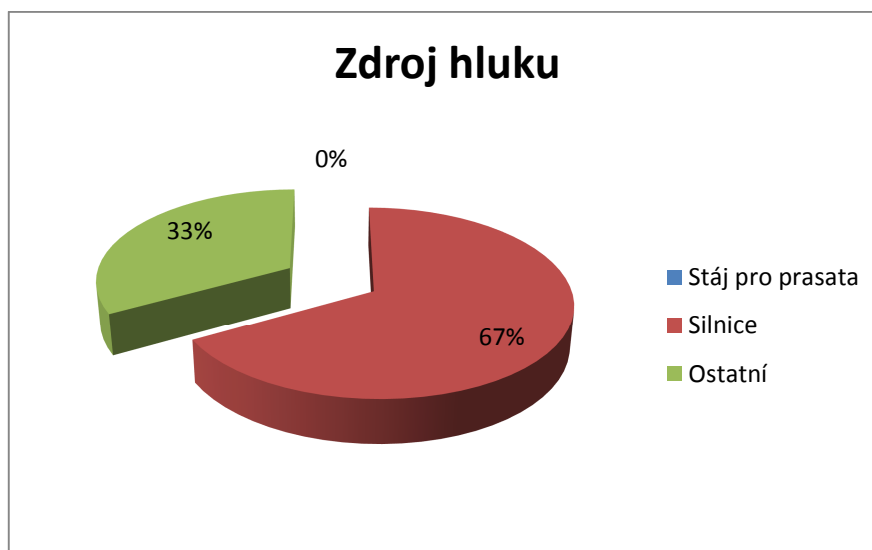
6.1.5 Míra hluku v místě bydliště



Obrázek 22 – Míra hluku

V Obrázku č. 22 respondenti uvedli ze 74% mírnou hladinu hluku, dále následovala střední hladina hluku 21% a v pěti procentech, že nejsou obtěžováni žádnou mírou hluku. Další možnosti nikdo nevyužil.

6.1.6 Zdroj hluku

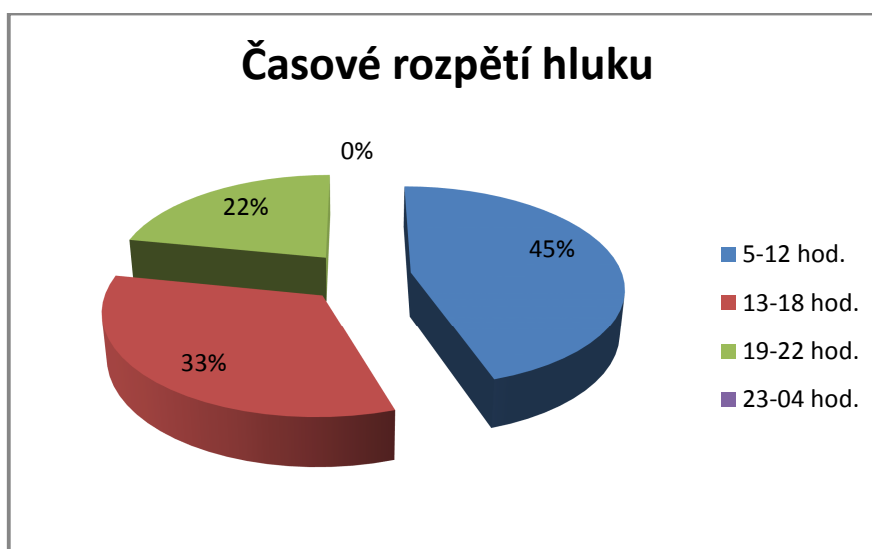


Obrázek 23 – Zdroj hluku

Za nejčastější příčinu vzniku hluku respondenti označili přilehlou silniční komunikaci v 67%, v dalším případě uvedli ostatní v 33% zastoupení.

Nikdo z respondentů nevedl, že ho hlukově obtěžovala přilehlá stáj pro prasata.

6.1.7 Působení hluku z časového hlediska



Obrázek 24 – Časové rozpětí hluku

Z předchozího obrázku vyplývá, že nejvíce jsou lidé obtěžováni v ranních a dopoledních hodinách v časovém horizontu 5-12hod. (45%). Dále následoval časový horizont 13-18hod. (33%) a v nejmenším zastoupení rozpětí 19-22hod. (22%). Poslední možnost nevyužil žádný respondent.

V případě časového snímku je zapotřebí brát v potaz faktory ovlivňující hodnoty uvedené v Obrázku č. 24 zejména tedy věk respondentů a zaměstnanecký status.

6.2 Celkové zhodnocení dotazníkového průzkumu

Z celkového průzkumu vytyčené oblasti bylo zjištěno, že přílehlá stáj pro prasata nemá negativní hlukový dopad na obyvatele, kteří sousedí v blízkosti zkoumaného objektu, a není důvod pro žádná hluková opatření.

Nejvíce respondentům vadí z hlediska hlukové zátěže pozemní komunikace vedoucí přes zastavěnou obcí Ponědrážka.

7 Diskuse

Všechna prováděná měření byla volena na základě nejvíce rizikových operací v daném podniku, zejména měření ekvivalentní hladiny akustického tlaku L_{Aeq} při přesunu prasnic z budovy pro březí prasnice do budovy porodny. Měření byla prováděna ve dvou případech uvnitř stáje po celou dobu hlukového šetření a ve zbylých případech ve venkovních prostorách. Práce byla zaměřena na šíření hluku z objektu pro chov prasat a na jejich negativní dopad na přilehlé obytné zástavby.

Ve všech případech byla získaná data posuzována podle limitních hodnot ekvivalentní hladiny akustického tlaku (L_{Aeq}) 85 dB – (Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací) pro měření v areálu podniku Ponědraž s.r.o. Všechna ostatní měření mimo areál podniku byla stanovena limitní hodnotou (L_{Aeq}) 50 dB – (Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí) pro chráněné venkovní prostory staveb a chráněné venkovní prostory, které jsou charakterizovány jako nezastavěné plochy určené k odpočinku, rekreaci, léčení a výuce.

Následným porovnáním naměřených dat s platnou legislativní vyhláškou bylo zjištěno, že ani v jednom případě z osmnácti naměřených hodnot nebyla překročena trvalá ekvivalentní hladina akustického tlaku (L_{Aeq}).

Pouze v případě maximálních naměřených hodnot byly hodnoty překročeny ve třech případech ve vegetačním období a ve třech případech mimo vegetační období na stejných měřicích stanovištích. V prvním případě uvnitř boxu porodny, kde byl hluk částečně ovlivňován čtyřmi axiálními ventilátory značky Bauer Technics. Samozřejmě nesmím opomenout zvýšenou stresovou aktivitu březích prasnic, která má nemalý podíl na zvýšení maximálních hodnot přes 90 dB. V druhém případě byly maximální hodnoty překračující 90 dB naměřeny při prvním měření před budovou porodny, kde bezprostředně probíhaly přesuny březích prasnic na porodnu v několika vlnách, nejvyšší hlukový podíl zde měl zvýšený stresující faktor prasnic a také zvýšená hlučnost zaměstnanců. K poslednímu překročení maximálních hodnot došlo při pátém měření, které se uskutečnilo před pásmem rychle rostoucích dřevin, zde došlo ke zvýšení hladiny nad 50 dB ve vegetačním období vinou pracovní činnosti zemědělské techniky v nedaleké blízkosti a mimo vegetační období vinou výchytky způsobené dále nespécifickým úderem v přilehlé obci.

Součástí práce bylo také zhodnocení křovinného pásu jako protihlukové bariéry. Z uvedených výsledků v kapitole 5.4 lze konstatovat, že rychlorostoucí dřeviny slouží do určité míry jako hluková bariéra. Získaná hodnota 3,3 dB byla porovnána s výsledkem týmu Ing. Ivo Celjaka a doc. RNDr. Jaroslava Boháče, DrSc., kteří za podobných podmínek stanovili průměrný útlum 3,5 dB při šířce křovinného pásu 14,6 m.

8 Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo provést vyhodnocení hlukové zátěže způsobené stáji pro prasata a její negativní dopad na okolní prostředí. V práci bylo zjištěno, že ve sledovaném objektu i mimo něj nebyly překročeny legislativou stanovené nejvyšší přípustné limity nařízené vládou o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ze dne 15. března 2006.

Měření probíhalo ve firmě Ponědraž s.r.o., která se zabývá odchovem prasat na tržní produkci. Celkově bylo provedeno 18 měření z toho 9 měření ve vegetačním období 25. 08. 2011 a dalších devět v mimo vegetačním období 24. 11. 2011, přičemž dvě měření z každého období byla uskutečněna uvnitř objektů.

Po porovnání naměřených hodnot se zadanými limitními hodnotami bylo zjištěno, že ani v jednom případě provoz podniku na tržní produkci prasat nepřekračuje trvalou ekvivalentní hladinu akustického tlaku (L_{Aeq}) jak lze vyčíst z tabulky číslo 41 a není proto zapotřebí jakýmkoliv způsobem stanovovat případná hluková opatření. K hlavnímu snížení hlukových norem přispěla kompletní rekonstrukce a inovace budov, která probíhala od roku 1995 až do roku 2008. K dalšímu snížení hlukových norem přispívají různorodě vysázené rychlorostoucí dřeviny sloužící jako hlukové bariéry oddělující obytnou část od pozemků určených pro odchov prasat.

V případě návrhu optimální vzdálenosti sledovaného objektu od bytové zástavby není nutné stanovovat žádná ochranná pásma.

Součástí práce je také přiložený dotazník, který zachycuje objektivní náhled občanů, kteří žijí v blízkosti sledované oblasti. I z tohoto šetření je zřejmé, že přilehlé stáje pro odchov prasat nemají žádný negativní dopad na obyvatelstvo a spíše vyšší podíl hlukové zátěže způsobuje přilehlá silniční komunikace.

Závěrem lze tvrdit, že hluková zátěž z přilehlé odchovny prasat nepředstavuje žádnou hlukovou zátěž a problém pro blízké okolí.

9 Seznam použité literatury

BERGLUND, Thomas LINDVALL a SCHWELA. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for community noise*. Geneva, 1999, 161 s. Dostupné z: <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>

ČESKÁ REPUBLIKA. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: *502/2000*. Česká republika: Vláda ČR, 15. Března 2006, 51/2006, s. 1842-1854.

ČSN ISO 1996-1. *Popis a měření hluku prostředí: Část 1: Základní veličiny a postupy*. Praha: Český normalizační institut, 2004, 25 s.

ČSN ISO 1996-2. *Popis a měření hluku prostředí: Část 2: Určování hladin hluku prostředí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, 2009, 40 s.

ČSN ISO 9612. *Akustika: Směrnice pro měření a posuzování expozice hluku*. Praha: Český normalizační institut, 2000, 28 s.

GEIST, Bohumil. *Akustika: jevy a souvislosti v hudební teorii a praxi*. Praha: Muzikus, 2005, 281 s. ISBN 80-862-5331-7.

GÜNTHER, Bodo, Karl H. HANSEN a Ivar VEIT. *Technische Akustik - ausgewählte Kapitel: Grundlagen, aktuelle Probleme und Messtechnik*. 8. Aufl. Renningen: Expert, 2008. ISBN 978-3-8169-2788-4.

HAVRÁNEK, Jiří. *Hluk a zdraví*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1990, 278 s. ISBN 80-201-0020-2.

HLUK V ZEMĚDĚLSTVÍ A LESNICTVÍ. In: *Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci* [online]. 28.09.2011 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: <http://osha.europa.eu/cs/sector/agriculture/noise>

HYGIENA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ: Hluk. VANDASOVÁ, Zdeňka. *Státní zdravotní ústav* [online]. 03.12.2007, 05.12.2011 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/hluk>

CELJAK, Ivo, Jaroslav BOHÁČ a Pavel KOHOUT. *Význam cíleně pěstovaných rychle rostoucích topolových porostů v krajině: vědecká monografie*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2008, 44 s. ISBN 978-80-7394-140-6 (BROŽ.).

Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimo pracovním prostředí. In: 258/2000. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ - HLAVNÍ HYGIENIK ČESKÉ REPUBLIKY, 11.12. 2001. HEM-300-11.12.01-34065.

MIKULČÁK, Jiří. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2007, 206 s. ISBN 978-807-1963-455.

MIŠUN, Vojtěch. *Vibrace a hluk*. 2. vyd., 1. vyd. v nakl. CERM. Brno: CERM, 2005, 177 s. ISBN 80-214-3060-5.

NOVÝ, Richard. *Hluk a chvění*. Vyd. 3. V Praze: České vysoké učení technické, 2009, 400 s. ISBN 978-800-1043-479.

PŘIKRYL, Miroslav. *Technologická zařízení staveb živočišné výroby*. 1. vyd. Praha: Tempo Press II, 1997, 276 s. ISBN 80-901-0520-3.

PULKRÁBEK, Jan. *Chov prasat*. 1. vyd. Praha: Profi Press, c2005, 160 s. ISBN 80-867-2611-8.

RG-PROJEKT. Mechanické kmitání a vlnění: Vlastnosti zvuku [online]. 18.08. 2009 [cit. 2012-01-20]. Dostupné z: <http://rg-projekt.cz/1-fyzika/24-6-rocnik>

SMETANA, Ctirad. *Hluk a vibrace. Měření a hodnocení*. 1. vyd. Praha: Sdělovací technika, 1998, 188 s. ISBN 80-901-9362-5.

VALEŠOVÁ, Kateřina. *Škodlivý vliv hluku na lidský organismus*, Praktický lékař 2006, 86, č. 6, str. 310 - 311.

VAVROUŠEK, Josef. Posuzování vlivů na životní prostředí. *Ucitsnadno* [online]. 01.09.2009 [cit. 2012-02-09]. Dostupné z: http://www.ucitsnadno.cz/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=42&category_id=6&option=com_virtuemart&Itemid=58

VEBER, Vladimír. *Pracovní prostředí: osvětlení, barevná úprava, hluk, tvarové uspořádání*. 2. přeprac. vyd. Praha: Práce, 1982, 324 s. Příručky práce. ISBN 331-82-331-04.

ZVUK. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-01-20]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Zvuk>

10 Přílohy



Obrázek 25 – Umístění hlukoměru uvnitř boxu porodny



Obrázek 26 – Měření před porodnou



Obrázek 27 – Měření uvnitř budov pro březí prasnice a jalovice



Obrázek 28 – Měření před vjezdem do areálu



Obrázek 29 – Měření hluku za pásem rychle rostoucích dřevin



Obrázek 30 – Sila automatického krmícího systému Schauer



Obrázek 31 – Vnější strana axiálního ventilátoru - porodna



Obrázek 32 – Plastová okna - porodna

Dotazník

Tento dotazník byl vytvořen za účelem získání informací pro vyhodnocení hlukové zátěže v blízkém okolí stáje pro prasata.

Se všemi poskytnutými informacemi bude nakládáno v naprosté anonymitě a výsledná data budou uveřejněna v diplomové práci studenta Bc. Michala Vávry zabývající se problematikou- *Šíření hluku z objektu pro chov prasat do okolního prostředí.*

1. Věk respondenta

- 18 a méně let 19-36 let 37-54 let 60 a více

2. Pohlaví respondenta

- Žena Muž

3. Zaměstnanecký status

- Zaměstnaný Nezaměstnaný Student Důchodce

4. Máte sluchové potíže?

- ANO NE

(V případě že ano, dále nevyplňujte)

Prosím pokračujte na druhé straně...

5. Obtěžuje vás hluk v místě vašeho bydliště?

(Hodnoťte jako ve škole, 1- vůbec neobtěžuje 5- silně obtěžuje)

1 2 3 4 5

(V případě možnosti 1, dále nevyplňujte)

6. Z jakého zdroje hluk pochází?

Objekt odchovu prasat Přilehlá silnice Hluk z jiné činnosti

7. V jaké době je hluk nejintenzivnější?

5-12 hod. 13-18 hod. 19-22 hod. 23-04 hod.