

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta
Katedra zemědělské dopravní a manipulační
techniky

Studijní program: zemědělství
Studijní obor : zemědělská technika, obchod, servis a služby

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Téma:
HLUKOVÁ ZÁTĚŽ V OKOLÍ FAREM PRO ODCHOV BROJLERŮ

Autor:
Marek Tůma

Vedoucí bakalářské práce:
Ing. Marie Šistková, CSc.

Rok odevzdání:
2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marek TŮMA**
Osobní číslo: **Z08150**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělská technika, obchod, servis a služby**
Název tématu: **Hluková zátěž v okolí farem pro odchov brojlerů.**
Zadávající katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

Zásady pro vypracování:

Jedním ze zdrojů hluku ve venkovním prostředí mohou být také zemědělské objekty živočišné výroby, jejichž provoz musí zajišťovat dopravní prostředky, které jsou značným zdrojem hluku.

V práci proveďte:

1. Popis stavebně-konstrukčního řešení objektu pro chov a jeho technologického vybavení (technologie výroby).
2. Popis zvolených měřicích míst (grafické schéma měřicích míst).
3. Měření hladiny hluku během pracovních operací na zvolených místech a výpočet ekvivalentní hladiny hluku.
4. Vyhodnocení získaných hodnot podle platných norem a hygienických předpisů, v případě překročení přípustných limitů návrh na zlepšení současného stavu.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**


Seznam odborné literatury:

- Bauer, F., Sedlák, P., Šmerda, T. 2006. Traktory. Praha: Profi Press, 2006. 192 s. ISBN 80-86726-15-0;
McDuffie, H. H. 1995. Agricultural health and safety: workplace, environment, sustainability. CRC Press, 1995. s. 363 - 367. ISBN 0873716175;
Quick, G. R. The Compact Tractor Bible. Voyageur Press, 2006. s.132. ISBN 0760323933;
Tůmová, E. 2004. Základy chovu hrabavé drůbeže. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2. vyd. 2004. 35 s. ISBN 8072711504;
Václavovský, J. 2000. Chov drůbeže. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2000. 150 s. ISBN 8070404469;
Příkryl, M. a kol. 1997. Technologická zařízení staveb živočišné výroby. Praha: Tempo Press II, 1997. 276 s. ISBN 80-901052-0-3;
Smetana, C. a kol. 1998. Hluk a vibrace, měření a hodnocení. Praha: Sdělovací technika, 1998. 188 s. ISBN 80-901936-2-5;
ČSN ISO 9612 Akustika - Směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí: Praha 2000;
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.

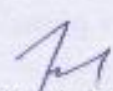
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Marie Šístková, CSc.**
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: **19. února 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2011**


prof. Ing. Miloš Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDEJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Antonín Jeřábek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 10. března 2010

Prohlášení

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

V Českém Krumlově dne 12. 4. 2011

.....
podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat paní Ing. Marii Šítkové, CSc, za cenné rady a odborné vedení, které mi ve velké míře usnadnily zpracování bakalářské práce, tímto také děkuji za zapůjčení měřicí techniky. Současně také děkuji paní Martině Journé za poskytnuté informace a za umožnění provedení měření na farmě v Záhorkově.

1. Úvod.....	9
1.1 Hluk kolem nás	9
2. Literární přehled	10
2.1 Charakteristika zvuku	10
2.1.1 Nejdůležitější charakteristiky zvuku.....	10
2.1.1.1 Výška tónu	10
2.1.1.2 Barva tónu.....	10
2.1.1.3 Hlasitost zvuku	11
2.1.2 Zdroje zvuku	11
2.1.3 Šíření a rychlost zvuku	11
2.2 Charakteristika hluku	13
2.2.1 Zdroje hluku.....	14
2.2.1.1 Hlavní zdroje hluku	14
2.3 Hluk z pohledu legislativy	14
2.4 Veličiny.....	15
2.4.1 Decibel	15
2.4.2 Akustický tlak	16
2.4.3 Akustická rychlost	16
2.4.4 Vlnová délka	16
2.4.5 Intenzita vlnění	16
2.4.5 Kmitočet.....	16
2.5 Vnější vlivy prostředí na měření hluku.....	17
2.5.1 Atmosférický tlak	17
2.5.2 Vlhkost.....	17
2.5.3 Teplota	17
2.5.4 Vítr	17
2.6 Sluchové ústrojí člověka	17
2.6.1 Zevní ucho	18
2.6.2 Střední ucho	18
2.6.3 Vnitřní ucho	19
2.7 Účinky hluku na člověka	19
2.7.1 Poškození sluchového aparátu	20
2.7.2 Zhoršení řečové komunikace	20

2.7.3	Nepříznivé ovlivnění spánku	21
2.7.4	Ovlivnění kardiovaskulárního systému a psychofyziologické účinky hluku	21
2.7.5	Vztah hlukové expozice a projevů poruch duševního zdraví	21
2.7.6	Nepříznivé ovlivnění výkonnosti hlukem.....	21
2.8	Účinky hluku na zvířata	22
2.9	Snižování hluku a protihluková opatření	22
2.9.1	Odstranění zdroje hluku.....	23
2.9.2	Protihluková opatření u zdroje.....	23
2.9.3	Kolektivní protihluková opatření.....	23
2.9.4	Osobní ochranné pracovní prostředky	24
2.10	Mechanizace pracovních procesů v chovu drůbeže.....	24
2.10.1	Pracovní procesy v chovu brojlerů	25
2.10.1.1	Krmení	25
2.10.1.2	Napájení	25
2.10.1.3	Odkliz exkrementů.....	26
2.10.1.4	Ventilace a klimatizace ustájovacích prostorů.....	26
3.	Cíl práce.....	28
4.	Metodika	29
4.1	Charakteristika podniku AGS AGRO České Budějovice.....	29
4.1.1	Stavebně - konstrukční řešení objektů	30
4.1.2	Zabezpečení farmy.....	30
4.1.3	Technologie výroby	30
4.1.2.1	Krmení	30
4.1.2.2	Napájení	31
4.1.2.3	Větrání a vytápění	31
4.1.2.4	Osvětlení	32
4.1.2.5	Vyskladnění	32
4.1.2.6	Příprava na další etapu výkrmu	32
4.2	Použité zařízení.....	33
4.2.1	Měřicí pásmo Basic 20 m	33
4.2.2	Digitální hlukoměr Voltcraft Plus SL-300.....	34
4.2.3	Notebook Asus F3JC-AP025.....	35
4.2.4	Meteostanice HA 135	35
4.3	Postup měření:	36

4.3.1	Pozice měření v okolí haly pro výkrm brojlerů při běžném provozu	37
4.3.2	Pozice měření v okolí budovy pro výkrm brojlerů při vyskladnění	37
4.3.3	Pozice měření v okolí haly pro výkrm brojlerů při vyskladňování podestýlky	38
4.3.4	Doba trvání měření	38
4.3.5	Povětrnostní podmínky při měření hluku	38
4.4	Vyhodnocení	39
4.4.1	Použité vzorce	39
4.4.1.1	Ekvivalentní hodnota akustického tlaku	39
5.	Naměřené hodnoty	40
5.1	Měření – Záhorkov: etapa č.1	41
5.1.1	Graf – Záhorkov: stanoviště č.1	41
5.1.1.1	Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.1	42
5.1.1.2	Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.1	42
5.1.2	Graf – Záhorkov: stanoviště č.2	43
5.1.2.1	Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.2	44
5.1.2.2	Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.2	44
5.1.3	Graf – Záhorkov: stanoviště č.3	45
5.1.3.1	Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.3	46
5.1.3.2	Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.3	46
5.1.4	Graf – Záhorkov: stanoviště č.4	47
5.1.4.1	Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.4	48
5.1.4.2	Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.4	48
5.2	Měření – Záhorkov: etapa č.2	49
5.2.1	Graf – Záhorkov: stanoviště č.1	49
5.2.1.1	Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.1	50
5.2.1.2	Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.1	50
5.2.2	Graf – Záhorkov: stanoviště č.2	51
5.2.2.1	Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.2	52
5.2.2.2	Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.2	52
5.2.3	Graf – Záhorkov: stanoviště č.3	53
5.2.3.1	Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.3	54
5.2.3.2	Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.3	54
5.2.4	Graf – Záhorkov: stanoviště č.4	55

5.2.4.1 Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.4.....	56
5.2.4.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.4.....	56
5.3 Měření – Záhorkov: etapa č.3	57
5.3.1 Graf – Záhorkov: stanoviště č.1	57
5.3.1.1 Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.1.....	58
5.3.1.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.1.....	58
5.3.2 Graf – Záhorkov: stanoviště č.2.....	59
5.3.2.1 Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.2.....	60
5.3.2.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.2.....	60
5.3.3 Graf – Záhorkov: stanoviště č.3.....	61
5.3.3.1 Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.3.....	62
5.3.3.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.3.....	62
5.3.4 Graf – Záhorkov: stanoviště č.4.....	63
5.3.4.1.Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.4.....	64
5.3.4.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.4.....	64
5.4 Grafické porovnání vypočítaných hodnot ekvivalentních hladin hluku	65
5.4.1 Graf- Záhorkov: pozice A.....	65
5.4.1.1 Popis grafického porovnání vypočítaných hodnot.....	65
5.4.2 Graf- Záhorkov: pozice B	67
5.4.2.1 Popis grafického porovnání vypočítaných hodnot.....	67
5.4.3 Graf - Záhorkov: porovnání měření na pozici A a na pozici B	69
5.4.3.1 Popis grafického porovnání pozice A a pozice B.....	69
6. Závěr	70
7. Přílohy.....	71
7.1 Fotogalerie	71
8. Seznam použité literatury	75

1. Úvod

1.1 Hluk kolem nás

Hluk se postupně stává významným problémem životního prostředí. Plíživě ovlivňuje naše fyzické i duševní zdraví a téměř se před ním nedá utéct ani skrýt. Uši nemůžeme, na rozdíl od očí, zavřít ani při spaní – centrální nervová soustava musí nepřetržitě přijímat a zpracovávat všechny zvukové podněty. [1]

Skoro všichni lidé se narodí s plně funkčním sluchem (2% lidí dokonce se sluchem absolutním). Významná část současné populace má sluch poškozený ještě dříve, než dosáhne 20 let. Ve většině případů jen svou vlastní vinou - a to je alarmující fakt. V USA má problémy se sluchem zhruba 10% desetiletých a dokonce až třetina 16 ročních dětí. Přibližně 10% všech Američanů trpí poruchou sluchu, která snižuje jejich schopnost rozumět normální řeči. Poškozený sluch má až 26% posluchačů walkmanů a mp3 přehrávačů. Hlavní příčinou je soustavné přetěžování sluchu nadměrným hlukem. Hluk můžeme přirovnat k pasivnímu kouření. Působí na lidi, i když si ho neuvědomují. Dnes je hlukem ohroženo podstatně více lidí než v minulosti. Kromě dělníků, kteří pracují v hlučných provozech a v dopravě, jsou to například návštěvníci diskoték, rockových koncertů a muzikanti. Mnoho zaměstnanců restaurací, barů a dalších podobných provozů neví, že i když hluk na jejich pracovištích není až tak vysoký jako na diskotékách, tak je zase nebezpečný v tom, že se v něm pohybují dlouhou dobu a skoro každý den. V dnešní době je nebezpečí poškození sluchu vyšší i v oblasti hudby. Současné aparatury jsou podstatně výkonnější než ty před 20 lety a pracují v mnohem širším frekvenčním pásmu (20-25 000 Hz). Několikanásobně se zvětšil počet i výkon reproduktorů na koncertních pódíích. I hudební nástroje jsou jiné. Někdejší zvuky klasických nástrojů (klavír, trubka, saxofon, housle, flétna), které byly dost měkké, dnes doplnili zvuky elektrických kytar a produkty z PC zpracované různými procesory. V minulosti se v hudbě střídaly pasáže forte a piano, ale dnes je možné díky technice odehrát vše na maximální úrovni hlasitosti. Pokud si člověk ničí sluch v práci, která ho živí, nemá moc na výběr, ale když si sluch ničí dobrovolně, je to velmi smutné. [2]

2. Literární přehled

2.1 Charakteristika zvuku

Zvuk obecně můžeme definovat jako mechanické kmitání, které je charakterizováno parametry pohybu částic pružného prostředí nebo u vlnového pohybu parametry zvukového pole. Část zvuků se projevuje jako slyšitelný zvuk - což je akustické kmitání pružného prostředí v pásmu frekvencí od 16 Hz do 20 kHz, schopné vyvolat zvukový vjem. Frekvenční závislost definice slyšitelného zvuku je silně individuální, jen málokdo je schopen vnímat celé pásmo frekvencí (především horní hranice je velmi proměnná a závislá mj. na věku). Zvuky mimo toto pásmo neslyšíme, přesto jsme je schopni vnímat a mohou mít i nepříznivý vliv na zdraví či psychiku. Zvuky pod slyšitelnou hranicí (0,7 - 16 Hz) označujeme jako infrazvuk (velmi nízké frekvence, lidské tělo je vnímá hmatem - jsou schopny rozvibrovat celý povrch těla či bránici), zvuky nad slyšitelnou hranicí (do 50 kHz) jako ultrazvuk. [3]

2.1.1 Nejdůležitější charakteristiky zvuku

Z hlediska toho, jak zvuk vnímáme, jsou nejdůležitější charakteristiky zvuku výška tónu, barva tónu a hlasitost.

2.1.1.1 Výška tónu

Je určena frekvencí kmitání zdroje zvuku. Čím větší je frekvence zvuku, tím vyšší tón slyšíme. Výška tónu vyjádřena přímo frekvencí je absolutní výška. V hudbě se výška tónu častěji vyjadřuje relativní výškou. Je určena poměrem frekvence daného tónu a frekvence tónu vzatého za základ. Tímto základem je tón a^1 (označovaný také jako komorní a) o absolutní výšce 440 Hz. To znamená, že např. Tón o dvojnásobné frekvenci má relativní výšku 2. V technické praxi se jako základní tón, např. Pro testování akustických zařízení, používá tón o frekvenci 1 kHz (tzv. referenční tón). [4]

2.1.1.2 Barva tónu

Charakterizuje zdroj zvuku a umožňuje sluchem rozeznat např. různé hudební nástroje, které vydávají tóny o stejné výšce. Fyzikálně je barva zvuku dána tím, že zvuky nejsou harmonické, ale obsahují ještě další složky o vyšších frekvencích, které slyšíme současně, a výsledný zvukový vjem je pro tón vydávaným určitým zdrojem typický. [5]

2.1.1.3 Hlasitost zvuku

Odpovídá subjektivním pocitům při vnímání zvukového kmitání o různé amplitudě. Poněvadž zvuk se šíří periodickým stlačováním vzduchu, je pro stanovení hlasitosti důležitá velikost změn tlaku vzduchu, které zvukové vlnění vyvolá. Zvuky o velké hlasitosti mohou vyvolat pocit bolesti v uchu nebo může dokonce dojít k poškození sluchu. Naopak existuje určitá nejmenší hlasitost zvuku, při níž ještě vzniká sluchový vjem (práh slyšení). [5]

2.1.2 Zdroje zvuku

Zdrojem zvuku je chvění pružných těles. To se přenáší do okolního prostředí a vzbuzuje v něm zvukové vlnění. Periodické zvuky nazýváme hudební zvuky nebo tóny. Jestliže má zvuk harmonický průběh, je to jednoduchý tón. Periodické zvuky složitějšího průběhu označujeme jako složené tóny. Mezi hudební zvuky patří nejen zvuky hudebních nástrojů, ale např. i samohlásky řeči. Neperiodické zvuky vnímáme jako hluk (praskot, bušení, skřípání apod.). Neperiodický průběh mají také souhlásky. Zvláštním případem neperiodického zvuku je šum, který v podstatě neustále doprovází zvukové vjemy. Vzniká nahodilými neperiodickými změnami tlaku v prostředí, kterým se šíří zvuk. [5]

Zdroje zvuku jsou velmi rozmanité (lidský hlas, struna houslí, membrána reproduktoru, výfuk automobilu apod.). Pro všechny zdroje zvuku je však charakteristické, že jsou to kmitající tělesa. Průběh kmitání zdrojů zvuku může být velmi složitý. Proto byly v historii akustiky vytvořeny zvláštní zdroje zvuku, jejichž kmitání má jednoduchý harmonický průběh. Takovým zdrojem zvuku je ladička, která se rozechvěje úderem kladívka a vydává zvuk s přesně určenou frekvencí. [4]

2.1.3 Šíření a rychlost zvuku

Ze zdroje se zvuk šíří jen pružným látkovým prostředím libovolného skupenství. Nejčastěji je to vzduch, v němž se zvuk šíří jako podélné postupné vlnění. Zdrojem zvuku je reproduktor připojený k tónovému generátoru. Chvění membrány reproduktoru se přenáší do vzduchu, kde dochází k periodickému stlačování a rozpínání vzduchu. To se projevuje periodickými změnami tlaku vzduchu. Přenos zvuku je možný jen v látkovém prostředí. Zvukové vlnění se šíří nejen ve vzduchu, ale i v jiných látkových prostředích, např. ve vodě. Zvuk se šíří i v jiných kapalinách a pevných látkách, opět jako podélné vlnění. Dobře se zvuk přenáší třeba betonem, ocelí, sklem apod. Nejdůležitější charakteristikou prostředí z hlediska šíření zvuku je rychlost zvuku v daném prostředí. Rychlost zvuku ve vzduchu je 331,82 m/s. V kapalinách a pevných látkách je rychlost zvuku větší než ve

vzduchu. Šíření zvuku je ovlivněno i překážkami, na které zvukové vlnění dopadá, a projevuje se odraz i ohyb zvukového vlnění. [5]

Šíření zvuku je ovlivněno i překážkami, na které zvukové vlnění dopadá. Od rozlehlých překážek (skalních stěn, velkých budov) se zvuk odráží a může vzniknout ozvěna. Je v podstatě důsledkem vlastnosti sluchu, kterým rozlišíme dva po sobě jdoucí zvuky, pokud mezi nimi uplyne doba alespoň 0,1 s. To je přibližně doba, za kterou zvuk urazí celkovou vzdálenost 34 m (tzn. 17 m od pozorovatele k překážce a 17 m zpět). Při vzdálenosti 17 m od překážky tak vzniká tzv. jednoslabičná ozvěna. Při větší vzdálenosti mohou vznikat ozvěny víceslabičné. Jestliže je překážka blíže jak 17 m, zvuky již neodlišíme, částečně se překrývají a odražený zvuk splývá se zvukem původním. To se projevuje jako prodloužení trvání zvuku, které nazýváme dozvuk. S dozvukem je třeba počítat při projektování velkých místností, koncertních sálů apod. Působí rušivě a snižuje srozumitelnost řeči nebo zkresluje hudbu. Proto se akustické vlastnosti sálů zlepšují např. použitím materiálů, které pohlcují zvuk, závěsy apod. [4]

Tabulka 2.1.3 Rychlost zvuku v různých látkách

Látka	Voda (25°C)	Rtuť	Beton	Led	Ocel
Rychlost zvuku [m.s⁻¹]	1500	1400	1700	3200	5000

[5]

2.2 Charakteristika hluku

Jako hluk bývá označován nepříjemný, rušivý zvuk. Tato definice je subjektivní, protože tentýž zvuk může být pro někoho obtěžující a pro jiného přijatelný nebo dokonce příjemný. Hluk jsou zvuky vyvolané neperiodickými kmity (většinou jsou lidskému uchu nepříjemné). Pro měření intenzity hluku se používá nejčastěji jednotka decibel [dB]. [6]

Tabulka 2.2 Úrovně hluku

10 dB - Práh slyšitelnosti	90 dB - Silný hluk, jedoucí vlak
20 dB - Hluboké ticho, bezvětrí, akustické studio	100 dB - Sbíječka, přádelna, maximální hluk motoru
30 dB - Šepot, velmi tichý byt či velmi tichá ulice	110 dB - Velmi silný hluk, živá rocková hudba, kovárna kotlů
40 dB - Tlumený hovor, šum v bytě, tikot budíku	120 dB - Startující proudové letadlo
50 dB - Klid, tichá pracovna, obracení stránek novin	130 dB - Práh bolestivosti
60 dB - Běžný hovor	140 dB - Akustické trauma, 10 m od startujícího proudového letadla
70 dB - Mírný hluk, hlučná ulice, běžný poslech televize	170 dB - zábleskový granát
80 dB - Velmi silná reprodukováná hudba, vysavač v blízkosti	

[6]

2.2.1 Zdroje hluku

Hluková zátěž naší populace je způsobena přibližně ze 40 % z pracovního prostředí a z 60 % z mimopracovního prostředí. Hlavním zdrojem hluku v mimopracovním prostředí je doprava, dále se uplatňuje hluk související s bydlením a s trávením volného času. Ve městech je převažujícím hlukem mimopracovním hluk dopravní (75-85 %), kde na hlavních dopravních tazích dosahuje hladin 70-85 dB (A). Ve stavbách jsou stížnosti 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.

2.2.1.1 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, trafostanice, 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). [7]

2.3 Hluk z pohledu legislativy

Ustálený a proměnný hluk

(1) Hygienický limit pro osmihodinovou pracovní dobu (dále jen "přípustný expoziční limit") ustáleného a proměnného hluku při práci vyjádřený

a) ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A L_{Aeq,8h}$ se rovná 85 dB, nebo

b) expozicí zvuku $A E_{A,8h}$ se rovná $3640 \text{ Pa}^2\text{s}$, pokud není dále stanoveno jinak.

(2) 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 $A_{LAeq,8h}$ se rovná 50 dB.

(3) Hygienický limit pro pracoviště, na nichž je vykonávána duševní práce rutinní povahy včetně velínu vyjádřená ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A_{LAeq,T}$ se rovná 60 dB. Jako doba hodnocení se v tomto případě přednostně volí doba trvání rušivého hluku.

(4) Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště ve stavbách pro výrobu a skladování, s výjimkou pracovišť uvedených v odstavcích 2 a 3, 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 $A_{LAeq,T}$, se rovná 70 dB; na ostatních pracovištích nesmí tato hladina překročit 55 dB.

(5) Pokud pracovní doba v průběhu pracovního týdne není rovnoměrně rozložena nebo když se hladina hluku v průběhu týdne sice mění, avšak jednotlivé denní expozice hluku se neliší o více než 10 dB v $A_{LAeq,T}$ od dlouhodobého průměru a při žádné z expozic není překročena hladina akustického tlaku L_{Amax} 107 dB, lze použít hodnocení podle průměrné týdenní expozice hluku. [8]

2.4 Veličiny

2.4.1 Decibel

Decibel [dB] je míra poměru mezi dvěma kvantitami, a je používán v široké paletě měření v akustice, fyziky a elektroniky. Zatímco původně byl jen používán pro měření síly a intenzity, našel široké uplatnění ve strojírenství. Decibel je široce používán v měření hlasitosti zvuku. To je “bezrozměrná jednotka” jako procento. Decibely jsou užitečné, protože díky nim mohou být velmi velké nebo malé poměry reprezentovány pohodlně malým číslem (podobným vědecké notaci). To je dosažené používáním logaritmu.

Decibel je definován ve dvou obyčejných cestách:

$$X_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{X}{X_0} \right) \quad \text{nebo} \quad X_{dB} = 20 \log_{10} \left(\frac{X}{X_0} \right)$$

kde X_0 je specifikovaný odkaz. V některých případech, odkaz je 1 a tak je ignorován. Který jedno použití lidí závisí na konvenci a kontextu. An intenzita I nebo síla P moci být vyjádřen v decibelech se standardní rovnicí

$$I_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad \text{or} \quad P_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right),$$

kde I_0 a P_0 jsou specifikovaná odkazová intenzita a síla. [9]

2.4.2 Akustický tlak

Akustický tlak [Pa], nebo hladina akustického tlaku, je následkem změn tlaku vzduchu, způsobených zvukovými vlnami. Nejnižší akustický tlak, který je ještě lidským uchem vnímán, se nazývá práh slyšitelnosti. Nejvyšší akustický tlak, který ještě lidské ucho snese, se nazývá práh bolesti. Zvukový tlak prahu bolesti je milionkrát vyšší, než tlak prahu slyšitelnosti. [10]

2.4.3 Akustická rychlost

Je rychlost, se kterou se částice vzduchu pohybují pod působením akustického tlaku kolem své rovnovážné polohy. Akustická rychlost se pohybuje v rozmezí $5 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$ (práh slyšitelnosti) až $1,6 \cdot 10^{-1} \text{ m.s}^{-1}$ (práh bolestivosti). [11]

2.4.4 Vlnová délka

Vlnová délka je vzdálenost, do které se vlnění rozšířilo za dobu kmitu, tj. za dobu T (je to nejbližší vzdálenost dvou částic, které kmitají se stejnou fází). Jednotka i rozměr je metr [m].

2.4.5 Intenzita vlnění

Intenzita vlnění je číselně určena střední hodnotou energie, která projde při prostorovém vlnění za jednotku času jednotkovou plochou kolmo na směr šíření vlnění (plošná hustota toku akustické energie). Hlavní jednotkou je watt na čtverečný metr [W.m^{-2}].

2.4.5 Kmitočet

Kmitočet nebo-li frekvence je počet kmitů za jednu sekundu. Hlavní jednotkou kmitočtu je hertz [Hz]. Hertz je kmitočet periodického jevu, jehož jedna perioda trvá jednu sekundu.

$$f = \frac{1}{T} \text{ [Hz]}$$

T... doba kmitu

f... frekvence

[12]

2.5 Vnější vlivy prostředí na měření hluku

2.5.1 Atmosférický tlak

Se zvyšujícím se atmosférickým tlakem citlivost měřicího zařízení klesá. Při obvyklých změnách atmosférického tlaku se citlivost mění o asi desetiny decibelu (asi $-0,1$ dB/kPa) a prakticky to nemusíme většinou respektovat.

2.5.2 Vlhkost

Vliv vlhkosti může být závažný (i 1 dB/10% relativní vlhkosti), ale není-li překročen rosný bod, počítáme s poklesem pouze desetin dB.

2.5.3 Teplota

Na citlivosti měřicího zařízení se výrazněji neprojeví ani vliv teploty, kde korekce dosahuje až $0,01$ dB/°C, ale ani tuto korekci není za běžných teplot většinou nutno uvažovat. I když se vliv teploty uplatňuje hlavně u nejvyšších kmitočtů (rezonančního kmitočtu mikrofonní vložky), nepřesáhne korekce hodnotu 1 dB.

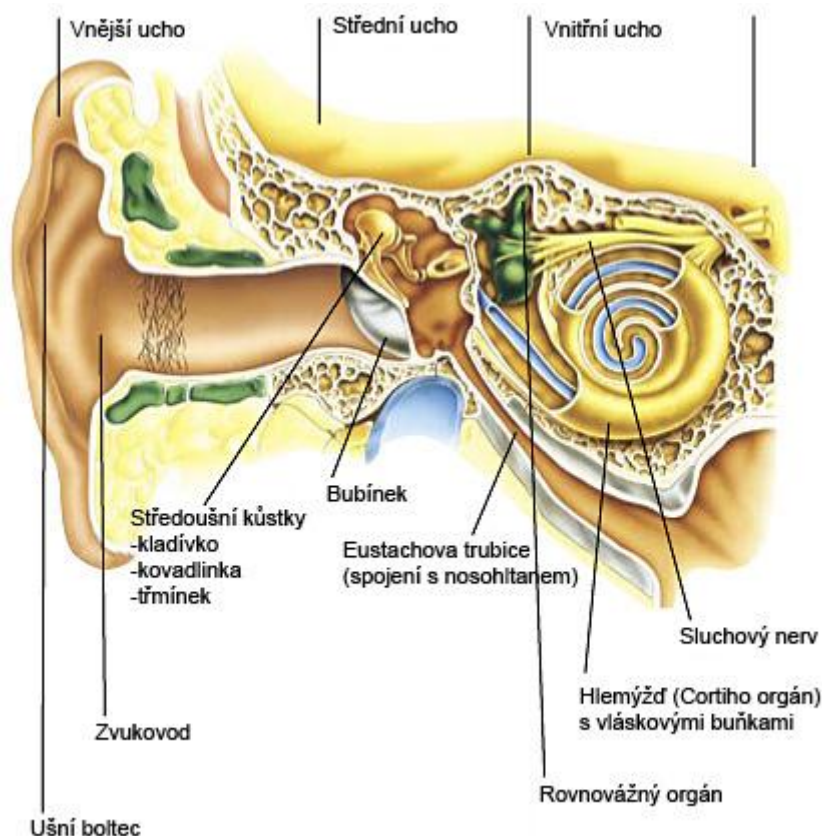
2.5.4 Vítr

Již při rychlostech větru asi 3 m/s mohou být hodnoty nižších hladin (asi 40 dB) ovlivňovány. Vhodný kryt proti větru zeslabí větrem vyvolané šумы o asi 15 dB a přitom potlačení nejvyšších kmitočtů vlivem krytu (v oblasti kolem 10 kHz) nepřesahuje asi 1 dB. Pro běžná měření se proto doporučuje používat vždy alespoň jednoduchý kryt proti větru a to i z důvodu, že kryt chrání částečně mikrofonní vložku i proti slabému dešti, prachu a náhodnému poškození. [13]

2.6 Sluchové ústrojí člověka

Sluchové ústrojí se skládá ze tří částí, a to z ucha zevního (boltec a zevní zvukovod), středního (dutina bubínková s bubínkem, sluchovými kůstkami, sluchovou čili Eustachovou trubicí a systémem dutin ve výčnělku kosti spánkové), a konečně z ucha vnitřního, v němž je uloženo vlastní sluchové vnímací ústrojí (spolu s ústrojím statickým). Zařízení zevního a středního ucha jednak zachycuje a přenáší zvuk, jednak chrání ucho vnitřní. Vlastní přeměna energie zvukové v energii nervovou se děje až v uchu vnitřním.

Obrázek 2.6 Sluchové ústrojí člověka



[Zdroj: Lidské tělo, 2005]

2.6.1 Zevní ucho

Skládá se z boltce a zvukovodu, tyto části mají význam jednak sluchový, tak i ochranný. Slyšení zvuků podporuje toto zevní zařízení tím, že boltec i zvukovod sbírají zvukové vlny ze svého okolí a vedou je k ušnímu bubínku. Ochranný význam sluchovodu spočívá v ochraně těch částí ucha, které jsou uloženy hlouběji. Ochrana je zajištěna tím, že jsou na jeho povrchu ve vchodu uloženy brvy a mazové žlázy, jež zabraňují volnému vnikání cizích těles. Konečně může zvukovod chránit části hlouběji uložené před následky náhlých změn teploty v okolí. [14]

2.6.2 Střední ucho

Zvukovod je ukončen bubínkem, tj. blanitým útvarom, který jej odděluje od dutiny bubínkové. Blána bubínku je postavena šikmo k podélné ose zvukovodu. Plocha bubínku měří asi 70 mm^2 , není rovná, nýbrž v střední části prohnutá a nálevkovitě vtlačena dovnitř. Bubínek se skládá ze tří vrstev. Zevně je pokryt vrstvou pokožky přicházející se stěny zvukovodu, střední vrstva je vazivová a je složena z vláken, jež probíhají jednak kruhovitě, jednak paprskovitě, na vnitřní stranu bubínku pak přechází tenká sliznice pokrývající dutinu bubínkovou. Soubor dutin středního ucha je tvořen především dutinou bubínkovou, jež je vpředu spojena sluchovou trubicí s nosohltanem. Vzadu souvisí se sklípky ve výčnělku kosti

spánkové. Rozměry této dutiny jsou větší než průměr bubínku, její tvar je přibližně čočkovitý. Jednu její stěnu tvoří vnitřní stěna bubínku, druhou pak vnější stěna labyrintu. V horní části stěny labyrintu je zvláštní prohloubenina, v níž je umístěno okénko oválné. Dole je podobná prohloubenina, ta vede k okénku okrouhlému. Od bubínku se táhne k oválnému okénku řetěz sluchových kůstek. Jsou tři: kladívko, třmínek a kovádlíka. Tyto kůstky jsou spolu spojeny klouby a vazy. Kromě toho se na tyto kůstky připínají též některé svaly, a to zepředu na krček kladívka tzv. napínač bubínku, vzadu tenká šlacha svalu třmínkového. Převodní sluchové ústrojí středního ucha začíná bubínkem, pokračuje pak řetězem sluchových kůstek v bubínkové dutině a končí u oválného okénka, k němuž přimyká destička třmínku pevným vazivovým spojením. K tomuto převodnímu ústrojí, jež vede zvuk do vnitřního ucha, patří z fyziologického hlediska také část kapaliny labyrintové, perilymfa. Anatomicky patří však tato část již k uchu vnitřnímu.

2.6.3 Vnitřní ucho

Hlavní části vnitřního ucha jsou: polokruhové chodbičky, hlemýžď a předsíň, jež je oběma jmenovaným částím společná. Všechny tyto tři útvary se dohromady nazývají labyrint. V pevném kostěném obalu je uložen labyrint blanitý, obsahující smyslové ústrojí (naplněn je kapalinou, které se říká vnitřní čili endolymfa na rozdíl od perilymfy, kapaliny obklopující labyrint blanitý zevně). Polokruhové chodbičky a předsíň slouží především smyslu statickému. Sluchu slouží hlavně hlemýžďová část labyrintu. [14]

2.7 Účinky hluku na člověka

Lékařské i statistické studie dokazují, že hluk má nepříznivý vliv na lidské zdraví.

Sluch prvotně slouží člověku především jako varovný systém. Organismus kvůli tomu reaguje na hluk jako na poplašný signál a spouští celou řadu mechanismů. Dochází například k:

- zvýšení krevního tlaku
- zrychlení tepu
- stažení periferních cév
- zvýšení hladiny adrenalinu
- ztrátám hořčíku

Hluk má poměrně významný vliv na psychiku jednotlivce a často způsobuje únavu, depresi, rozmrzelost, agresivitu, neochotu, zhoršení paměti, ztrátu pozornosti a celkové snížení výkonnosti. Dlouhodobé vystavování nadměrnému hluku pak způsobuje hypertenzi (vysoký krevní tlak), poškození srdce včetně zvýšení rizika infarktu, snížení imunity organismu, chronickou únavu a nespavost. Výzkumy prokázaly, že výskyt civilizačních chorob přímo vzrůstá s hlučností daného prostředí.

Jelikož sluch funguje, i když člověk spí, hluk během spánku snižuje jeho kvalitu i hloubku. Dlouhodobě se to pak projevuje již zmíněnou trvalou únavou.

Všeobecně známým účinkem hluku na zdraví je pak pochopitelně poničení sluchu. K němu může dojít buď při krátkodobém vystavení hluku přesahujícímu 130 dB (o něco větší hluk, než vydává startující letadlo), nebo častému a dlouhodobému vystavování hluku nad 85 dB (např. velmi hlasitá hudba).

K poškození sluchu ale může vést i dlouhodobé vystavování se hluku kolem 70 dB, což je běžná úroveň hluku podél hlavních silnic. Za hlavní příčinu sluchové ztráty není již v současné době považováno stárnutí, ale hluková zátěž. Poškození sluchu je přitom většinou nevratné.

Kromě toho, že je v zájmu každého jednotlivce chránit svůj sluch před nadměrným hlukem, o snížení hlukové zátěže na únosnou míru je na základě zákona povinen starat se i stát v rámci péče o veřejné zdraví. Právě situace ohledně hluku z dopravy jasně ukazuje, že stát tuto svoji péči zanedbává. [15]

Podle současných studií, může být hluchota pouze jedním z příznaků syndromu v širším působení hluku. V roce 1960, Dr. Samuel Rosen, ušní lékař na Kolumbijské univerzitě, organizoval výpravy do Súdánu, aby provedl průzkum obyvatel žijících v relativně hlukem nezasazených oblastí. Vybral si oblast, která až do roku 1956 byla nedotčená jakoukoli cizí kulturou nebo civilizací. V této izolované oblasti žijí Mabaans, pohanští, primitivní lidé, jejichž kulturní vývoj je na stavu pozdní doby kamenné. Jsou to klidní a tiší lidé, žijící v malých chatrčích. Studie prokázaly, že Mabaans ve věkovém rozmezí deset až devadesát let mají lepší sluch než lidé v podobných studiích v moderní západní civilizaci. Zde je jasný důkaz negativního vlivu hluku na člověka. [16]

2.7.1 Poškození sluchového aparátu

Poškození sluchového aparátu je dostatečně prokázáno u pracovní expozice hlukem, a to v závislosti na výši ekvivalentní hladiny akustického tlaku A (pro tento fyzikální parametr, který se používá k popisu akustických jevů, se v běžné praxi daleko častěji používá nesprávný, ale vžitý termín „ekvivalentní hladina hluku“), jakož i v závislosti trvání let expozice. Nicméně platí, že riziko sluchového postižení existuje i u hluku v mimopracovním prostředí při různých činnostech spojených s vyšší hlukovou zátěží.

2.7.2 Zhoršení řečové komunikace

V důsledku zvýšené hodnoty hluku má řadu prokázaných nepříznivých důsledků v oblasti chování a vztahů, vede k podrážděnosti a pocitům nespokojenosti. Může však vést i k překrývání a maskování důležitých signálů, jako je domovní zvonek, telefon, alarm. Nejvíce citlivou skupinou jsou staří lidé, osoby se sluchovou ztrátou a zejména malé děti v období osvojování řeči. [17]

2.7.3 Nepříznivé ovlivnění spánku

Prokazatelně se projevuje obtížemi při usínání, probouzením, změnami délky a hloubky spánku, zejména redukcí REM („rapid eyes movements“) fáze spánku. Může dále docházet ke zvýšení krevního tlaku, zrychlení srdečního pulsu, arytmiím, vasokonstrikci, změnám dýchání. Efekt narušeného spánku se projevuje i následující den např. rozmrzelostí, zhoršenou náladou, snížením výkonu, bolestmi hlavy nebo zvýšenou únavností. Objektivně bylo prokázáno i zvýšení spotřeby sedativ a léků na spaní. K narušení spánku vede jak ustálený, tak i proměnný hluk. Senzitivní skupinou populace jsou starší lidé, lidé pracující na směny, lidé s funkčními a mentálními poruchami, osoby s potížemi se spaním. Důležité přitom je to, že obecně k adaptaci lidí na rušení spánku hlukem nedochází v hlučných lokalitách ani po více letech.

2.7.4 Ovlivnění kardiovaskulárního systému a psychofyziologické účinky hluku

Ovlivnění byly prokázány v řadě epidemiologických studií a laboratorních pokusů. Naznačují, že účinky hluku mohou být jak přechodné v podobě zvýšení krevního tlaku, tepu a vasokonstrikce, tak i trvalé ve formě hypertenze a ischemické choroby srdeční (ICHS).

2.7.5 Vztah hlukové expozice a projevů poruch duševního zdraví

Výsledky studií zaměřených na vztah hlukové expozice a projevů poruch duševního zdraví zatím nejsou jednoznačné. Nepředpokládá se, že by hluk mohl být přímou příčinou duševních nemocí, ale patrně se může podílet na zhoršení jejich symptomů nebo urychlit rozvoj latentních duševních poruch. Souvislosti mezi hlukovou expozicí a účinky na duševní zdraví byly nalezeny u ukazatelů jako je spotřeba léků, výskyt některých psychiatrických symptomů a hospitalizací.

2.7.6 Nepříznivé ovlivnění výkonnosti hlukem

Bylo zatím sledováno převážně v laboratorních podmínkách u dobrovolníků. Zvláště citlivá na působení zvýšené hlučnosti je tvůrčí duševní práce a rovněž plnění úkolů spojených s nároky na paměť, soustředěnou a trvalou pozornost a komplikované analýzy. V reálných podmínkách bylo v závislosti na hluku prokázáno v okolí velkých letišť zhoršené osvojování čtení u dětí školního věku. [17]

2.8 Účinky hluku na zvířata

Slyšet a být slyšen - tak zní jedno z hlavních pravidel pro přežití ve světě zvířat. Varovné signály, vábení samečků i hlasité oznamování majitele teritoria "já jsem tady pánem" hrají v životě mnoha zvířat klíčovou roli. Proto jim tak vadí, když lidská civilizace celou tu pestrou škálu zvuků naruší nebo dokonce přehluší. A to se děje stále častěji. Některá zvířata se brání. Tak například velryby se při svém dorozumívání cítí cizími zvuky ohroženy natolik, že zpívají doslova proti nim. Dalším příkladem mohou být leguáni žijící na místech, kde se držela zvuková hladina déle než hodinu na hodnotách vyšších než 114 decibelů (pro představu, to je průměrný zvuk na rockovém koncertě) - ti téměř úplně ztratili sluch. Výbuchy v Antarktidě, které provádějí geologové při průzkumu sedimentů, prokazatelně poškodily sluchové schopnosti tuleňů Weddelových. Z jedenácti prohlédnutých zvířat mělo jedno zcela zničené sluchové ústrojí, u pěti dalších byl tento orgán silně poškozen. Ale ne všechna zvířata hlukem trpí. Některá si na něj dokonce zvyknou a zřejmě jim nevadí. Sami jste už jistě někdy viděli stádečko srnek, pokojně se pasoucích poblíž dálnice. Dokonce i zvířátka s tak citlivýma ušima, jako jsou netopýři, si za svůj letní byt nezřídka vybírají dutiny v místech pod dálnicemi. Jsou pohodlné, bezpečné, ale neskutečně hlučné. Ostatně pod mosty, na kterých jezdí nepřetržitě kolony automobilů, hnízdí úspěšně třeba skorci a pravidelné dunění o síle 120 dB je nikterak nevyvádí z klidu. Zato u březích samic potkanů vede hluk nad 100 dB k potratům. Jistě je zajímavé zjištění, že zvířata velice brzy dovedou oddělovat zvuky nové (a tudíž spojitelné s nějakým nebezpečím) od těch, které slyší často, takže jim už asi nevadí. Zatímco prskající hořák horkovzdušného balonu nezpůsobil mezi kachnamí a zajíci paniku, tyto rány podobné střelbě okamžitě zvedly hejna husí z hladiny jezera na místech, kde se pravidelně loví. [18]

2.9 Snižování hluku a protihluková opatření

Odstraňování nebo snižování nadměrného hluku při práci není pro zaměstnavatele jen právní povinností, ale je to i v obchodním zájmu jednotlivých organizací. Čím bezpečnější a zdravější je pracovní prostředí, tím nižší je pravděpodobnost ekonomicky nákladné pracovní neschopnosti z důvodu onemocnění, úrazů a nízké výkonnosti.

K zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci je nutné dodržovat následující regulační opatření, a to v tomto pořadí:

- odstranění zdroje hluku;
- protihluková opatření u zdroje;
- kolektivní protihluková opatření včetně změny organizace práce a uspořádání pracovních míst;
- osobní ochranné prostředky. [19]

2.9.1 Odstranění zdroje hluku

Nejúčinnější způsob, jak odstranit rizika, kterým jsou pracovníci vystaveni, je odstranit daný zdroj hluku. Tento způsob je třeba brát v úvahu při plánování nového výrobního zařízení nebo pracoviště. Politika pořizování nového zařízení a vybavení na základě „bezhluchosti nebo minimální hlučnosti“ je obvykle cenově nejefektivnější způsob, jak hlučnosti předcházet nebo ji omezit. Četné členské státy Evropské unie disponují databázemi poskytujícími podnikům pomoc při výběru výrobního zařízení.

2.9.2 Protihluková opatření u zdroje

Snižování hluku buď přímo u zdroje, nebo během jeho šíření je třeba věnovat hlavní pozornost v programech pro kontrolu hlučnosti, přičemž je třeba brát v úvahu jak charakter, tak i údržbu výrobního zařízení a pracoviště. Tohoto cíle je možné dosáhnout na základě celé škály technických kontrol včetně:

- izolování zdroje jeho přemístěním, ohrazením nebo potlačením vibrací při použití kovových nebo pneumatických pružin anebo elastomerových výztuh;
- snížení hluku u zdroje nebo během jeho šíření ohrazením hlučných prostorů, vytvořením protihlukových bariér, použitím akustických tlumičů na výstupech či redukováním řezacích, odsávacích nebo nárazových rychlostí;
- nahrazení nebo úprava strojního zařízení včetně upřednostnění méně hlučných převodů řemenových namísto ozubených či nástrojů elektrických namísto pneumatických;
- využívání tlumících materiálů jako pryžové obložení u zásobníků, dopravníků a vibračních zařízení;
- aktivní snižování hluku („protihluková ochrana“) v určitých podmínkách;
- provádění preventivní údržby, protože při opotřebenosti součástí může docházet ke zvyšování hlučnosti. [19]

2.9.3 Kolektivní protihluková opatření

Tam, kde není možné patřičně omezit hluk u zdroje, je třeba provést doplňková opatření, aby se expozice hluku na pracovišti snížila. Jedná se o provedení různých změn:

- na pracovišti – používání absorpčních materiálů v místnosti (např. zvuková izolace stropu) může mít rozhodující vliv na snížení úrovně hladiny hluku;
- v rámci organizace práce (např. použití pracovních postupů, které snižují expozici hluku);
- na výrobním zařízení – to, jak je technologické zařízení instalováno a kde je umístěno, může zásadně ovlivnit hladinu hluku na pracovišti.

Je třeba posoudit ergonomii jakéhokoli protihlukového opatření. Jestliže protihlukové opatření působí pracovníkům potíže při vykonávání jejich práce, může dojít k jeho úpravě či odstranění, čímž se stane neúčinnými.

2.9.4 Osobní ochranné pracovní prostředky

Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP), jako jsou zátkové nebo sluchátkové chrániče, mají být použity až jako poslední možnost poté, co byly vyzkoušeny všechny ostatní možnosti, jak odstranit nebo snížit expozici hluku. Přistoupí-li se k jejich používání, je třeba vzít v úvahu následující opatření:

- ujistit se, zda jsou zvolené osobní ochranné pracovní prostředky vhodné pro daný typ a délku trvání hluku a zda jsou kompatibilní s ostatními pracovními prostředky;
- umožnit zaměstnancům vybrat si vhodný prostředek pro ochranu sluchu, aby si tudíž mohli zvolit ten nejpohodlnější;
- profese, jako jsou řidiči, policisté nebo kameramani, často potřebují ke komunikaci chrániče sluchu, které jsou opatřeny systémem aktivního potlačení hluku (APH), čímž je zajištěna nerušená komunikace a riziko nehod je minimální;
- zajistit řádné ukládání a údržbu osobních ochranných pracovních prostředků;
- je třeba poskytnout školení o používání, ukládání a údržbě osobních pracovních prostředků. [19]

2.10 Mechanizace pracovních procesů v chovu drůbeže

V odchovu kuřic, chovech nosnic a výkrmu brojlerů se v zemědělské praxi uplatňují následující technologické systémy: podlahové chovy (podestýlkové, celoroštové, kombinované), klecové chovy, kombinované chovy. Pro komplexní mechanizaci velkokapacitních chovů v rámci všech uvedených systémů jsou potřebné soubory zařízení, které zajišťují nutné technologické činnosti. Soubory jsou sestaveny ze strojních linek vytvořených z mechanizačních prostředků, které vykonávají na sebe navazující operace stejného pracovního procesu s nastavenou časovou závislostí, dále strojní vybavení bez takové časové závislosti a jednotlivá zařízení.

Výkrm brojlerů je uplatňován nejčastěji na hluboké podestýlce. V halách s obvyklou kapacitou 7-20 tisíc brojlerů je průměrná hustota osazení 14-17 kuřat na 1m² podlahové plochy (v klecích 25-60 kuřat na 1m², na roštových podlahách max. 30 kuřat na 1m²). Závisí to na průměrné hmotnosti brojlerů požadované na konci výkrmu. [20]

2.10.1 Pracovní procesy v chovu brojlerů

2.10.1.1 Krmení

Ke krmení se u podlahových chovů používají dva hlavní typy krmítek. Jedná se o dopravníková krmítka a zásobníková krmítka. Pro krmení kuřat v prvním týdnu odchovu se používají plochá nízká krmítka kruhového tvaru s profilovým dnem omezujícím vyhrabávání krmiva.

Dopravníková krmítka tvoří krmný žlábek, v němž je uložen plochý krmný řetěz. Je-li krmný žlábek speciálně tvarován, používá se jako dopravního elementu obvodové šnekovice, případně lana nebo řetězu, na němž jdou upevněny diskové unášče.

Zásobníková krmítka jsou malá tubusového tvaru o objemu 1,5-3 kg krmné směsi s různě hlubokým krmným žlábkem na obvodu misky. Žebra, která slouží k uchycení misky pod tubusem, zabraňují drůbeži vstupovat do krmného žlábků a omezují ztráty krmiva. Plnění miskových krmítek je dvojí. Při prvním je dopravník krmné směsi umístěn pod stropem haly a k jednotlivým miskovým krmítkům, umístěným pod dopravníkem v jedné až třech řadách, je krmná směs dopravována šikmými nebo svislými trubkami. Tubusy miskových krmítek jsou zavěšeny na lankách upevněných na stropě haly nebo přes kladku na lanu, které umožňuje jejich výškovou regulaci. Po plnění krmítek je možné použít všech druhů dopravníků. U těch, které mohou dopravovat krmivo pouze ve vodorovné rovině (dopravníky s plochým řetězem), je nutné násypku krmítka umístit ve výši dopravníku, což je pro obsluhu nevhodné. Vhodnější je zavěsit jednu řadu miskových krmítek přímo na dopravník krmiva. Ten je ve třímetrových vzdálenostech zavěšen na lankách, která jsou připojena na tažné lano, kterým se pomocí navijáku reguluje výška krmítek. Po odpojení násypky zásobníku to umožňuje jejich odstavení vytažením pod strop haly. K plnění miskových krmítek se nejčastěji používá šnekových dopravníků.

U klecových chovů se používá ke krmení jednak dopravníková krmítka anebo portálová krmítka, u nichž krmivo zakládá do jednotlivých krmných žlábků z pojízdného zásobníku spádovými trubkami. [20]

2.10.1.2 Napájení

K velice užívaným druhům napáječek patří napáječky kloboukové. Nejjednodušší jsou ručně plněné, které jsou sestaveny z klobouku a misky, mezi jejichž vnějšími obvody vzniká kruhový napájecí žlábek. Voda do žlábků vytéká otvory, které jsou v úrovni požadované vodní hladiny. Po zakrytí otvoru vytékající vodou se vlivem podtlaku v klobouku vytékání zastaví a obnoví po snížení hladiny. Jsou vyráběny ze smaltového plechu nebo plastických hmot. Automaticky doplňované kloboukové napáječky jsou obvykle z hliníkového plechu nebo plastických hmot. Doplňování vody je ovládáno pružinovým ventilem pákovým nebo zapouzdřeným ve válcovém pouzdru v ose zavěšení napáječky. Zavěšují se na strop pomocné konstrukce a jsou výškově přestavitelné. Kromě jednožlábkového řešení

jsou i napáječky dvoužlábkové, u kterých se plní jen vnitřní žlábek a vnější je určen k zachycení rozstříkované vody. Potřebná hmotnost napáječek nutná při zavěšení pro stabilní polohu se získá vodní náplní uvnitř klobouku.

Dalším používaným typem jsou napáječky kapkové, miskové a kalíškové. Napáječky kapkové patří konstrukčně mezi ventilové. Ventilem není v tomto případě voda doplňovaná do žlábků, ale uvolňovaná k přímému napájení. V anglických a německých pramenech jsou tyto napáječky vesměs označovány jako "Nipple". Voda se uvolňuje v kapkách mírným nadzvednutím nebo vychýlením vyčnívající stopky ventilu. U ventilů s dvojí kuželkou voda pomalu protéká až po zvednutí obou kuželek. Napájecí ventily se našroubují do spodní plochy rozvodových trubek, které mají většinou čtvercový průřez. Vhodné jsou trubky z plastických hmot. U kovových trubek je nebezpečí elektrolytické koroze, pokud je materiál trubek rozdílný oproti materiálu tělesa napáječky. Nevýhodou kapkových napáječek je možnost odkapávání vlivem nečistot ve vodě nebo špatné funkce, doplňují se poděsnými mističkami. Nadměrnému odkapávání kapkových napáječek se předchází kombinací s miskami, které ovšem vyžadují čištění. Malé miskové napáječky s miskami z plastických hmot mají svislý nebo vodorovný ventil ovládaný jazýčkem uvnitř misky.

2.10.1.3 Odkliz exkrementů

Při chovu drůbeže na hluboké podestýlce, na roštových podlahách nebo na kombinaci roštů s hlubokou podestýlkou, se tyto exkrementy většinou odklízají jednorázově po vyskladnění zvířat. K odklizu se většinou používá traktor s radlicí, či mechanických lopat. [20]

2.10.1.4 Ventilace a klimatizace ustájovacích prostorů

Jedním z činitelů ovlivňujících rentabilitu chovu hospodářských zvířat je užitkovost. Je výsledkem realizace genetického základu užitkových vlastností, vytvořených šlechtitelskou prací za současného působení podmínek vnějšího prostředí. Součástí komplexu podmínek vnějšího prostředí, které působí na organismus zvířete a ovlivňují jeho užitkovost, je technika a kvalita krmných dávek, způsob ustájení, mikroklimatické poměry v objektu a organizace práce. Ustájení a zajištění mikroklimatických podmínek stáje ovlivňuje podstatně zdravotní stav a kondici zvířat, což se projevuje v rentabilitě chovu a výkrmu. Velkokapacitní chovy vyžadují jiné stavební řešení a jiné parametry než stavby tradiční. Společným požadavkem pro všechny objekty s novou technologií výroby je zajistit ve stáji dokonalé mikroklimatické podmínky.

Mikroklima stáje je soubor fyzikálních, chemických a biologických prvků, které působí v komplexu podmínek vnějšího prostředí na organismus zvířat. Stejně jako je organismus zvířat ovlivňován podmínkami vnějšího prostředí, tak i zvířata působí na vnější prostředí, které mění. Pod komplexním pojmem mikroklima je nutné rozeznávat soubor činitelů ovlivňujících tepelný režim ve stáji, složení

stájového vzduchu, záření a světlo ve stáji. Tepelný režim je charakterizován teplotou, vlhkostí a prouděním vzduchu, teplotou povrchů obvodových konstrukcí nebo předmětů ve stáji. Složení vzduchu je určeno obsahem plynů a vodní páry, prašností a mikroorganismy ve stájovém vzduchu (NH_3 , CO_2 , H_2S).

K udržení požadovaných parametrů stájového prostředí slouží větrání ustájovacích prostorů. Podle způsobu výměny vzduchu se rozděluje větrání na přirozené, samočinné, umělé.

Přirozené větrání vzniká při výměně vzduchu spárami netěsných oken a venkovních dveří na základě rozdílů tlaku uvnitř a vně stáje. Patří sem i větrání otevřenými okny a dveřmi. Ve výpočtech výměny vzduchu ve stájových objektech se zpravidla pro relativně nízké hodnoty zanedbává.

Samočinné větrání vzniká na základě rozdílu tlaku ve spodní a horní části stáje, který způsobuje, že dolními větracími otvory je přiváděn venkovní chladnější vzduch a horními otvory oteplený je odváděn. Nevýhodou samočinného větrání je, že pracuje s velkou účinností zejména v zimě, ale v létě je výměna vzduchu velmi malá, nebo vůbec ustává.

Nucené větrání splňuje požadavky na vysoký počet výměn vzduchu ve stájových objektech s vysokou biologickou zátěží. Podle tlaku ve větraném prostoru je rozdělujeme na podtlakové (stájový vzduch je odsáván ventilátory a spárami, nebo větracími otvory vstupuje čerstvý venkovní vzduch), přetlakové (čerstvý vzduch je nasáván ventilátory, stájový vzduch odchází větracími otvory ze stáje), rovnotlaké (vzduch je přiváděn i odváděn ventilátory). Nucené větrání umožňuje regulovat intenzitu větrání podle potřeby, nezávisle na venkovních klimatických podmínkách. Při tomto způsobu větrání je možno upravovat teplotu a ostatní parametry větracího vzduchu.

Proudění vzduchu ve větraných prostorách závisí na umístění přiváděcích a odváděcích otvorů, na výtokové rychlosti vzduchu a na rozměrech místnosti.

Podle toho, jestli je v podélném směru vzduch do stáje přiváděn eventuálně i odváděn jednotlivými ventilátory, jedná se o tzv. jednotkové větrání. Větrání centrální je nákladnější, ale umožňuje i složitější úpravy parametrů větracího vzduchu než je pouhé ohřívání.

Kromě pouhé výměny vzduchu lze přiváděný vzduch též ohřívát a tím regulovat teplotu uvnitř stáje. Vzduch je možno přehřívát buď recirkulací, nebo rekuperací anebo se používá teplovzdušného vytápění. Při recirkulaci se mísí vzduch odváděný se vzduchem přiváděným. Při recirkulaci nelze vracet všechny vzduch zpět do stáje, ale je třeba podle povětrnostních podmínek, venkovní teploty a vlhkosti množství venkovního i stájového vzduchu regulovat. Rekuperace vzduchu je ohřívání vhaněného vzduchu teplým vzduchem stájovým v tzv. výměníku tepla systému vzduch-vzduch. U některých provozů živočišné výroby se používá klimatizace, kdy se veškeré mikroklima ve stáji uměle připravuje. [20]

3. Cíl práce

Cílem práce na téma "Hluková zátěž v okolí farem pro odchov brojlerů" je popis stavebně-konstrukčního řešení objektu pro chov a jeho technologické vybavení. Hlavním cílem pak měření hluku v okolí farmy při různých pracovních operacích na zvolených místech a výpočet ekvivalentní hladiny akustického tlaku. Dále pak vyhodnocení získaných hodnot dle platných norem a hygienických předpisů a v případě překročení přípustných limitů návrh na zlepšení současného stavu.

4. Metodika

Pro měření hlukové zátěže v okolí farem pro odchov brojlerů byl zvolen zemědělský objekt společnosti AGS AGRO České Budějovice a.s. v obci Záhorkov. Tato obec leží jihovýchodně od Českého Krumlova ve vzdálenosti cca 12 km. Měření hluku v okolí farmy jsem provedl dne 26.10.2010.

Obrázek 4.1 Letecký snímek obce Záhorkov s šesti halami pro výkrm brojlerů



[Pramen: GEODIS BRNO, s.r.o]

4.1 Charakteristika podniku AGS AGRO České Budějovice

Společnost AGS AGRO České Budějovice a.s. byla založena v roce 1993 jako společnost s ručením omezeným. V roce 2009 změnila právní formu podnikání a to na akciovou společnost. Dnes spadá společnost pod křídla AGROFERT HOLDING, a.s.. Předmětem podnikání je mimo jiné chov a výkrm brojlerů typu Brojler Cobb 500. Pod společností spadá několik výrobních farem, dále se budeme zabývat pouze farmou v obci Záhorkov.

Farma v Záhorkově se skládá z šesti hal, které byly postaveny postupně v několika etapách koncem minulého století. Každá z hal má kapacitu 20 000 kusů brojlerů. V roce 2009 prošla farma kompletní rekonstrukcí, při níž byly použity nejnovější dostupné technologie. Každá z hal je plně automatizována a o bezproblémový chod se stará centrální počítač. V současné době má farma dva zaměstnance.

4.1.1 Stavebně - konstrukční řešení objektů

Každá z šesti hal je pravidelného obdélníkového tvaru. Základní rozměry jedné haly jsou 100 x 12 x 6,2 m (d, š, v). Využitá plocha pro odchov brojlerů činí 1014 m². Obvodové nosné zdivo je zděné opatřené omítkou. Stropní a zároveň střešní konstrukce je provedena ocelovými příhradovými nosníky. Strop tvoří PVC podhled, jež je v půdním prostoru zaizolován minerální vlnou. Jako střešní krytina slouží plechové profilované desky. Odvod srážkové vody je standardně řešen okapovými žlaby s odtokovými svody. Dispoziční řešení objektů je navrženo s ohledem na dosažení optimální efektivity práce. Díky vhodnému terénnímu usazení objektů má každá hala manipulační rampu, jež je hojně využívána především při odklizení podestýlky. Do každé z hal vedou dva vchody z obou průčelí budovy. Hlavním vchodem se dostaneme do chodby, ze které je přístup do přípravný, kanceláře, technické místnosti a do samotné výkrmové haly. Vchody jsou řešeny dřevěnými posuvnými vraty. V postranních obvodových konstrukcích hal jsou na jedné straně umístěny větráky, na druhé straně pak klapky ve dvou řadách.

4.1.2 Zabezpečení farmy

Technologicky zabezpečuje bezproblémový chod farmy mimo dvou zaměstnanců výkonný počítač, který pomocí čidel v každé z hal kontroluje průběh výkrmu a sleduje dané nastavené parametry. Vyhodnocuje nasbíraná data a automaticky řídí světelný režim, větrání a vytápění. V případě, že dojde k nějaké nestandardní situaci, je pracovníkovi počítačem zaslána na mobilní telefon poplašná zpráva. Když není pracovník na farmě, může problém vyřešit z domova, odkud má online přístup k řízení farmy.

Celá farma je obehnána drátěným plotem. Příjezd do areálu je uzamykatelnou bránou, která je sledována kamerovým systémem napojeným na centrální počítač.

V případě výpadku elektrické energie je farma vybavena záložním zdrojem, který je schopen pokrýt spotřebu energie farmy po dobu minimálně osmi hodin .

4.1.3 Technologie výroby

4.1.2.1 Krmení

Krmení na farmě probíhá ve třech etapách. První etapa tzv. startovní probíhá od naskladnění po desátý den výkrmu, toto krmivo je obohaceno o různé vitamíny. Při první etapě je na jednu halu o kapacitě 20 000 brojlerů spotřebováno něco kolem 8 000 kilogramů krmiva. Druhá etapa výkrmu probíhá od 10 do 26 dne výkrmu. V této etapě přijímají brojleři s krmivem medikaci, která je chrání před parazity. V této fázi je konzumace brojlerů zakázaná, povolená je až po pěti dnech od vysazení těchto medikamentů. Při druhé fázi spotřebují brojleři asi 41 700 kilogramů krmiva.

Třetí etapa probíhá od 26 dne do konce výkrmu (na farmě se délka výkrmu pohybuje průměrně kolem 35 dní). Krmná směs v této etapě obsahuje více tuků a vitamínů. Spotřeba se pohybuje kolem 21 700 kilogramů směsi.

Krmná směs je do jednotlivých hal dopravována ze silových zásobníku pomocí šnekového dopravníku. Každá hala má dvě sila o celkové kapacitě 24 000 kilogramů. Uvnitř každé haly se nachází tři krmné linky s 344 tubusovými krmítky. Tyto linky jsou zavěšené na stropní konstrukci pomocí splétaných ocelových lan. Výška krmné linky se upravuje v závislosti na růstu brojlerů (okraj tubusu musí být ve výšce hřbetu kuřete), aby byl umožněn dobrý přístup ke krmivu a zároveň aby nedocházelo k vyhrabávání či vyhazování krmiva do okolí. K regulaci výšky linky slouží elektromotor.

4.1.2.2 Napájení

Po celou dobu výkrmu je nezbytné zabránit dehydrataci kuřat. Při běžných teplotách je spotřeba vody 1,6 až 1,8 krát vyšší než spotřeba krmiva. Farma v Záhorkově má vlastní zdroj pitné vody díky vrtu uvnitř areálu. Celková spotřeba vody všech hal za jeden turnus je 6 000 m³. Voda je čerpadlem vháněná do rozvodových trubek. V každé hale jsou čtyři napájecí rozvody s 1 356 kapátkovými napáječkami. Rozvody jsou zavěšeny ke stropní konstrukci haly pomocí splétaných ocelových lan a jsou výškově nastavitelné tak, aby byly napáječky ve výšce hřbetu kuřete. Tímto se zabrání rozstříku vody do okolí a také znečištění podestýlky. Aby nedocházelo ke kontaminaci vody a následnému šíření infekce, je nutné napáječky pravidelně čistit. Po celé délce rozvodného potrubí musí být rovnoměrný tlak. Od prvního dne výkrmu se používají pomocné napáječky v počtu 6 kusů na 1 000 kuřat, a to z důvodu, aby kuřata vodu snáze našla. Pro snadné pití je potřeba pomocné napáječky naplnit čerstvou čistou vodou až po okraj. V době, kdy kuřata začnou vodu rozstříkovat, je nutné hladinu postupně snížit. Pomocné napáječky se odstraňují do 48 hodin od začátku výkrmu.

4.1.2.3 Větrání a vytápění

Větrání je na farmě řešeno v příčném směru. Kapacita větracích systémů je v jednotlivých halách připravena pro 25 000 kusů kuřat. Podlahová plocha v halách je pro 20 000 kusů kuřat, tudíž je vzduchotechnika dosti předimenzovaná. To však nevádí, protože díky této kapacitě nedochází k žádným problémům ani při extrémních teplotách v letních dnech.

Na jedné straně budovy se nachází klapky, na protilehlé straně pak ventilátory. Každá hala má celkem dvě řady klapek. První řada klapek je většího formátu, každá klapka má rozměr 90 x 35 cm, nad ní se nachází druhá řada, jež má každá klapka rozměry 60 x 25 cm. Celkem je v první řadě 30 kusů klapek, v druhé řadě pak 45 kusů klapek. Na protilehlé stěně budovy se nachází celkem 11 ventilátorů. Z toho jsou čtyři velké (hlavní) a sedm malých (pomocné). Ventilace je řízena počítačem. Na základě naměřených dat získaných z pěti teplotních čidel,

jednoho vlhkostního a jednoho čidla pro měření CO₂ počítač vyhodnotí situaci a dle nastavení ovládá ventilaci. Čidla jsou umístěna ve výšce naskladněných kuřat.

Pro optimální využití růstového potenciálu brojlerů Cobb 500 je důležité zajištění minimální ventilace. Minimální ventilace je aktivována časovým spínačem a musí pracovat nezávisle na systému pro řízení teploty v hale. Minimální ventilace pro 20 000 brojlerů je v prvním týdnu života 1,0 m³.s⁻¹, v posledním šestém týdnu života pak 8,0 m³.s⁻¹.

Vytápění je na farmě řešeno pomocí topných tubusů zavěšených na ocelových lanech pod stropem hal. Palivem pro vytápění je zemní plyn. Topná tělesa jsou řízena centrálním počítačem, který teplotu v hale vyhodnocuje na základě dat z teplotních čidel umístěných ve výšce kuřat. V každé hale se nacházejí tři za sebou jdoucí tubusy. Teplota při naskladnění brojlerů musí být v rozmezí od 29° do 31°C. Každý týden výkrmu je teplota v hale snižována o 2°C až na 18-21°C v 35 dnu výkrmu. Největším problémem při tomto způsobu vytápění je rovnoměrná distribuce vzduchu při dosažení přesných teplot. Vlhkost v hale smí být maximálně 70%.

4.1.2.4 Osvětlení

Osvětlení hal je zabezpečeno standardně pomocí zářivek. V každé hale jdou tři řady osvětlení s osmi zářivkami v každé řadě. V pěti halách vydávají zářivky klasické světlo, v jedné hale je experimentálně použito zelených zářivek. Podle provozního pracovníka se toto světlo projevuje na brojlerů velice kladně, dochází zde k minimalizaci stresu a kuřata jsou celkově klidnější. Světelný program je nastaven na 18 hodin svitu a šest hodin klidu.

4.1.2.5 Vyskladnění

Vyskladnění na farmě probíhá zpravidla po dosažení 35 dnů výkrmu. Na chytání drůbeže farma najímá externí firmu. Před vlastním chytáním se šest hodin dopředu odstraní krmení. Voda se zavře a napáječky se vytáhnou ke stropu těsně před zahájením vyskladňování. Před jeho započítím se do haly umístí mobilní dopravní pásy, po kterých jsou dopravovány jednotlivé přepravní bedny s kuřaty k přistavenému nákladnímu automobilu. Při vyskladňování jsou haly zhaslé a obsluha tichá, aby nedošlo k zbytečnému stresování kuřat. Nachytaná kuřata jsou následně odvážena na jatka do Vodňan k dalšímu zpracování. V zájmu pohody drůbeže, tak i celkové efektivnosti výkrmu je nutné s veškerým úsilím zabránit poškození, která vznikají při chytání, nakládání, transportu a zacházení s drůbeží. Nesplnění těchto požadavků vede ke zranění kuřat a tím i k jejich horšímu zatřídění a snížení výkupové ceny.

4.1.2.6 Příprava na další etapu výkrmu

Ohledně po vyskladnění brojlerů se z jednotlivých hal začíná odstraňovat podestýlka. Je to z důvodu, aby zde nedocházelo k rozmnožování nežádoucích

organismů. Odstranění podestýlky je prováděno pomocí smykem řízeného nakladače, jenž nabírá podestýlku do lopaty a vyváží jí ven z haly na rampu, u které je přistaven hnojný vůz. Drobné části podestýlky, které nakladač nenabere, jsou ručně shrabány a naloženy do nakladače, který je následně uloží do korby přistaveného hnojného vozu. Po odstranění podestýlky jsou tlakovou vodou s desinfekcí omyty stěny haly, velká pozornost je věnována větracím otvorům, větrákům a podlaze. Všechna mobilní zařízení jsou přemístěna před haly, kde jsou taktéž umyta a desinfikovány. Po umytí haly se přistupuje k plynování formalinovým roztokem. Tento roztok funguje jako účinný fumigant. Nejlepší efekt je dosažen při vlhkosti 70-80% a teplotě 21°C. Hala je utěsněna a na 24 hodin uzavřena. Pracovníci musí mít při aplikaci roztoku dostatečné ochranné pomůcky.

Po důkladné desinfekci se do hal začne zavážet podestýlka. Farma v Záhorkově používá jako podestýlku řezanou slámu. Ta musí být po hale rozprostřena rovnoměrně, aby nedocházelo nerovnoměrným rozložením teplot k shlukování kuřat. Teplota podestýlky při zástavu by měla mít 30°C (maximálně 32°C). Před naskladněním se 24-36 hodin předem kontroluje funkčnost zdrojů tepla a přívod čerstvého vzduchu. Vlhkost vzduchu je okolo 50-70%. Je zde snaha o dosažení tzv. termo-neutrální zóny.

4.2 Použité zařízení

Hluková zátěž byla měřena přístrojem Voltcraft Plus SL-300 zapůjčeným katedrou zemědělské techniky jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Další potřebné příslušenství bylo poskytnuto z vlastních zdrojů. Pro zpracování naměřených hodnot byl použit notebook Asus F3JC-AP025.

Příslušenství:

1. Stativ + upínací patice
2. Rámové měřicí pásmo Basic 20m
3. Meteostanice HA 135

Ostatní pomůcky: zápisník, stopky

4.2.1 Měřicí pásmo Basic 20 m

Technické parametry:

Rozměry	(D x Š) 20 m x 13 mm
Délka	20 m
Šířka	13 mm

Obrázek 4.2.1.1 Měřicí pásmo Basic 20 m



4.2.2 Digitální hlukoměr Voltcraft Plus SL-300

Údaje výrobce:

Digitální hlukoměr splňuje normu EN 61672-1 Třída 2

Technická data:

Rozměry	76×278×50 mm (Š x V x H)
Kalibrace možná podle	ISO
Doba odezvy	125/1000 ms
Frekvenční rozsah	31,5 – 8000 Hz
Přesnost	1,4 dB (94 dB/1 kHz EN 61672 Class 2)
Zdroj napětí	9 V
Rozsah měření hladiny zvuku	30 – 130 dB
Rozlišení hladiny zvuku	0.1 dB
Hmotnost	350 g

Příslušenství:

- Přenosný kufr
- Ochrana proti větru
- Kabel s rozhraním USB
- Software pro Windows98/ME/2000/XP/Vista™
- 1 baterie (typ 9 V bloková)
- Síťový zdroj s konektorem
- Stativ
- Kalibrační šroubovák
- 4 m prodlužovací kabel pro mikrofon
- Návod k použití.

Obrázek 4.2.2.1 Digitální hlukoměr Voltcraft Plus SL-300



4.2.3 Notebook Asus F3JC-AP025

Technická data:

Procesor	Intel Core 2 Duo T5600, frekvence 1830 MHz
Grafika	Nvidia GeForce Go 7300 128 MB
Operační paměť	DDR2 1024 MB
Operační systém	Microsoft Windows XP Home Edition

Obrázek 4.2.3.1 Notebook Asus F3JC-AP025



4.2.4 Meteostanice HA 135

Technická data:

rozsah měření vnější teploty:

- rozsah:	-50 °C až +70 °C
- doporučený rozsah:	-20 °C až +60 °C
- rozlišení :	0,1°C
- přesnost :	+/- 1°C
relativní vlhkost:	25% až 95%
- rozlišení:	1%
- přesnost:	+/- 3%
napájení:	4 ks baterie typ AA
rozměry:	276 x 100 x 45 mm

Obrázek 4.2.4.1 Meteostanice HA 135



4.3 Postup měření:

Pro eliminaci zkreslených údajů z hlediska povětrnostních podmínek, bylo zvoleno měření hluku v ranních hodinách. Jelikož součástí meteostanice nebyla funkce měření směru a rychlosti větru, dal jsem na svůj subjektivní dojem a na vizuální vjem pohybu lístků na okolní vegetaci. Po několika pokusech bylo měření nakonec provedeno, a to od brzkých ranních hodin do svítání, kdy pohyb lístků přilehlé vegetace byl takřka nulový.

Měření bylo prováděno ve třech etapách. První etapou bylo měření hluku v okolí farmy při běžném provozu. Druhá etapa byla zaměřena na měření hluku v okolí farmy při vyskladňování brojlerů a třetí etapa byla zaměřena na měření hluku v okolí farmy při vyklízení podestýlky.

Měření bylo ve všech třech etapách prováděno stejným způsobem, to znamená, že byly vybrány dvě stanoviště měření z každé strany obdélníkové haly, tedy každá etapa obsahovala celkem 8 měření. Místo měření bylo vždy určeno v polovině každé stěny, ve vzdálenosti 7 a 11 metrů od budovy. Měřicí přístroj byl umístěn na stativu ve výšce 1,5 metru a nasměrován kolmo k ose budovy.

Měření probíhalo standardním postupem, to znamená zapnutím měřicího přístroje, aktivace měření stisknutím tlačítka "REC" a po uplynutí intervalu tři minut opětovným stlačením tohoto tlačítka měření deaktivováno.

Po ukončení měření byly hodnoty pomocí přiloženého software přeneseny do notebooku a invertovány do textového dokumentu, kde byly uloženy pro další zpracování.

4.3.1 Pozice měření v okolí haly pro výkrm brojlerů při běžném provozu

Obrázek 4.3.1

Letecký snímek haly s vyznačenými pozicemi měření hluku.



[Pramen: GEODIS BRNO, s.r.o]

4.3.2 Pozice měření v okolí budovy pro výkrm brojlerů při vyskladnění

Obrázek 4.3.2

Letecký snímek haly s vyznačenými pozicemi měření hluku.



[Pramen: GEODIS BRNO, s.r.o]

4.3.3 Pozice měření v okolí haly pro výkrm brojlerů při vyskladňování podestýlky

Obrázek 4.3.3

Letecký snímek haly s vyznačenými pozicemi měření hluku



[Pramen : GEODIS BRNO, s.r.o.]

4.3.4 Doba trvání měření:

Jednotlivá měření probíhala v časových intervalech po dobu tří minut. Celkem v etapách bylo provedeno 24 měření.

4.3.5 Povětrnostní podmínky při měření hluku

Tabulka 4.3.5 Povětrnostní podmínky při měření hluku

Podmínky měření	Teplota vzduchu [°C]	Relativní vlhkost vzduchu [%]	Hodnota atmosférického tlaku [hPa]
při vyskladnění	1,7	69	951
při běžném provozu	1,5	65	952
při vyskladnění podestýlky	0,4	58	954

4.4 Vyhodnocení

Naměřená data byla zpracovávána za pomoci hardware Asus F3JC-AP025 za použití programů Microsoft®Word2007 a Microsoft®Exel2007.

4.4.1 Použité vzorce

4.4.1.1 Ekvivalentní hodnota akustického tlaku

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

T...celkový počet vzorků

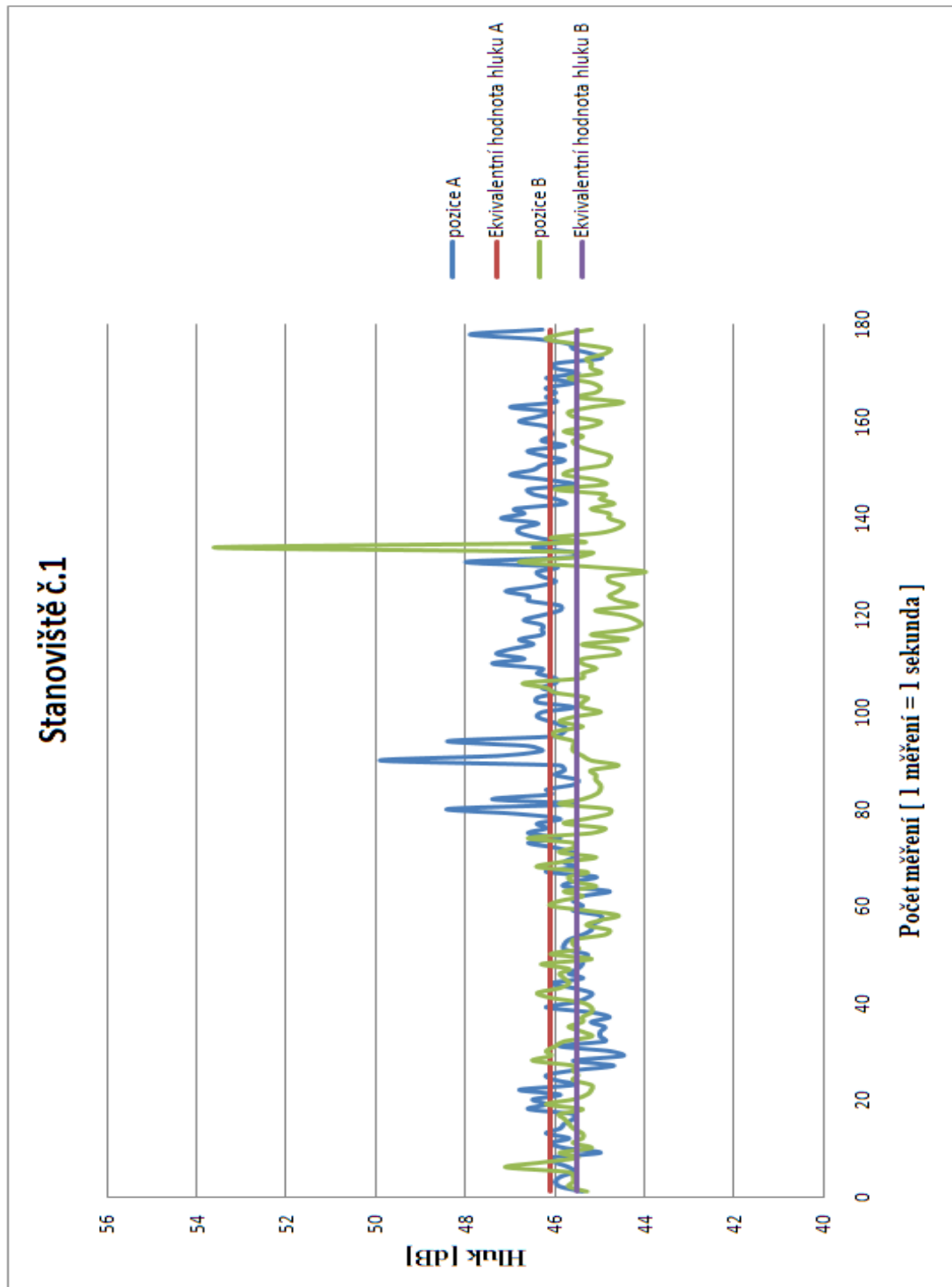
n...celkový počet intervalů měření

5. Naměřené hodnoty

Veškeré naměřené hodnoty byly zpracovány do níže uvedených grafů. K jednotlivým grafům byly přidány tabulky, ve kterých byly zaznamenány extrémní měření, to znamená minimální a maximální hodnota hluku, dále pak vypočítaná ekvivalentní hladina hluku, která byla taktéž zanesena do grafů. Jednotlivé grafy byly dále popsány, to je uvedení příčin extrémních hladin hluku, dále pak pozice a čas měření.

5.1 Měření – Záhorkov: etapa č.1

5.1.1 Graf – Záhorkov: stanoviště č.1



5.1.1.1 Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.1

	Hladina hluku [dB]			Délka měření [s]
	Minimální naměřená hodnota hluku	Ekvivalentní hodnota hluku	Maximální naměřená hodnota hluku	
Měření A	44,5	46,1	49,9	180
Měření B	44,0	45,5	53,6	

5.1.1.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.1

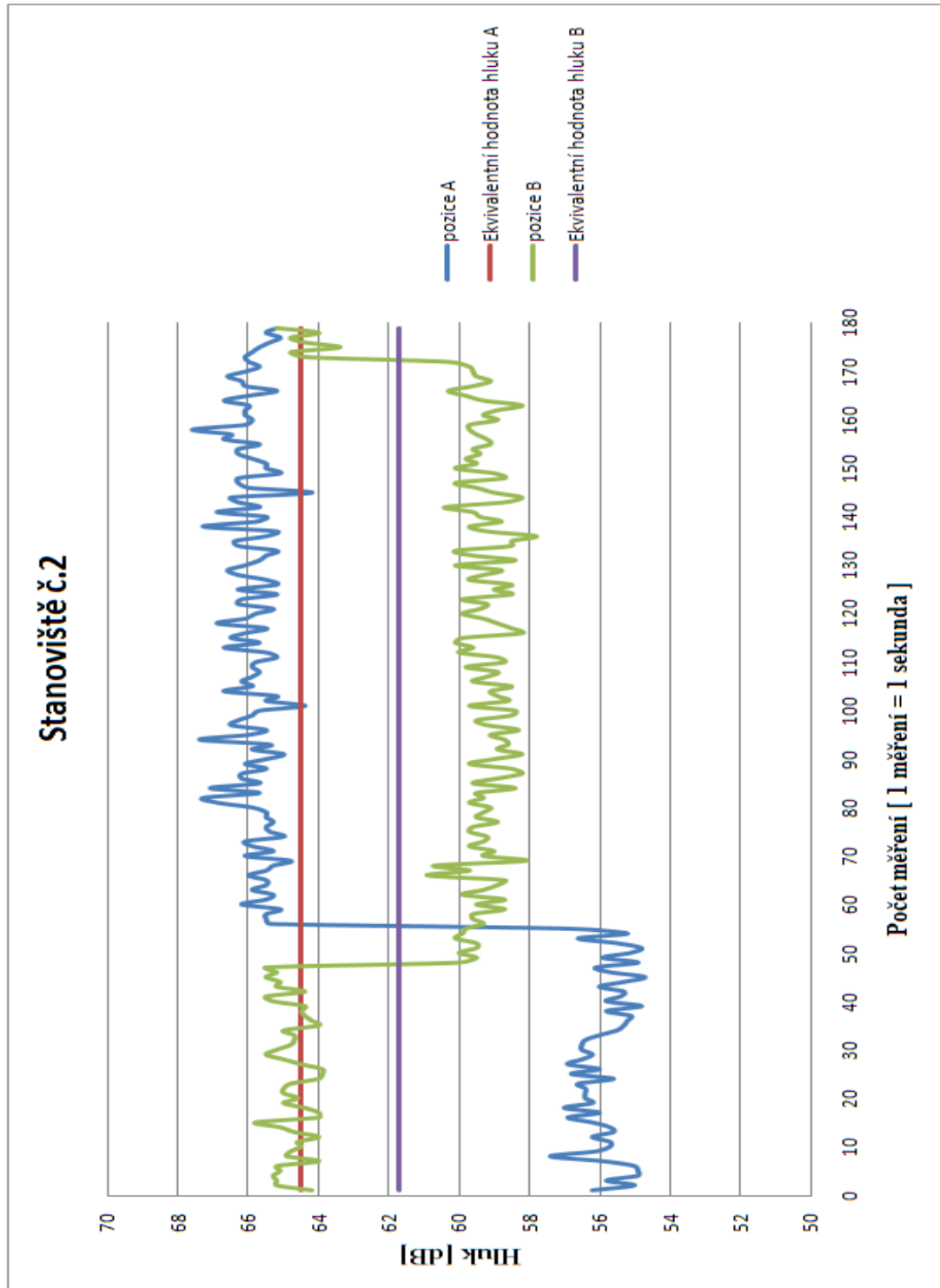
Stanoviště číslo jedna se nacházelo u hlavního vchodu na západní straně haly pro výkrm brojlerů. Místo stanoviště je patrné z výše uvedeného obrázku 4.3.1. Měření na stanovišti č.1 bylo provedeno na dvou pozicích. Na pozici A a na pozici B.

Pozice A: Měření probíhalo ve vzdálenosti sedmi metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 3:34:55 a ukončeno v čase 3:37:55. Minimální naměřená hodnota hluku činila 44,5 dB a maximální hodnota hluku činila 49,9 dB. Naměřená hodnota hluku byla způsobena pouštěnými vedlejšími ventilátory.

Pozice B: Měření probíhalo ve vzdálenosti jedenácti metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 3:38:15 a ukončeno v čase 3:41:15. Minimální naměřená hodnota hluku činila 44,0 dB a maximální hodnota hluku činila 53,6 dB. Naměřená hodnota hluku odpovídala běžícím vedlejším ventilátorům. Náhlé zvýšení hluku v čase 3:40:28 zapříčinil zaměstnanec farmy svým výkřikem.

Výsledkem měření a následného výpočtu bylo zjištění, že v okolí haly nedochází k překročení normou stanovené hodnoty mezní přípustné ekvivalentní hladiny hluku, která je 85 dB [8]. Tudíž není nutné navrhovat jakákoliv opatření.

5.1.2 Graf – Záhorkov: stanoviště č.2



5.1.2.1 Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.2

	Hladina hluku [dB]			Délka měření [s]
	Minimální naměřená hodnota hluku	Ekvivalentní hodnota hluku	Maximální naměřená hodnota hluku	
Měření A	54,7	64,5	67,6	180
Měření B	57,8	61,7	65,8	

5.1.2.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.2

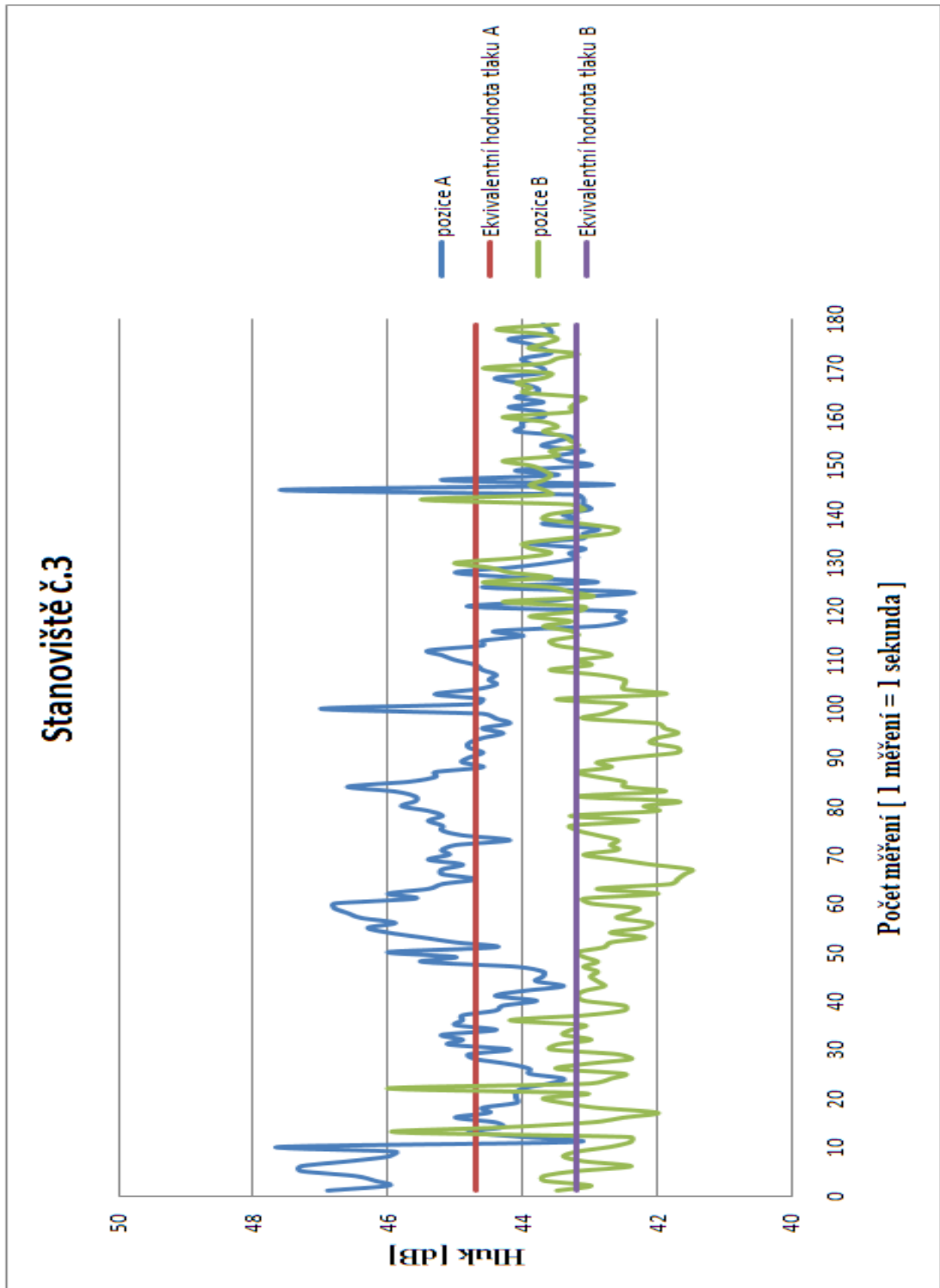
Stanoviště číslo dva se nacházelo na jižní straně haly pro výkrm brojlerů. Místo stanoviště je patrné z výše uvedeného obrázku 4.3.1. Měření na stanovišti č.2 bylo provedeno na dvou pozicích. Na pozici A a na pozici B.

Pozice A: Měření probíhalo ve vzdálenosti sedmi metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 3:01:33 a ukončeno v čase 3:04:33. Minimální naměřená hodnota hluku činila 54,7 dB a maximální hodnota hluku činila 67,6 dB. Hluk v počátku měření byl způsoben běžícími vedlejšími ventilátory. Výrazný vzestup hluku v čase 3:02:27 byl způsoben zapnutím hlavního ventilátoru.

Pozice B: Měření probíhalo ve vzdálenosti jedenácti metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 3:05:11 a ukončeno v čase 3:08:11. Minimální naměřená hodnota hluku činila 57,8 dB a maximální hodnota hluku činila 65,8 dB. Vysoká hodnota hluku v počátku a na konci měření byla způsobena zapnutým hlavním ventilátorem. Pokles hluku v časovém intervalu od 3:05:58-3:08:01 byl způsoben z důvodu vypnutí hlavního ventilátoru. Naměřený hluk způsobily pomocné ventilátory.

Výsledkem měření a následného výpočtu bylo zjištění, že v okolí haly nedochází k překročení normou stanovené hodnoty mezní přípustné ekvivalentní hladiny hluku, která je 85 dB [8]. Tudíž není nutné navrhovat jakákoliv opatření.

5.1.3 Graf – Záhorkov: stanoviště č.3



5.1.3.1 Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.3

	Hladina hluku [dB]			Délka měření [s]
	Minimální naměřená hodnota hluku	Ekvivalentní hodnota hluku	Maximální naměřená hodnota hluku	
Měření A	42,4	44,7	47,6	180
Měření B	41,5	43,2	46,0	

5.1.3.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.3

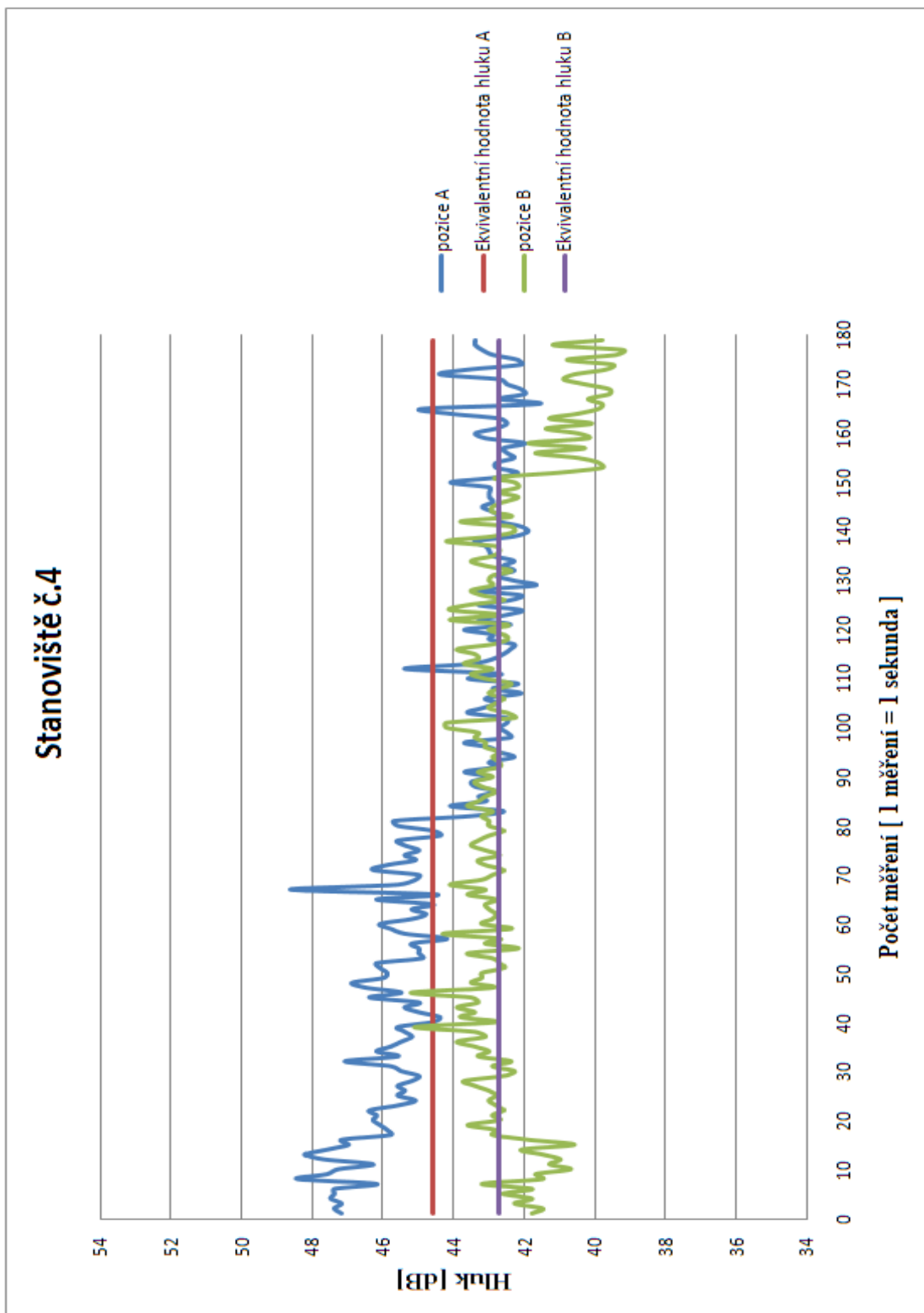
Stanoviště číslo tři se nacházelo na východní straně haly pro výkrm brojlerů. Místo stanoviště je patrné z výše uvedeného obrázku 4.3.1. Měření na stanovišti č.3 bylo provedeno na dvou pozicích. Na pozici A a na pozici B.

Pozice A: Měření probíhalo ve vzdálenosti sedmi metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 3:10:23 a ukončeno v čase 3:13:23. Minimální naměřená hodnota hluku činila 42,4 dB a maximální hodnota hluku činila 47,6 dB. Naměřený hluk byl nestálý z důvodů zapínání a vypínání ostatních ventilátorů v sousedních budovách.

Pozice B: Měření probíhalo ve vzdálenosti jedenácti metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 3:28:48 a ukončeno v čase 3:31:48. Minimální naměřená hodnota hluku činila 41,5 dB a maximální hodnota hluku činila 46,0 dB. Příčinou nestále hladiny hluku byly jako v pozici A běžící ventilátory okolních budov.

Výsledkem měření a následného výpočtu bylo zjištění, že v okolí haly nedochází k překročení normou stanovené hodnoty mezní přípustné ekvivalentní hladiny hluku, která je 85 dB [8]. Tudíž není nutné navrhovat jakákoliv opatření.

5.1.4 Graf – Záhorkov: stanoviště č.4



5.1.4.1 Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.4

	Hladina hluku [dB]			Délka měření [s]
	Minimální naměřená hodnota hluku	Ekvivalentní hodnota hluku	Maximální naměřená hodnota hluku	
Měření A	41,6	44,6	48,6	180
Měření B	39,2	42,7	47,3	

5.1.4.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.4

Stanoviště číslo čtyři se nacházelo na severní straně haly pro výkrm brojlerů. Místo stanoviště je patrné z výše uvedeného obrázku 4.3.1. Měření na stanovišti č.4 bylo provedeno na dvou pozicích. Na pozici A a na pozici B.

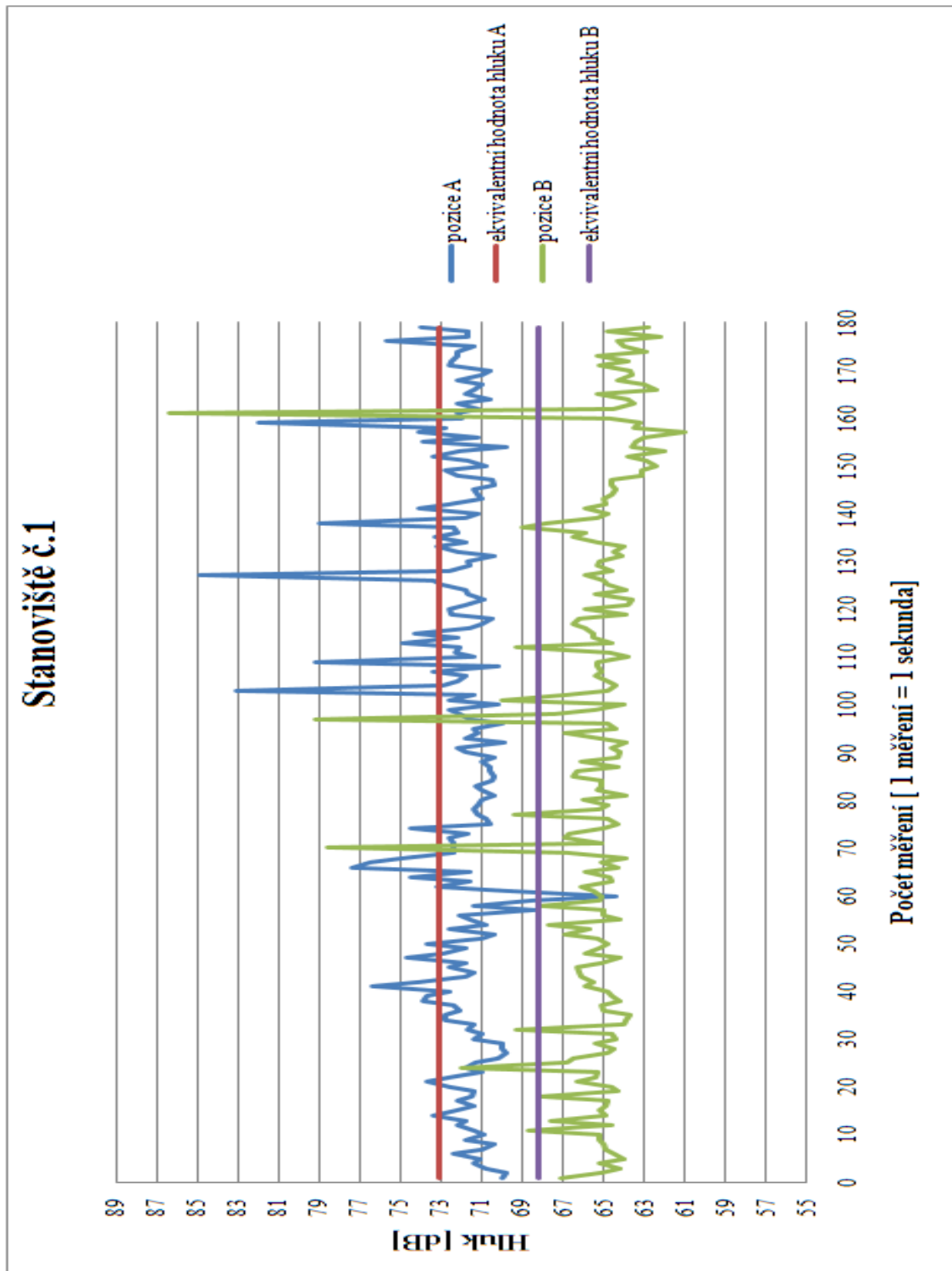
Pozice A: Měření probíhalo ve vzdálenosti sedmi metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 3:16:44 a ukončeno v čase 3:19:44. Minimální naměřená hodnota hluku činila 41,6 dB a maximální hodnota hluku činila 48,6 dB. Hluk v počátku měření byl způsoben běžícím hlavním ventilátorem umístěným na protilehlé straně. Snížení hluku způsobilo jeho vypnutí v čase 3:17:00. Menší výkyvy hluku způsobili brojeři svými projevy.

Pozice B: Měření probíhalo ve vzdálenosti jedenácti metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 3:20:29 a ukončeno v čase 3:23:29. Minimální naměřená hodnota hluku činila 39,2 dB a maximální hodnota hluku činila 47,3 dB. Zvýšení hladiny hluku v časovém intervalu 3:20:44 - 3:23:00 způsobilo zapnutí pomocného ventilátoru.

Výsledkem měření a následného výpočtu bylo zjištění, že v okolí haly nedochází k překročení normou stanovené hodnoty mezní přípustné ekvivalentní hladiny hluku, která je 85 dB [8]. Tudíž není nutné navrhovat jakákoliv opatření.

5.2 Měření – Záhorkov: etapa č.2

5.2.1 Graf – Záhorkov: stanoviště č.1



5.2.1.1 Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.1

	Hladina hluku [dB]			Délka měření [s]
	Minimální naměřená hodnota hluku	Ekvivalentní hodnota hluku	Maximální naměřená hodnota hluku	
Měření A	64,4	73,1	84,9	180
Měření B	61,0	68,2	86,4	

5.2.1.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.1

Stanoviště číslo jedna se nacházelo u hlavního vchodu do haly pro výkrm brojlerů, to je v západní části objektu. Místo stanoviště je patrné z výše uvedeného obrázku 4.3.2.

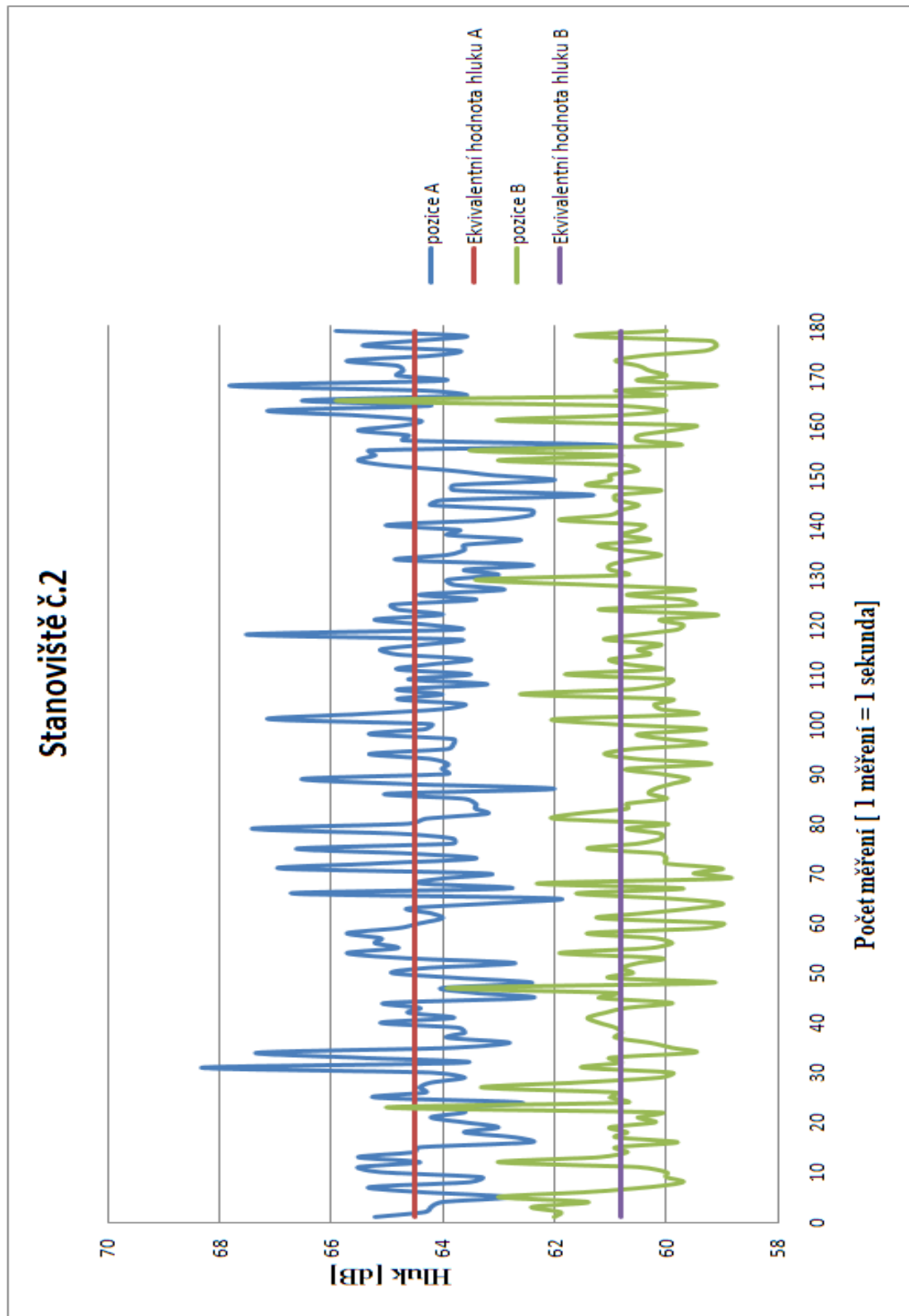
Měření na stanovišti č.1 bylo provedeno na dvou pozicích. Na pozici A a na pozici B. Při vyskladňování brojlerů stál u hlavního vchodu nákladní automobil, do jehož útroby byly nakládány přepravní bedny s brojlery.

Pozice A: Měření probíhalo ve vzdálenosti sedmi metrů od obvodové zdi haly, přičemž před měřícím zařízením stál nákladní automobil, od kterého bylo zařízení ve vzdálenosti jednoho metru. Měření bylo zahájeno v čase 2:36:49 a ukončeno v čase 2:39:49. Minimální naměřená hodnota hluku činila 64,4 dB a maximální hodnota hluku činila 84,9 dB. Zvýšené hladiny hluku patrné z grafu, byly zapříčiněny především manipulací dělníků s přepravními bednami v nákladním prostoru automobilu. Pokles hladiny hluku byl zapříčiněn dočasným pozastavením dopravníku dopravujícím bedny z haly k nákladnímu automobilu. Střední hodnota hluku byla způsobena dopravníkem a zvukovými projevy brojlerů.

Pozice B: Měření probíhalo ve vzdálenosti jedenácti metrů od obvodové zdi haly, přičemž před měřícím zařízením stál nákladní automobil, od kterého bylo zařízení ve vzdálenosti čtyř metrů. Měření bylo zahájeno v čase 2:40:09 a ukončeno v čase 2:43:09. Minimální naměřená hodnota hluku činila 61,0 dB a maximální hodnota hluku činila 86,4. Zvýšené a střední hodnoty hluku měly stejný původ jako hodnoty hluku na pozici A.

Výsledkem měření a následného výpočtu bylo zjištění, že v okolí haly nedochází k překročení normou stanovené hodnoty mezní přípustné ekvivalentní hladiny hluku, která je 85 dB [8]. Tudíž není nutné navrhnout jakákoliv opatření.

5.2.2 Graf – Záhorkov: stanoviště č.2



5.2.2.1. Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.2

	Hladina hluku [dB]			Délka měření [s]
	Minimální naměřená hodnota hluku	Ekvivalentní hodnota hluku	Maximální naměřená hodnota hluku	
Měření A	60,9	64,5	68,7	180
Měření B	58,9	60,8	65,9	

5.2.2.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.2

Stanoviště číslo dva se nacházelo na jižní straně haly pro výkrm brojlerů. Místo stanoviště je patrné z výše uvedeného obrázku 4.3.2.

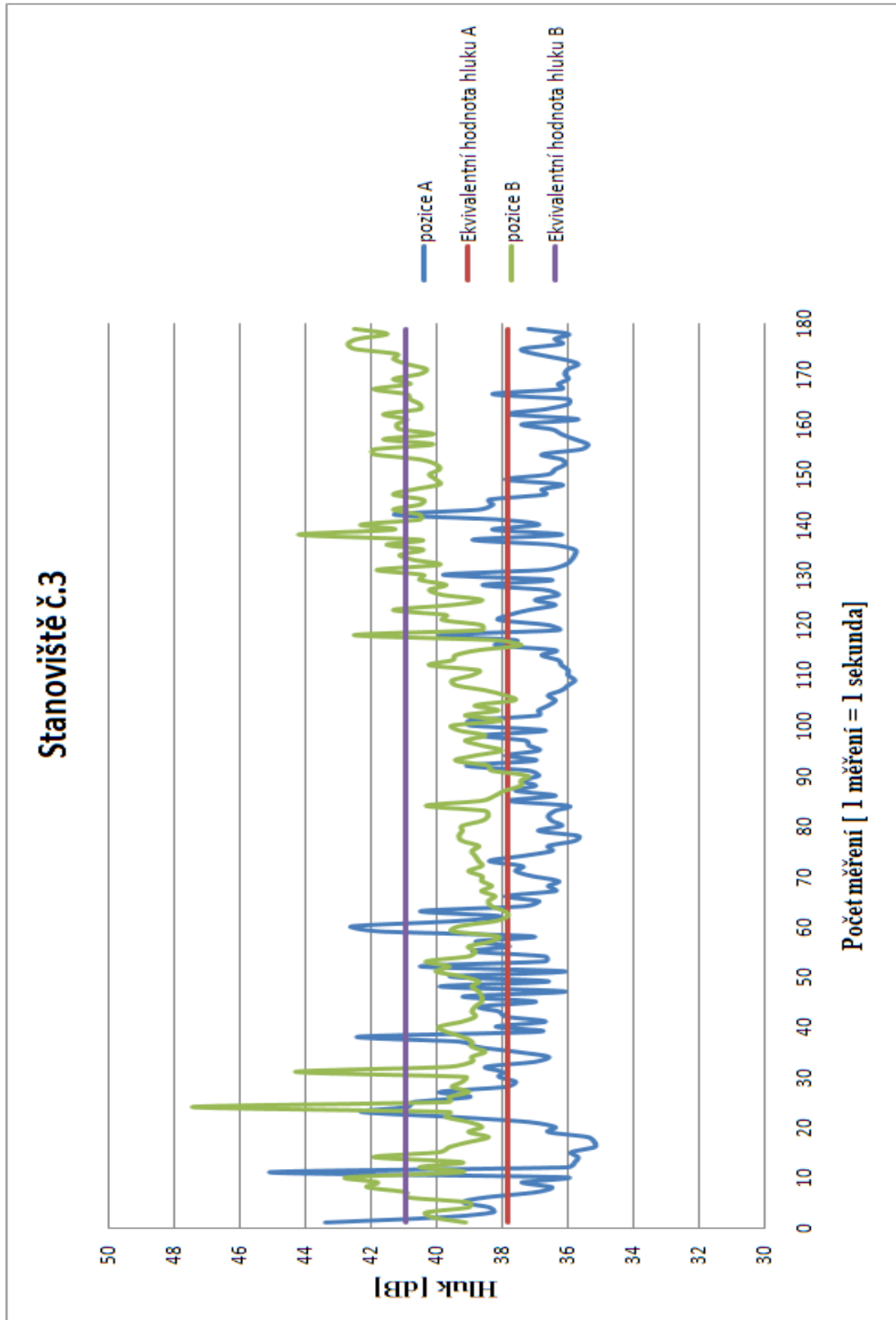
Měření na stanovišti č.2 bylo provedeno na dvou pozicích. Na pozici A a na pozici B.

Pozice A: Měření probíhalo ve vzdálenosti sedmi metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 3:53:51 a ukončeno v čase 2:56:51. Minimální naměřená hodnota hluku činila 60,9 dB a maximální hodnota hluku činila 68,7 dB. Vyšší hodnoty naměřeného hluku byly způsobeny běžícím ventilátorem.

Pozice B: Měření probíhalo ve vzdálenosti jedenácti metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 3:57:21 a ukončeno v čase 4:00:21. Minimální naměřená hodnota hluku činila 58,9 dB a maximální hodnota hluku činila 65,9 dB. Vyšší hladiny naměřeného hluku byly způsobeny stejnou příčinou jako na pozici A.

Výsledkem měření a následného výpočtu bylo zjištění, že v okolí haly nedochází k překročení normou stanovené hodnoty mezní přípustné ekvivalentní hladiny hluku, která je 85 dB [8]. Tudíž není nutné navrhovat jakákoliv opatření.

5.2.3 Graf – Záhorkov: stanoviště č.3



5.2.3.1 Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.3

	Hladina hluku [dB]			Délka měření [s]
	Minimální naměřená hodnota hluku	Ekvivalentní hodnota hluku	Maximální naměřená hodnota hluku	
Měření A	35,2	37,8	45,1	180
Měření B	37,2	40,9	47,4	

5.2.3.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.3

Stanoviště číslo tři se nacházelo na východním konci haly pro výkrm brojlerů. Místo stanoviště je patrné z výše uvedeného obrázku 4.3.2.

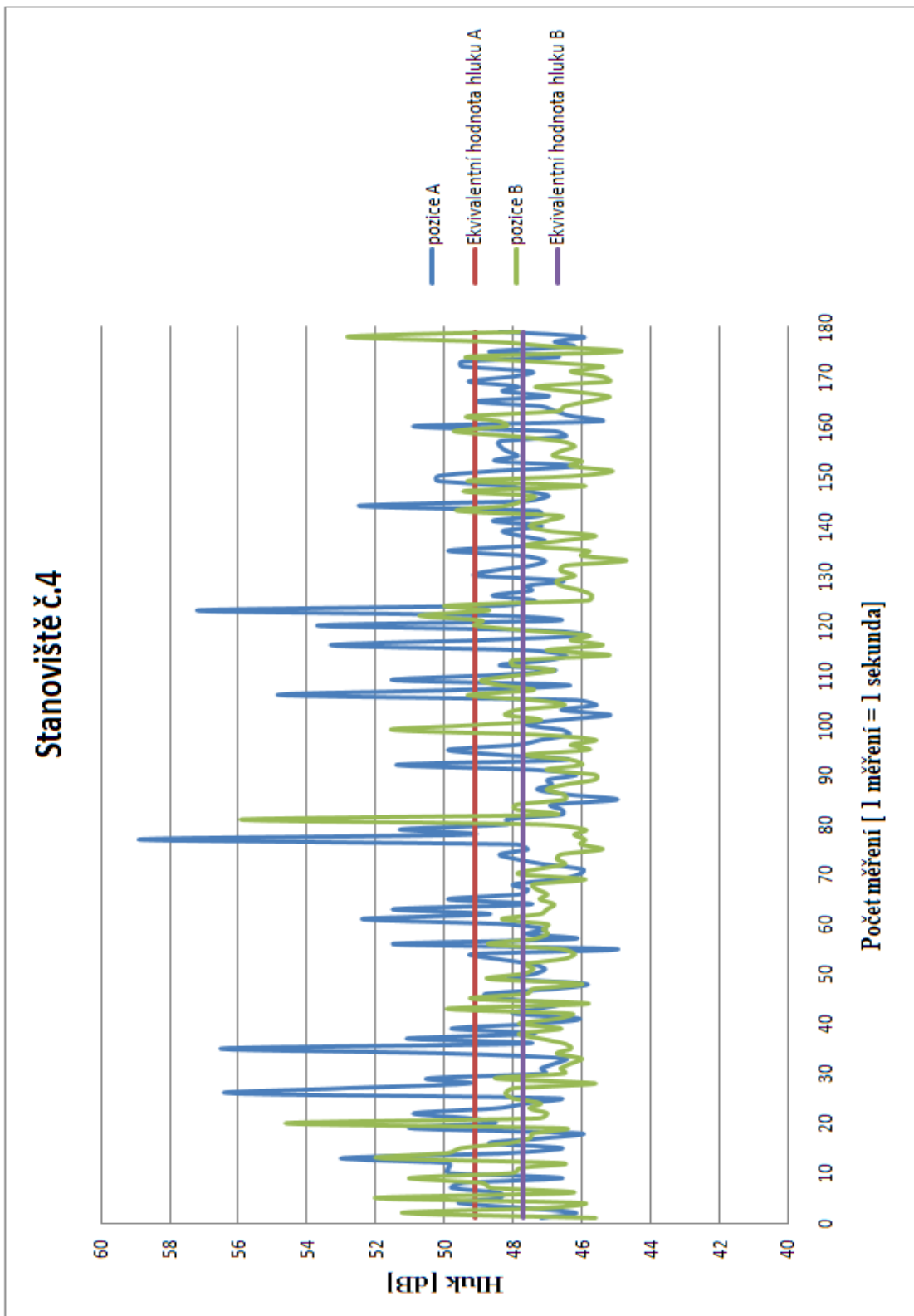
Měření na stanovišti č.3 bylo provedeno na dvou pozicích. Na pozici A a na pozici B.

Pozice A: Měření probíhalo ve vzdálenosti sedmi metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 2:45:02 a ukončeno v čase 2:48:02. Minimální naměřená hodnota hluku činila 35,2 dB a maximální hodnota hluku činila 45,1 dB. Při měření hluku nedošlo k výrazným výkyvům, naměřený hluk byl způsoben především probíhajícími vyskladňováními haly (zvukové projevy chytaných brojlerů a klapající dopravník).

Pozice B: Měření probíhalo ve vzdálenosti jedenácti metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 2:48:38 a ukončeno v čase 2:51:38. Minimální naměřená hodnota hluku činila 37,2 dB a maximální hodnota hluku činila 47,4 dB. Hladina hluku byla vyšší než na pozici A z důvodu zachycení hluku z na druhém konci stojícího nákladního automobilu. Díky tomuto hluku byly naměřeny i vyšší výkyvy, důvodem byla hlavně manipulace s bednami na korbě nákladního automobilu.

Výsledkem měření a následného výpočtu bylo zjištění, že v okolí haly nedochází k překročení normou stanovené hodnoty mezní přípustné ekvivalentní hladiny hluku, která je 85 dB [8]. Tudiž není nutné navrhovat jakákoliv opatření.

5.2.4 Graf – Záhorkov: stanoviště č.4



5.2.4.1 Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.4

	Hladina hluku [dB]			Délka měření [s]
	Minimální naměřená hodnota hluku	Ekvivalentní hodnota hluku	Maximální naměřená hodnota hluku	
Měření A	45,0	49,1	58,9	180
Měření B	44,7	47,7	55,9	

5.2.4.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.4

Stanoviště číslo čtyři se nacházelo na severní straně haly pro výkrm brojlerů. Místo stanoviště je patrné z výše uvedeného obrázku 4.3.2

Měření na stanovišti č.4 bylo provedeno na dvou pozicích. Na pozici A a na pozici B.

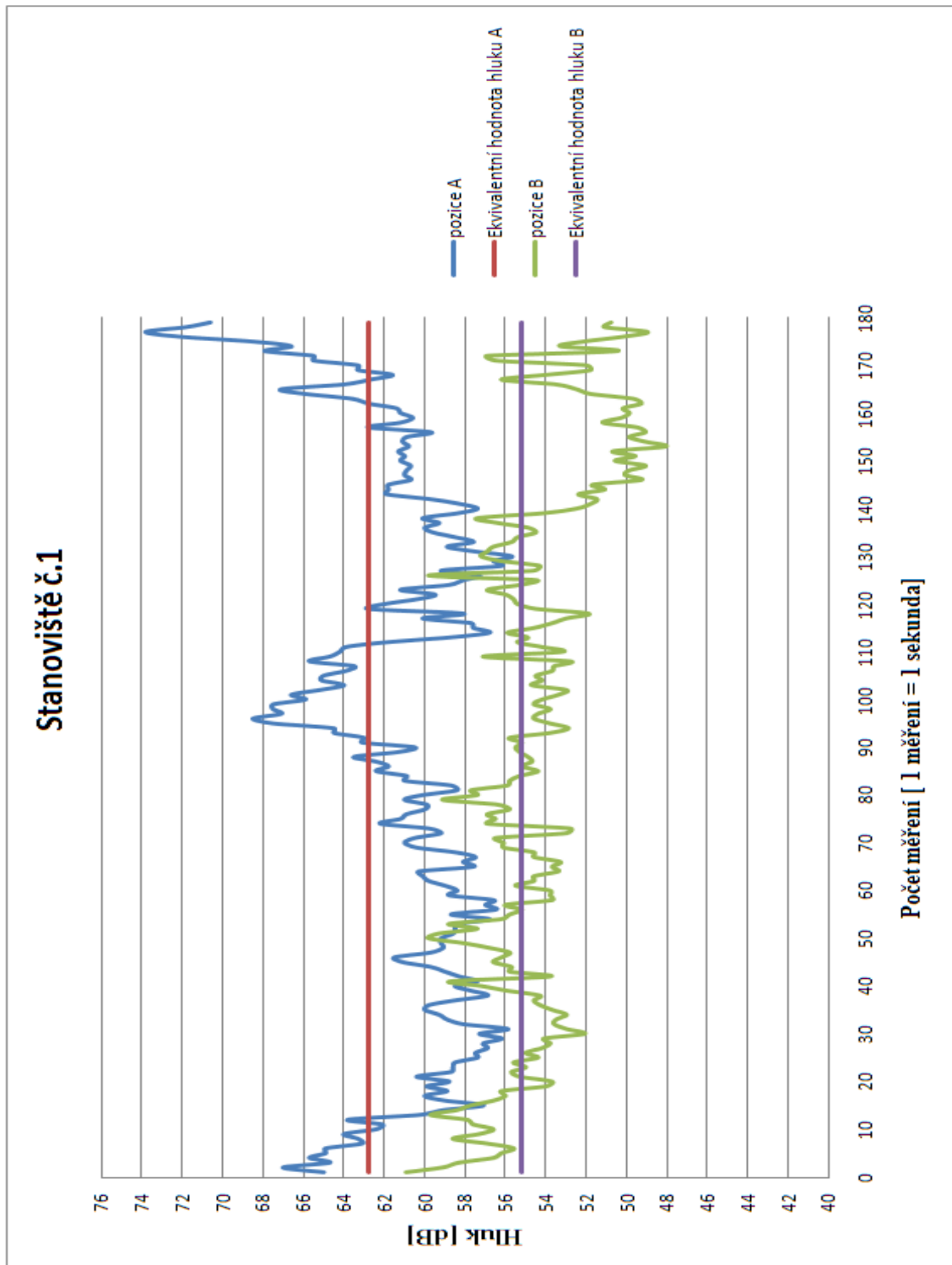
Pozice A: Měření probíhalo ve vzdálenosti sedmi metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 3:44:42 a ukončeno v čase 2:47:42. Minimální naměřená hodnota hluku činila 45,0 dB a maximální hodnota hluku činila 58,9 dB. Nejvyšší naměřené hladiny hluku byly způsobeny nakládáním beden na korbu nákladního automobilu, střední naměřený hluk byl způsoben především probíhajícími vyskladňováními haly (zvukové projevy chytaných brojlerů a klapající dopravník).

Pozice B: Měření probíhalo ve vzdálenosti jedenácti metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 3:48:09 a ukončeno v čase 3:51:09. Minimální naměřená hodnota hluku činila 44,7 dB a maximální hodnota hluku činila 55,9 dB. Zvýšené a střední hladiny hluku byly způsobeny stejnou příčinou jako na pozici A.

Výsledkem měření a následného výpočtu bylo zjištění, že v okolí haly nedochází k překročení normou stanovené hodnoty mezní přípustné ekvivalentní hladiny hluku, která je 85 dB [8]. Tudíž není nutné navrhnout jakákoliv opatření.

5.3 Měření – Záhorkov: etapa č.3

5.3.1 Graf – Záhorkov: stanoviště č.1



5.3.1.1 Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.1

	Hladina hluku [dB]			Délka měření [s]
	Minimální naměřená hodnota hluku	Ekvivalentní hodnota hluku	Maximální naměřená hodnota hluku	
Měření A	55,7	62,8	73,8	180
Měření B	48,1	55,2	69,9	

5.3.1.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.1

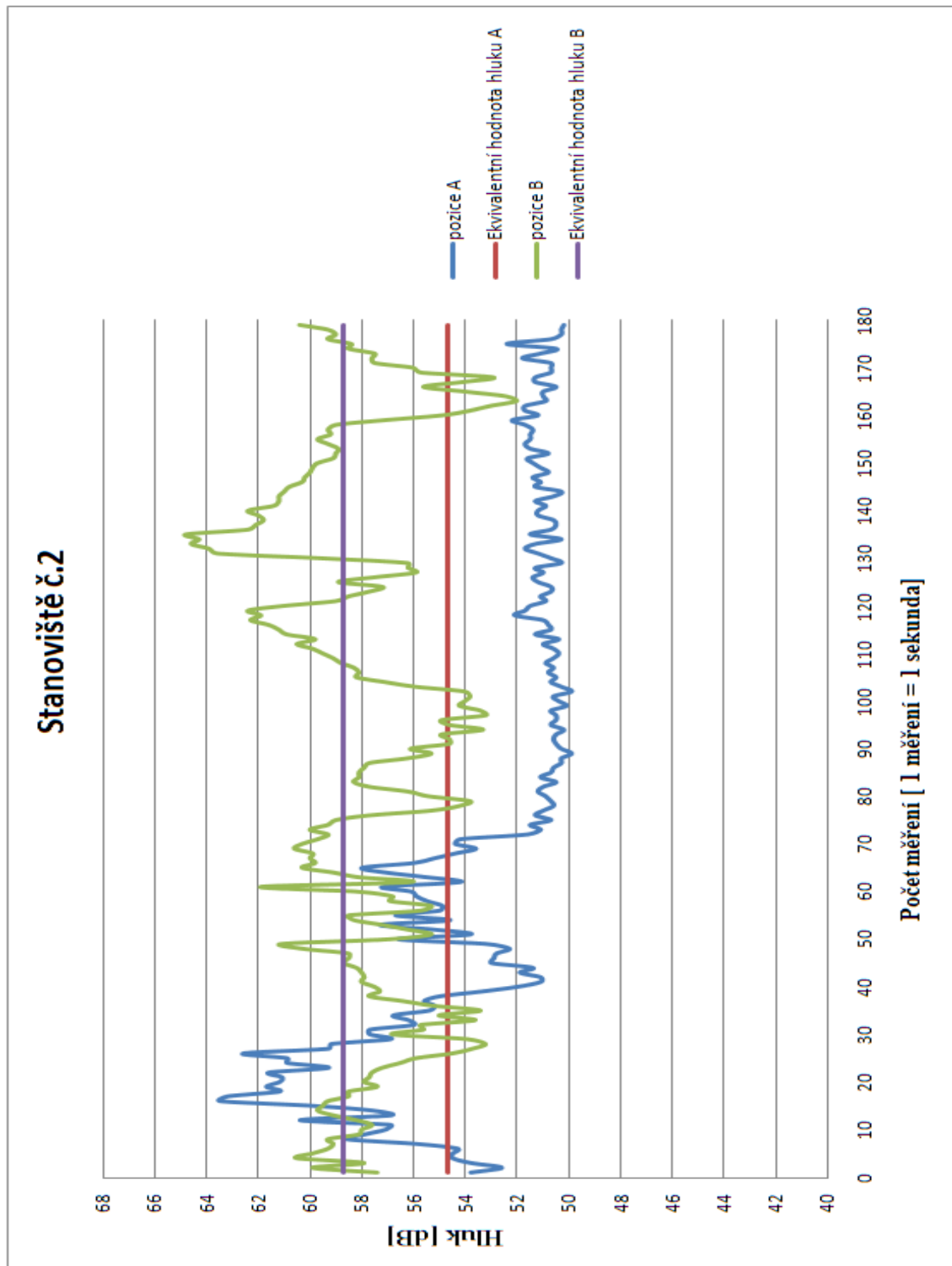
Stanoviště číslo jedna se nacházelo u hlavního vchodu na západní straně haly pro výkrm brojlerů. Místo stanoviště je patrné z výše uvedeného obrázku 4.3.3. Měření na stanovišti č.1 bylo provedeno na dvou pozicích. Na pozici A a na pozici B.

Pozice A: Měření probíhalo ve vzdálenosti sedmi metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 7:47:51 a ukončeno v čase 7:50:51. Minimální naměřená hodnota hluku činila 55,7 dB a maximální hodnota hluku činila 73,8 dB. Naměřená hodnota hluku byla způsobena pojezdem vyskladňovacím zařízením typu UNC. Jednotlivé výkyvy hluku byly způsobeny vzdalováním a přibližováním se daného zařízení k měřicímu přístroji.

Pozice B: Měření probíhalo ve vzdálenosti jedenácti metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 7:51:14 a ukončeno v čase 7:54:14. Minimální naměřená hodnota hluku činila 48,1 dB a maximální hodnota hluku činila 69,9 dB. Naměřená hodnota hluku odpovídala pojezdem vyskladňovacího zařízení jako v případě měření na pozici A.

Výsledkem měření a následného výpočtu bylo zjištění, že v okolí haly nedochází k překročení normou stanovené hodnoty mezní přípustné ekvivalentní hladiny hluku, která je 85 dB [8]. Tudiž není nutné navrhovat jakákoliv opatření.

5.3.2 Graf – Záhorkov: stanoviště č.2



5.3.2.1 Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.2

	Hladina hluku [dB]			Délka měření [s]
	Minimální naměřená hodnota hluku	Ekvivalentní hodnota hluku	Maximální naměřená hodnota hluku	
Měření A	49,9	54,7	70,2	180
Měření B	52,0	58,7	69,9	

5.3.2.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.2

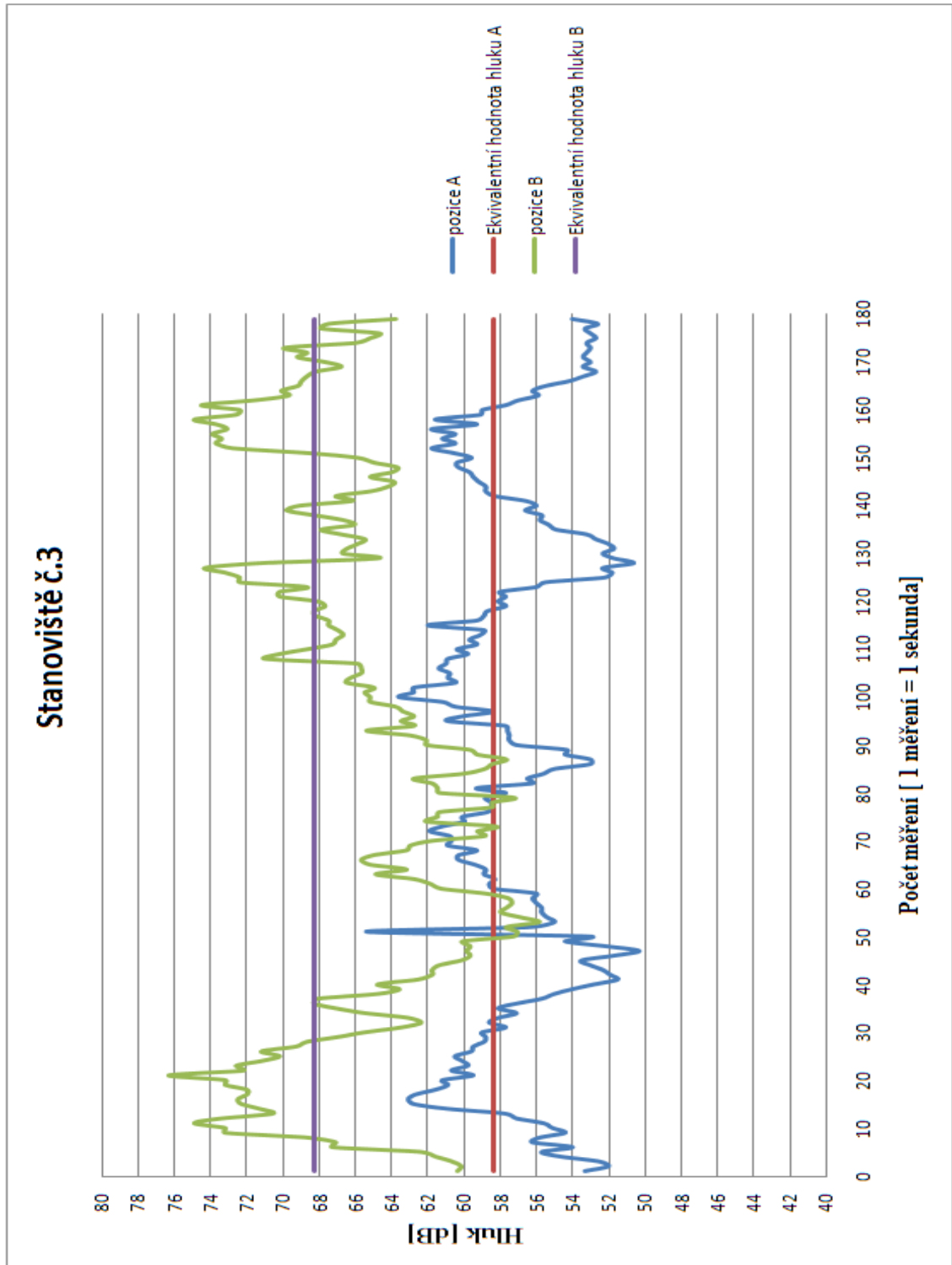
Stanoviště číslo dva se nacházelo na jižní straně haly pro výkrm brojlerů. Místo stanoviště je patrné z výše uvedeného obrázku 4.3.3. Měření na stanovišti č.2 bylo provedeno na dvou pozicích. Na pozici A a na pozici B.

Pozice A: Měření probíhalo ve vzdálenosti sedmi metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 8:00:40 a ukončeno v čase 8:03:40. Minimální naměřená hodnota hluku činila 49,9 dB a maximální hodnota hluku činila 70,2 dB. Naměřená hodnota hluku byla způsobena puštěným ventilátorem a pojezdem vyskladňovacího zařízení. V čase 8:01:05 došlo k snížení hluku z důvodu ukončení pracovní činnosti vyskladňovacího zařízení.

Pozice B: Měření probíhalo ve vzdálenosti jedenácti metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 8:08:01 a ukončeno v čase 8:11:01. Minimální naměřená hodnota hluku činila 52,0 dB a maximální hodnota hluku činila 69,9 dB. Naměřená hodnota hluku odpovídala běžícímu ventilátoru a pojezdu vyskladňovacího zařízení.

Výsledkem měření a následného výpočtu bylo zjištění, že v okolí haly nedochází k překročení normou stanovené hodnoty mezní přípustné ekvivalentní hladiny hluku, která je 85 dB [8]. Tudíž není nutné navrhovat jakákoliv opatření.

5.3.3 Graf – Záhorkov: stanoviště č.3



5.3.3.1 Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.3

	Hladina hluku [dB]			Délka měření [s]
	Minimální naměřená hodnota hluku	Ekvivalentní hodnota hluku	Maximální naměřená hodnota hluku	
Měření A	50,3	58,4	70,2	180
Měření B	55,9	68,3	76,3	

5.3.3.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.3

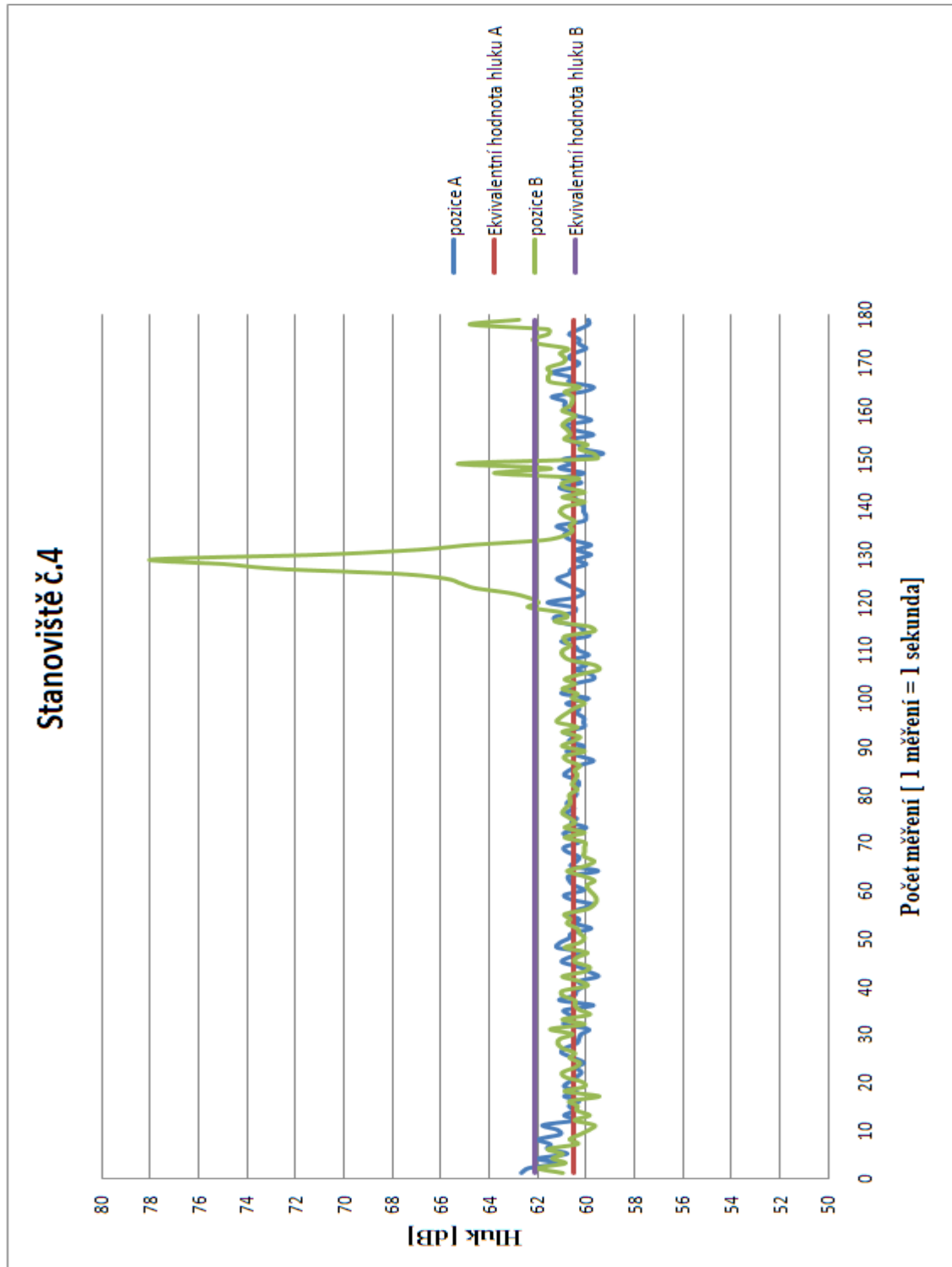
Stanoviště číslo tři se nacházelo u vedlejšího vchodu na východní straně haly pro výkrm brojlerů. Místo stanoviště je patrné z výše uvedeného obrázku 4.3.3. Měření na stanovišti č.3 bylo provedeno na dvou pozicích. Na pozici A a na pozici B.

Pozice A: Měření probíhalo ve vzdálenosti sedmi metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 8:11:24 a ukončeno v čase 8:14:24. Minimální naměřená hodnota hluku činila 50,3 dB a maximální hodnota hluku činila 70,2 dB. Naměřená hodnota hluku byla způsobena pouštěnými ventilátorem a pojezdem vyskladňovacího zařízení.

Pozice B: Měření probíhalo ve vzdálenosti jedenácti metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 8:15:30 a ukončeno v čase 8:18:30. Minimální naměřená hodnota hluku činila 55,9 dB a maximální hodnota hluku činila 76,3 dB. Naměřená hodnota hluku odpovídala běžícímu ventilátoru a pojezdu vyskladňovacího zařízení a nakládky na nákladní automobil.

Výsledkem měření a následného výpočtu bylo zjištění, že v okolí haly nedochází k překročení normou stanovené hodnoty mezní přípustné ekvivalentní hladiny hluku, která je 85 dB [8]. Tudíž není nutné navrhovat jakákoliv opatření.

5.3.4 Graf – Záhorkov: stanoviště č.4



5.3.4.1. Tabulka - Záhorkov: stanoviště č.4

	Hladina hluku [dB]			Délka měření [s]
	Minimální naměřená hodnota hluku	Ekvivalentní hodnota hluku	Maximální naměřená hodnota hluku	
Měření A	59,3	60,5	62,7	180
Měření B	59,5	62,1	77,9	

5.3.4.2 Popis měření - Záhorkov: stanoviště č.4

Stanoviště číslo čtyři se nacházelo na severní straně haly pro výkrm brojlerů. Místo stanoviště je patrné z výše uvedeného obrázku 4.3.3. Měření na stanovišti č.4 bylo provedeno na dvou pozicích. Na pozici A a na pozici B.

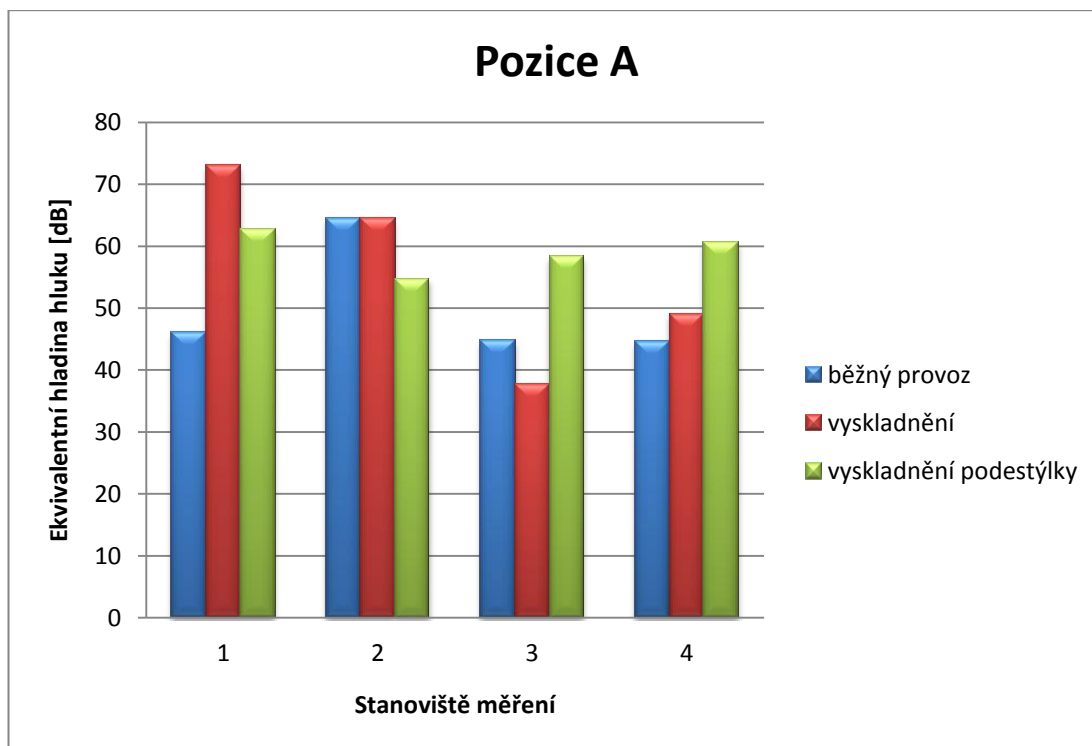
Pozice A: Měření probíhalo ve vzdálenosti sedmi metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 8:18:55 a ukončeno v čase 8:21:55. Minimální naměřená hodnota hluku činila 59,3 dB a maximální hodnota hluku činila 62,7 dB. Naměřený hluk byl způsoben běžícím motorem vyskladňovacího zařízení.

Pozice B: Měření probíhalo ve vzdálenosti jedenácti metrů od obvodové zdi haly. Měření bylo zahájeno v čase 8:23:57 a ukončeno v čase 8:26:57. Minimální naměřená hodnota hluku činila 59,5 dB a maximální hodnota hluku činila 77,9 dB. Naměřená hodnota hluku odpovídala běžícímu motoru vyskladňovacího zařízení. Náhlé zvýšení hluku v čase 8:26:02 zapříčinil průjezd nákladního automobilu.

Výsledkem měření a následného výpočtu bylo zjištění, že v okolí haly nedochází k překročení normou stanovené hodnoty mezní přípustné ekvivalentní hladiny hluku, která je 85 dB [8]. Tudiž není nutné navrhovat jakákoliv opatření.

5.4 Grafické porovnání vypočítaných hodnot ekvivalentních hladin hluku

5.4.1 Graf- Záhorkov: pozice A



5.4.1.1 Popis grafického porovnání vypočítaných hodnot

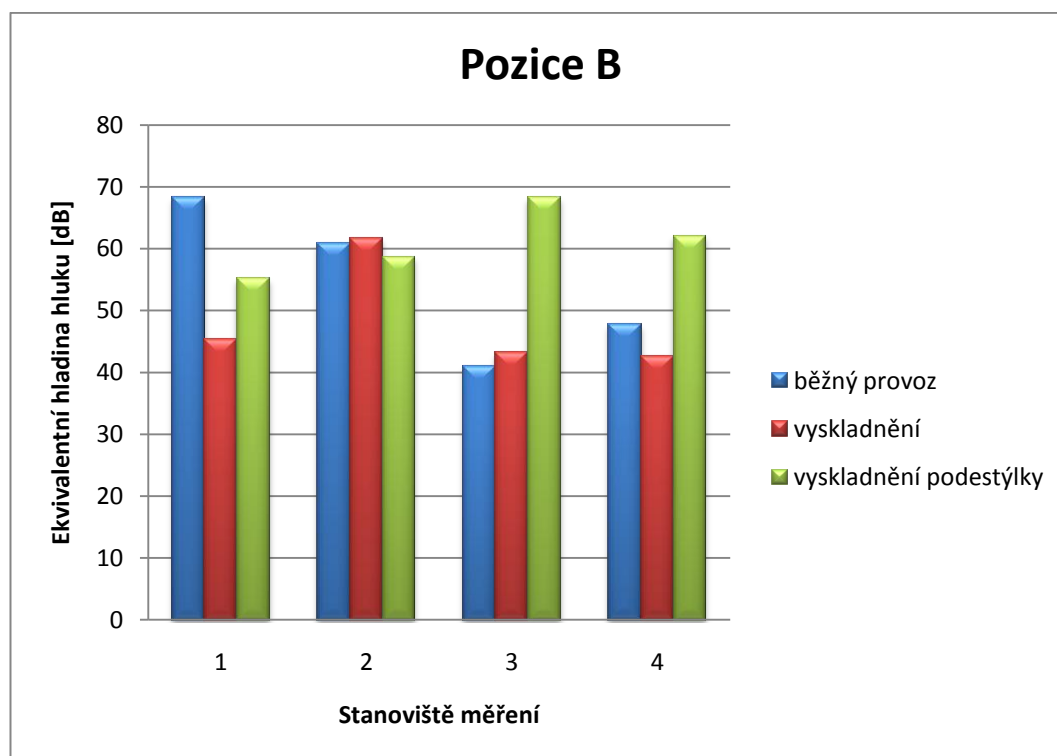
Výše uvedený graf byl vytvořen z jednotlivých ekvivalentních hladin hluku vypočítaných z naměřených hodnot hluku na jednotlivých stanovištích. Pozice těchto stanovišť je patrná z obrázků 4.3.1, 4.3.2 a 4.3.3. Stanoviště č.1 se nacházelo u hlavního vchodu do haly, stanoviště č.2 se nacházelo na straně haly, kde jsou umístěny ventilátory, stanoviště č.3 se nacházelo u zadního vchodu do haly a stanoviště č.4 se nacházelo na straně haly, kde jsou umístěny přísavající klapky. Pozice A znamená, že měření byla prováděna ve vzdálenosti sedmi metrů od obvodového zdiva haly.

Z grafu je patrné, že nejvyšší ekvivalentní hladiny hluku bylo dosaženo na stanovišti číslo jedna při procesu vyskladňování brojlerů. Je to z důvodů, že před hlukoměrem stál nákladní automobil, do jehož útroby byly nakládány přepravní bedny s nacytanými brojlery. Různými nárazy při tomto procesu docházelo k zvýšení hlukové zátěže. Nejnižší ekvivalentní hladina hluku byla vypočítána také při procesu vyskladňování brojlerů. Toto zjištění lze odůvodnit tím, že stanoviště číslo tři bylo nejvíce vzdáleno od zdroje hluku, kterým byl v danou chvíli nakládán nákladní automobil. Z tabulky 5.4.1 je patrné, že průměrně nejvyšších ekvivalentních hladin hluku bylo dosaženo na stanovišti č.2, a to z důvodu, že toto stanoviště se nacházelo na straně budovy, kdy byly umístěny ventilátory. Naopak průměrně nejnižších ekvivalentních hladin hluku bylo dosaženo na stanovišti č.3, a to z důvodu, že toto stanoviště se nacházelo u zadního vchodu do haly a tím pádem v největším odstupu od zdrojů hluku.

5.4.1 Tabulka- průměrné ekvivalentní hladiny hluku na jednotlivých stanovištích

Stanoviště	Průměrná hodnota ekvivalentní hladiny hluku v závislosti na pozici stanoviště [dB]
č.1	60,87
č.2	61,23
č.3	46,97
č.4	51,40

5.4.2 Graf- Záhorkov: pozice B



5.4.2.1 Popis grafického porovnání vypočítaných hodnot

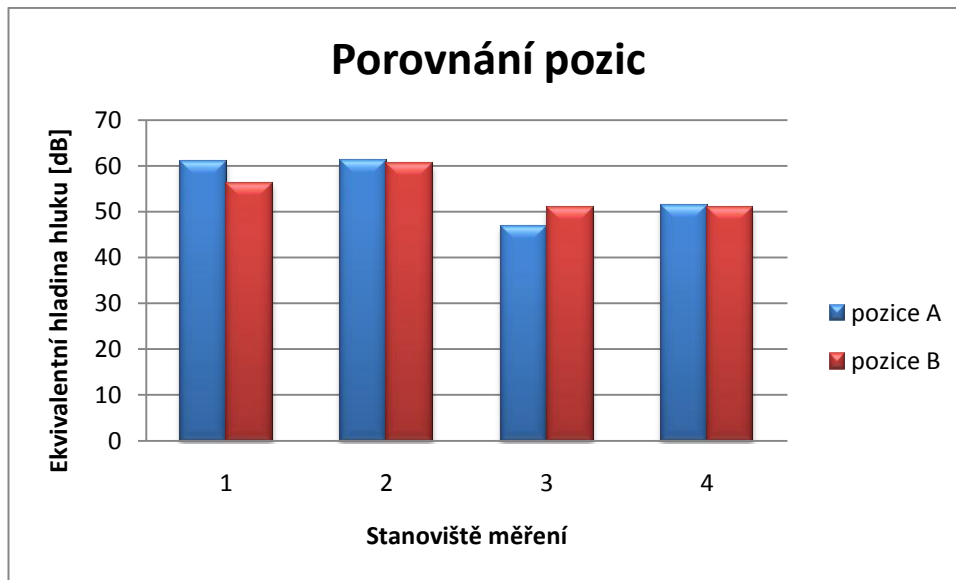
Výše uvedený graf byl vytvořen z jednotlivých ekvivalentních hladin hluku vypočítaných z naměřených hodnot hluku na jednotlivých stanovištích. Pozice těchto stanovišť je patrná z obrázků 4.3.1, 4.3.2 a 4.3.3. Stanoviště č.1 se nacházelo u hlavního vchodu do haly, stanoviště č.2 se nacházelo na straně haly, kde jsou umístěny ventilátory, stanoviště č.3 se nacházelo u zadního vchodu do haly a stanoviště č.4 se nacházelo na straně haly, kde jsou umístěny přísávající klapky. Pozice B znamená, že měření byla prováděna ve vzdálenosti jedenácti metrů od obvodového zdiva haly.

Z grafu je patrné, že nejvyšší ekvivalentní hladiny hluku bylo dosaženo na stanovišti číslo tři při procesu vyskladňování podestýlky. Je to z důvodů, že vrata do haly byla otevřena a v jejich blízkosti se pohybovalo smykem řízené nakládací zařízení. Nejnižší ekvivalentní hladina hluku byla vypočítána při běžném provozu. Toto zjištění lze odůvodnit tím, že stanoviště číslo tři bylo nejvíce vzdáleno od zdrojů hluku, kterými byly v danou chvíli zapnuté ventilátory. Z tabulky 5.4.2 je patrné, že průměrně nejvyšších ekvivalentních hladin hluku bylo dosaženo na stanovišti č.2, a to z důvodu, že toto stanoviště se nacházelo na straně budovy, kde byly umístěny ventilátory. Naopak průměrně nejnižších ekvivalentních hladin hluku bylo dosaženo na stanovišti č.3, a to z důvodu, že toto stanoviště se nacházelo u zadního vchodu do haly a tím pádem v největším odstupu od zdrojů hluku.

5.4.2 Tabulka- průměrné ekvivalentní hladiny hluku na jednotlivých stanovištích

Stanoviště	Průměrná hodnota ekvivalentní hladiny hluku v závislosti na pozici stanoviště [dB]
č.1	56,30
č.2	60,40
č.3	50,80
č.4	50,83

5.4.3 Graf - Záhorkov: porovnání měření na pozici A a na pozici B



5.4.3.1 Popis grafického porovnání pozice A a pozice B

Z výše uvedeného grafu je patrné, že ve vzdálenosti sedmi metrů (tj. pozice A) od haly je ekvivalentní hladina hluku vyšší, než ekvivalentní hladina hluku ve vzdálenosti jedenácti metrů, tj. pozice B. Zajímavou výjimkou je stanoviště číslo tři, kde je tomu naopak. Tento případ lze vysvětlit tím, že při měření na pozici A bylo měřicí zařízení blíže k budově. Tudiž zde bylo více chráněno samotnou budovou před hlukem šířícím se z ventilátorů sousední budovy. Pozice B byla už v takové vzdálenosti od budovy, že nebyla konstrukcí haly od tohoto hluku chráněna, proto zde byly naměřeny vyšší hodnoty hluku.

Závěrem lze konstatovat, že díky více halám v areálu farmy jsou rozdíly mezi danými pozicemi minimální. To je z důvodu, že při vlastním měření hluku byly zachytávány měřicím zařízením i zvuky šířící se z okolních hal. Kdyby stála hala osamoceně, byly by tyto rozdíly patrnější.

6. Závěr

Tato bakalářská práce na téma „ Hluková zátěž v okolí farem pro odchov brojlerů“ měla za cíl pomocí měření hluku v okolí farmy při různých pracovních operacích vyhodnotit hlukové zatížení v nejbližším okolí výkrmových hal. Vyhodnocení probíhalo výpočtem ekvivalentních hladin akustického tlaku z dílčích naměřených hodnot a porovnáním tohoto výpočtu s legislativou platnou v České republice.

Z výše uvedených grafů a z jednotlivých dílčích výpočtů je patrné, že na farmě nedochází k překračování legislativou stanovené hranice hluku pro venkovní pracovní prostředí 85 dB [8]. Ve velmi vzácných případech, kdy došlo k překročení této hranice, se jednalo pouze o nahodilé zvuky vzniklé z důvodů uvedených v metodickém postupu. Z práce tedy vyplývá, že obsluha ani v blízkosti hal se pohybující osoby nejsou ohroženy nadlimitním hlukovým zatížením. Z tohoto důvodu není zapotřebí navrhovat opatření pro snížení hladiny hluku.

7. Přílohy

7.1 Fotogalerie

Obrázek 7.1.1 Zimní pohled na haly se zásobníky krmiva v areálu farmy



Obrázek 7.1.2 Zrekonstruovaná hala v areálu farmy



Obrázek 7.1.3 Řídící počítač s GSM terminálem v jedné z hal



Obrázek 7.1.4 Záložní zdroj elektrické energie



Obrázek 7.1.5 Topné těleso



Obrázek 7.1.6 Vyčištěná hala připravená pro nastýlání podestýlky



Obrázek 7.1.7 Připravená hala pro naskladnění brojlerů



Obrázek 7.1.8 Čerstvě naskladněná kuřátka



8. Seznam použité literatury

- [1] HERMANOVÁ, Hanka . *Ekolist.cz* [online]. 23.1.2008 [cit. 2011-03-13]. Proti hluku, proti zvěři. Dostupné z WWW: <<http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/proti-hluku-proti-zveri>>.
- [2] MAKOVÍNI, Pavel. *Rizikový faktor: hluk*. [online]. aktualizace: 14. 5. 2003 [cit. 5. 6.2006].54 Dostupné z WWW: < <http://www.muzikus.cz/pro-muzikanty-clanky/Rizikovyfaktor-hluk-tema-mesice~14~kveten~2003/>>
- [3] BERNAT, Petr; ZACHARSKI, Konrad. *Akustika, vznik a šíření zvuku...* [online]. 2001 [cit. 2011-03-13]. Akustika, vznik a šíření zvuku, frekvenční analýza a syntéza, sluchový vjem zvukového signálu. Dostupné z WWW: <http://homen.vsb.cz/~ber30/texty/varhany/anatomie/pistaly_akustika.htm>.
- [4] LEPIL, Oldřich ; BEDNAŘÍK, Milan; HÝBLOVÁ, Radmila . *Fyzika pro střední školy*. Praha : Prometheus, 2003. 311 s. ISBN 80-7196-185-X.
- [5] LEPIL, Oldřich. *Fyzika pro gymnázia : Mechanické kmitání a vlnění*. Praha : Prometheus, 2010. 132 s. ISBN 978-80-7196-387-5.
- [6] Hluk. In *Web o zvuku* [online]. [s.l.] : [s.n.], 1999 [cit. 2011-03-25]. Dostupné z WWW: <<http://zvuk.chytry.cz/hluk.php>>.
- [7] *Szu.cz* [online]. Kolektiv pracovníků SZÚ, 2000 [cit. 2011-03-13]. Zdroje hluku a jeho měření. Dostupné z WWW: <<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/zdroje-hluku-a-jeho-mereni>>.
- [8] Česká republika. Nařízení č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2006, částka 51, s. 1842.
- [9] Decibel. In *Navajo* [online]. [s.l.] : [s.n.], 1999 [cit. 2011-03-25]. Dostupné z WWW: <<http://decibel.navajo.cz/>>.
- [10] *Ecophon.com* [online]. c2002-2009 [cit. 2011-03-13]. Akustický tlak a decibely. Dostupné z WWW: <<http://www.ecophon.com/cz/Akustika/Uivatel/Akustikazvuk-e-a-slyitelnost/Akusticky-tlak-a-decibely/>>.
- [10] MADVEDCOVÁ, Ivana. *Greif.cz* [online]. 23.2.2009 [cit. 2011-03-13]. Základy akustiky. Dostupné z WWW: <<http://www.greif.cz/download/its075-zaklady-akustiky-prirucka-pro-zacatecniky.pdf>>.
- [12] PLISKA, Vojtěch ; HLAVIČKA, Alois; KUBÍČEK, Zbyněk. *Přehled nejdůležitějších fyzikálních veličin a jednotek*. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1966. 82 s. ISBN 17-210-66.

- [13] SMETANA, Ctirad, et al. *Hluk a vibrace : Měření a hodnocení*. 1.vydání. Praha : Sdělovací technika, 1998. 188 s. ISBN 80-901936-2-5.
- [14] HÁLA, Bohuslav; SOVÁK, Miloš. Hlas, řeč, sluch : Základy fonetiky a logopedie. čtvrté, přepracované a doplněné vydání. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1962. 327 s. ISBN 16-901-62.
- [15] *Eps.cz* [online]. c2007 [cit. 2011-03-13]. Vliv hluku na zdraví. Dostupné z WWW: <<http://hluk.eps.cz/hluk/vliv-hluku-na-zdravi/>>.
- [16] LEVARIE, Siegmund. *Www.jstor.org* [online].The University of Chicago Press, 1977 [cit. 2011-03-25]. Noise. Dostupné z WWW: <<http://www.jstor.org/pss/1343040>>.
- [17] LIBERKO, Miloš. *Hluk v prostředí: problematika a řešení*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2004. 25 s.
- [18] SMRČKOVÁ, Lea. *Iabc.cz* [online]. 5.3.2001 [cit. 2011-03-13]. Život bez ticha. Dostupné z WWW: <<http://abc.blesk.cz/clanek/casopis-abc/1791/zivot-bez-ticha.html>>.
- [19] *Agency.osha.eu.int* [online]. 2005 [cit. 2011-03-25]. Snižování hluku a protihluková opatření. Dostupné z WWW: <<http://osha.europa.eu/cs/publications/factsheets/58>>.
- [20] ANDRT, Miroslav. *Technika technologie v živočišné produkci*. Praha : Reprografické studio PEF ČZU v Praze, 2006. 96 s. ISBN 80-86579-13-1.