

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: 4101T013 Zemědělské inženýrství – Prvovýroba

Katedra: Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vliv způsobu nakládání krmiva do krmného míchacího  
vozu na životní prostředí**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Marie Šístková, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Miroslav Pulkrab

České Budějovice, 2017

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno: Bc. Pulkrab Miroslav (2. Zemin)

Název: Vliv způsobu nakládání krmiva do krmného míchacího vozu na životní prostředí

V literární rešerši práce se zaměřte na:

Krmné linky v chovu skotu, jejich rozdělení, použití a vývoj

Vývoj krmných vozů z hlediska konstrukčního uspořádání

Hluk a zdroje hluku u prostředků používaných ke krmení v chovech skotu

Hlukové hygienické limity

V praktické části práce proveďte:

V zemědělských provozech výběr strojů používaných pro nejméně dva způsoby nakládání krmiva do krmného míchacího vozu (MKV), tzn. jeden způsob, kdy je nakládací (vybírací) zařízení součástí MKV (např. vybírací fréza) a druhý způsob, kdy je krmivo nakládáno zařízením umístěným na jiném energetickém prostředku (např. drapák nakladače)

Měření hladin akustického tlaku  $L_{pA}$  ve vybrané vzdálenosti (podle možnosti) od těchto vybraných strojů při nakládání krmiva do míchací vany MKV

Měření hladin akustického tlaku  $L_{pA}$  na pracovním místě obsluhy těchto vybraných strojů při nakládání krmiva do míchací vany MKV

Z naměřených hladin akustického tlaku výpočet ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $L_{Aeq,T}$  a určení  $L_{pAmin}$  a  $L_{pAmax}$

Vyhodnocení způsobu nakládání z hlediska hlukové zátěže okolního prostředí

Vyhodnocení způsobu nakládání z hlediska hlukové zátěže obsluhy na pracovním místě

Porovnání zjištěných ekvivalentních hladin s přípustnými hygienickými limity a případný návrh opatření ke zlepšení stavu

Doporučená literatura:

Günther–Hansen–Veit. Technische Akustik. Expert Verlag. Esslingen, 2008.

ANDRT, M. Technika a technologie pro chov zvířat. Reprografické studio PEF ČZU Praha, 2011.

Gálik, R. a kol. Technika pre chov zvierat. SPU Nitra, 2015.

JAVOREK, F. Technologie krmení a zastýlání. Mechanizace zemědělství. Ročník LXII, 2013(9).

Nový R. *Hluk a chvění*. Vydavatelství ČVUT, Praha, 2009.

VEGRICHT, J., ŠIMON, J. 2012. Inovace v oblasti míchacích krmných vozů. Mechanizace zemědělství. Ročník LXI, 2012(11).

Příkryl M.: Technologická zařízení staveb živočišné výroby. Nakladatelství TEMPO PRESS, Praha, 1997.

ČSN ISO 9612 *Akustika – směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2000.

Sbírka zákonů č. 272 / 2011, částka 97. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Katalogy krmných míchacích vozů.

### **Prohlášení:**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum: 15. 4. 2017

Podpis studenta:

## **Poděkování:**

Poděkování patří paní Ing. Marii Šístkové, CSc. za její cenné rady při vedení mé diplomové práce a také zaměstnancům Agrodružstva Počátky, kteří mi umožnili získat údaje pro mou práci.

**Abstrakt:**

Cílem diplomové práce je zjištění vlivu způsobu nakládání krmiva do míchacího krmného vozu na životní prostředí. Pro pozorování byly vybrány dva typy nakládacího zařízení ve vybraném zemědělském podniku. První část práce se zabývá stroji a zařízeními pro krmení skotu. Dále pak zdroji, rozdělením a účinky hluku. V druhé části je popsána metodika měření hluku, charakteristika pozorovaných míchacích krmných vozů a grafické vyjádření naměřených hodnot. Závěr práce pojednává a porovnání naměřených hodnot a zhodnocení dané problematiky.

**Klíčová slova:** hluk, účinek hluku, míchací krmný vůz

**Abstract:**

This thesis aims to determine the effect of methods of loading feed to the mixer feeder wagon on the environment. Two types of loading devices were chosen for observation in the selected agricultural enterprise. The first part of this thesis deals with machines and equipment for feeding of cattle as well as sources, division and effects of noise. In the second part there is described the methodology of measuring noise, characteristics of observed mixer feeder wagons and graphical representation of measured values. The conclusion of this thesis deals with comparison of the measured values and evaluation of this issue.

**Keywords:** noise, effect of noise, the mixing feeding wagon

## Obsah

1	ÚVOD .....	- 9 -
2	STROJE A ZAŘÍZENÍ PRO KRMENÍ SKOTU .....	- 10 -
2.1	Mobilní krmná zařízení .....	- 11 -
2.3.1	Dávkovací krmné vozy .....	- 11 -
2.3.2	Míchací krmné vozy .....	- 12 -
2.3.2.1	Podvozky MKV .....	- 14 -
2.3.2.2	Nakládací ústrojí .....	- 15 -
2.3.2.3	Vážicí zařízení .....	- 17 -
2.3.2.4	Receptury krmných dávek a kontrola nakládání složek TMR .....	- 18 -
2.3.2.5	Míchací a řezací ústrojí .....	- 19 -
2.3.2.6	Vykládací (dávkovací) ústrojí .....	- 23 -
2.3.3	Zásady zakrmování míchacím krmným vozem .....	- 24 -
2.3.4	Shrnutí MKV .....	- 25 -
3	HLUK .....	- 26 -
3.1	Definice hluku .....	- 26 -
3.2	Rozdělení hluku .....	- 27 -
3.3	Zdroje hluku .....	- 27 -
3.3.1	Hlavní zdroje hluku .....	- 27 -
3.3.2	Hlavní zdroje hluku u traktorů a míchacích krmných vozů .....	- 27 -
3.3.2.1	Hluk motoru a kompresoru .....	- 28 -
3.3.2.2	Hluk ozubených převodů a převodových skříní .....	- 29 -
3.3.2.3	Hluk hydraulických čerpadel .....	- 30 -
3.3.2.4	Hluk valivých ložisek .....	- 31 -
3.3.2.5	Hluk ventilátoru .....	- 32 -

3.3.2.6 Hluk od pneumatik.....	- 32 -
3.4 Účinky hluku na člověka.....	- 33 -
3.5 Metody snižování hluku.....	- 34 -
4 METODIKA MĚŘENÍ.....	- 38 -
5 CHARAKTERISTIKA MĚŘENÝCH AGREGACÍ.....	- 41 -
5.1 Storti HUSKY DS 120 v agregaci se Steyrem 4115 MULTI.....	- 41 -
5.2 Storti Labrador 90 v agregaci se Zetorem 8211.....	- 42 -
5.3 Drapákový nakladač UNHZ 500 v agregaci se Zetorem 5011.....	- 43 -
6 NAMĚŘENÉ HODNOTY HLUKU PŘI NAKLÁDÁNÍ KRMIVA.....	- 44 -
6.1 Hluk při nakládání vybírací frézou MKV HUSKY DS 120.....	- 44 -
6.2 Hluk při nakládání vybírací frézou MKV LABRADOR 90.....	- 46 -
6.3 Hluk při nakládání drapákovým nakladačem UNHZ 500.....	- 48 -
6.4 Hlukové pozadí v silážních žlabech.....	- 50 -
7 EKVIVALENTNÍ HLADINA AKUSTICKÉHO TLAKU A.....	- 51 -
7.1 Výpočty.....	- 52 -
8 VÝSLEDKY A DISKUZE.....	- 54 -
9 ZÁVĚR.....	- 58 -
10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	- 60 -



# 1 ÚVOD

Míchací krmné vozy (MKV) jsou již mnoho let významnými pomocníky při krmení skotu. Ulehčují, zrychlují a zpřesňují dávkování krmiva i práci obsluhy. Jsou vybaveny sofistikovanou elektronikou zjednodušující ovládání MKV. Nejdůležitější součástí vybavení je vestavěné vážicí zařízení, které slouží k přesnému naložení různých komponent krmné dávky.

Tyto vozy jsou stále na vzestupu, a to jak návěsné, tak i samojízdné. Nejčastěji jsou k vidění vozy, které využívají k nakládce krmiva vybírací rotační frézu umístěnou v zadní části (návěsné MKV) nebo v přední části vedle kabiny obsluhy (samojízdné MKV). I když tyto frézy prodělaly vývoj v konstrukci, kvalitě použitých materiálů i uložení hřídele, jsou stále zdrojem nejvyšší úrovně hluku. Navzdory této nevýhodě jsou, dle mého názoru, jedinou budoucností MKV. Jak je uvedeno podrobněji dále v této práci, mají sice vyšší hlučnost oproti jiným vybíracím zařízením, ale na druhou stranu poskytují významné výhody. Jednou z nich je ta, že při nakládce není potřeba externího nakladače, při jehož použití se snižuje komfort obsluhy, prodlužuje se doba potřebná k naložení, zvyšuje se spotřeba PHM kvůli potřebě dvou současně běžících pohonných agregátů a v poslední řadě jsou tímto způsobem navýšeny i emise výfukových plynů vstupujících do ovzduší. Největší výhodou podle mého názoru je, že není narušena stěna krmiva v silážním / senážním žlabu po odfrézování požadované dávky, čímž se výrazně zamezí následujícímu zaplísnění a znehodnocení krmné hmoty.

## 2 STROJE A ZAŘÍZENÍ PRO KRMENÍ SKOTU

Krmení je technologický proces, kterým dodáváme krmivo o určeném množství v daný čas na dané místo.

### Požadavky na krmení:

- Zakládání krmiva pro jednu skupinu zvířat do 20 minut
- Krmivo zakládat pravidelně ve správný čas s maximální odchylkou 15 minut
- Denní krmnou dávku podávat minimálně dvakrát denně
- Musí být zajištěna dostatečná doba pro příjem krmiva zvířaty
- Důležitá je i skladba a vyrovnanost krmných dávek

(Vávra, 2013)

### Systémy krmení pro skot můžeme rozdělit do 3 skupin:

- 1) *Krmná dávka tradičního typu* = každé krmivo se zakládá postupně samostatně do žlabu
- 2) *Směsná krmná dávka* = objemová + většina jadrných krmiv; menší množství jádra se zkrmuje individuálně v dojárnách nebo na stání
- 3) *Komplexní krmná dávka* = všechna krmiva jsou dokonale promíchána (směsné krmné dávky, siláže, seno, sláma, zelená píče...)

(Vávra, 2013)

### Rozdělení strojů a zařízení pro krmení skotu:

- 1) Stacionární krmná zařízení
- 2) Zařízení pro dávkování jadrných krmiv
- 3) Mobilní krmná zařízení

(Andrt, 2011)

Podrobněji budou dále popsána pouze mobilní krmná zařízení, neboť ta jsou podstatou této práce.

## **2.1 Mobilní krmná zařízení**

Tyto vozy můžeme rozdělit na krmné vozy, které slouží pouze k dopravě a zakládání krmiva – dávkovací krmné vozy – a míchací krmné vozy (MKV), které se na našem trhu objevily v devadesátých letech minulého století. Hlavním předpokladem MKV je příprava homogenní krmné směsi a její dopravení do krmných prostor co nejrychleji z důvodu ztráty druhotnou fermentací. Míchací krmné vozy by měly zajistit nejen promísení krmiv a jejich rovnoměrné dávkování, ale i naložení jednotlivých složek krmiv přímo z příslušných skladů. (Syrový, 2008)

### **2.3.1 Dávkovací krmné vozy**

Tyto vozy jsou určeny k přepravě krmiv a jejich zakládání do krmných prostor. Vozy jsou nejčastěji přívěsné nebo návěsné, občas se vyskytují v samojízdném provedení nebo jako nástavby na podvozcích nákladních automobilů. Jejich ložný objem nejčastěji bývá 10 až 12 m<sup>3</sup> což postačuje pro 100 dojnic. Zvětšování ložného objemu je omezeno průjezdným profilem krmné chodby.

Z důvodu lepšího sledování průběhu zakládání krmiva řidičem jsou dávkovací válce umístěny v přední části vozu. U sběracích krmných návěsů jsou dávkovací válce umístěny v zadní části.

Konstrukční řešení dávkovacích válců podstatně ovlivňuje použitelnost návěsu pro různé druhy objemných krmiv. Dávkovací bubny lištové s prsty se hodí pouze pro objemná krmiva krátce pořezaná sklízecími nebo sběracími rezačkami. Dávkovací válce velkých průměrů s frézovacími noži na obvodu jsou vhodné i pro objemná krmiva dlouze pořezaná sběracími návěsy. Pod dávkovacími válci je umístěn pásový nebo hrabicový dopravník, který zakládá krmivo do krmného žlabu na jednu nebo obě strany. (Syrový, 2008)



Obrázek 1 Dávkovací krmný vůz

Zdroj: [http://www.agrozetshop.cz/fotocache/bigorig/Kamzik\\_Standard.jpg](http://www.agrozetshop.cz/fotocache/bigorig/Kamzik_Standard.jpg)

### 2.3.2 Míchací krmné vozy

#### Základní rozdělení MKV:

- Dle konstrukce podvozku
  - Nesené na ramenech hydrauliky traktoru
  - Návěsné
  - Samojízdné
  
- Dle způsobu plnění ložného prostoru
  - S vlastním nakládacím zařízením
  - Bez vlastního nakládacího zařízení
  
- Dle konstrukce míchacího ústrojí
  - S horizontálním míchacím ústrojím
  - S vertikálním míchacím ústrojím



Obrázek 2 Samojízdný míchací krmný vůz s vertikálně uloženými míchacími šneky

Zdroj: [http://www.agrico-sro.cz/files/mod\\_eshop/produkty/full/796.jpg](http://www.agrico-sro.cz/files/mod_eshop/produkty/full/796.jpg)

Základním principem MKV je příprava směsné krmné dávky, tzv. TMR neboli Total Mix Ratio, a to z několika druhů komponentů objemných krmiv spolu s krmivy jadernými či energetickými. V našich podmínkách se setkáváme jak s taženými modely, tak s modely samojízdnyými a někteří dodavatelé nabízejí i nástavbová provedení pro šasi nákladních automobilů. Rovněž existují provedení určená pro agregaci s podvozky kamionových návěsů nebo míchací vany montované coby stacionární míchací zařízení. (Javorek, 2016) Podvozky, vážící zařízení, vybírací zařízení, podvozky, míchací zařízení atd. budou podrobněji popsány dále.



Obrázek 3 Návěsný míchací krmný vůz s horizontálně uloženými míchacími šneky

Zdroj: autor

### 2.3.2.1 Podvozky MKV

Krmné vozy musí být spolehlivé, neboť jsou nasazeny po celý rok při každodenním využívání. Dále je u nich důležitá jejich manévrovatelnost, snadnost ovládání a regulace pracovních ústrojí a neméně důležitá i pohoda pracovního prostředí obsluhy. Výše uvedené parametry ovlivňuje konstrukce podvozku.

U návěsných MKV jednonápravové pojezdové ústrojí převládá. Vozy s větším objemem ložného prostoru pro větší přepravní vzdálenosti a rychlosti se vybavují dvou – i třinápravovým odpruženým provedením. Tyto vozy mají veškeré příslušenství dovolující provoz po veřejných komunikacích (brzdový systém, osvětlení atd.). K tažnému prostředku se připojují pomocí výškově nastavitelné oje a opěry ovládané hydraulicky. Pohon pracovního ústrojí je zajišťován vývodovým hřídelem traktoru, kterým jsou poháněny zpravidla dva hydrogenerátory vestavěny do rámu vozu. Ovládání je pomocí elektromagnetických rozvaděčů umístěných v dosahu řidiče. Nejvíce jsou používána návěsná provedení s objemem korby od 5 do 45 m<sup>3</sup>.

Nesené stroje mají opodstatnění pro nejmenší farmy nebo jako rozebírače balíků. Jejich objem se pohybuje v rozmezí 0,5 až 3 m<sup>3</sup>. Stále více se rozšiřují samojízdné míchací krmné vozy, a to hlavně pro jejich pracovní komfort. Ložné objemy se pohybují od 10 do 25 m<sup>3</sup>. (Syrový, 2008)

Tažené provedení se na náš trh dostalo jako první a jeho nespornou výhodou je jeho nízká pořizovací cena. Ovšem je k němu zapotřebí pořídit i traktor. Provozní nevýhodou taženého provedení je bezesporu nižší výkonnost při nakládání. Vybírací zařízení je v zadní části vozu, na stěnu senáže či siláže se musí přesně nacouávat, nebo je nakládání prováděno externě. Mnohem operativnější je proto použití vozu samojízdného. Ten bývá nejčastěji vybaven vybírací frézou v přední části, frézované krmivo putuje na dopravník a po něm do míchacího vozu. Nakládání jakýchkoliv rostlinných materiálů ze silážních jam, hromad volně loženého sena, slámy či ze senážních vaků není problém. Díky umístění frézy v přední části má řidič dokonalý přehled o nakládce krmiva a je tudíž při práci výkonnější. Z pohledu konstrukce náprav se vyskytují čtyř-, ale i tříkolová provedení (má vynikající manévrovací schopnosti) a poháněna bývají kola jedné či obou náprav (což je výhodnější v zimě při vyjíždění příkrých nájezdů silážních jam). (Stehno, 2015)

### 2.3.2.2 Nakládací ústrojí

Nakládání krmiv je realizováno čelním nebo jeřábovým nakladačem nebo vlastním nakládacím zařízením. Řešení nakládky je podřízeno:

- Tvaru a velikosti (zejména výšce) nástavby vozu
- Typu míchacího ústrojí
- Stavebnímu provedení skladů a průjezdným profilům dopravních cest farmy
- Vlastnostem vyskladňovaných / nakládaných krmiv

Vlastní nakládací ústrojí ve většině případů vychází z principu:

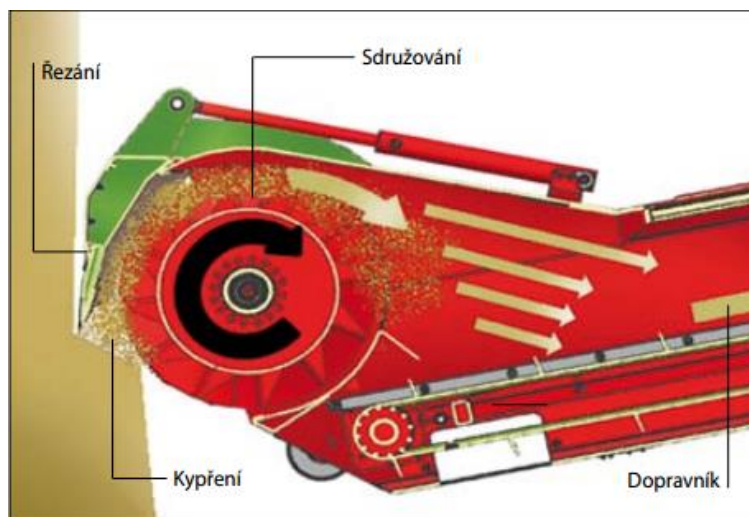
- Rotační frézy
- Odřezávacího a přihrnovacího štítu
- Drapáku jeřábového nakladače
- Sklápěcí plošiny zadního čela (pro nakládání lisovaných stébelnin)

(Srový, 2008)

#### Nakládací ústrojí s rotační frézou

Odebírání skladovaných krmiv je uskutečněno pomocí vhodně tvarovaných nožů umístěných na plášti frézovacího válcovitého bubnu. Nakládání frézou se uskutečňuje dvěma způsoby. První využívá odhazovacího účinku nožů a volného pádu proudu částic krmiva, které jsou usměřňovány pomocí vhodně tvarovaného krytu frézy, do zadní části ložného prostoru. Pro spolehlivé naložení krmiva i z nejnižších vrstev je mezera mezi zadní hranou podlahy a dnem skladovacího prostoru vyplňována výškově přestavitelnou shrnovací radlicí. Je možné i řešení umožňující bezzbytkové nakládání krmiva snížením podlahy MKV téměř na úroveň dna skladovacího prostoru.

Druhý způsob využívá pro přemísťování odebíraného krmiva pásový dopravník vřazený mezi frézu a horní okraj nástavby. Jeho rám plní funkci výkyvných ramen frézy. Vhodné zakrytí dopravníku vytváří uzavřenou dopravní cestu vylučující nežádoucí rozptýl částic krmiva např. vlivem větru. Tento způsob je převážně používán u samojízdných krmných vozů, u kterých lze pro jeho umístění využít volný prostor vedle kabiny řidiče. (Srový, 2008)



Obrázek 4 Nakládací ústrojí s rotační frézou a pásovým dopravníkem

Zdroj: [www.straumann.de](http://www.straumann.de)

### Nakládací ústrojí s odřezávacím a přihrnovacím štítem

Na rozdíl od nakládacího ústrojí s rotační frézou dochází u tohoto ústrojí k odřezávání krmiva v blocích. K zaplnění ložného objemu v podélném směru přispívá i změna sklonu štítu vzhledem k ramenům nebo jeho posuv ve směru k přednímu čelu nástavby umožněný zkrácením teleskopicky provedených ramen štítu. Množství nenaloženého krmiva omezuje snížení zadní hrany podlahy korby na úroveň dna skladovacího prostoru. (Srový, 2008)



Obrázek 5 Nakládací zařízení s vybíracím štítem

Zdroj: Srový, 2008



## Nakládací ústrojí s drapákem

Nakládací ústrojí s drapákem pro objemné hmoty vychází z jeřábových nakladačů, které jsou charakterizovány přetržitým provozem v opakujících se cyklech. Dosah drapáku od svislé osy natáčení nakládacího ústrojí v rozmezí necelých 306° je dán délkou obou ramen výložníku. Změna délky ramen výložníku, dosahovaná změnami sklonu ramen, vede ke změně stability vozu, a to zejména v jeho příčném směru. Proto je potřebné s nárůstem dosahu snižovat zatížení drapáku. (Syravý, 2008)



Obrázek 6 Adaptér na čelní nakladač – drapákový nakladač

Zdroj: <http://www.jahook.com/images/traktorove-nakladace/original/vidle-s-drapakem2.JPG>

### 2.3.2.3 Vážicí zařízení

Vozy lze v současnosti opatřit různým příslušenstvím přispívajícím nejen ke komfortu obsluhy, ale především ke zpřesnění a zkvalitnění práce při sestavování krmné dávky – plnohodnotné směsi z přesně odměřených složek vytvářejících TMR. Odměrování těchto složek je s ohledem na velmi rozdílné fyzikálně-chemické vlastnosti krmiv prováděno vážením. Odpovídající vážicí zařízení na elektromechanickém principu (několikabodovém uložení korby na váhové senzory) je součástí MKV a umožňuje vážení krmiv při nakládání a vykládání vozu (nakládání jednotlivých složek krmiv podle předem naprogramovaných receptur podle

kategorie, užítkovosti, laktačního období atd. a přesné vykládání předvolené dávky směsného krmiva). Ovládací terminál vážicího zařízení umožňuje kontrolu skutečně naloženého množství daného komponentu do míchací vany, zadávat různé receptury a ukládat je do paměti. Vážicí systém tedy umožňuje jednotlivé složky krmné dávky poměrně přesně dávkovat. (Šístková, 2016)

#### 2.3.2.4 Receptury krmných dávek a kontrola nakládání složek TMR

V současnosti jsou součástí vozů různé typy paměťových zařízení, které umožňují libovolné ukládání různě sestavených receptur (v současné době přes 100 receptur a přes 24 složek krmné dávky). Jedná se o systém přenosu dat (běžný bezdrátový přenos nebo přenos datatransferem USB), ve kterém je možné uložit všechny provedené pracovní operace. Software umožňuje sestavování individuálních receptur nakládek a vykládek na počítači a přenos dat mezi počítačem a váhou vozu pro kontrolu krmení, kontrolu časů nakládky a vykládky a kontrolu odchylky skutečně naloženého množství od naprogramovaného množství složek krmné dávky. Z hlediska sledování procesu plnění a dodržení předepsané receptury jsou výhodnější vážicí systémy zobrazující průběžně hmotnost naloženého krmiva (váha sleduje průběh nakládání a včas signalizuje dosažení předepsané hmotnosti). Objevují se i další zařízení zaměřená na zpřesnění přípravy krmné dávky (např. čidlo, které měří vlhkost odebíraného krmiva, konfrontuje naměřenou vlhkost s vlhkostí použitou při výpočtu krmné dávky a v případě odlišnosti software přepočítá a upraví potřebné množství nakládaného krmiva). (Šístková, 2016)



Obrázek 7 Ovládací terminál vážicího systému  
Zdroj: autor

### 2.3.2.5 Míchací a řezací ústrojí

S ohledem na požadované složení směsné krmné dávky přicházejí pro míchání v úvahu různé druhy převážně statkových krmiv – od sypkých až po soudržná (vláknitá), případně i tekutá, s velmi rozdílnými vlastnostmi ovlivňovanými nejen jejich posklizňovými úpravami a způsoby konzervace a skladování, ale i způsoby nakládání do ložného prostoru vozu. Míchací účinek je nejčastěji realizován pohybem míchacích členů – míchadel – v nepohyblivém míchacím prostoru. V převážné většině současných MKV se uplatňuje míchací ústrojí s horizontálními nebo vertikálními šneky.

Pro rychlejší průběh a kvalitnější míchání neřezaných nebo pouze dlouze pořezaných stébelnatých krmiv jsou ve stále větší míře míchací ústrojí doplňována řezacími ústrojími.

Objem a tvar míchacího prostoru závisí na počtu krmených zvířat a obecně platných předpisech pro přípojná a samojízdná vozidla. Stanovený přípustný příčný profil vozu umožňující jízdu po veřejných komunikacích a průjezd v objektech farmy, vede při větších objemech korby k zvětšování rozměrů korby ve směru její podélné osy. (Syrův, 2008)

#### Míchací ústrojí s horizontálně uloženými šneky

V korbě jsou jedna až čtyři horizontální šnekovice. Na obvodě spodní šnekovice jsou uchycené nože různých tvarů. Frekvence otáčení šnekovic je 15 až 18 otáček za minutu. Směr otáčení a vinutí šnekovic je takový, aby při otáčení vznikl žádaný pohyb krmiva a jeho shromažďování k vykládacímu ústrojí. (Gálík, 2016)

- 1) *Horizontální jednošneková míchací ústrojí* – využívají obecné vlastnosti šnekovice, schopnosti dopravovat oběma směry při stejném smyslu jejího otáčení, a to podle orientace úhlu stoupání (levém a pravém). Šnekovice s levým stoupáním v přední části a s pravým vzadu přemisťuje krmivo do střední části korby, kde v délce odpovídající šířce vykládacího otvoru jsou šnekovice nahrazeny vyhrnovacími prsty. Jejich účinkem se krmivo zvedá a vrací zpět k přednímu a zadnímu čelu, čímž vytváří dva protisměrné proudy, podle nichž je tento způsob míchání označován jako Twin Flow System. Při

vykládání směsného krmiva přispívá střední prstová část šnekovice k jeho rovnoměrnému předávání na příčný dopravník.

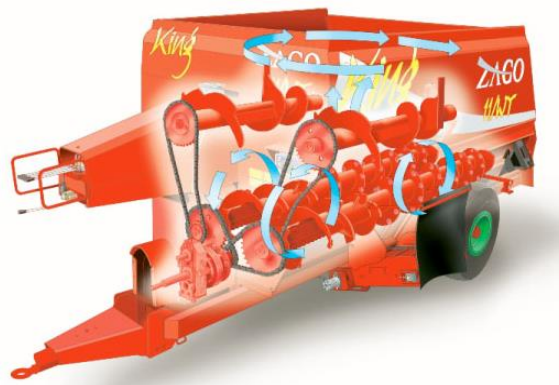
- 2) *Horizontální dvoj a vícešneková míchací ústrojí* – příznivější podmínky pro zpětné přemísťování krmiva od střední části nástavby vytváří druhý šnek rovněž s protisměrnými šnekovicemi, ale opačně orientovanými. Jeho uložení na bočnici korby nebo v jejích čelech s opačným smyslem otáčení proti spodnímu šneku působí i proti vtahování delších částic krmiva do prostoru mezi spodní šnek a bočnici. Delší šneky přispívají rovněž k účinnějšímu vracení směšovaného krmiva ze střední části k jejím čelům. (Syrový, 2008)

*Výhody:*

- Objem využitý na 95 %
- Kompaktní rozměry
- Výborné řezání
- Výborné míchání, homogenita 95 %
- Rovnoměrné vyprazdňování
- Možnost verze s plnicí frézou nebo bez
- Pracuje i s malými dávkami krmiva

*Nevýhody:*

- Objem maximálně 20–20 m<sup>3</sup> (technické řešení neumožňuje natáhnout korbu do větších délek – spodní šnekovice musí být vyrobená z jednoho kusu, která musí být uchycena jen na jejích koncích kvůli zajištění toku krmiva po celé délce šnekovice – při nadměrném prodloužení profilu by došlo k nežádoucímu provisu profilu a následnému tření o dno korby) (Gálík, 2016)



Obrázek 8 MKV s horizontálně uloženými šneky

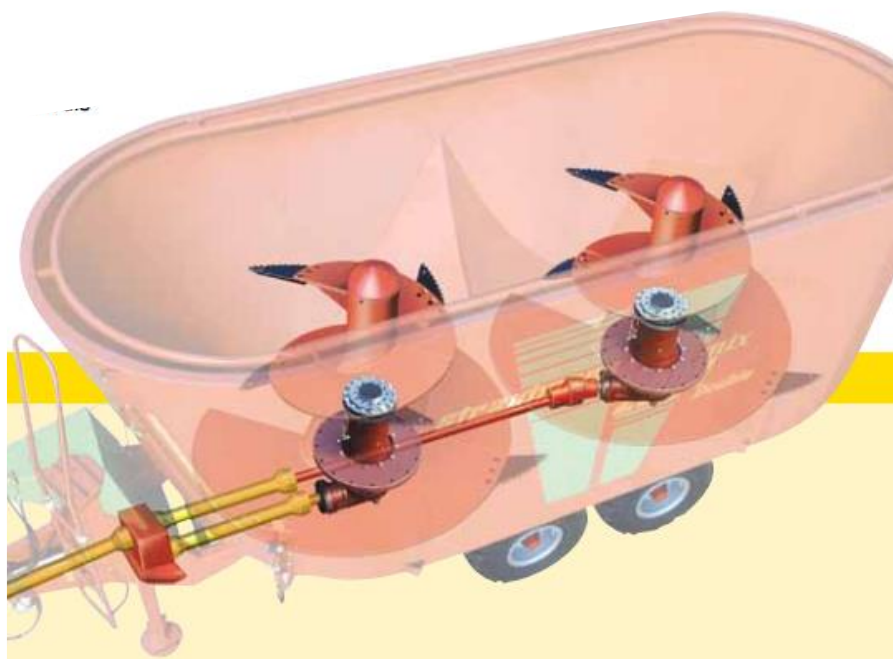
Zdroj: <http://www.energgreen.eu/technika/img/ffm1.jpg>

## Míchací ústrojí s vertikálně uloženými šnekami

Proces vzájemného převrstvování a přemísťování částic krmiv (míchání), probíhá u tohoto typu míchacího ústrojí do značné míry ve svislém směru. Vzhůru účinkem šnekového míchadla, dolů jejich tíhovými silami. Pohyb částic krmiva v horizontálních rovinách, který je vyvolán rotací míchacího šneku, je omezován nejen tvarem nástavby v důsledku měnících se vzdáleností jejich vnitřních stěn od osy šneku, ale i měnícími se obvodovými rychlostmi šneku, které se ve směru ode dna korby vzhůru zmenšují v závislosti na zmenšujících se průměrech jeho jednotlivých šnekovic.

Řezání stébelnatých krmiv s větší délkou částic se i tady realizuje přídatnými noži s křivkovým ostrím připevňovanými na obvodové okraje jednotlivých šnekovic.

Odpor proti řezání je zachycován členy (označovanými jako protinože), snižujícími rychlost pohybu částic krmiva míchacím prostorem nástavby. Tyto členy přibližně ve tvaru kruhové výseče, výkyvně uložené na čepech, mohou být svislými výřezy v plášti nástavby nastavovány (ručně nebo hydraulicky) do jejího vnitřního prostoru. Intenzitu řezání ovlivňuje stupeň vychýlení těchto protinožů. Dle velikosti objemu vozu může prostor vybaven dvěma až třemi šnekovými míchadly za sebou. (Syrový, 2008)



Obrázek 9 MKV s vertikálně uloženými šnekami

Zdroj: [http://www.straumann.de/files/verti-mix\\_cz\\_1.pdf](http://www.straumann.de/files/verti-mix_cz_1.pdf)



**Obrázek 10 Míchací vertikální šnek**

**Zdroj: autor**

*Výhody:*

- Nižší cena v porovnání s horizontálními MKV
- Potřebný nižší příkon oproti horizontálním MKV
- Nižší náklady na údržbu
- Dostupné větší objemy (až 60 m<sup>3</sup>)
- Přímé plnění válcovitými balíky
- Šetrné míchání (nižší procento poškození vlákniny)

*Nevýhody:*

- Velká výška vozu – vysoké těžiště, nestabilní na nerovném terénu
- Tažená verze bez vybírací frézy
- Nižší kvalita řezání
- Jen 80 % využití objemu korby
- Nepravidelné vyprazdňování v porovnání s horizontálními MKV
- Nedokáže kvalitně zamíchat malé objemy krmiva (často zůstává krmivo mezi lopatkami šnekovice) (Gálík, 2016)

### 2.3.2.6 Vykládací (dávkovací) ústrojí

U většiny míchacích a dávkovacích krmných vozů je zhomogenizované krmivo zakládáno do krmných prostorů při jízdě krmnou chodbou vykládacím (dávkovacím) ústrojím. Příčný pásový nebo řetězový dopravník situovaný kolmo na dráhu jízdy vozu tvoří vykládací ústrojí. Jeho konstrukce je podřizována poloze a velikosti vykládacího otvoru míchacího prostoru a požadavkům na výkonnost, dopravní vzdálenost a výšku, dále na směr vykládání vzhledem ke směru jízdy a na regulaci velikosti krmné dávky.

Polohu vykládacího otvoru i jeho velikost ovlivňuje typ míchacího ústrojí. Jeho velikost musí být taková, aby neomezovala maximální hodnotu objemového průtoku vykládaného krmiva. Je-li požadavek na menší výkonnost, je její velikost zmenšována hradítkem. Vzhledem k rozdílným požadavkům na výšku a vzdálenost dopravy krmiva příčným dopravníkem (stavební provedení krmných prostor) vyhovuje výkyvné uložení dopravníku umožňující změnou jeho sklonu (při určité rychlosti pásu a řetězů) ovlivnit dráhu a místo dopadu vykládaného krmiva, a tak vyloučit ztráty odhozem mimo krmný prostor a znehodnocování přejížděním koly vozu. (Syrový, 2008)



Obrázek 11 Pásový vykládací dopravník

Zdroj:[http://www.technikboerse.com/thumbnails/49307649/1466512/772a5e336cb80879099e409ed881965d\\_800x600.jpg](http://www.technikboerse.com/thumbnails/49307649/1466512/772a5e336cb80879099e409ed881965d_800x600.jpg)

### 2.3.3 Zásady zakrmování míchacím krmným vozem

- 1) Přesně dodržovat hmotnost jednotlivých komponentů dodávaných do míchacího vozu, a to podle předem vypracovaného návrhu výživářského poradce. Nezbytné je z hlediska obsluhy míchacího vozu dodržovat kázeň a přesný poměr jednotlivých komponent. Běžně jsou ve voze přítomny tenzometrické váhy, proto nemůže nastat nahodilost dávkování jednotlivých krmiv.
- 2) Pořadí vkládání jednotlivých komponentů je také jednou z podmínek zajištění výroby homogenní TMR. Obecnou zásadou je od suchých k vlhkým a od dlouhých ke krátkým. Pořadí krmiv by mělo být: seno a sláma, aby došlo k jejich rovnoměrnému nařezání; jaderná krmiva, minerálie, vitamíny a ostatní premixy; siláž, LKS, případně jiné komponenty krmné dávky; senáž vždy na konec, aby nedošlo k přílišnému rozmělnění na drobné částice (problém efektivní vlákniny).
- 3) Doba míchání závisí na míchacím systému krmného vozu. Nerovnoměrně zamíchaná nebo naopak nadrobno rozřezaná krmná dávka je neúčinná, nestimuluje užitek a může vést ke zdravotním potížím spojeným s dysfunkcí bacheru. Ideálně promíchaná krmná dávka má jasně patrnou strukturu. Nejméně 20 až 25 % částic by mělo být dlouhých 35 až 50 mm. Většinou zcela stačí míchat 5 až 10 minut, tedy max. 3 až 5 minut po naložení posledního komponentu krmné dávky.
- 4) Všechny komponenty krmné dávky musejí být vždy ve stejném poměru tak, aby namíchaná krmná dávka odpovídala dávce naprogramované. To zajistí stabilní prostředí pro bacherovou mikroflóru, která má tak šanci se dostatečně rozvinout a je schopna s mnohem větší efektivností strávit živiny.
- 5) Pravidelnost – krmná dávka by měla být všem kategoriím skotu zakládána vždy ve stejnou dobu (2 x 12 hod.). Jakákoliv nepravidelnost v denním režimu je pro krávy stresujícím faktorem. Nepříjemné je také zakrmování 1 x denně, s čímž se setkáváme například v rekonstruovaných původních stájích s vyvýšeným žlabem



po obvodu podélných stěn stáje. Takový chovatelský přístup se odrazí v užitkovosti zvířat. Zvláště u dojnic nemůže chovatel očekávat výraznější nárůst užitkovosti.

- 6) Směsná krmná dávka by měla být dojnícím dostupná trvale. Už po dvou hodinách hladovění dochází k útlumu bachorové mikroflóry a poklesu užitkovosti. Stimulovat příjem krmení můžeme i prodlouženým světelným režimem. Udává se zvýšení užitkovost o 300 kg mléka za laktaci. (Doležal, 2015)

### 2.3.4 Shrnutí MKV

V dnešní době je na trhu veliké množství těchto vozů ve velmi rozmanitých provedení a výbavách. Z hlediska kvality přípravy krmiva nejsou mezi jednotlivými druhy MKV velké rozdíly. Jaký typ a provedení MKV si chce potenciální uživatel vybrat, závisí na předběžném zjištění pracovních podmínek (počet krmených zvířat, provedení stájí, skladů krmiv, složení krmné dávky, vzdálenosti mezi stájemi, ...). Trend MKV v systémech krmení skotu je doposud nejrozšířenější a zajisté bude do budoucna dále stoupat.



Obrázek 12 Systém krmení v chovech krav

Zdroj: Vegricht, 2013

## 3 HLUK

### 3.1 Definice hluku

Hluk je brán jako velká obtíž, neboť představuje skutečné a bezprostřední nebezpečí pro zdraví lidí. Během dne a noci, v práci i při zábavě, může hluk způsobit vážnou fyzickou i psychickou zátěž. Žádný člověk není imunní vůči tomuto stresu, i když někteří lidé tvrdí, že si na zvýšený hluk zvykli a ignorují ho. Lidské tělo ale neustále reaguje na extrémní napětí. (Basrur, 2000)

Poměrně přesně lze fyzikálně popsat a jeho vlastnosti, ať už u zdrojů (emise) nebo pokud se šíří prostředím (imise), měřit. Lékařsky lze považovat hluk za zvuk, který má účinky přímo na správnou činnost sluchového orgánu (specifické účinky), nebo prostřednictvím něho v různé intenzitě jinak působí škodlivě na člověka (nespecifické účinky). I tyto vlivy zvuku příliš silného, příliš častého, nebo působícího v nevhodné situaci, době či na slabé jedince (tedy bez ohledu na jeho fyzikální vlastnosti) lze dnes již poměrně přesně pozorovat a objektivně popsat.

V praktickém boji proti hluku je dnes klíčovou otázkou, nakolik je v současné době technicky a ekonomicky realizovatelné jeho omezení. Z technického hlediska je u hluku výhodné např. to, že se chová relativně přesně podle fyzikálních zákonů, což umožňuje aplikaci výpočtových metod s mnohem větší přesností než např. u prognóz znečištění ovzduší. Hluková energie podléhá entropii a nezanechává žádná rezidua, nekumuluje se v prostředí, jako např. některé chemické škodliviny. Pokud jde o ekonomická hlediska, je samozřejmě snižování hluku spojeno s finančními náklady. Avšak opatření proti hluku mají v případě emisí mnohdy technicky příznivé účinky (např. v oblasti životnosti zařízení). V případě imisí mají zřejmě i ekonomický přínos, což lze již dnes objektivně kvantifikovat – i když je to složitý problém, spočítat ztráty či přínosy způsobené nepřikročením k protihlukovým opatřením ekonomové dovedou (např. se ekonomicky ocení zvýšená unavenost a nemocnost – ztráty produktivní, ztráty na účet zdravotních a sociálních výdajů). (hluk.eps.cz)

Rozmezí slyšitelnosti u člověka je v rozmezí 16 – 20 000 Hz. (GÜNTHER, 2008)

## **3.2 Rozdělení hluku**

- 1) Podle zdravotních rizik
- 2) Podle rozložení v čase
- 3) Podle působení na pásmo  
([www.fyzika.jreichl.com](http://www.fyzika.jreichl.com))

## **3.3 Zdroje hluku**

Populace je z hlediska hlukové zátěže vystavena hluku ze 40 % z pracovního prostředí a z 60 % z mimopracovního prostředí. Ve městech je převažujícím hlukem mimopracovní hluk dopravní (75–85 %), kde na hlavních dopravních tazích dosahuje hladin 70–80 dB (A). Ve stavbách, co se hluku týče, si obyvatelé stěžují obvykle na vnitřní zdroje a sousedský hluk, ale objektivně nejzávažnější je podíl hluku, jenž přichází z vnějšího okolí budov. V pracovním prostředí je vývoj hlukové situace různorodý, některé technologie jsou značně hlučné. ([www.szu.cz](http://www.szu.cz))

### **3.3.1 Hlavní zdroje hluku**

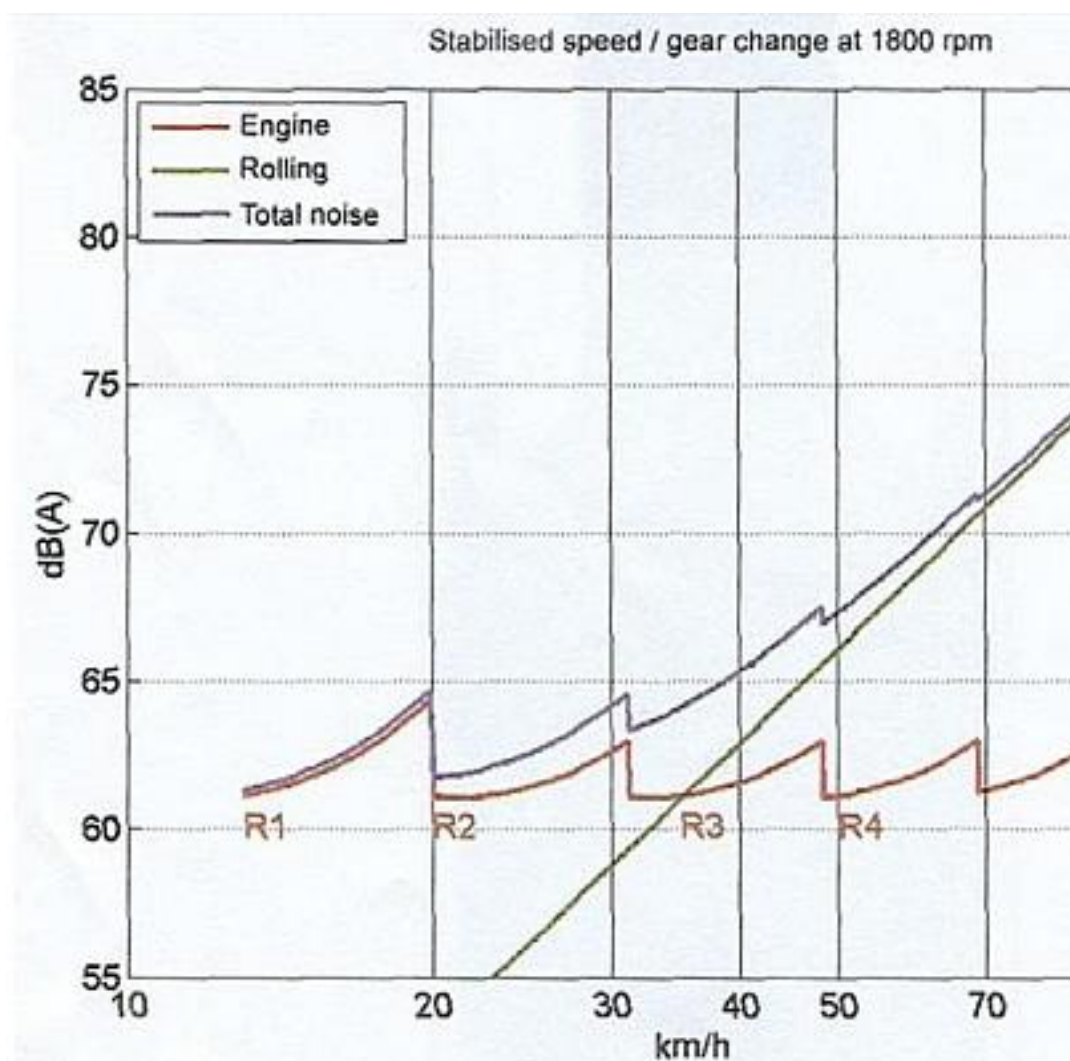
- 1) Dopravní hluk
- 2) Hluk v pracovním prostředí
- 3) Hluk související s bydlením
- 4) Hluk související s trávením volného času  
([www.szu.cz](http://www.szu.cz))

### **3.3.2 Hlavní zdroje hluku u traktorů a míchacích krmných vozů**

Nejvyšší úrovně hluku jsou způsobeny především hlukem vznikajícím v motoru, ozubených převodech, hydraulických čerpadlech, ložiskách, ventilátorech a pneumatikách. Pro udržení nízké hlučnosti je důležitá jejich pravidelná kontrola, údržba a promazávání příslušnými druhy maziv. Podrobnější seznámení se s vyjmenovanými zdroji hluku je popsáno dále.

### 3.3.2.1 Hluk motoru a kompresoru

Do této skupiny zařazujeme především spalovací motory a pístové kompresory. Práce těchto strojů se vyznačuje přerušovaným sacím a výtlačným procesem. Nerovnoměrné proudění plynů v kanálech spojené s tímto pracovním pochodem je jednou z hlavních příčin hlučnosti. Značný podíl na vyzařované akustické energii mají vibrace rozličných povrchů stroje. Je známo, že spalovací motory i kompresory, které nejsou opatřeny tlumičem sání a výtlačku vytvářejí ve svém nejbližším okolí hladiny akustického tlaku A i přes 120 dB. (Nový, 2009)



Obrázek 13 Hluk motoru, valení a celkový hluk produkovaný motorovým vozidlem v závislosti na rychlosti

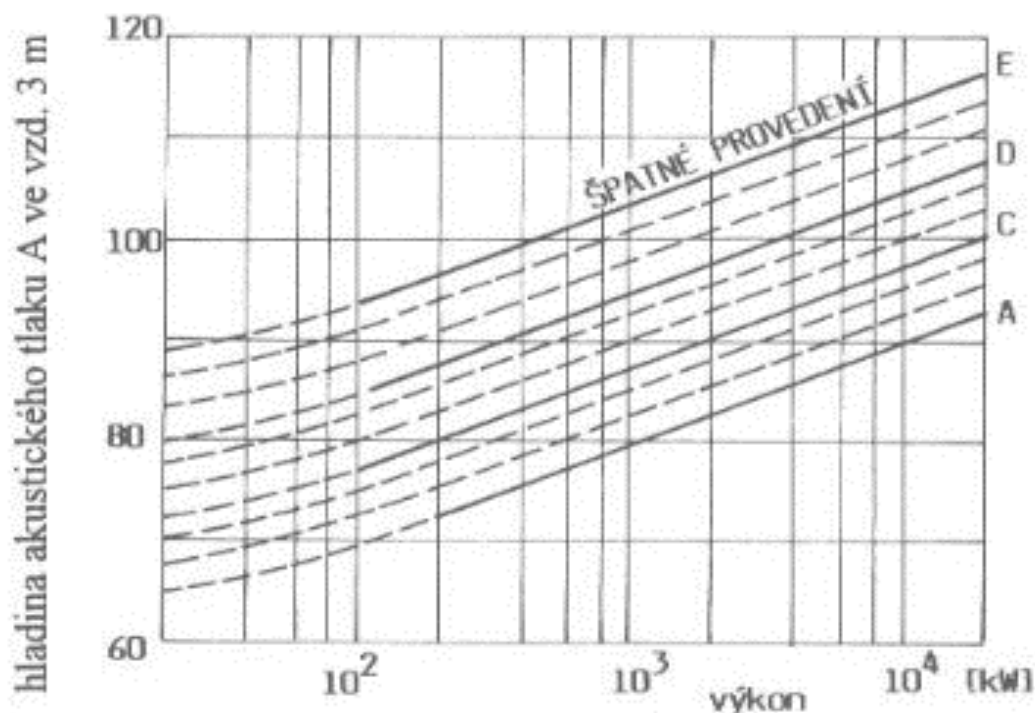
Zdroj: [http://jesenice.zeleni.cz/wp-content/uploads/sites/77/2014/09/graf\\_6\\_1.jpg](http://jesenice.zeleni.cz/wp-content/uploads/sites/77/2014/09/graf_6_1.jpg)

### 3.3.2.2 Hluk ozubených převodů a převodových skříní

Postupným záběrem jednotlivých zubů vznikají dynamické síly, které rozechvívají jednotlivé části převodovky. Chvění přenesené zejména na její plášť je potom intenzivně vyzařováno do okolního prostředí. Z principu ozubených převodů vyplývá, že nelze zcela zamezit vzniku rázů při záběru jednotlivých zubů.

U ozubení se zmenšují záběrové rázy zvětšením poddajnosti zubů. Toho dosáhneme vytvořením drážek ve věnci kola. Také zmenšením vůlí v mechanismu lze významně snížit rázy. Použitím vhodného mazacího prostředku se často sníží hluk o 4 až 6 dB. Kladeným požadavkům na nízkou hlučnost vyhovují kola se šikmým ozubením. Časový průběh sil je pozvolný a plynulejší než u přímých zubů. Zmenšuje se také vliv nepřesností, neboť u kol se šikmým ozubením je v záběru vždy několik zubů. Tím je také menší měrné zatížení a vzniklé rázy mají podstatně menší amplitudu. Na hluk má také vliv obvodová rychlost kol. Základní kmitočet je dán otáčkami hřídele podle vztahu  $f_z = \frac{n}{60}$  ( $n \rightarrow$  otáčky hřídele za minutu) a nepřevyšuje obvykle 150 Hz. Je-li amplituda kmitání při této frekvenci velká, svědčí to o značné nevyváženosti jedné z hřídelí nebo o montážní nepřesnosti. Příčinou může být také poškození jednoho ze zubů. Ve spektru hluku převodovek obvykle vznikají frekvenční složky odpovídající frekvenci záběrů jednotlivých zubů. Letmo uložené hřídele jsou z hlediska hlučnosti nevhodné. (Nový, 2009)

V neposlední řadě má na výsledný hluk převodovky podstatný vliv její skříň. Značný vliv na relativní snížení hluku má žebrovaný povrch převodovky. Z toho vyplývají důležité závěry pro konstruktéry nejenom převodových skříní, ale i bloků spalovací motorů apod. V některých případech, kdy jsou kladeny zvlášť vysoké nároky na nízkou hlučnost převodovek, musíme převodovky zakrýt zvukoizolačním krytem. Některé normy v zahraničí stanovují třídu kvality převodovek podle hlučnosti, kterou ve svém okolí vyvolávají. (Nový, 2009)



Obrázek 14 Hladiny zvuku ve vzdálenosti 3 m od převodovky jako funkce přenášeného výkonu - třídy kvality převodovek podle VDI 2159 (A - extrémně dobré provedení; C - vysoké výrobní náklady; D - normální výrobní náklady; E - špatné provedení)

Zdroj: Hluk a chvění (Nový, 2009)

### 3.3.2.3 Hluk hydraulických čerpadel

Nadměrný hluk je velmi častým projevem existující nebo blížící se poruchy, anebo poškození důležitých částí hydraulického systému. Hluk je vyvolaný tlakovými vlnami, které se šíří v kapalinovém prostředí. Tlakové vlny mohou přerůst do tlakových rázů, které poškozují mechanické části hydraulických prvků. Velmi častým jevem způsobující hlučnost je kavitace. Kavitace je fyzikální jev, při kterém v kapalinách dochází ke vzniku větších či menších dutin (bublin) vyplněných plynem, které vzápětí velmi rychle zaniknou. Jejich vznik (odpařování) a zánik (kondenzace) provázejí rychlé tlakové změny a zvukové efekty. Z důvodu proudění průtokovým průřezem, nebo z jiných důvodů může dojít ke snížení tlaku pod hodnotu tlaku atmosférického až na hodnotu tlaku nasycených par kapaliny při dané teplotě. Důsledkem je spontánní vypařování. V kapalině se začnou vytvářet dutiny vyplněné parami kapaliny, přičemž objem těchto kavitačních dutin může kolísat ve značném rozsahu. Implozní zánik dutin vyvolává tlakové vlny a hydrodynamické rázy dosahující hodnoty až 103 MPa, které jsou příčinou hluku a kavitační koroze.

Nadměrný hluk způsobený mechanickým poškozením některých částí může být způsoben například: mechanickými závadami v sací části hydrogenerátoru; poškozená nebo nesprávně seřízená spojka mezi hnacím motorem a hydrogenerátorem; poškozená ložiska; poškození uložení hydrogenerátoru; hydrogenerátor, hnací motor anebo některá část hydraulického systému se dotýkají kovových částí rámu; vibrace potrubí; poškozené, nevhodné čerpadlo aj. ([www.fluidconsult.sk](http://www.fluidconsult.sk))

### **3.3.2.4 Hluk valivých ložisek**

Příčiny hluku valivých ložisek lze shrnout do několika bodů. Vinou výroby mají oběžné dráhy a valivá tělesa ložisek odchylky od ideálního geometrického tvaru. Při vzájemném pohybu jednotlivých elementů ložiska potom vznikají mechanické rázy, které můžeme v dalším považovat za zdroje budících sil. Chvění ložiska se jednak přímo a jednak prostřednictvím přiléhajících konstrukčních prvků vyzářuje ve formě akustické energie do okolního vzduchu, kterou lidské ucho vnímá jako nežádoucí hluk.

Další příčinou je tzv. prokluz, který je původním jevem nedokonalého odvalování. Nepříznivě působí vnitřní nevyvážené hmoty v ložisku, které při vysokých otáčkách vyvolávají velké dynamické budící síly. Také vliv pohonu může ve vzájemné vazbě zvýšit vlastní hluk ložiska. U kovových materiálů nedochází k přirozenému útlumu. To je příčinou velkého zesílení rezonančních složek, které potom určují výslednou hlučnost ložiska.

Pro náročná valivá uložení je nutno volit ložisko z výběrové řady C6, což je provedení se sníženou hlučností. Při výrobě a montáži stroje je třeba zaručit souosost ložisek, vyvarovat se šikmému nalisování ložisek do pánví, nesprávných vůlí apod. radiální vůle na ložiskách má být cca 10  $\mu\text{m}$ , což se dosahuje nalisováním ložiska na hřídel. (Nový, 2009)

### 3.3.2.5 Hluk ventilátoru

Hlavní příčinou hluku ventilátorů je vysoce turbulentní proudění vzduchu ventilátorovým kolem. Tento hluk je charakterizován spojitým širokopásmým spektrem, jehož akustický výkon roste s vyšší mocninou rychlosti proudění vzduchu. Je obecně známo, že průtok vzduchu je závislý na první mocnině otáček. Dopravní tlak ventilátoru narůstá s druhou mocninou otáček a aerodynamický hluk ventilátoru roste s pátou mocninou otáček. Všechny ventilátory charakterizuje vlastnost, kdy jejich dopravované množství narůstá lineárně se zvyšováním otáček a dopravní tlak je funkcí druhé mocniny otáček. Hladina akustického výkonu ventilátoru narůstá podle funkční závislosti  $L_w = 50 \log(n_1 / n_2)$  [dB], kde  $n_1, n_2$  jsou otáčky oběžného kola ventilátoru [ot/min]. To znamená, že zvýšíme-li otáčky ventilátoru na dvojnásobek, celková hladina akustického výkonu ventilátoru vzroste o 15 dB. (www.tzb-info.cz)

### 3.3.2.6 Hluk od pneumatik

Vznik hluku na styku pneumatika – vozovka je způsoben kombinací fyzikálních procesů, které lze rozdělit do několika hlavních skupin:

- Nárazy a otřesy mezi běhounem pneumatiky a povrchem vozovky
- Aerodynamické procesy mezi běhounem a vozovkou a v běhounu pneumatiky
- Adheze a drobné pohyby pryžového běhounu na povrchu vozovky
- Vibrace pneumatiky

Povrch pneumatiky tvoří dezén skládající se z drobnějších prvků (bloků), které při odvalování narážejí do povrchu vozovky, což způsobuje jejich vibraci a následně pak vibraci celé pneumatiky. Vibraci dále způsobuje pohyb dezénových bloků po povrchu vozovky. V kontaktní zóně pneumatika – vozovka se napětí v prvním běhounu snižuje a zvyšuje („air pumping“) v závislosti na třecích silách mezi pneumatikou a povrchem vozovky. Při proklouznutí nastává „slip – stick“. Po opuštění kontaktní zóny se prvky běhounu prudce vrátí do původní velikosti. Rychlý pohyb bloků běhounu (nazývaný „snap out“), způsobuje radiální a tangenciální vibrace pneumatiky. (www.silnice-zeleznice.cz)



Hodnocení vnějšího hluku pneumatik je vyjádřeno v decibelech a je podle Evropské komise doplněno o jeden, dva nebo tři symboly zvukových vln. Jedna černá vlna označuje nejlepší výkonnost z hlediska hlučnosti. Znamená to, že výstupní úroveň hluku pneumatiky je minimálně 3 dB pod zákonným limitem. Tři černé vlny označují nejhorší výkonnost z hlediska výstupního hluku pneumatik.



Obrázek 15 Grafické vyjádření hlučnosti pneumatik dle Evropské komise

Zdroj: [http://www.goodyear.eu/cz\\_cs/tire-advice/future-eu-tire-label/exterior-noise.jsp](http://www.goodyear.eu/cz_cs/tire-advice/future-eu-tire-label/exterior-noise.jsp)

### 3.4 Účinky hluku na člověka

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

Negativní účinky hluku je možné s určitým zjednodušením rozdělit na orgánové účinky, rušení činnosti (spánku, řečové komunikace, osvojování řeči a čtení) a vlivy na subjektivní pocity (obtěžování). Hluk tak může přispět ke spuštění nebo urychlení vlastního patologického děje u chorob s multifaktoriálními příčinami.

Za dostatečně prokázané nepříznivé zdravotní účinky hluku v denní době je v současnosti považováno poškození sluchového aparátu, vliv na kardiovaskulární systém a nepříznivé působení na osvojování řeči a čtení u dětí. V noční době, tj. v době spánku a fyziologické regenerace jsou za dostatečně prokázané považovány změny fyziologických reakcí (kardiovaskulární aktivita, EEG zaznamenaná aktivita mozku...), poruchy spánku a zvýšené užívání léků.

Omezené důkazy jsou např. u vlivů hluku na hormonální a imunitní systém, na některé biochemické funkce, ovlivněné placenty a vývoje plody, nebo u vlivů na

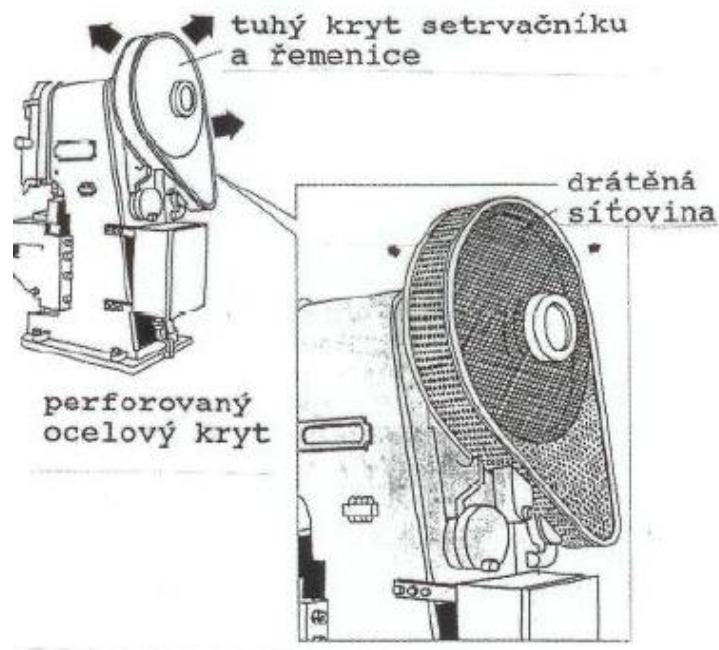
mentální zdraví sociální chování a výkonnost člověka. U nočního hluku jsou omezené důkazy navíc (kromě výše uvedených) u vlivů na kardiovaskulární systém, obezitu, poruchy duševního zdraví, následné pracovní úrazy a zkrácení očekávané délky života.

Působení hluku v životním prostředí je ovšem nutné posuzovat i z hlediska ztížené komunikace řečí a zejména pak z hlediska obtěžování, pocitů nespokojenosti, rozmrzelosti a nepříznivého ovlivnění pohody lidí ([www.szu.cz](http://www.szu.cz)). Také Babisch a Kim uvádí další možnosti účinků hluku na lidské zdraví jako jsou poruchy spánku, potíže s pozorností a koncentrací, úzkost, snížená účinnost, pracovní neschopnost atd. (Babisch, 2011)

### **3.5 Metody snižování hluku**

Prvním krokem při snižování hluku ve vybraném prostředí, by měla být rozvaha nad samotným zdrojem hluku. Pokud je zdroj hluku snadno lokalizovatelný (zdrojem hluku je jediné zařízení), je zpravidla výhodné (pokud je to možné) snížit hlučnost samotného zdroje. Snižování hlučnosti technických zařízení zpravidla spočívá, v hledání výhodnějších konstrukčních variant, vyvážení rotujících částí stroje, snížení vibrací a jejich přenosu do základů budov, akustický design pláště stroje atd.

- 1. zvukoizolační kryty strojů** – metoda spočívá v zakrytí hlukového zdroje, což vede k výraznému snížení hluku do okolí. Základní akustickou vlastností jakéhokoliv předělu mezi posluchačem a zdrojem hluku je tzv. stupeň vzduchové neprůzvučnosti.



Obrázek 16 Snížení hluku perforovanými protihlukovými kryty

Zdroj: biomechanika.fme.vutbr.cz

2. **protihlukové příčky a zástěny** – jejich základní myšlenka je tzv. akustický stín. Mezi zdroj hluku a chráněné místo je umístěna zástěna, přestože jí není celý prostor vyplněn, účinně odráží značnou část hluku. Měření ukazují, že efektivita protihlukových zástěn může být značná. Je-li zástěna vhodně situovaná, dokáže v chráněné oblasti snížit hladinu akustického tlaku až o 15 dB (A). Protihlukové zástěny našly své uplatnění zejména v oblasti snižování hluku v dopravě.



Obrázek 17 Protihluková zástěna okolo silnice

Zdroj: [http://www.casopisstavebnictvi.cz/UserFiles/Image/2009/0909/45\\_2\\_chemnitz.jpg](http://www.casopisstavebnictvi.cz/UserFiles/Image/2009/0909/45_2_chemnitz.jpg)

- 3. protihlukové vestavby a kabiny tvořící prostor pro obsluhu – principiálně** je zde shodnost s aplikací zvukoizolačních krytů. Rovněž je využíváno součinitele vzduchové neprůzvučnosti. Protihlukové kabiny a vestavby jsou používány v provozech, kde je zakrytování všech zdrojů hluku nemožné, nebo by bylo nákladnější než zřízení chráněných prostor pro obsluhu.
- 4. speciální pohltivé materiály** – zde jsou používány materiály s vysokým součinitelem zvukové pohltivosti, jenž je základní akustickou vlastností každého materiálu. Vysoký součinitel zvukové pohltivosti je běžný u vzdušných a pórovitých materiálů jako minerální vlna, duté vlákno, polyuretanové pěny, některé druhy tkanin, molitany atd. Pohltivé materiály bývají umísťovány na plochy odrazivých rovin za účelem minimalizování odražených vln k celkové hlukové situaci. Princip hlcení akustických vln je založen na transformaci akustické energie na jinou formu. Dopadající akustická vlna způsobuje změny tlaků v mikropórech pohltivého materiálu. Chvění materiálu s vysokým součinitelem mechanického tlumení má za následek vznik tepelné energie, což je zároveň základní myšlenkou hlcení akustických vln.
- 5. osobní ochranné pracovní pomůcky (OOPP) - vhodná kombinace pláště sluchátek a vnitřní pohltivé výplně** se jeví jako velmi účinná. Špičková sluchátka mohou vytvořit pokles celkové hladiny až o 60 dB (A). OOPP jsou použitelné všude tam, kde se musí obsluha mezi zdroji hluku pohybovat. (www.fs.vsb.cz)



Obrázek 18 Chrániče sluchu – špunty do uší; sluchátka

Zdroj: [http://www.bmshop.eu/galerie/1\\_23240/chranice-sluchu-22db-50-paru-yt-7456-yato-product.jpg](http://www.bmshop.eu/galerie/1_23240/chranice-sluchu-22db-50-paru-yt-7456-yato-product.jpg)

- 6. antivibrační nátěry** – jsou používány při tlumení hluku přes tenké desky a plechy. Nátěry se vyrábí z různých umělých hmot, takže mají odlišné hodnoty mechanických impedancí.
- 7. moderní metody úpravy hlukového pole (metody aktivního ticha)** - nejnovější způsob umožňující aktivní snižování hluku v řadě technických aplikací. Princip spočívá ve vytvoření tzv. antihluku, což je hluk, který má shodné kmitočtové spektrum jako hluk, který chceme potlačit, ale na každé frekvenční složce má opačnou fázi oproti původnímu hluku. Po sečtení obou hluků dojde k výraznému snížení hladiny akustického tlaku. Metoda je prozatím spíše ve fázi vývoje, ale již dnes je úspěšně nasazována např. v letecké a lodní dopravě, či těžkém stavebním průmyslu. Nevýhodou je potřeba rychlé měřicí techniky a poměrně velká citlivost na směr vyzařování antihluku. ([www.fs.vsb.cz](http://www.fs.vsb.cz))

## 4 METODIKA MĚŘENÍ

Měření probíhala v Agrodružstvu Počátky v okrese Pelhřimov v nadmořské výšce 614 m. n. m. při nakládání krmiva ze silážních žlabů do míchacích krmných vozů:

- a) Vybírací frézou MKV HUSKY DS 120,
- b) Vybírací frézou MKV LABRADOR 90,
- c) Drapákovým nakladačem UNHZ 500

### **Vlastní měření:**

Byly provedeny tři série měření hladiny akustického tlaku  $L_A$ :

- 1) Hlukového pozadí
- 2) Ve vzdálenosti 1 m od nakládacího zařízení při nakládání
- 3) V pracovním místě obsluhy

### *Měření hlukového pozadí*

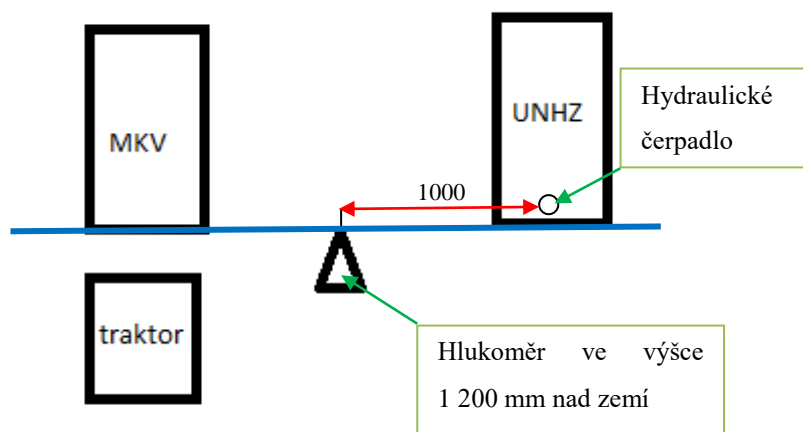
Toto měření probíhalo vždy před měřením sledovaných souprav. Hlukoměr byl umístěn doprostřed mezi stěny silážního žlabu, 2 metry od odebírané siláže (což byla přibližná vzdálenost následného umístění hlukoměru u MKV), ve výšce 1,2 metru po dobu jedné minuty. Měření hlukového pozadí bylo provedeno na všech naplánovaných místech měření hlukové zátěže.

### *Měření u nakládacího zařízení*

Při nakládání krmiva vybírací frézou u míchacích krmných vozů Husky DS 120 v agregaci se Steyr 4115 Multi a Labrador 90 v agregaci se Zetorem 8211 byl použit následující postup měření. Po nacouvání soupravy ke stěně odebíraného krmiva, byl hlukoměr připevněn na stojanu ve výšce 1,2 metru umístěn do kolmé vzdálenosti 1 metr od osy kola MKV. Ihned po spuštění vybírací frézy byl hlukoměr zapnut. Takto proběhlo u každé ze sledovaných souprav pět měření. Jedno měření

zahrnovalo dobu potřebnou k naplnění MKV příslušným množstvím krmné hmoty. Obě soupravy nakládaly krmivo ze stejné silážní jámy. Ke zjištění teploty vzduchu byly použity teploměry, které byly součástí výbavy kabin traktorů a měří jak vnitřní, tak i vnější teplotu.

Poslední měření probíhalo při plnění MKV drapákovým nakladačem UNHZ 500 agregovaného se Zetorem 5011. Silážní jáma, ze které byly zjišťovány údaje pro toto měření byla na jiném pozemku oproti jámě, ve které probíhala měření uvedená výše. Po najezení MKV i nakladače na místo nakládání byl hlukoměr umístěn ve vzdálenosti 1 metr čela MKV (z důvodu ochrany hlukoměru před poškozením) a ve výšce 1,2 metru. Teplota vzduchu byla opět odečtena z teploměru uvnitř kabiny traktoru. I zde bylo provedeno pět opakování měření, z nichž každé odpovídalo době naložení MKV krmivem.



Obrázek 19 Schéma umístění hlukoměru při měření hluku u UNHZ 500

Rychlost větru, tlak, teplota a vlhkost vzduchu budou uvedeny dále v textu u jednotlivých měření. Větrné podmínky měly na měření zanedbatelný vliv, neboť hlukoměr byl umístěn blízko od zdroje hluku (1 metr).

Vliv meteorologických podmínek není třeba posuzovat, protože by splněn následující vztah  $\frac{V_z + V_m}{d} \geq 0,1$ ,

kde:

$V_z$  – výška zdroje [m]

$V_m$  – výška mikrofonu [m]

$d$  – vzdálenost mezi zdrojem a mikrofonem [m]

(Vít, 2001)

### *Měření v pracovním místě obsluhy*

Podle tabulky v Metodickém návodu pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí, v příloze D, je odhad nejistoty při měření ekvivalentní hladiny akustického tlaku 1,6 dB.

Při měření hluku v pracovním místě obsluhy byl podle ČSN ISO 9612 hlukoměr umístěn na pravé straně pracovníka obsluhy ve vzdálenosti 20 cm od jeho ucha. Měření proběhlo u každé soupravy pětkrát a jedno měření odpovídalo době naplnění vozu příslušnou hmotností krmné hmoty.

### **Použité měřicí přístroje**

Hladina akustického tlaku byla měřena hlukoměrem Voltcraft Plus SL-300 s měřicím rozsahem hladiny hluku 30 až 150 dB, EN 61672 s třídou přesnosti 2. přístroj byl nastaven s časovou vahou FAST (časová konstanta 125 ms), protože dle ČSN ISO 1996-2 časové vážení Fast koreluje lépe s vnímáním lidí než časové vážení SLOW. Zvolen byl frekvenční váhový filtr A – který nejvíce odpovídá lidskému sluchu a frekvenční rozsah 50 až 100 dB. Měřené jednotky dB (A).

Kalibrace hlukoměru provedena před každou sérií měření (způsob nakládání) dle návodu kalibrátorem Voltcraft 326, IEC 60942:2003 s třídou přesnosti 2.

Pro měření venkovní teploty byly použity teploměry, které byly součástí vybavení traktorů (venkovní čidla, hodnoty zobrazené na displeji v kabině traktoru).

K naměření rychlosti proudění větru byl použit vrtulový anemometr BA06 s rozsahem měření 1,1 až 30 m/s a přesností  $\pm 3 \%$ .

Vzdálenosti byly stanoveny dálkoměrem Bosch DLE 50; třída přesnosti 2.



## 5 CHARAKTERISTIKA MĚŘENÝCH AGREGACÍ

### 5.1 Storti HUSKY DS 120 v agregaci se Steyrem 4115 MULTI



Obrázek 20 Storti HUSKY DS 120 v agregaci se Steyrem 4115 MULTI

Zdroj: autor

HUSKY DS 120 od firmy Storti roku výroby 2013 je horizontální míchací krmný vůz s třemi míchacími šneky, zadní vybírací frézou a vykládacím pásovým dopravníkem na pravé straně. Korba disponuje objemem 12 m<sup>3</sup>. Hmotnost prázdného vozu je 5 580 kg a maximální hmotnost naloženého vozu se nachází na hodnotě 10 500 kg. Požadovaný výkon tažného prostředku je 68 kW (93 HP). ([www.storti.com](http://www.storti.com))

K tomuto vozu byl zakoupen jako tažný prostředek kolový traktor Steyr 4115 Multi disponující výkonem 115 HP (85 kW) stejného roku výroby jako MKV. Výkon byl zvolen vyšší než požadovaný pro to, že souprava musí překonávat značná kopcovitá stoupání a nebezpečné cesty v deštivém období. Při agregaci vozu s výkonem 90 HP se protahoval čas potřebný k dopravě krmiva a na výše zmíněných cestách byl problém s tahovým výkonem. Z těchto důvodů bylo vedením rozhodnuto o koupi silnějšího traktoru. (Jelínek 2016, *in verb*)

## 5.2 Storti Labrador 90 v agregaci se Zetorem 8211



Obrázek 21 Storti Labrador 90 v agregaci se Zetorem 8211

Zdroj: autor

Druhým míchacím krmným vozem, který byl měřen pro porovnání úrovně hluku starší a nové generace MKV, byl vůz opět od firmy Storti (z důvodu spokojenosti s tímto vozem, byl jako nový vůz, který je popsán výše, zakoupen od stejné firmy) LABRADOR 90 roku výroby 2006. Jedná se o horizontální tříšnekový míchací krmný vůz s vybírací frézou a vykládacím pásovým dopravníkem na pravé straně. Objem korby činí 9 m<sup>3</sup>. Hmotnost prázdného vozu je na úrovni 4 500 kg a maximální povolená hmotnost 8 600 kg. Tento vůz je možno agregovat s tažným prostředkem od výkonu 59 kW (80 HP).

K tomu to vozu byl agregován postarší traktor z roku 1992 Zetor 8211. Tento stroj disponuje výkonem 57,6 kW (78 HP) a provozní hmotností 4 450 kg. Traktor je pro tento vůz dostačující, neboť se již pohybuje pouze v uzavřeném areálu velkokapacitní výkrmny býků po zpevněném a převážně rovném povrchu. (Přádný 2016, *in verb*)

### 5.3 Drapákový nakladač UNHZ 500 v agregaci se Zetorem 5011



Obrázek 22 Drapákový nakladač UNHZ 500 v agregaci se Zetorem 5011

Zdroj: autor

Posledním měřeným byl nakladač, jehož výrobcem je firma Humpolecké strojírný a. s., UNHZ 500 z roku 1975 v soupravě se Zetorem 5011. Tento drapákový univerzální hydraulický závěsný nakladač se v Agrodružstvu používá už jen pro nakládání siláže nebo senáže při načínání žlabu nebo při jeho dobírání, kdy není možno použít vybírací frézu MKV z důvodu jejího poškození na nakloněných vjezdech do žlabů. Při načínání žlabu je použit i pro to, aby vznikla určitá výška odebíraného krmného materiálu pro vybírací frézu. Kromě výše uvedeného se UNHZ 500 z důvodu narušení vrstvy odebíraného materiálu a tím zhoršení kvality krmiva a dále z důvodu hlučnosti, kterou musí obsluha snášet v plném rozsahu, nemluvě o pohodlí a bezpečnosti obsluhy za zhoršených povětrnostních podmínek.

# 6 NAMĚŘENÉ HODNOTY HLUKU PŘI NAKLÁDÁNÍ KRMIVA

## 6.1 Hluk při nakládání vybírací frézou MKV HUSKY DS 120



Obrázek 23 MKV Husky DS 120 a umístění hlukoměru

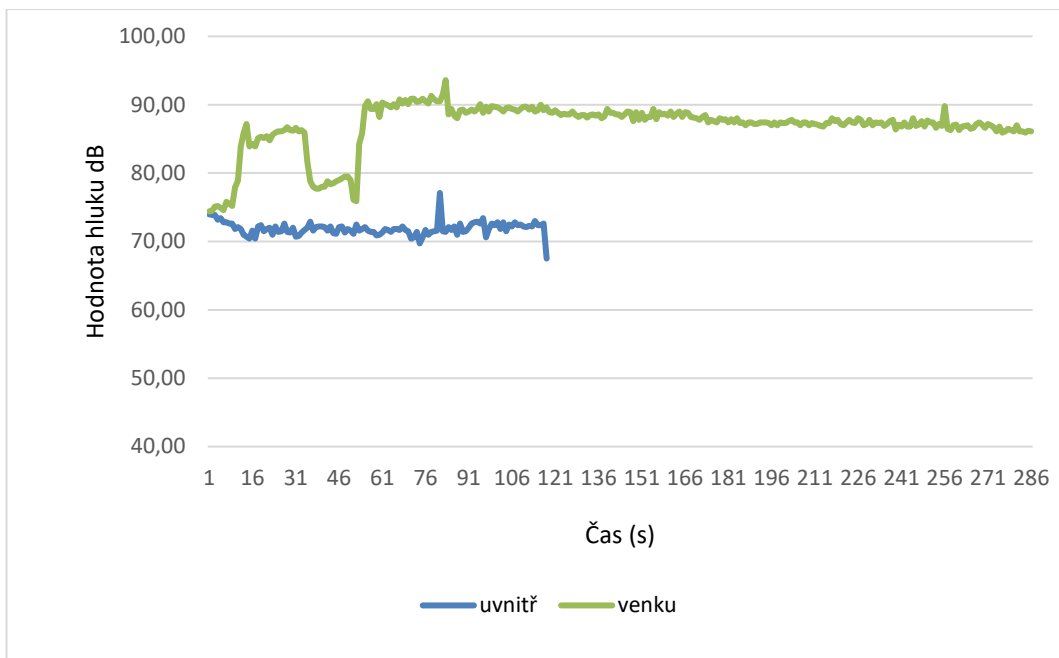
Zdroj: autor

Tabulka 1 Zjištěné podmínky okolního prostředí

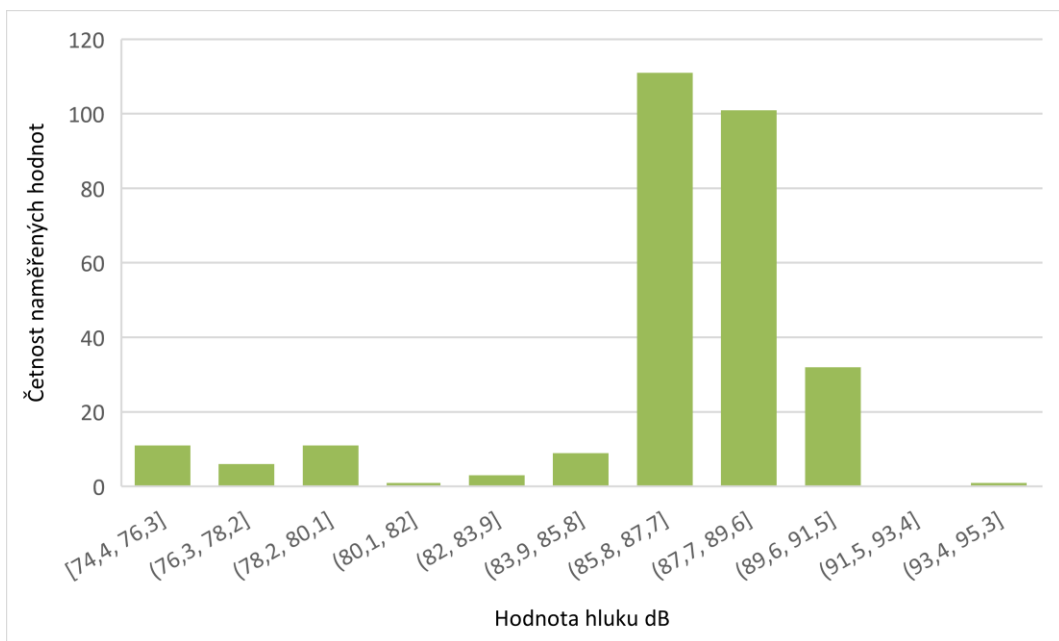
Teplota	Tlak	Vlhkost vzduchu	Rychlost větru
13 °C	1009,5 hPa	54 %	1,2 m/s

Na obrázku 23 je vidět umístění hlukoměru při měření nakládání krmiva vybírací frézou vozu Husky DS 120. Graf 1 ukazuje průběh úrovně hluku při nakládání uvnitř traktoru a u vybírací frézy. Po začátku je hluk kolísavý, ale po dosažení plného záběru frézy je konstantní. Nejvyšší hodnota vně byla  $L_{Amax} = 93,6$  dB a nejnižší  $L_{Amin} = 74,4$  dB. Hluk v kabině byl téměř konstantní a na nízké úrovni díky její moderní konstrukci. Nejvyšší hodnota v kabině se pohybovala na úrovni

$L_{Amax} = 77,1$  dB a nejnižší na úrovni  $L_{Amin} = 67,5$  dB. Z histogramu (graf 2) jsou patrné četnosti hodnot hluku, z nichž nejčetnější hodnota hluku činí v průměru 86,7 dB.



Graf 1 Hluk při nakládání krmiva vybírací frézou MKV Husky DS 120 – měření II.



Graf 2 Histogram naměřených hodnot MKV Husky DS 120

## 6.2 Hluk při nakládání vybírací frézou MKV LABRADOR 90



Obrázek 24 MKV Labrador 90 a umístění hlukoměru

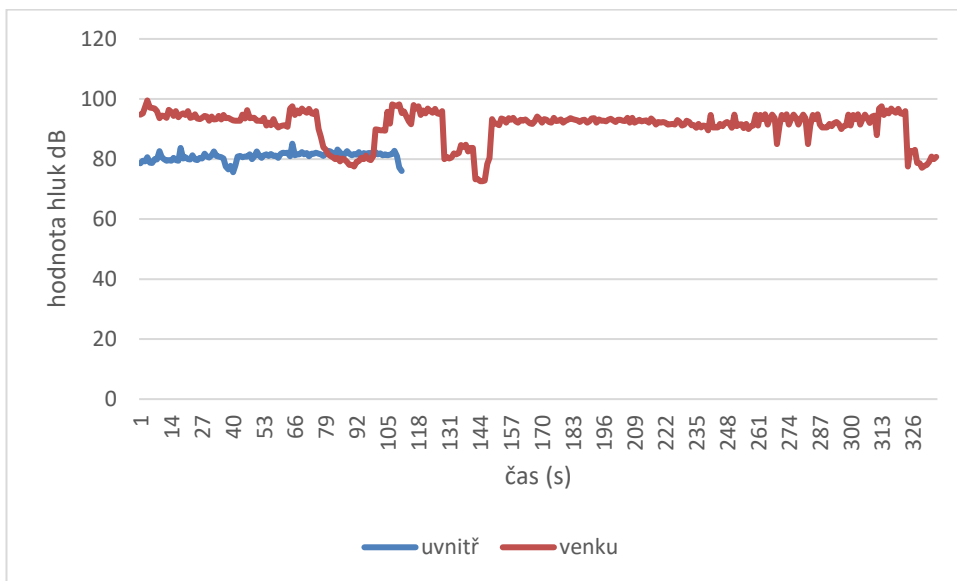
Zdroj: autor

Tabulka 2 Zjištěné podmínky okolního prostředí

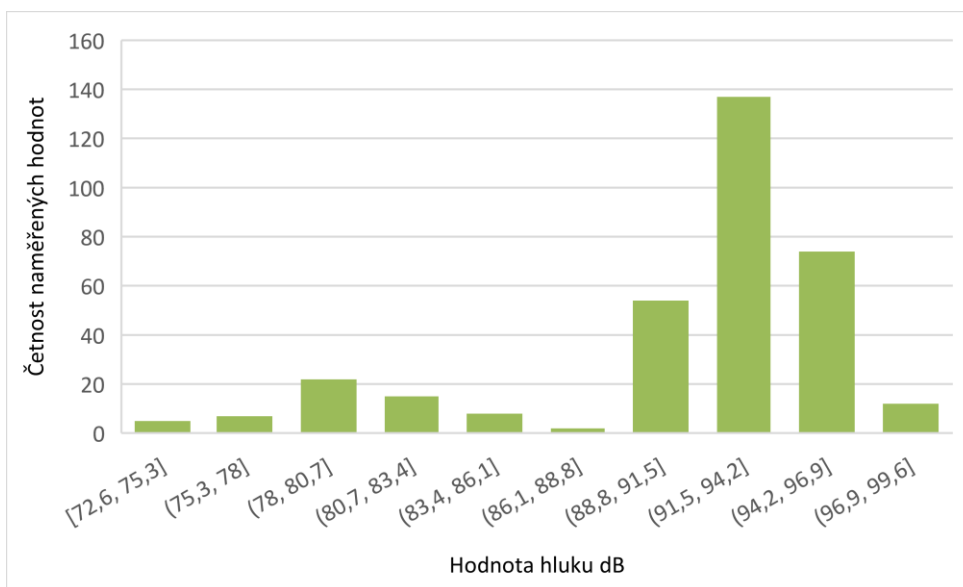
Teplota	Tlak	Vlhkost vzduchu	Rychlost větru
13,5 °C	1016,3 hPa	72 %	0 m/s

Na obrázku 24 je zobrazeno umístění hlukoměru při měření hluku při nakládání krmiva vybírací frézou staršího MKV Labrador 90. Nejvyšší hodnota u frézy byla  $L_{Amax} = 99,5$  dB a nejnižší  $L_{Amin} = 80,7$  dB. Hluk v kabině byl znatelně vyšší. Bylo to způsobeno již starou a nedostatečně odhlučňenou kabinou. Tato úroveň hluku nemá pozitivní účinky na zdravotní stav obsluhy a její komfort. Nejvyšší hodnota v kabině se pohybovala na úrovni  $L_{Amax} = 85,1$  dB a nejnižší na

úrovni  $L_{Amin} = 75,6$  dB. Z histogramu (graf 4) jsou patrné četnosti hodnot hluku, z nichž nejčetnější hodnota hluku činí v průměru 92,9 dB.



**Graf 3** Hluk při nakládání krmiva vybírací frézou MKV Labrador 90 – měření II.



**Graf 4** Histogram naměřených hodnot MKV Labrador 90

### 6.3 Hluk při nakládání drapákovým nakladačem UNHZ 500



Obrázek 25 Nakládání krmiva drapákovým nakladačem UNHZ 500 a umístění hlukoměru

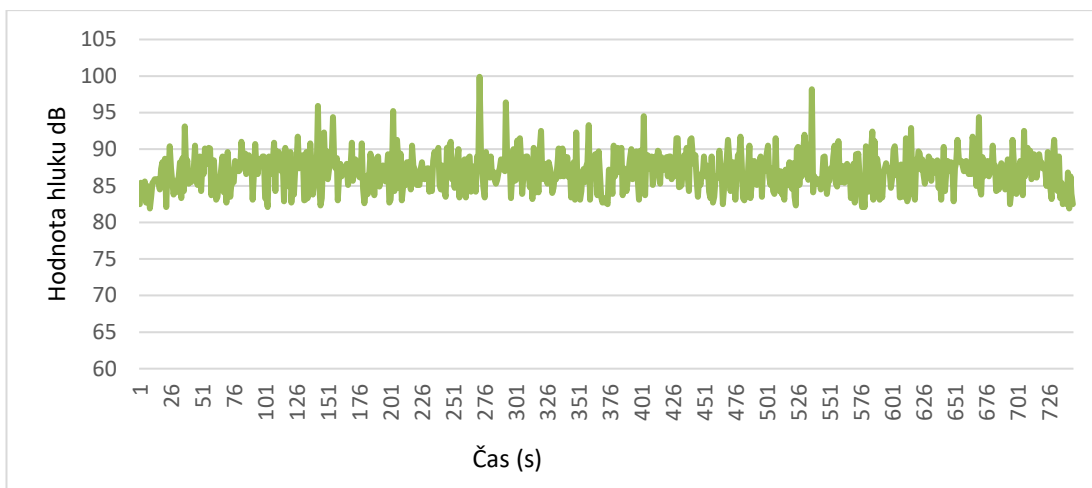
Zdroj: autor

Tabulka 3 Zjištěné podmínky okolního prostředí

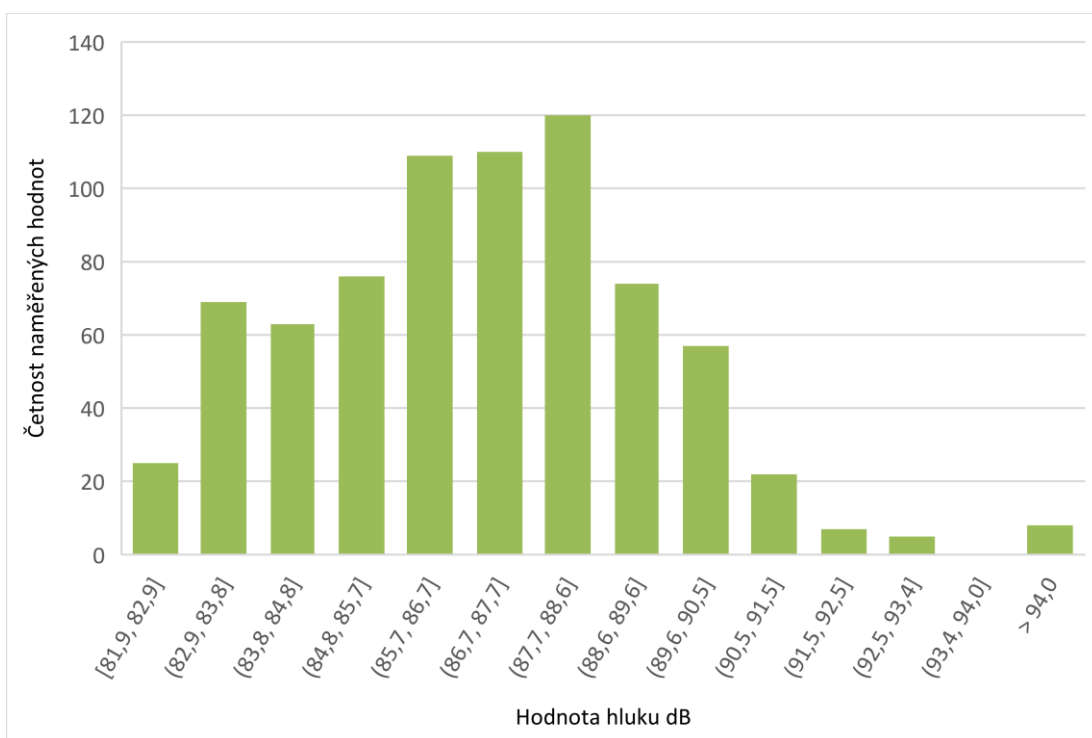
Teplota	Tlak	Vlhkost vzduchu	Rychlost větru
14 °C	1018,3 hPa	63 %	0 m/s

Obrázek 25 zobrazuje umístění hlukoměru při nakládání MKV Husky DS 120 drapákovým nakladačem UNHZ 500. Zde byl hluk měřen pouze vně kabiny, neboť u tohoto nakladače sedí obsluha nekrytá přímo u zdroje hluku, a tudíž je vystavena téměř stejné hodnotě hluku, která byla naměřena na stanovišti mezi nakladačem a míchacím krmným vozem. Úroveň hluku během nakládání je vidět na grafu 5. Nejvyšší naměřená hodnota  $L_{Amax} = 99,9$  dB a  $L_{Amin} = 81,9$  dB. Z histogramu (graf 6) jsou patrné četnosti hodnot hluku, z nichž nejčetnější hodnota hluku činí v průměru 88,2 dB.



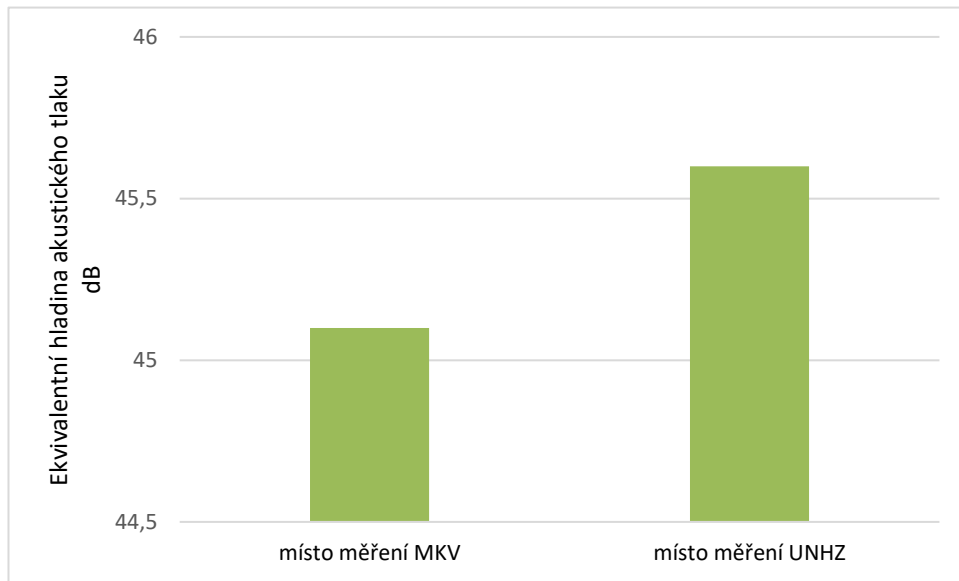


**Graf 5 Hluk při nakládání krmiva drapákovým nakladačem UNHZ 500 – měření II.**



**Graf 6 Histogram naměřených hodnot UNHZ 500**

## 6.4 Hlukové pozadí v silážních žlabech



Graf 7 Ekvivalentní hladina akustického tlaku na hlukovém pozadí silážních žlabů

## 7 EKVIVALENTNÍ HLADINA AKUSTICKÉHO TLAKU A

V případech, kdy se hluk výrazněji mění s časem, se zavádí ekvivalentní (neboli konstantní) hladina akustického tlaku  $L_{Aeq,T}$  [dB]. Ekvivalentní hladina je fiktivní ustálená hladina akustického tlaku, která má stejný účinek na člověka jako proměnný hluk během stejného časového úseku. ([www.ufmi.ft.utb.cz](http://www.ufmi.ft.utb.cz))

V mnoha případech se rozložení hladin akustického tlaku A blíží svým průběhem Gaussově křivce. Po úpravách rovnice pro hustotu pravděpodobnosti výskytu hladiny  $L_{pA}$  získáme vzorec:

$$L_{Aeq,T} = \bar{L}_{AT} + 0,115 * \sigma^2 \text{ [dB]} \quad [1]$$

kde

$\bar{L}_{AT}$  – průměrná hodnota naměřených hodnot [dB]

$\sigma^2$  – směrodatná odchylka od průměru.

(Nový, 2011)

Průměrná hodnota ekvivalentní hladiny akustického tlaku byla vypočítána pomocí rovnice:

$$L_{eq} = 10 \lg \frac{1}{n} \sum 10^{L_{eqj} / 10} \text{ [dB]} \quad [2]$$

kde

$n$  – počet poloh mikrofonu (počet měření)

$L_{eqj}$  – ekvivalentní hladina akustického tlaku v poloze  $j$ , vyjádřená v decibelech

(ČSN ISO 1996-2)

## 7.1 Výpočty

Podle výše uvedeného vzorce [1] byla vypočítána ekvivalentní hladina akustického tlaku jednotlivých měření všech pozorovaných souprav při nakládání krmiva. Podle výše uvedeného vzorce [2] byla vypočítána celková ekvivalentní hladina akustického tlaku ze všech pěti měření pozorovaných souprav při nakládání krmiva

Pro míchací krmný vůz Husky DS 120 byly vypočítány následující hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku:

**Tabulka 4** Vypočítané hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku pro soupravu Husky DS 120 a Steyr 4115 Multi

	<b>L<sub>Aeq,T1</sub></b> [dB]	<b>L<sub>Aeq,T 2</sub></b> [dB]	<b>L<sub>Aeq,T 3</sub></b> [dB]	<b>L<sub>Aeq,T 4</sub></b> [dB]	<b>L<sub>Aeq,T 5</sub></b> [dB]	<b>L<sub>eq</sub></b> [dB]
<b>U frézy</b>	87,9	88,5	88,4	88,3	88,5	<b>88,3</b>
<b>U obsluhy</b>	72,4	72,0	71,7	72,0	71,8	<b>72,0</b>

Pro míchací krmný vůz Labrador 90 byly vypočítány následující hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku:

**Tabulka 5** Vypočítané hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku pro Labrador 90 a Zetor 8211

	<b>L<sub>Aeq,T1</sub></b> [dB]	<b>L<sub>Aeq,T 2</sub></b> [dB]	<b>L<sub>Aeq,T 3</sub></b> [dB]	<b>L<sub>Aeq,T 4</sub></b> [dB]	<b>L<sub>Aeq,T 5</sub></b> [dB]	<b>L<sub>eq</sub></b> [dB]
<b>U frézy</b>	93,5	94,7	95,2	94,5	93,9	<b>94,4</b>
<b>U obsluhy</b>	81,2	81	81,5	81,2	81,4	<b>81,3</b>

Pro drapákový nakladač UNHZ 500 byla vypočítána následující hodnota ekvivalentní hladiny akustického tlaku (měření pouze jedno, neboť hluk, který vnímal člověk na místě obsluhy, byl stejný jako u nakládacího zařízení z důvodu konstrukce nakladače):

**Tabulka 6 Vypočítané hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku pro UNHZ 500 a Zetor 5011**

	<b>L<sub>Aeq,T1</sub></b> [dB]	<b>L<sub>Aeq,T 2</sub></b> [dB]	<b>L<sub>Aeq,T 3</sub></b> [dB]	<b>L<sub>Aeq,T 4</sub></b> [dB]	<b>L<sub>Aeq,T 5</sub></b> [dB]	<b>L<sub>eq</sub></b> [dB]
<b>U nakládacího zařízení = v místě obsluhy</b>	88,1	87,3	87,5	87,6	88,3	<b>87,8</b>

## 8 VÝSLEDKY A DISKUZE

Smyslem této práce bylo zjistit vliv způsobu nakládání krmiva do míchacího krmného vozu na životní prostředí převážně z pohledu hlukové zátěže. V níže přiložených grafech je vidět porovnání, jaká byla ekvivalentní hladina hluku u jednotlivých strojů a způsobu nakládání. Bylo provedeno porovnání dvou generací míchacích krmných vozů s vlastním vybíracím zařízením a jednoho drapákového nakladače.

Obrázek 25 ukazuje areál velkokapacitní výkrmny, kde se pohybuje krmná kombinace Labrador 90 a Zetor 8211. Kombinace se starším tažným prostředkem je dostačující, neboť denní vzdálenost je okolo 5 km a pohybuje se pouze po areálu velkokapacitní výkrmny, a tak na něho nejsou kladeny nároky na vyšší přepravní rychlosti. Tento areál se nachází daleko od trvale obydlených domů, a tak zvýšený hluk při nakládání krmiva nepáchá tolik škody. U obydlené zástavby měření hluku nebylo provedeno, protože podle vztahu, který uvádí Nový (2009)

$$L_{p2} = L_{p1} + 20 \lg \frac{r_1}{r_2} \quad [3]$$

kde:

$L_{p2}$  – vypočítaná (teoretická) hodnota hluku [dB]

$L_{p1}$  – naměřená hodnota hluku ve vzdálenosti  $r_1$  [dB]

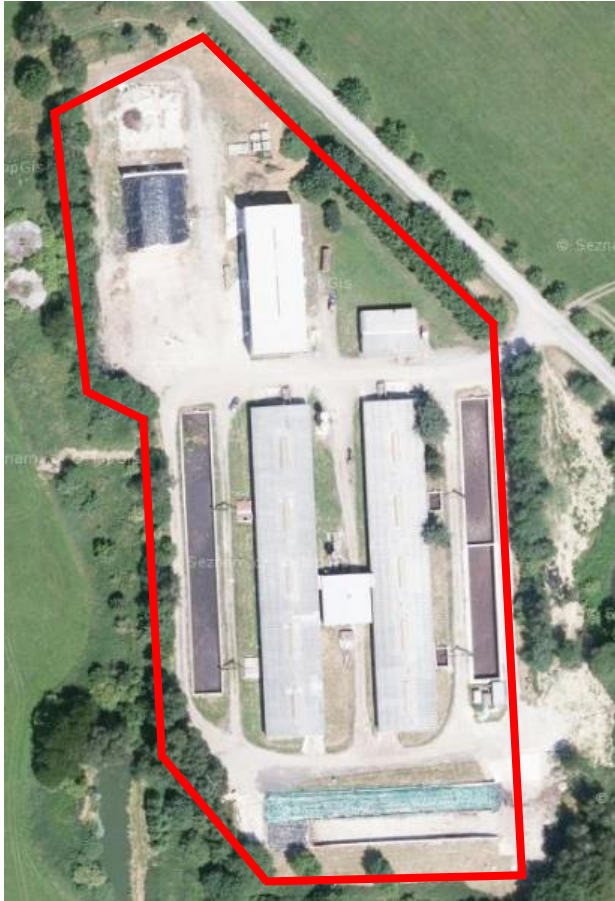
$r_1$  – vzdálenost hlukoměru od zdroje [m]

$r_2$  – vzdálenost pro vypočítanou (teoretickou) hodnotu hluku [m],

byla vypočítána maximální hodnota hluku, která se šíří k nedaleké zastavěné oblasti:

$$L_{p2} = L_{p1} + 20 \lg \frac{r_1}{r_2} = 94,4 + 20 \lg \frac{1}{500} = 40,4 \text{ dB.}$$

Tato teoretická (provedená výpočtem) hodnota je platná pro šíření zvuku ve volném poli bez útlumu různými překážkami, a proto je to hodnota maximální. Měřený zdroj hluku není v činnosti v otevřeném terénu, ale mezi stěnami silážního žlabu. Také celý areál výkrmny obklopuje hustý porost keřů a stromů (viz obr. 26), které brání šíření zvukových vln, a proto by byla reálná (naměřená) hodnota hluku od tohoto zdroje ještě nižší než tato vypočtená.



**Obrázek 26** Areál pohybu MKV Labrador 90

Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

Na obrázku 27 jsou znázorněny body, do kterých novější MKV Husky DS 120 v kombinaci se Steyr 4115 Multi zaváží TMR. Je zde patrná velká přepravní vzdálenost (30 km denně není pro tuto soupravu problémem) a tak je vyšší pojezdová rychlost přínosná stejně tak jako komfort v moderní kabině. Vzhledem k tomu, že se stájové objekty nachází v obydlených částech, je nižší úroveň ekvivalentní hladiny akustického tlaku příjemná pro okolní obyvatele. Podle výše uvedeného vzorce [3] byla vypočítána maximální hodnota hluku dopadající na nejbližší obydlená území v jednotlivých místech nakládky krmiva. Pro místo I byla vypočtena maximální hodnota hluku 44,6 dB, pro místo II 37,6 dB a pro místo III 46,5 dB. Tento hluku je opět snížen stěnami silážních žlabů. MKV nakládá krmivo podle toho, kde je otevřena silážní jáma. Silážní jámy nejsou otevřeny v každém místě, ale vždy pouze jedna s kukuřičnou siláží a jedna se senáží a po jejich vybrání se otvírají další, aby nedošlo k oxidaci silážované hmoty a tím k znehodnocení krmiva.



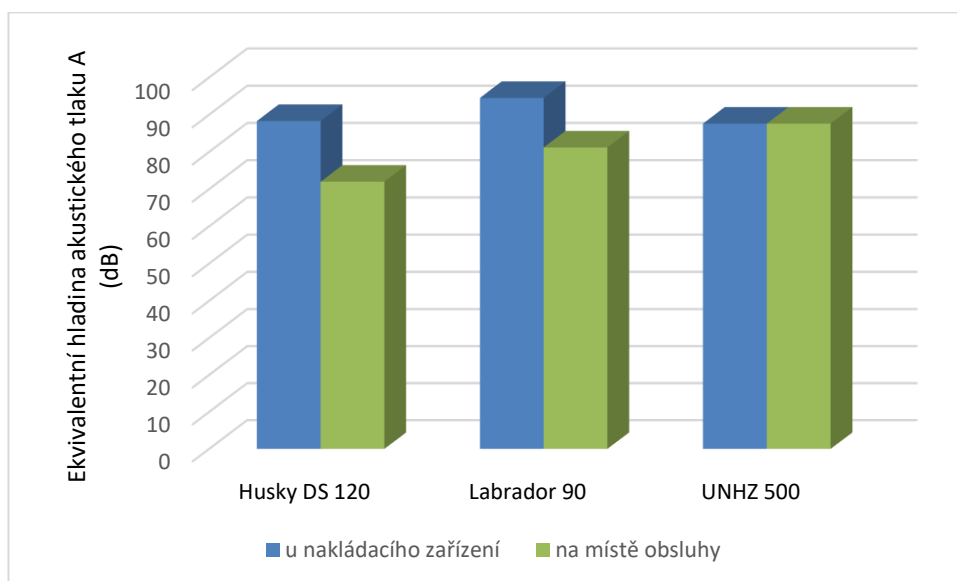
Obrázek 27 Nakládací místa MKV Husky DS 120

Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

U míchacích krmných vozů s vlastním vybíracím zařízením byly naměřené hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku vyšší než u externího drapákového nakladače. Novější míchací krmný vůz Husky DS 120 měl při nakládce krmiv ekvivalentní hladinu akustického tlaku pod hranicí 90 dB. Zajisté to bylo způsobeno jednak tím, že je o 7 let mladší, a tudíž i osazen větší kvalitou hnacích mechanismů, ložisek se sníženým třením a taktéž i hlučností, to vše v důsledku moderních technologických poznatků a postupů při výrobě pohyblivých součástí. Druhou věcí bylo to, že neměl napracováno tolik motohodin jako jeho předchůdce z roku 2006 Labrador 90, jehož ekvivalentní hladina akustického tlaku při nakládání krmiva se pohybovala na hodnotě 94,4 dB.

Hodnota ekvivalentní hladiny akustického tlaku drapákového nakladače UNHZ 500, jenž se dnes v daném zemědělském družstvu používá už jen při načínání a dobírání silážního žlabu, byla na úrovni 87,8 dB.





**Graf 8 Grafické porovnání ekvivalentních hladin akustického tlaku měřených strojů**

Graf 8 ukazuje, že obě soupravy míchacích krmných vozů vyhovují hlukovému hygienickému limitu na pracovišti, který je stanoven ekvivalentní hladinou akustického tlaku A  $L_{Aeq,T} = 85$  dB. V pracovním prostoru obsluhy u starší soupravy byla ekvivalentní hladina akustického tlaku o 3,8 dB a u nové dokonce o 13 dB nižší. Nakládací souprava s drapákovým nakladačem UNHZ 500 měla hladinu tlaku vyšší o 2,6 dB především z důvodu nepřítomnosti uzavřeného pracovního prostoru obsluhy nakladače, což lze ale zmírnit použitím osobních ochranných pracovních pomůcek, např. špičková sluchátka mohou způsobit pokles celkové hladiny až o 60 dB. (<https://www.fs.vsb.cz>)

## 9 ZÁVĚR

Závěrem je možno říci, že podle mnou zjištěných výsledků z hlediska úrovně hladiny akustického tlaku, pohodlí obsluhy, rychlosti nakládání TMR, komplexního moderního vybavení a přepravní rychlosti vychází nejlépe souprava Husky DS 120 se Steyr 4115 Multi. Tato moderní krmná souprava, dle klimatických podmínek a předchozích zkušeností, obstála na velmi dobré úrovni. I úroveň hladiny hluku, která se snížila o 6 dB oproti předchozí krmné soupravě, je vyhovující a od obyvatel, kteří bydlí v blízkosti míst, kde se nakládá krmivo, jsou pozitivní reakce na nižší hluk.

U krmného vozu Labrador 90 se Zetorem 8211 je úroveň hluku vyšší, komfort obsluhy nižší, delší nakládací doba, ale vzhledem k podmínkám, ve kterých se tato souprava pohybuje, je dostačující a snadno opravitelná.

Drapákový nakladač je, co se týče pohodlí obsluhy, ovládání, hlučnosti, efektivnosti, za hranicí své životnosti. Jak je zmíněno výše, je stále zapotřebí, ale podle mého názoru by bylo vhodné nahradit jej novějším typem nebo traktorem s čelním nakladačem, s kterým by se práce urychlila i zjednodušila.

Podíváme-li se na způsoby nakládání například ještě z pohledu výfukových emisí traktorů, vychází nakládka s externím nakladačem hůře, neboť je v činnosti motor tažného prostředku, jenž pohání nakladač, tak i motor tažného prostředku míchacího krmného vozu, který při nakládce krmivo promíchává. Další výhodou míchacích krmných vozů je i ten fakt, že po jejich nabíracím cyklu zůstane nenarušená odebíraná stěna krmiva, a tudíž nedochází k průniku vzduchu do upěchované hmoty a následným hnilobným procesům.

Teoretický (vypočítaný) hluk šířící se do okolního prostředí k nejbližším obydleným místům v okolí silážních jam nepřesahuje denní limit 50 dB (vyhláška 523/2006). Provoz MKV začíná ve 2 hodiny ráno, a tak je noční limit 40 dB (vyhláška 523/2006) mírně překročen, neboť maximální teoretická hodnota činí 46,5 dB, ale jak bylo řečeno výše, tento hluk je ještě redukován stěnami silážních jam a okolním stromovým a keřovým porostem. Po dotazování obyvatel bydlících v okolí silážních jam byly zjištěny pozitivní reakce na nižší hodnoty hlukové zátěže po koupi nového míchacího krmného vozu.

Podle mého názoru si dané družstvo počíná s modernizací strojového vybavení živočišné produkce poměrně dobře i vzhledem k tomu, že se zaobírá i rostlinnou výrobou, která spotřebuje na provoz a modernizace nemalé náklady. Budou-li finanční možnosti družstva i do budoucna příznivé jako doposud, věřím, že i nadále bude do jeho majetku přibývat ročně minimálně jeden moderní stroj.

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- ANDRT, Miroslav. *Technika a technologie pro chov zvířat*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2011. ISBN 978-80-213-2164-9.
- BABISCH, Wolfgang, Rokho KIM, [ED. Frank THEAKSTON]. *Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe*. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe, 2011. ISBN 978-928-9002-295.
- BÍRO, Daniel, Milan ŠIMKO a Gabriela ZELINKOVÁ (eds.). *Nutrinet 2013*. Nitra, 2013. ISBN 978-80-552-1065-0.
- ČSN ISO 1996-1 *Akustika – popis, měření a hodnocení hluku prostředí: Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení*. Praha: Český normalizační institut, 2004. 25 s.
- ČSN ISO 9612. *Akustika – směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2000. 28 s.
- ČSN ISO 1996-2. *Akustika - popis, měření a posuzování hluku prostředí: Část 2: Určování hladin hluku prostředí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 40 s.
- DOLEŽAL, Oldřich a Stanislav STANĚK, BEČKOVÁ, Ilona, Daniela ČERNÁ a Jan DOLEJŠ (eds.). *Chov dojeného skotu: technologie, technika, management*. 1. vydání. Praha: Profi Press, s.r.o., 2015. ISBN 978-80-86726-70-0.
- GÁLIK, Roman. *Technika pre chov zvierat*. Nitra, 2015. ISBN 978-80-552-1407-8.
- GÜNTHER, Bodo, KARL H. HANSEN a Ivar VEIT. *Technische Akustik – ausgewählte Kapitel: Grundlagen, aktuelle Probleme und Messtechnik*. 8. Aufl. Renningen: Expert, 2008. Technik-Wörterbuch. ISBN 978-381-6927-884.
- [http://biomechanika.fme.vutbr.cz/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&download=89%3As..](http://biomechanika.fme.vutbr.cz/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=89%3As..) [staženo 2016-02-07]
- <http://greyllit.pbworks.com/f/Health+Effects+of+Noise+2000.pdf> [staženo 2016-04-20]

- [http://hluk.eps.cz/files/Hluk\\_brozura.pdf](http://hluk.eps.cz/files/Hluk_brozura.pdf) [staženo 2016-02-01]
- [http://storti.com/documenti/prodotti/Husky\\_IT\\_EN\\_05\\_12.pdf](http://storti.com/documenti/prodotti/Husky_IT_EN_05_12.pdf) [staženo 2016-11-09]
- [http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env\\_fyzika/EF\\_03.pdf](http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_03.pdf) [staženo 2016-11-15]
- <http://vetrani.tzb-info.cz/10319-akustika-a-protihlukova-opatreni-ve-vzduchotechnice> [staženo 2016-02-05]
- <http://www.fluidconsult.sk/post/nadmerny-hluk-hydraulickeho-systemu-10/> [staženo 2016-02-05]
- [http://www.fs.vsb.cz/export/sites/fs/330/.content/files/7\\_Metody-snizovani-hluku.pdf](http://www.fs.vsb.cz/export/sites/fs/330/.content/files/7_Metody-snizovani-hluku.pdf) [staženo 2016-02-07]
- <http://www.mzcr.cz/en/Soubor.ashx?souborID=14670&typ=application/msword&nazev=N%C3%A1vrh%20Vecn%C3%BD%20zamer%20zakona%20o%20ochra%C4%9B%20verejneho%20zdravi%20pred%20hlukem.doc>. [staženo 2016-02-09]
- <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/zdravotni-ucinky-hluku> [staženo 2016-02-07]
- <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/zdroje-hluku-a-jeho-mereni?highlightWords=m%C4%9B%C5%99en%C3%AD+hluk> [staženo 2016-02-03]
- <https://mapy.cz/letecka?mereni-vzdalenosti&x=15.2278790&y=49.2344541&z=18&l=0&m3d=1&rm=9iPa4x8EGs> [staženo 2016-02-05]
- <https://mapy.cz/letecka?mereni-vzdalenosti&x=15.2453509&y=49.2599442&z=15&l=0&m3d=1&rm=9iPa4x8EGs> [staženo 2016-02-05]
- <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/rocnik/2016> [staženo 2016-04-12]
- Ing. Prádný 2016, *in verb*
- JAVOREK, Filip. Technika pro zakládání krmiv a steliv. *Mechanizace zemědělství*. Profi Press, s. r. o., 2016, (10), 50–56.
- Jelínek 2016, *in verb*
- NOVÝ, Richard. *Hluk a chvění*. Vyd. 3. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04347-9.

- STEHNO, Luboš. Krmné vozy, historie a současnost. *Mechanizace zemědělství*. Profi Press s. r. o., 2015, 10, 62-63.
- SYROVÝ, Otakar. *Doprava v zemědělství*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 978-80-86726-30-4.
- ŠÍSTKOVÁ, Marie, Martin PŠENKA, Ivo CELJAK, Vladimír KAPLAN, Jiří POTĚŠIL a Jiří ČERNÍN. Přesnost nakládání jednotlivých komponent TMR. *Náš chov*. Profi Press, 2016, (5), 72–75.
- VÁVRA, Václav. *Technologie a technika živočišné produkce*. České Budějovice, 2013.
- VEGRICHT, Jiří a Josef ŠIMON. Inovace v oblasti míchacích krmných vozů. *Mechanizace zemědělství*. Profi Press, s. r. o., 2012, (11), 32-36.
- VÍT, Michael. *Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí*. Praha, 2001.