

# **JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**Zemědělská fakulta**

Katedra zemědělské techniky a služeb

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika, obchod, servis a služby

## **Vyhodnocení hlukové zátěže ve skladech a třídírnách brambor**

Vedoucí bakalářské práce

Ing. Marie Šístková, CSc.

Autor

Michal Vávra

2009

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Vyhodnocení hlukové zátěže ve skladech a třídírnách brambor zpracovával samostatně, na základě vlastních zjištění a materiálů uvedených v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích dne 15. 4. 2009

.....

podpis autora

Děkuji vedoucímu práce Ing. Marii Šítkové, CSc. a doc. Ing. Aloisovi Peterkovi, CSc. za všestrannou pomoc a metodické vedení při zpracování bakalářské práce. Současně děkuji vedení podniku a vedoucímu dílny společnosti AGRA Netřebice, s.r.o. za umožnění provést vyhodnocení hlukové zátěže ve skladech a třídárnách brambor.

# OBSAH

<b>1. Úvod</b> .....	<b>1</b>
1.1. Hluk v pracovním a životním prostředí .....	1
<b>2. Literární přehled</b> .....	<b>2</b>
2.1. Definice hluku .....	2
2.2. Fyziologická akustika hluku .....	3
2.3. Vnímání zvuků .....	4
2.4. Zdroje hluku .....	8
2.4.1. Hlavní hlukové zdroje .....	9
2.4.2. Typy hluku .....	9
2.5. Co jsou decibely .....	10
2.6. Zdravotní účinky hluku .....	10
2.6.1. Poškození sluchového aparátu .....	11
2.6.2. Poruchy spánku .....	11
2.6.3. Vliv hluku na kardiovaskulární systém .....	12
2.6.4. Hluk a duševní onemocnění .....	12
2.6.5. Obtěžování hlukem .....	13
2.7. Hygienické limity hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb .....	13
2.8. Prevence a ochrana před hlukem .....	15
2.8.1. Jak se můžeme ještě chránit .....	16
2.9. Měření hluku .....	17
2.9.1. Umístění mikrofonu a měřicího místa .....	17
2.9.2. Doba měření .....	18
2.9.3. Určení ekvivalentní hladiny akustického tlaku .....	19
<b>3. Cíl práce</b> .....	<b>20</b>
<b>4. Metodika</b> .....	<b>21</b>
4.1. Popis měřicí techniky .....	21
4.2. Postup měření .....	24
4.3. Zpracování naměřených hodnot .....	24
4.4. Charakteristika AGRA Netřebice s.r.o. ....	25
4.4.1. Místo měření .....	26

<b>5. Výsledky měření</b> .....	<b>28</b>
5.1. Podmínky při měření .....	28
5.1.1. Stanoviště č. 1 .....	29
5.1.2. Stanoviště č. 2 .....	30
5.1.3. Stanoviště č. 3 .....	31
5.1.4. Stanoviště č. 4 .....	32
5.1.5. Stanoviště č. 5 .....	33
5.1.6. Stanoviště č. 6 .....	34
5.1.7. Stanoviště č. 7 .....	35
<b>6. Diskuze</b> .....	<b>36</b>
6.1. Vyhodnocení hlukové zátěže.....	36
<b>7. Závěr</b> .....	<b>38</b>
<b>8. Přílohy</b> .....	<b>40</b>
8.1. Fotodokumentace.....	40
8.2. Blokovaná schémata třídníny .....	44
8.2.1. Blokované schéma třídníny .....	44
8.2.2. Vytyčení měřicích míst.....	45
<b>9. Seznam použité literatury</b> .....	<b>46</b>

# 1. Úvod

## 1.1. Hluk v pracovním a životním prostředí

Hluk je specifický druh zvuku s časově proměnným kmitočtem i hladinou hlasitosti. Subjektivně se vyznačuje nehudebností, nelibozvučností a zpravidla se silným kolísáním akustického tlaku. Za zvlášť nepříjemné a škodlivé se považují zvuky vznikající náhle a působící u člověka a zvířat úlekové a poplachové reakce. Proto bývá ve fyzice hluk definován nejčastěji jako směs hudebních i nehudebních zvuků a přesněji se označuje pomocí tzv. onomatopoických názvů (hučení, šum, hřmění, dunění, syčení, vrzání, skřípání, klepání apod.).

V hygieně pracovního prostředí se jako hluk označuje každý zvuk, který může vést nejen k poruše sluchu nebo i jiných významných životních funkcí, ale i takový, který člověka subjektivně ruší nebo obtěžuje. Definice je proto širší a svým způsobem může zahrnovat i hudební tóny nebo i lidský hlas.

Hluk vzniká nejčastěji úderem a vibracemi hmotných těles, točivými součástmi strojů a dopravních prostředků, kmitáním nejrůznějších předmětů, prouděním plynů a kapalin. Z místa zdrojů se šíří určitou proměnlivou rychlostí, uplatňuje se odraz zvukových vln od předmětů, mohou vznikat rezonanční jevy (včetně fázových posunů), dochází k ohybu vln za překážkami a v závislosti na fyzikálních vlastnostech prostředí a množství překážek podléhá útlumu. V kapalinách a pevných pružných látkách je rychlost šíření několikanásobně větší než ve vzduchu. Ve vodě se zvuk šíří více než čtyřikrát rychleji (ve slané vodě více než ve sladké), pod povrchem Země asi třináctkrát rychleji (v železných kovech je rychlost zvuku až 5000 m/s).

Zatímco hluk býval v minulosti symbolem aktivity a průmyslové prosperity a nadále zůstává okázalým symbolem moci (vyzvánění zvonů, oslavné fanfáry, dělostřelecké salvy a ohňostroje), je ticho spojováno s projevy respektu, úcty, piety a vznešenosti. Snad proto se ticho stává i uměle vytvářeným symbolem moci v nejvyšších úřadech a bankovních domech [7].

## 2. Literární přehled

### 2.1. Definice hluku

Měřítkem toho, co je hluk, je jednoznačně člověk; jeho odpověď, jeho fyziologická reakce, jeho prožitek. Odpovídá to zcela soudobému poznání, že pro účinky zvuku na člověka je rozhodující, jak je obdržená akustická informace zpracována příjemcem.

V praktickém boji proti hluku zabezpečujeme pouze omezenou míru ochrany osob před hlukem, danou typickými reakcemi podstatné části populace, s vědomím, že atypické reakce citlivých jedinců je třeba řešit individuální péčí o tyto situace. Zatím co v běžném boji proti hluku stojí na prvním místě opatření u zdrojů hluku, v těchto mimořádných situacích je zpravidla nejúčinnější - i když nepříliš populární - zásah u senzitivního příjemce.

Opuštění fyzikálních parametrů při identifikaci hluku v životním prostředí by vedlo k naprosté ztrátě orientace, pokud jde o přípustné hladiny, priority opatření v přijatých programech snižování hluku, pokud jde o možnost působit na producenty hluku sankcemi aj.

Vymezujeme-li hluk fyzikálně, musíme si být stále vědomi mezí platnosti metody. Není tím zrušena primární platnost psychofyziologických kritérií. Jakýkoliv limit, opřený např. o hladinu hluku, je nezbytná konvence, vyjadřující s přijatelnou pravděpodobností statistickou závislost skutečné odpovědi lidí na konkrétní hluk a absolutizování takové hranice je vědecky nepodložené.

Co rozumíme škodlivými účinky? Může dojít k poškození zdraví (např. akustické trauma nebo poškození sluchu z hluku), také může dojít ke vzniku nepříjemného nebo závažného příznaku (např. ušní šelesty, vzestup krevního tlaku), trvalé změny funkce, změny pracovní výkonnosti, míry únavy po pracovní směně, průběhu zotavení, hloubky spánku atd.

S ohledem na to, co bylo řečeno výše, je nutno při hodnocení konkrétní akustické situace uvažovat o hluku z hlediska celého spektra atakovaných funkcí a místa i času působení. Proto také požadavky na zachování vhodného akustického klimatu, resp. limity přípustných hladin hluku musí obsahovat z čistě fyziologických důvodů širokou paletu hodnot, které se mohou významně lišit.

Doposud jsme vymezovali hluk pouze ve vztahu k člověku, jak to vyplývá z náplně hygieny. Z hlediska celého životního prostředí je možno hovořit o hluku i tam, kde nežádoucí hluky mění např. objektivní kvalitu příslušného území, ovlivňují chování fauny, účinkují nepříznivě na stavby apod. [1].

## **2.2. Fyziologická akustika hluku**

Hlukoměrová měření zjišťující míru obtěžování hlukem či ze zdravotních důvodů ohrožující jedince jsou stejně četná jako měření technická. Proto je potřebné alespoň rámcově znát, jak pracuje sluchový orgán.

Sluchový orgán reaguje na vnější zvukové podněty, předává přijaté informace mozkovému analyzátoru a výsledkem je sluchový vjem. Pro subjektivní vjem používáme pojem hlasitost, která je fyzikálními veličinami pouze v určité – často nepřesné – korelaci. Přezkoumáme-li závislost vjemu hlasitosti na hladině akustického tlaku podrobněji, zjistíme, že existují odchylky i pro jednoduchý zvuk a pro složené zvuky prostě jednoduchou závislost nenalezneme.

Pro vztahy mezi fyzikálními veličinami a hlasitostí je možné nalézt určité průměrné závislosti. Tyto závislosti se zjišťují statistickým zpracováním odpovědí velkého, různorodého souboru jedinců. Fyziologická akustika tak poskytuje závislost mezi různými fyzikálními veličinami a průměrnými subjektivními počitky, přičemž není vyloučeno, že počitek určitého jedince se bude, a třeba i začne, od předpokládané závislosti odlišovat [2].



### 2.3. Vnímání zvuků

Zvuky vznikající v životním prostředí vnímáme sluchovým analyzátozem. Sluchový analyzátoz má periferní část, tvořenou zevním, středním a vnitřním uchem, a část centrální, korovou, spojenou s periférií sluchovým nervem (jde o VIII. mozkový nerv, který kromě sluchových vláken má i vlákna vedoucí podněty z labyrintu, kde sídlí ústrojí rovnováhy).

Zevní ucho se skládá z boltce a zvukovodu (viz. Obrázek 2.3.1.). Boltce je nepohyblivý, má význam pro lokalizaci zdroje zvuku. Směrový účinek se projevuje jednak působením akustického stínu boltce a hlavy (lokalizace v předozadní rovině), jednak utvářením vnitřního povrchu, v důsledku čehož je nejsilněji vnímán zvuk, přicházející do ucha ze směru 15° před interaurální osou. Lokalizační účinek se projevuje teprve u tónů vyšších než 500 Hz a dosahuje maximum při 5 000 Hz. Lokalizace je usnadňována malými pohyby hlavy.

Zevní zvukovod má průměrnou délku 25 mm a objem 1,2 cm<sup>3</sup>. Při průchodu zvukových vln vhodného kmitočtu dochází k rezonanci (v pásmu 2-6 kHz s maximum u 4 kHz), jež má za následek vzestup akustického tlaku před bubínkem oproti hodnotě před boltcem. Rozdíl může činit pro frekvenci 4 kHz až 10 dB a je pravděpodobně jednou z příčin nejčasnějšího postižení tohoto kmitočtu při vývoji sluchové poruchy z nadměrného hluku.

Zvukovod transformuje krátké zvukové děje v jednotné tlumené rezonanční kmity, takže impulsy neproniknou v původním tlaku a formě až k bubínku.

Uzavřením zvukovodu (mazovou zátkou apod.) se zvýší práh slyšení, a to zejména pro vysoké a střední frekvence, kde efekt obturace dosahuje 30-50 dB.

Ve středním uchu dochází k převodu ze vzdušného vedení zvuku ve vedení kapalinou (perilymfou). Při převodu nepoškozeným systémem dochází ke ztrátě nepodstatné části energie při současné změně charakteru signálu; zatímco při vzdušném vedení jde o zvukové vlnění o malém tlaku a velké výchylce, v tekutině je při malé amplitudě tlak značný.

O míře kompenzace energetických ztrát středoušním systémem rozhoduje jeho impedance, závislá jak na vlastnostech bubínku, tak sluchových kůstek středoušních. Převod z velké plochy bubínku na 20x menší plochu oválného okénka pomocí pákového mechanismu představuje impedanční přizpůsobení, které zabraňuje převodní

ztrátě cca 30 dB, ke které by jinak došlo na přestupu zvuku ze vzduchu do tekutiny. Normální převodovou funkci středouší, zejména normální napětí bubínku, zajišťuje Eustachova trubice, spojující středouší s nosohltanem a otevírající se při polykacím pohybu, která zajišťuje vyrovnání tlaků před a za bubínkem.

Impedanci středouší mohou změnit středoušní svaly, které zvyšují napětí bubínku a membrány oválného okénka. Reflexní stah těchto svalů nastává při překročení hladiny 70 dB; čím hlasitější zvuk, tím kratší latence reflexu až do hranice asi 30 ms. Znamená to, že proti velmi krátkým impulsním hlukům středoušní reflex nechrání. Také účinnost pro vyšší frekvence je malá, takže hlavní oblastí uplatnění jsou hluboké tóny do 1 000 Hz.

Podráždění vnitřního ucha může být kromě přenosu zvuku přes střední ucho způsobeno tzv. kostním vedením, při němž se vibrace kosti lebky přenášejí až na perilymfu a endolymfu hlemýžďe. Kostní vedení má asi o 40 dB vyšší práh než vedení vzdušné, takže se u zdravého ucha neuplatňuje, má ale význam při slyšení a kontrole vlastního hlasu. Jeho vyšetření se využívá k rozlišení sluchové vady převodní (středoušní) od percepční (porucha vnitřního ucha nebo centrální části receptoru).

Ve vnitřním uchu dochází pohybem (vpáčením) oválného okénka k přenosu akustických vibrací do nitroušní tekutiny ve scala vestibuli, která je přes scala tympani spojena s kulatým okénkem. Mezi oběma prostory vyplněnými perilymfou je v hlemýždi svinuta do závitů jeho blanitá část, v němž je mezi bazilární membránou, boční stria vascularis a horní Reissnerovou membránou vytvořena trojúhelníková scala media, vyplněná endolymfou, charakteristicky odlišnou od mozkomíšního moku a perilymfy vysokou koncentrací draslíku (35x) a nízkou koncentrací sodíku. Na bazilární membráně je Cortiho orgán, kde mezi pilířovými a podpůrnými buňkami je rozmístěno ve 4 řadách na 20 000 vláskových buněk, na jejichž spodní stranu naléhají nervová zakončení, a na horní ploše jsou vlásky (stereocilie), kryté tektoriální membránou. Pohybem buněk kochleární přepážky vůči membráně tectoria dochází k složitému pohybu v radiální i longitudinální rovině, takže stereocilie jsou vychylovány v různém úhlu a různými směry, což se projevuje změnou polarity vláskových buněk. Podle frekvence přijímaného dráždícího zvuku dochází v hlemýždi k maximálnímu rozkmitání bazilární membrány v jednom nebo více místech pomocí tzv. postupující vlny.

Změna potenciálu vláskových buněk souvisí se vznikem sumačních potenciálů. Ze sluchového nervu (nebo i z povrchu hlemýžďe) lze snímat akční potenciály jako synchronizovaný akční potenciál jednotlivých nervových vláken, přičemž hodnota

potenciálu stoupá s intenzitou podnětu. Záznam potenciálu sluchového nervu je využíván klinicky při elektrokochleografii.

Od vláken sluchového nervu až do sluchové oblasti kůry je podráždění pravděpodobně přenášeno tonotopicky, tj. jednotlivé sousední frekvence jsou přenášeny sousedními elementy. Vzruch prochází složitou strukturou kochleárních jader až do nucleus olivarius superior, kde se uplatňují pochody související s interakcí obou uší, do colliculus inferior, význačného pro analýzu frekvencí a mechanismus prostorového slyšení, a dále do corpus geniculatum mediale. V obou posledních jádrech se vyskytují četné spoje sluchové dráhy s mimosluchovými oblastmi a řada elementů reaguje pouze na počátek podráždění (on-systém) a tzv. nemonotónním způsobem, tj. odpověď se zvyšuje se zvyšováním podráždění pouze do určité meze a dále je lineární. Sluchová dráha, tvořená 4 neurony, končí v temporálních lalocích v sluchové oblasti kůry velkého mozku. Zde dochází ke konečné analýze kvality zvukového podnětu a k uvědomění si sémantického obsahu slyšených zvuků, k porozumění řeči, k psychologickému hodnocení počítka. Centrálně je částečně ovlivněn i průběh maskování slyšených zvuků. Centrifugální vlákna mohou ovlivňovat činnost periférie a přizpůsobovat přenos vzruchů do centra aktuální situaci. Jejich zakončení nalezneme až u vnitřních a vnějších vláskových buněk; jsou schopny tlumit aktivitu potenciálů a spolupůsobí postupné snižování odpovědi na opakující se podnět, tzv. habituaci. Vyřazení účinků kůry vedlo dokonce k zpomalení restituace periférie po nadměrné zátěži. Korově je tedy ovlivňována akustická adaptace a pravděpodobně i vývoj sluchových ztrát.

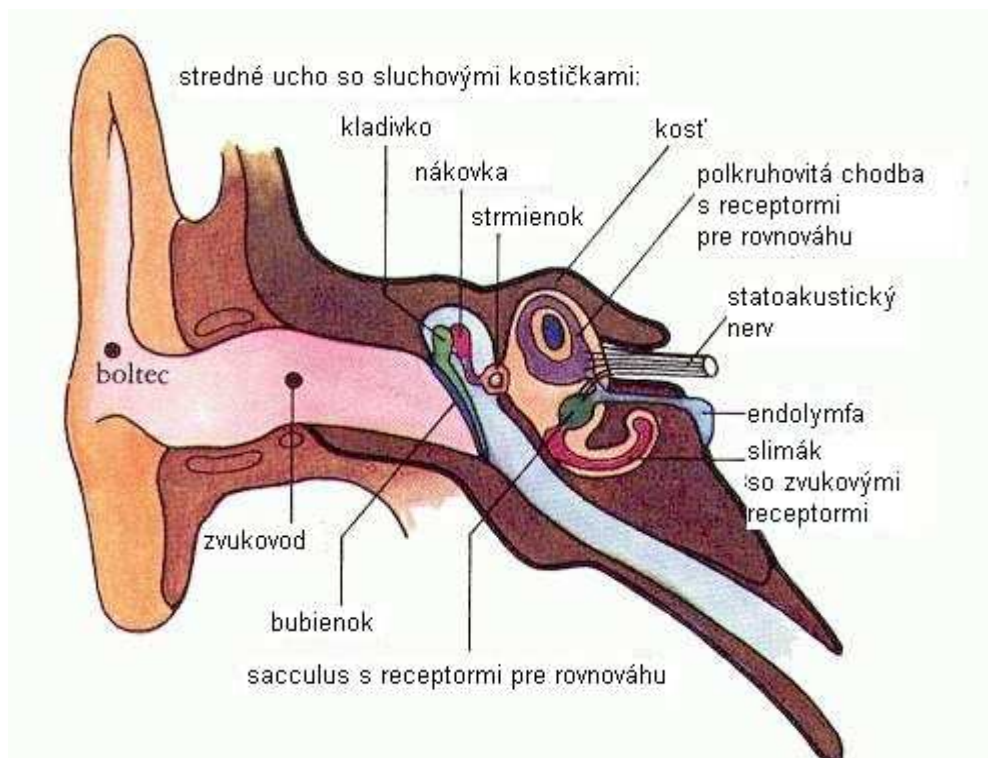
Zvýšené intenzitě podnětu odpovídá zkrácení latence, zvýšení počtu vyslaných potenciálů a zapojení většího počtu vláken. Intenzitní rozsah lidského sluchu je vymezen sluchovým prahem, odlišným pro různé frekvence. Nejcitlivější je lidský sluch ve frekvenční oblasti okolo 1 000 Hz, což v podstatě odpovídá frekvenčnímu obsahu lidské řeči. Při dosažení vysokých intenzit (nad 130 dB) se objevuje při dráždění zvukem bolestivý vjem, taktéž do jisté míry frekvenčně závislý.

Frekvenční rozlišení zvuků je dáno jednak tonotopií (tj. skutečností, že určitou frekvencí je maximálně podrážděna určitá část Cortiho orgánu a s ní spojená nervová vlákna), jednak se frekvence podnětu projeví v intervalech mezi akčními potenciály na sluchovém nervovém vláknu. Frekvenční rozsah lidského sluchu mladého člověka je 16-20 000 Hz. Uvádí se však, že spolehlivý sluchový vjem vzniká až při 32 Hz. S přibývajícím věkem dochází ke ztrátě slyšení vysokých tónů postupně až po přibližně 10 kHz.

Četná vlákna, která se od specifické sluchové dráhy odpojují v oblasti lamina quadrigemina, vedou nesespecifické podráždění do retikulární formace, polyneurální polysynaptické struktury, - kde se komplexně zpracovávají podněty nejrůznějšího druhu, jak z vnějšího, tak vnitřního prostředí. Prostřednictvím ascendenční části retikulární formace dochází k ovlivnění nesespecifických korových oblastí, a naopak k převodu podráždění do četných dalších podkorových struktur.

Ascendenční vlákna z retikulární formace mohou podporovat nebo inhibovat vznik vzruchů až na úrovni 1. neuronu a u sluchu asi i na úrovni receptoru. Pod jejich vlivem se nachází celý vegetativní a endokrinní systém. Z řečeného vyplývá, že prostřednictvím retikulární formace za přítomnosti či nepřítomnosti korové kontroly (historie organismu, zkušenost, představitost, předvídání) dochází k mnohostrannému ovlivnění regulačních funkcí organismu v oblasti vegetativní, humorální, motorické i senzorické. Tím jsou dány předpoklady pro vznik pestrého obrazu projevů působení hluku na lidský organismus, který je díky korovým mechanismům dále rozvíjen, jak podrobněji ukážeme jinde. Sluchový analyzátor má funkci alarmujícího orgánu. Převážná většina výstražných podnětů je přijímána z prostředí sluchem. Sluchové podněty jsou biologicky účinnější než zrakové. Proto také nemá organismus žádnou možnost fyziologicky vyřadit sluch z činnosti. Mechanismy ovlivňující hlasitost vnímaného zvuku působí pouze na velmi krátkou dobu, jejich tlumivé zapojení je podmíněno existencí velmi silných podnětů a po skončení hlasitého zvuku se sluch relativně velmi rychle navrácí ke své původní citlivosti.

Kromě signalizace zvuků z prostředí dochází u člověka prostřednictvím sluchu k řečové komunikaci, která má obrovský sociální psychologický význam. Naprostá nepřítomnost zvukových podnětů působí nepříznivě na rozvoj vyšší nervové činnosti a je subjektivně nepříjemná. Naprostá ztráta sluchu znemožňuje běžné osvojení artikulované řeči [1].



Pramen: (Dondův přírodopis, 2007)

**Obrázek 2.3.1. Řez sluchovým orgánem**

## 2.4. Zdroje hluku

Hluková zátěž naší populace je způsobena v průměru 40 % z pracovního prostředí a z 60 % z mimopracovního prostředí.

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

Ve 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 nové technologie přinášejí značnou hlučnost.

### 2.4.1. Hlavní hlukové zdroje

1. Dopravní hluky - automobilová, kolejová a letecká doprava.
2. Hluky ve výrobě - ruční mechanizované nářadí (motorové pily, pneumatická kladiva apod.), důlní stroje, hutnictví, strojírenství (obráběcí stroje), textilní průmysl (tkalcovské stavy), vzduchotechnická zařízení, mobilní zařízení, samojízdné stroje, zemědělství, lesnictví aj.
3. Hluky související s bydlením - vestavěné technické vybavení domu (výtahy, trafa, kotelny), sanitárně-technické vybavení domu (koupelny, WC), činnost osob v bytě (hovor, rozhlas, TV, vysavač, kuchyňské stroje, myčky, pračky aj.)
4. Hluky související trávením volného času – kulturní a společenská zařízení (divadla, kina, koncertní sály, poutě aj.), sportovní zařízení (např. hřiště, bazény, střelnice).

### 2.4.2. Typy hluku

1. Ustálený hluk - jehož hladina hluku se v daném místě a ve sledovaném časovém úseku v závislosti na čase nemění o více než 5 dB
2. Proměnný hluk - jehož hladina hluku se v daném místě a ve sledovaném časovém úseku v závislosti na čase mění o více než 5 dB
3. Vysokofrekvenční hluk s výraznými složkami v oblasti kmitočtů vyšších než 8 kHz
4. Hluk s výraznými tónovými složkami - hluk, jehož spektrum obsahuje tónové (diskrétní) složky, jejichž hladiny akustického tlaku jsou o více než 5 dB vyšší než v sousedících kmitočtových oblastech.
5. Impulzní hluk - vytvářený jednotlivými zvukovými impulzy s dobou trvání do 200 ms, nebo sledem takových impulzů následujících po sobě v intervalech delších než 10 ms [1].

## 2.5. Co jsou decibely

Decibel (dB) je logaritmická jednotka měření, která vyjadřuje velikost fyzikální veličiny (obvykle výkonové síly) vztažené k specifikované či mlčky předpokládané referenční úrovni. Decibel je jedna desetina bel (B).

Decibel je užitečný pro širokou škálu měření ve vědě a inženýrství (například, akustické elektronice) a jiných disciplínách. To uděluje řadu výhod, takových jako je schopnost k pohodlné představě velmi velkých či malých počtů, logaritmického oddrolení, které zhruba odpovídá lidskému vnímání, například, zvuku a světla, a schopnost k provádění násobení procent jednoduchým dodatkem a odčítáním.

Symbol decibelu je často kvalifikovaný s příponou, která signalizuje referenční množství či četnost. Například "dBm" signalizuje, že referenční množství je jeden miliwatt. Definice decibelu a bel užívají základní-10 logaritmy [6].

## 2.6. Zdravotní účinky hluku

Negativní účinky hluku na lidské zdraví jsou jednak účinky specifické, projevující se poruchami činnosti sluchového analyzátoru a jednak účinky nespecifické (mimosluchové), kdy dochází k ovlivnění funkcí různých systémů organismu. Tyto nespecifické systémové účinky se projevují prakticky v celém rozsahu intenzit hluku, často se na nich podílí stresová reakce. Za dostatečně prokázané nepříznivé zdravotní účinky hluku je v současnosti považováno poškození sluchového aparátu, vliv na kardiovaskulární systém, obtěžování a rušení spánku a nepříznivé ovlivnění osvojování řeči a čtení u dětí.

### **2.6.1. Poškození sluchového aparátu**

Podstatou poškození sluchového aparátu jsou z fyziologického hlediska zprvu přechodné a posléze trvalé funkční a morfologické změny smyslových a nervových buněk Cortiho orgánu vnitřního ucha. Poškození sluchu je dostatečně prokázáno u pracovní expozice hluku v závislosti na výši ekvivalentní hladiny hluku a trvání let expozice. Riziko sluchového postižení existuje i u hluku v mimopracovním prostředí při různých činnostech spojených s vyšší hlukovou zátěží - např. u lidí žijících v těsné blízkosti frekventovaného letiště nebo velmi rušných komunikací.

Epidemiologické studie prokázaly, že u více než 95 % exponované populace nedochází k poškození sluchového aparátu ani při celoživotní expozici hluku v životním prostředí a aktivitách ve volném čase při 24 hodinové ekvivalentní hladině do 70 dB. Nelze však zcela vyloučit možnost, že by již při nižší úrovni hlukové expozice mohlo dojít k malému sluchovému poškození u citlivých skupin populace, jako jsou děti, nebo osoby současně exponované i vibracím nebo ototoxickým lékům či chemikáliím. Je též známo, že zvýšená hlučnost v místě bydliště přispívá k rozvoji sluchových poruch u osob profesionálně exponovaných rizikovým hladinám hluku na pracovišti. Sluchové poškození může nezanedbatelně zvyšovat dlouhodobý poslech velmi hlasité reprodukované hudby (např. častá účast na diskotékách nebo koncertech).

### **2.6.2. Poruchy spánku**

K dalším velmi nepříjemným zdravotním účinkům hluku patří nepříznivé ovlivnění spánku. Prokazatelně se projevuje obtížemi při usínání, probouzením, alterací délky a hloubky spánku, zejména redukcí REM fáze spánku. Může docházet ke zvýšení krevního tlaku, zrychlení srdečního pulsu, arytmiím, vazokonstrikci, 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.



Senzitivní skupinou populace jsou starší lidé, pracující na směny, lidé s funkčními a mentálními poruchami, osoby s potížemi se spaním. Na rušení spánku hlukem nedochází v hlučných lokalitách k adaptaci obyvatel ani po více letech.

### **2.6.3. Vliv hluku na kardiovaskulární systém**

Ovlivnění kardiovaskulárního systému bylo prokázáno v řadě epidemiologických a klinických studií u populace (včetně dětí) žijící v hlučných oblastech kolem letišť, průmyslových závodů nebo hlučných komunikací. Akutní hluková expozice aktivuje autonomní nervový a hormonální systém a vede k přechodným změnám, jako je zvýšení krevního tlaku, tepu a vasokonstrikce.

Po dlouhodobé expozici se u citlivých jedinců z exponované populace mohou vyvinout trvalé účinky, jako je hypertenze a ischemická choroba srdeční. Všeobecný závěr WHO je, že kardiovaskulární účinky jsou spojeny s dlouhodobou expozicí ekvivalentní hladině hluku v rozmezí 65- 70 dB a více, pokud jde o letecký nebo dopravní hluk. Avšak tato asociace je slabá a je poněkud silnější pro ICHS než pro hypertenzi. Nicméně i toto malé riziko je potenciálně závažné vzhledem k velkému počtu takto exponovaných osob. Na základě některých epidemiologických studií je odhadována míra relativního rizika kolem 1,5 pro hypertenzi a ICHS u lidí exponovaných denní ekvivalentní hladině hluku mezi 70 - 80 dB.

### **2.6.4. Hluk a duševní onemocnění**

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. Zvýšená citlivost vůči rušivým účinkům hluku může být indikátorem subklinické duševní poruchy.

### 2.6.5. Obtěžování hlukem

Obtěžování hlukem je nejobecnější reakcí lidí na hlukovou zátěž. Je dáno jednak fyzikálními vlastnostmi zvuku (intenzita, frekvence a délka expozice) a dále je velmi ovlivněno tzv. osobnostními charakteristikami příjemce. V populaci je cca 10% velmi senzitivních vůči hluku a naopak 10% nadměrně tolerantních a pro 80% populace platí, že se zvyšující se hlučností roste adekvátně i kvantita odpovědi (pocity rozmrzelosti a obtěžování). Při působení hluku jsou velmi důležité i vlivy neakustické: sociální, psychologické faktory a faktory ekonomické povahy, což potvrzují různé výsledky studií, které prokazují u stejných hladin hluku rozdílný efekt u exponované populace [3].

## 2.7. Hygienické limity hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb

Hodnoty hluku se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  a hladinou maximálního akustického tlaku  $A L_{Amax}$ . Ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ( $L_{Aeq,8h}$ ), v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ( $L_{Aeq,1h}$ ). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích, s výjimkou účelových komunikací, a drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  stanoví pro celou denní ( $L_{Aeq,16h}$ ) a celou noční dobu ( $L_{Aeq,8h}$ ).

Hygienické limity v ekvivalentní hladině akustického tlaku  $A$  se stanoví pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu součtem základní hladiny akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době. Jde-li o hluk s tónovými složkami nebo má-li výrazně informační charakter, přičte se další korekce -5 dB. Za hluk s tónovými složkami se považuje hudba nebo zpěv, za hluk s výrazně informačním charakterem se považuje řeč. Hlukem s tónovými složkami se rozumí hluk, v jehož kmitočtovém spektru je hladina akustického tlaku v třetinooktávovém pásmu, případně i

ve dvou bezprostředně sousedících třetinooktávových pásmech, o více než 5 dB vyšší než hladiny akustického tlaku v obou sousedních třetinooktávových pásmech a v pásmu kmitočtu 10 Hz a 160 Hz je ekvivalentní hladina akustického tlaku v tomto třetinooktávovém pásmu  $L_{\text{teq}/T}$  vyšší než hladina prahu slyšení stanovená pro toto kmitočtové pásmo.

Hygienický limit v hladině maximálního akustického tlaku  $A$  se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní hladiny maximálního akustického tlaku  $A$   $L_{A\text{max}}$  se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době. Obsahuje-li hluk tónové složky nebo má-li výrazně informační charakter, přičte se další korekce -5 dB. Za hluk ze zdrojů uvnitř objektu se pokládá i hluk ze zdrojů umístěných mimo tento objekt, který do tohoto objektu proniká jiným způsobem než vzduchem, zejména konstrukcemi nebo podložími.

Hygienické limity v ekvivalentní hladině akustického tlaku  $A$  pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu  $L_{A\text{eq},s}$  se stanoví tak, že se k hygienickému limitu v ekvivalentní hladině akustického tlaku  $A$   $L_{A\text{eq},s}$  stanovenému podle odstavce 2 přičte v pracovních dnech pro dobu mezi 7. a 21. hodinou korekce +15 dB. Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku  $A$   $L_{A\text{eq},s}$  pro hluk ze stavební činnosti v pracovních dnech pro dobu kratší než 14 hodin se vypočte způsobem uvedeným v příloze č. 2 k tomuto nařízení. Věty první a druhá se nevztahují na zdravotnická zařízení a zařízení sociální péče, pokud jsou stavební práce prováděny za provozu těchto zařízení.

Ve školních učebnách, v denních místnostech, jeslí a mateřských škol a dále u staveb pro kulturní, školské a veřejné účely musejí být dodrženy hodnoty optimální doby dozvuku podle příslušné české technické normy.

Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku  $A$  pro zvuk elektronicky zesilované hudby se v prostoru pro posluchače stanoví pro dobu  $T$  se rovná 4 hodiny hodnotou  $L_{A\text{eq},T}$  se rovná 100 dB [5].

## 2.8. Prevence a ochrana před hlukem

Nadměrný hluk je škodlivina, na kterou se člověk nemůže adaptovat. V pracovním i mimopracovním prostředí jsou přijímána specifická opatření k ochraně osob před nadměrným hlukem. Každý občan může přispět k ochraně svého zdraví před hlukem pomocí jednoduchých změn ve svých zvyklostech. V případě nadměrného obtěžování hlukem se mohou občané obrátit na místní Orgán ochrany veřejného zdraví tj. Krajskou hygienickou stanicí.

V pracovním prostředí tyto opatření spočívají v

- Odstranění zdrojů hluku nebo podstatné snížení vyvolávaného hluku (tzn. nekonstruovat a nepoužívat stroje a zařízení s přílišnou hlučností, bránit šíření hluku a chvění pružným uložením, užívat antivibračních nátěrů apod.), nejlepším způsobem je inovace hlučného zařízení méně hlučným.
- Uzavření zdroje hluku vhodným krytem, např. obezdění kompresoru, vytvoření příčky apod.
- Oddělení exponovaného pracovníka od zdroje
  
- Omezení délky hlukové expozice, zařazení klidových přestávek pro odpočinek v nehlučném prostředí nebo střídání pracovníků v hlučném a nehlučném prostředí.
- Používání vhodných osobních ochranných pomůcek (vatové chrániče uší, rezonanční chrániče, sluchátkové chrániče, protihlukové kukly a přilby). Užívání těchto pomůcek by nikdy nemělo být konečným řešením.

### 2.8.1. Jak se můžeme ještě chránit

- Omezit četnost návštěv diskoték a dalších hlasitých hudebních představení
- Omezit hlasitost poslechu hudby nejen z diskmanů a MP3 přehrávačů, ale i z televize, magnetofonů a rádia
- Maximálně zkracovat dobu pobytu v hlučném prostředí
- Nevykonávat hlučné činnosti v malém prostoru (odrazem hluku od stěn se zvyšuje jeho hladina)
- Hlučné činnosti (vrtání, opravy v bytě, vysávání apod.) je vhodné přesunout na denní dobu
- Být ohleduplný ke svým spolubydlícím a sousedům [8].

*Tabulka 2.8.1.1. Rozdělení hluku do čtyř skupin*

	<b>Stupeň hluku</b>	<b>Reakce a poškození</b>
<b>1</b>	[30 – 65 dB]	Psychická reakce (hluk ruší, rozčiluje, brání v činnosti, působí leknutí)
<b>2</b>	[65 – 80 dB]	Reakce vegetativního systému (tlukot srdce, krevní tlak, nespavost, svalové křeče)
<b>3</b>	[80 – 120 dB]	Poškození středního ucha při přetížení sluchových buněk
<b>4</b>	nad 120 dB	Mechanické poškození středního ucha

Pramen: (Jiří Kazda, 2008)

## 2.9. Měření hluku

Vybrané základní veličiny měření jsou ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A$  ( $L_{Aeq,T}$ ) a expozice zvuku  $A$  ( $E_{A,T}$ ) během stanoveného časového intervalu  $T$ . V závislosti na povaze hluku a druhu hodnoceného účinku se mohou změřit další veličiny měření, jako je nejvyšší okamžitá nevážená hladina akustického tlaku  $L_{peak}$ , nejvyšší okamžitá hladina akustického tlaku  $A$ ,  $L_{Apeak}$ , nejvyšší okamžitá hladina akustického tlaku  $C$ ,  $L_{Cpeak}$ , nebo jiné veličiny.

V některých případech se může předepsat měření hladiny zvuku, infrazvuku nebo ultrazvuku v oktávových nebo třetinooktávových pásmech. Pokud se požaduje možnost komunikace, může být potřebná hladina rušení řeči (SIL), odstup signálu od hluku (S/N) nebo jiné míry.

V závislosti na účelu se během práce může měřit na pevně stanoveném místě nebo na pracovníku. Z důvodu vysoké přesnosti se může vybrat metoda, kdy je mikrofon umístěn na osobě (poloha mikrofonu se mění s pohybem exponované osoby). Expozice hluku na pracovním místě zahrnuje hluky vytvářené zde a hluky přicházející od jiných zdrojů v prostředí.

### 2.9.1 Umístění mikrofonu a měřící místa

Mikrofon se přednostně umístí v místě, které zaujímá hlava osoby na pracovním místě, osoba není přítomna. V jiných případech, kdy osoba musí být na pracovním místě, by se měl mikrofon umístit, pokud je to proveditelné, přibližně 0,1 m od vstupu zvukovodu vnějšího ucha, které přijímá vyšší hodnotu ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A$ . Mikrofon zvukových expozimetrů a zvukoměrů, který je připraven na osobě, se musí připevnit na helmu nebo na rameno či límec ve vzdálenosti přibližně mezi 0,1 m až 0,3 m od vstupu zvukovodu vnějšího ucha.

Jsou-li měřicí přístroj nebo jeho části upevněny na pracovníku, musí se postupovat pečlivě, aby se nenarušila činnost pracovníka a zejména, aby se tím nezaváděla bezpečnostní rizika. Podobně by se mělo postupovat obezřetně, aby se zabránilo chybnému použití měřicího přístroje během měření.

### **2.9.2. Doba měření**

Normovaný/referenční časový interval  $T_N$  je takový časový interval, který reprezentuje dobu trvání jedné pracovní směny (konvenčně 8 hodin), pro který se určuje ekvivalentní hladina akustického tlaku A.

Časový interval měření  $T$  je takový časový interval, během něhož se integruje a průměruje druhá mocnina akustického tlaku A.

Časové intervaly měření se musí zvolit tak, aby se změřily všechny významné změny hladin hluku na pracovním místě. Kromě toho časové intervaly měření se musí vybrat tak, aby při opakování měření byl výsledek souhlasný.

Během časového intervalu měření se musí vyskytovat zvuk, který je specifický pro pracovní místo.

Nejkratší doba trvání musí být 15 s. Vykazuje-li hluk zvýrazněnou periodicitu, měla by nejkratší doba měření pokrývat nejméně jeden cyklus, jinak se musí použít celistvý násobek úplných cyklů.

### 2.9.3. Určení ekvivalentní hladiny akustického tlaku

Používá-li se zvukoměr a je-li hluk takový, že kolísání hladiny jsou malá, je aritmetický průměr údajů indikovaných přístrojem přibližně roven ekvivalentní hladině akustického tlaku A.

Je-li časový interval měření  $T$  rozdělen na kratší intervaly  $T_i$ , vypočítá se ekvivalentní hladina akustického tlaku pomocí vztahu:

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

$L_{Aeq,T_i}$  – ekvivalentní hladina akustického tlaku

$T$  – se rovná  $\sum_{i=1}^m T_i$ ,

$m$  – celkový počet dílčích časových intervalů

[ČSN ISO 9612]

#### Maximální hlukové limity [5]

Nejvyšší ekvivalentní hladina hluku pro osmihodinovou pracovní dobu je 85 dB.

Nejvyšší ekvivalentní hladina hluku ve venkovních prostorech je 65 dB.



### **3. Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je vyhodnotit hlukovou zátěž ve skladech a třídírnách brambor za pomoci hlukoměru (Voltcraft SL-300) a zjistit, zda hluk negativně neovlivňuje zaměstnance v jejich pracovní době. Změřit hlukovou zátěž na různých stanovištích. Naměřené hodnoty porovnat s danou vyhláškou a hygienickými normami. V případě, že bude hluková norma překročena, zjistit po jakou dobu jsou zaměstnanci vystaveni této hlukové zátěži a stanovit případná opatření spojená se snížením hlukové zátěže na přípustné limity.

## 4. Metodika

### 4.1. Popis měřicí techniky

Měření bylo prováděno za pomoci digitálního hlukoměru SL-300 od německé firmy Voltcraft zabývající se měřicí technikou všeho druhu. Hlukoměr je majetkem Katedry zemědělské techniky, Zemědělské fakulty, Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. K hlukoměru je nezbytně nutný propojovací USB kabel a notebook splňující minimální požadavky měřicího aparátu, aby mohli být následně vyhodnoceny hlukové hodnoty. Dále bylo využito laserového dálkoměru značky Bosch DLE-50 Professional k zjištění vzdálenosti od měřicího stanoviště k ohnisku vydávaného hluku.

#### Popis hlukoměru SL-300

Přístroj splňuje normu EN 61672-1, třída 1. Tento přístroj má rozsah měření 30 až 130 dB s funkcí autorange. Integrovaný datalogger umožňuje ukládání až 32 000 naměřených hodnot, které můžeme pomocí dodaného softwaru načíst na PC. Tak lze jednoduše zajistit dlouhodobé sledování.



*Obrázek\* 4.1.1. Digitální hlukoměr SL-300*

## Přenosný počítač Hewlett-Packard 550

Základem notebooku HP 550 je procesor Intel Celeron M 550. Ten je taktován na 2.0 GHz, běží na 533 MHz FSB a má 1 MB L2 cache. Používá čipové sady Intel GM965 Express a zcela vyhovuje požadovaným parametrům digitálního hlukoměru SL-300. Rád bych tímto ještě dodatečně poděkoval doc. Ing. Aloisovi Peterkovi, CSc. za zapůjčení již zmiňovaného počítače z osobního vlastnictví.



***Obrázek\* 4.1.2. Přenosný počítač Hewlett-Packard 550***

## Popis propojovacího kabelu USB mini

Jedním z kabelů právě se zakončením USB mini je 30 cm propojovací kabel. Jeho využití je možné především s kompaktním elektronickým zařízením, jako je již zmíněný hlukoměr SL-300 nebo jiné elektronické zařízení podporující tuto technologii. Udávaná hmotnost u tohoto 30cm kabelu činí 15 gramů.

### Popis laserového dálkoměru DLE-50

Jedná se o nejmenší laserový měřič vzdálenosti na světě, je velice přesný a kompaktní. Měřicí přístroj je určen k měření vzdáleností, délek, výšek, roztečí a k výpočtu ploch a objemů. Měřicí přístroj je vhodný k měření doměrků v interiérech i exteriérech. Snadné měření vzdáleností, ploch a objemů. Měřicí rozsah 0,05 – 50 m. Přesnost měření  $\pm 1,5$  mm. Doba měření 0,5 s.



*Obrázek\* 4.1.2. Laserový dálkoměr DLE-50*

*\* Obrázky byly pořízeny z dostupných příručních manuálů.*

## 4.2. Postup měření

Před vlastním měřením je nejprve nutné propojit přenosný počítač s hlukoměrem pomocí kabelu USB mini a zvolit vhodné místo pro měření. Poté následuje zapnutí přenosného počítače současně s hlukoměrem. Dále se spustí příslušný program pro měření hlukové hladiny a zde se zvolí výstupní port pro komunikaci s hlukoměrem (port-4). Následuje stisknutí tlačítka „setup“ na měřicím aparátu, které aktivuje komunikaci s přenosným počítačem. Těmito kroky jsou měřicí přístroje připraveny zaznamenávat hlukové rozpětí do tabulkového programu Excel.

Celý měřicí aparát byl vždy v určené výšce 1,5 m na přenosném stolku, směrem vždy kolmo ke strojům vydávající určitou hlukovou zátěž.

Poté se celý program aktivuje pomocí tlačítka „START“ v přenosném počítači a probíhá vlastní měření hlukové zátěže. Ještě před tímto krokem se nastaví počet měření za určitou dobu, (v mém případě dvě měření za sekundu) a délka časového snímku (v mém případě 4 minuty).

Následuje uložení souboru do přenosného počítače a následné vyhotovení grafů v tabulkovém editoru Excel.

## 4.3. Zpracování naměřených hodnot

Pro vypracování grafů a výsledků byl použit počítač s tabulkovým editorem Microsoft Office Excel 2007.

### Použité vzorce

Trvalá ekvivalentní hladina [1]:  $L_{Aeq,T} = 10 \lg \left( \frac{1}{T} \sum_{i=1}^m T_i \cdot 10^{L_{Aeq,T_i}/10} \right) dB$

$L_{Aeq,T_i}$  – ekvivalentní hladina akustického tlaku

$T$  – se rovná  $\sum_{i=1}^m T_i$ ,

$m$  – celkový počet dílčích časových intervalů

#### **4.4. Charakteristika AGRA Netřebice s.r.o.**

Společnost AGRA Netřebice s.r.o. vznikla v roce 1994, nachází se na okrajové části Netřebic směrem na Dolní Dvořiště v okrese Český Krumlov. Společnost se zabývá zemědělskou výrobou, poskytováním služeb pro zemědělství a zahradnictví, opravami zemědělských strojů, provozováním čerpacích stanic, specializovaným maloobchodem, nákupem a prodejem hospodářských zvířat a obchodem se zemědělskými komoditami (obiloviny, okopaniny, mléko, olejniny). Průměrná nadmořská výška je cca. 626 m nad mořem.

Počet zaměstnanců se pohybuje v rozmezí 26 – 50 podle vytížení a ročního období. Její finanční obrat za rok 2008 byl v rozpětí 500.000 – 1 mil. EUR. Základní kapitál činil 204.000 Kč.

Jednatelé společnosti jsou: Ing. Václav Dědek a Ing. Jan Řihout.

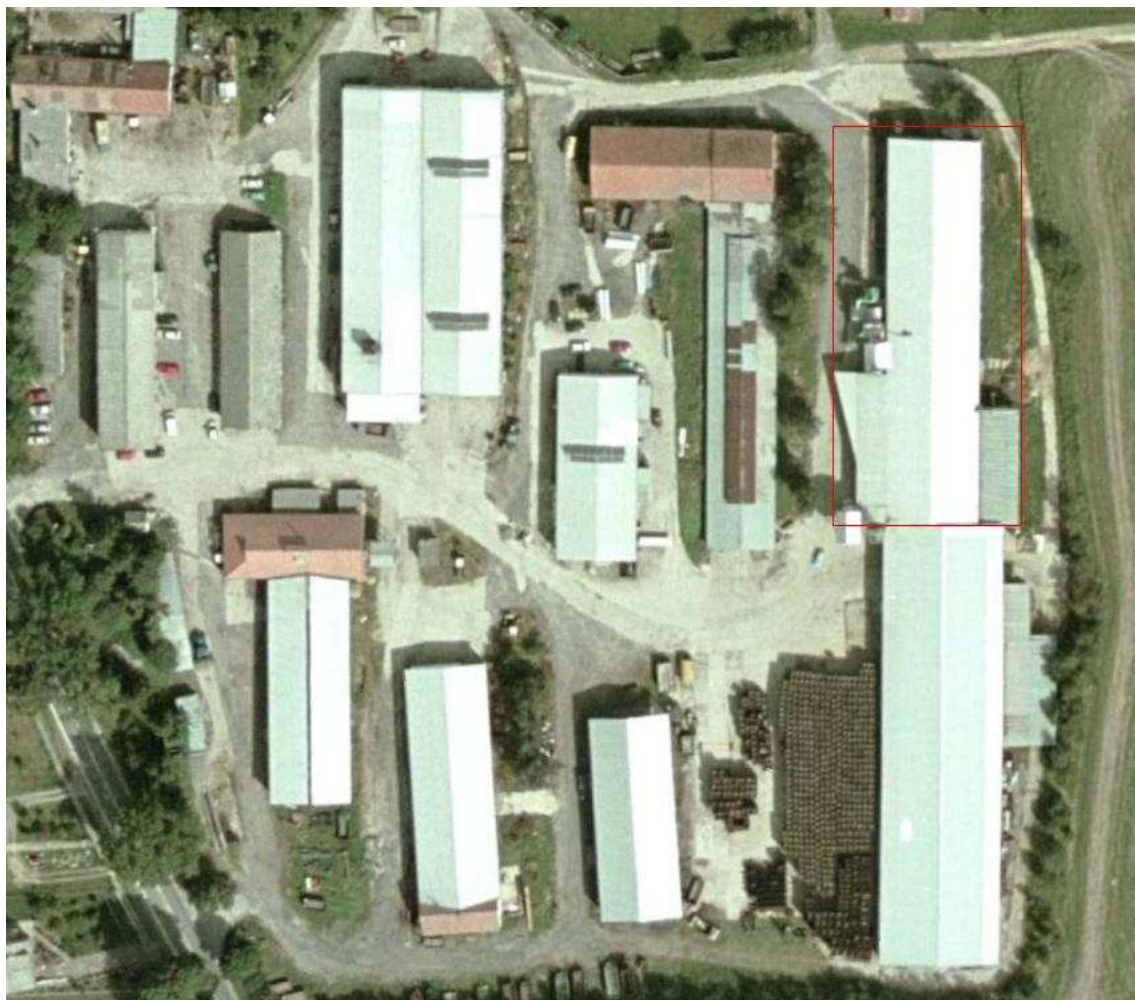
#### 4.4.1. Místo měření

Na obrázku 4.4.1.1. můžeme vidět satelitní snímek Obce Netřebice a červeně vytyčenou firmu AGRA Netřebice s.r.o. Na dalším snímku 4.4.1.2. můžeme vidět přímo detail hangáru třídírny brambor, kde bylo prováděno měření hlukové zátěže.



Pramen: (Google Earth Pro, ver. 4.2, 2009)

*Obrázek 4.4.1.1. Satelitní snímek Netřebice*



Pramen: (Google Earth Pro, ver. 4.2, 2009)

*Obrázek 4.4.1.2. Satelitní snímek hangáru třídní*



## 5. Výsledky měření

### 5.1. Podmínky při měření

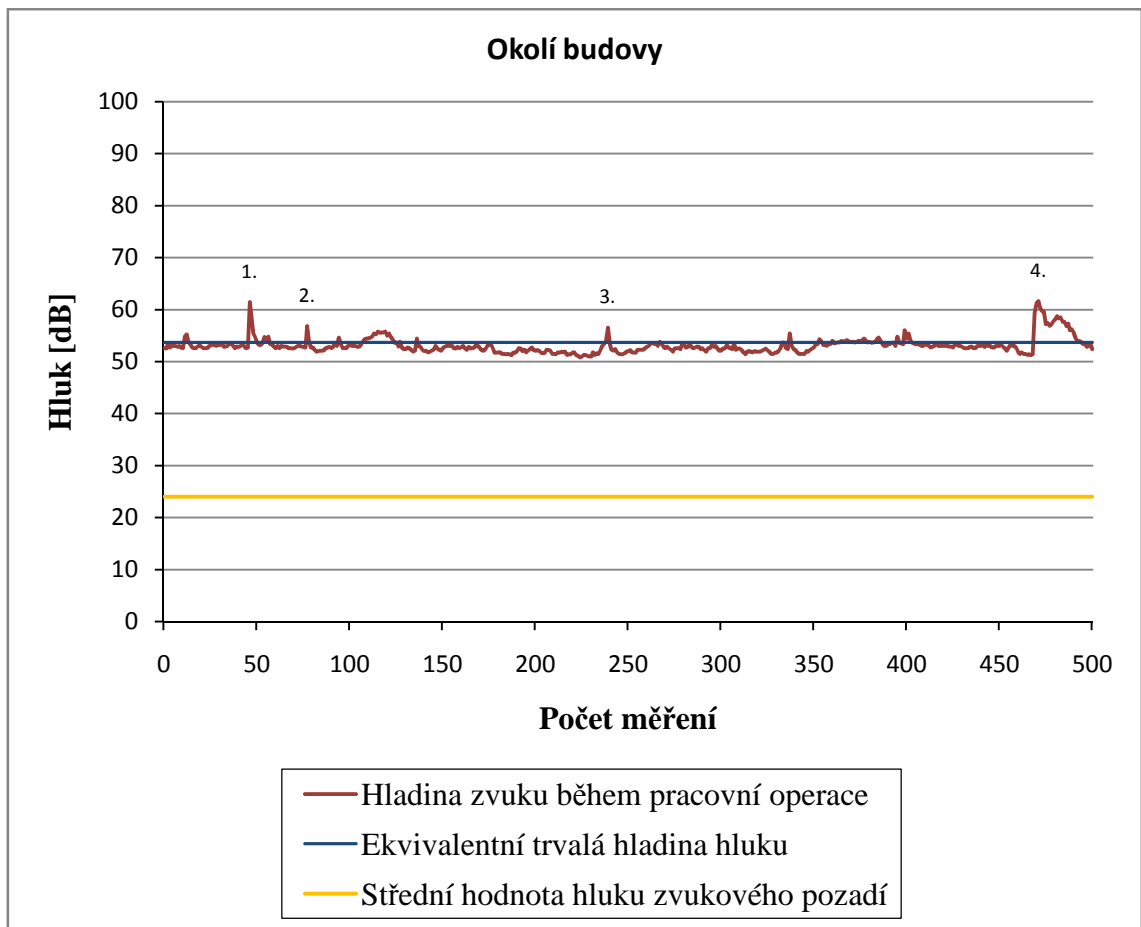
Místo:	Netřebice, okres Český Krumlov
Datum:	06. 11. 2008
Časový horizont:	10:00 – 11:00
Teplota ovzduší:	10 – 12 °C
Rychlost větru:	bezvětrí
Počet stanovišť:	7

Hlukoměr byl vždy ve stejné výšce (1,5m) v neměnné poloze směrem ke stroji či lince, která vydávala určitou hlukovou zátěž. Okolní teplota vzduchu byla stanovena dle rtuťového teploměru v areálu AGRA Netřebice s.r.o. Vzdálenost mezi mikrofonem a zdrojem hluku bylo dosaženo pomocí laserového dálkoměru DLE-50 značky BOSCH.

### 5.1.1. Stanoviště č. 1

První měření probíhalo v areálu AGRA Netřebice s.r.o. Měřicí zařízení bylo situováno 28,75 m od hlavního vchodu třídírný. Během uplynulých 4 minut byly zaznamenány tyto hlukové výkyvy: 1. Zabouchnutí dveří nákladního automobilu, 2. Zapnutí kotoučové brusky ve vedlejší hale, 3. Kolemjdoucí zaměstnanci firmy, 4. Výjezd vysokozdvizného vozíku z garážových prostor. Celkově byl hlukový snímek ovlivněn- běžícím motorem nákladního automobilu do 3,5 t ve vzdálenosti 85 m směrem zády k měřicímu zařízení, řezáním kotoučové brusky ve vedlejší hale a okolním zpěvem ptactva.

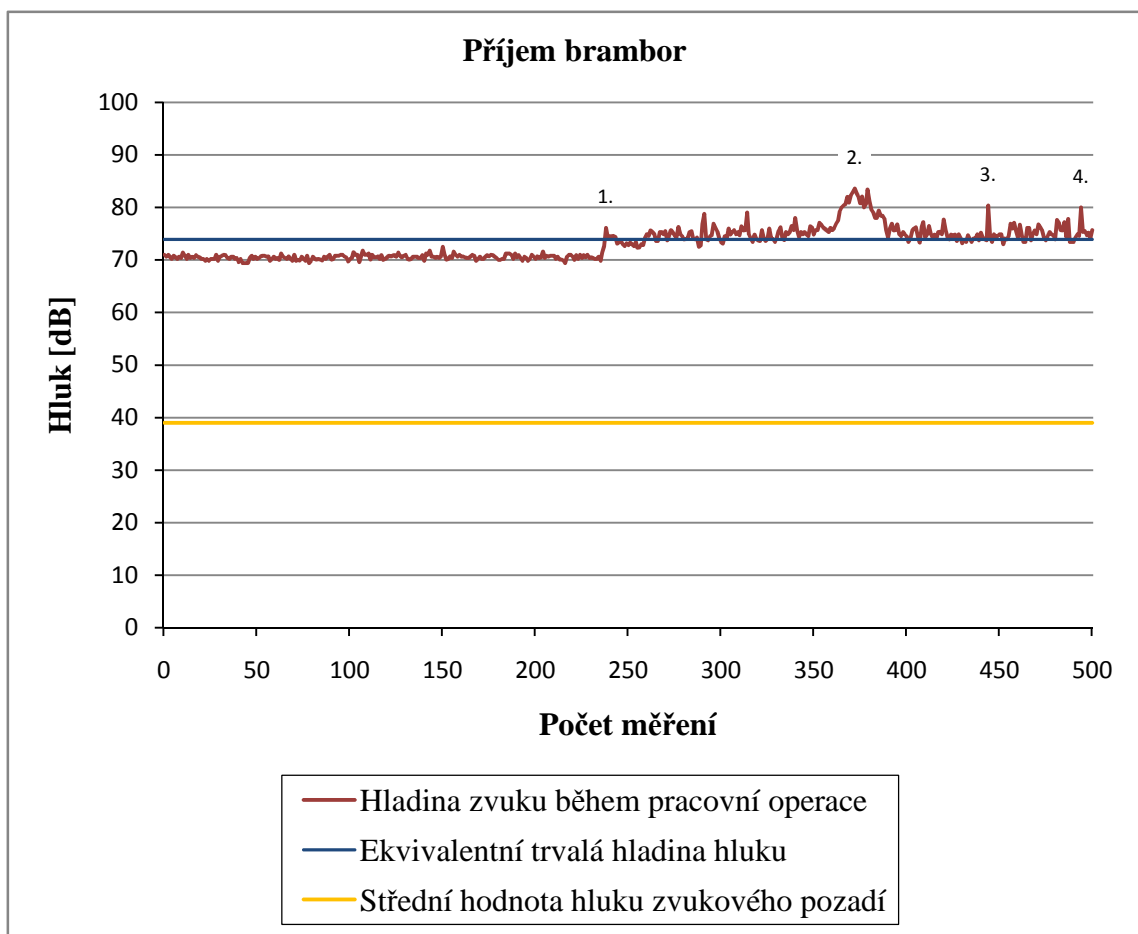
Graf 5.1.1.1. Stanoviště č.1 - Okolí budovy (klidový stav)



### 5.1.2. Stanoviště č. 2

Druhé měření probíhalo uvnitř haly u příjmu hlíz. Zde bylo měřicí zařízení situováno ve vzdálenosti 4,85 m od pásového dopravníku a zásobníku čerstvě dovezených bramborových hlíz. Během uplynulých 4 minut byly zaznamenány tyto hlukové výkyvy: 1. Spuštění vibračního a pásového dopravníku, 2. Rychlý průjezd vysokozdvizného vozíku, 3. - 4. Hlukové projevy zaměstnanců. Celkově byl hlukový snímek ovlivněn- poježdějícím vysokozdvizným vozíkem ve vedlejší propojené hale. Od 258. měření byl spuštěn vibrační a pásový dopravník.

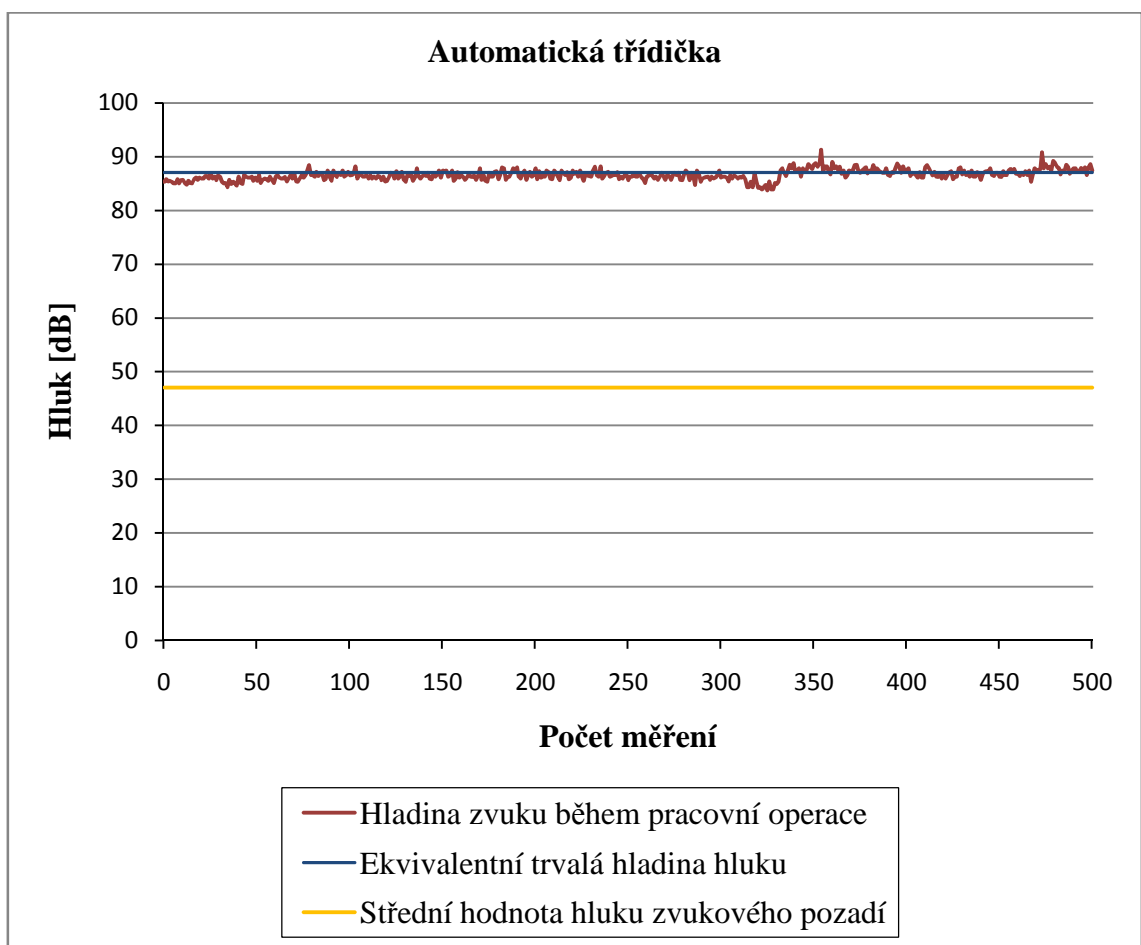
Graf 5.1.2.1. Stanoviště č. 2 – Příjem brambor



### 5.1.3. Stanoviště č. 3

Třetí měření probíhalo u automatické třídičky, která separuje kamení, sadbové hlízy a hlízky určené ke konzumaci. Následovně je rozděluje na tři různé běžící pásové dopravníky. První pásový dopravník vede do vedlejší haly kde je umístěn sběrací koš na kameny a různé nežádoucí příměsi. Druhý vede též do vedlejší haly kde je umístěn sběrací koš na sadbové hlízy. Třetí pásový dopravník vede do vedlejší místnosti na vizuální kontrolu a manuální přebírku hlíz. V této části haly se nevyskytují žádní zaměstnanci v době provozu třídičky. Měřicí zařízení bylo 1,35 m vzdáleno od separátoru.

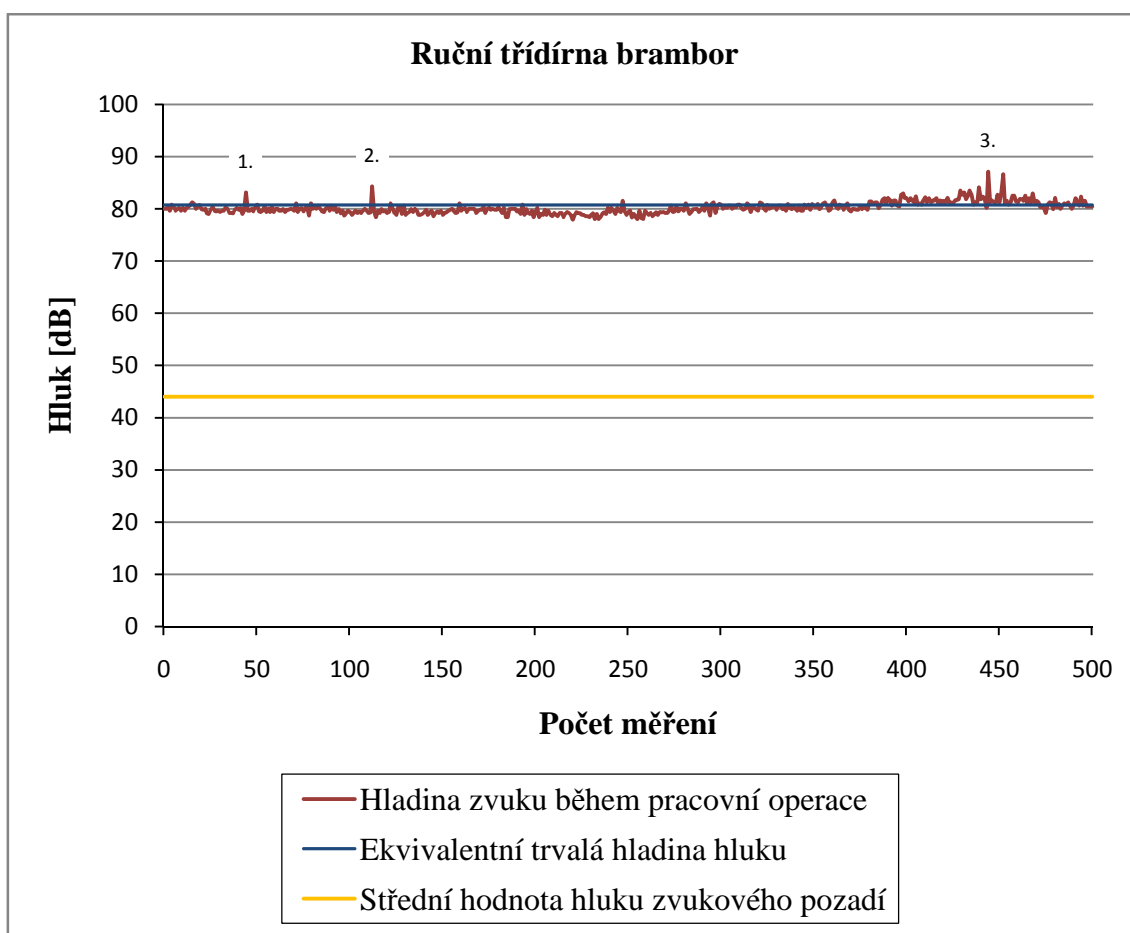
Graf 5.1.3.1. Stanoviště č. 3 – Automatická třídička



#### 5.1.4. Stanoviště č. 4

Čtvrté měření probíhalo v hale pro manuální probírku, kde se separují poškozené hlízy. Počet zaměstnanců v této hale je variabilní a pohybuje se v rozmezí 5 – 7 lidí. V hale je umístěn oběžný pásový dopravník, který distribuuje hlízy na vlastní pásové třídičky, kde sedí zaměstnanci firmy a manuálně přebírají hlízy. Měřicí zařízení bylo ve vzdálenosti 2,25 m od oběžného pásového dopravníku a 1,65 m od stanoviště obsluhy. Během uplynulých 4 minut byly zaznamenány tyto hlukové výkyvy: 1. Klakson automobilu ve vedlejší hale, 2. Zabouchnutí dveří třídičky, 3. Rozběh starého ventilátoru situovaného přímo v třídičce.

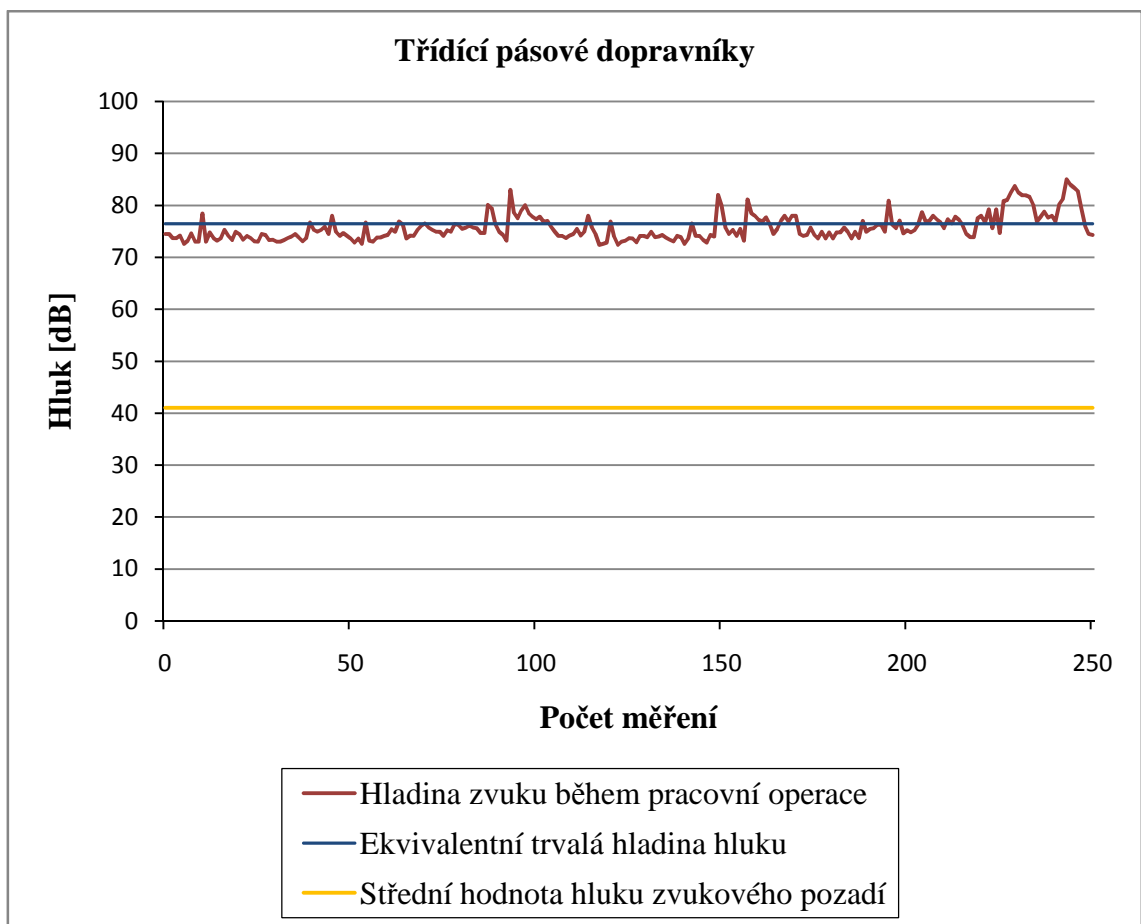
Graf 5.1.4.1. Stanoviště č. 4 – Ruční třídička hlíz



### 5.1.5. Stanoviště č. 5

Páté měření probíhalo v hale kde ústí čtyři pásové dopravníky. První dopravník ústí do sběrače kamení, druhý dopravník ústí do sběrače sadbových hlíz, třetí do sběrače přebraných (poškozených) hlíz a čtvrtý pokračuje do pytlovacího zařízení. Měření bylo ve vzdálenosti 8,75 m k dopravníkům a sběračům. Měření bylo narušováno: pytlovacím zařízením, které stálo 12,34 m od měřicího zařízení a pojíždějícím vysokozdvížným vozíkem. U Grafu 5.1.5.1. nelze stanovit popis určitých hlukových výšek z hlediska různorodosti zvukových projevů pásových dopravníků. Měření bylo zkráceno na polovinu vzhledem k bezpečnosti práce (popojíždění vysokozdvížného vozíku).

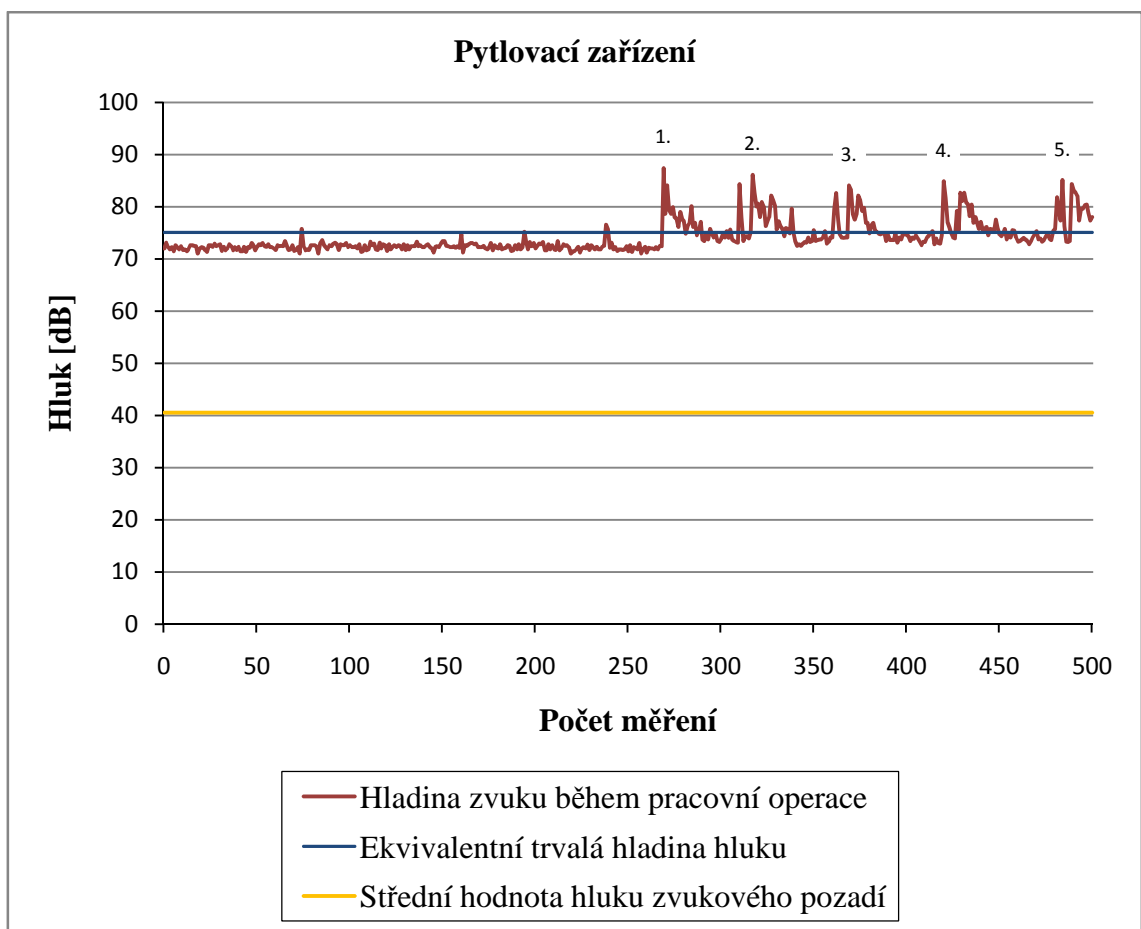
Graf 5.1.5.1. Stanoviště č. 5 – Třídící pásové dopravníky



### 5.1.6. Stanoviště č. 6

Šesté měření bylo prováděno ve stejné hale jako předchozí měření (viz. 5.1.5. Stanoviště č. 5). Měřicí zařízení bylo situováno ve vzdálenosti 2,65 m od pytlovacího zařízení, které je vybavené váhou na 25 kg. Zařízení obsluhuje jeden zaměstnanec. Během uplynulých 4 minut byly zaznamenány tyto hlukové výkyvy: 1. Naplnění prvního pytle, 2. Naplnění druhého pytle, 3. Naplnění třetího pytle, 4. Naplnění čtvrtého pytle, 5. Naplnění pátého pytle. Při dvěstěšedesátém šestém měření bylo zařízení plně v činnosti. Během dvaceti vteřinových intervalů je schopná obsluha naplnit jeden pětadvacetikilový pytel včetně zavázání.

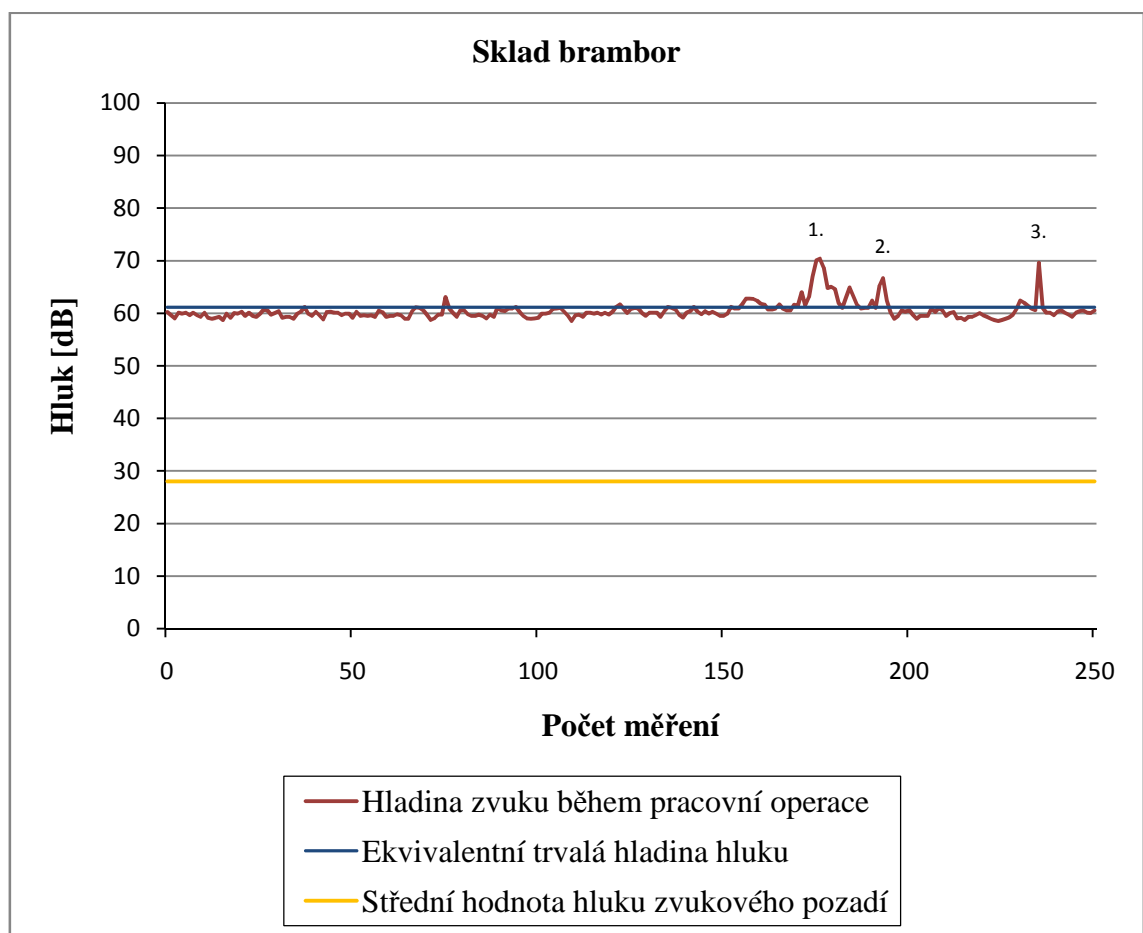
Graf 5.1.6.1. Stanoviště č. 6 – Pytlovací zařízení



### 5.1.7. Stanoviště č. 7

Poslední sedmé měření bylo uskutečněno ve skladech konzumních hlíz. Měřicí zařízení bylo umístěno uprostřed haly. Měření bylo zkráceno na polovinu vzhledem k ustáleným hlukovým projevům ve skladech. Během uplynulých 2 minut byly zaznamenány tyto hlukové výkyvy: 1. - 2. Pomalý průjezd vysokozdvížného vozíku do vedlejší haly pro osiva, 3. Průjezd vysokozdvížného vozíku zpět do haly pro příjem bramborových hlíz. Měření bylo pouze narušováno vysokozdvížným vozíkem.

Graf 5.1.7.1. Stanoviště č. 7 – Sklad konzumních hlíz





## 6. Diskuze

Na základě provedených měření lze vyhodnotit hlukové zatížení, které produkuje třídírna brambor. Popřípadě stanovit její negativní vlivy na zaměstnance a blízké okolí.

### 6.1. Vyhodnocení hlukové zátěže

Při prvním měření mimo budovu třídírnny byla dosažena maximální imisní hodnota hluku 61,6 dB, zatím co ekvivalentní trvalá hladina hluku byla 53,716 dB (Graf 5.1.1.1.). Žádná z těchto hodnot nepřekračuje nejvyšší přípustnou ekvivalentní hladinu hluku 65 dB pro předepsanou maximální hodnotu hluku ve dne, tudíž nemají nepříznivý vliv na lidský organismus a není zapotřebí žádných hlukových opatření.

Druhým měřením v hale u příjmu hlíz byla dosažena maximální imisní hodnota hluku 83,6 dB, přičemž ekvivalentní trvalá hladina hluku byla 73,919 dB (Graf 5.1.2.1.). Tyto hodnoty nepřekračují nejvyšší přípustnou ekvivalentní hladinu hluku 85 dB pro osmihodinovou pracovní dobu, tudíž nemají nepříznivý vliv na organismus pracovníka.

Třetím měřením v místnosti pro automatickou třídičku byla dosažena maximální imisní hodnota hluku 91,3 dB, zatím co ekvivalentní trvalá hladina hluku byla 87,033 dB (Graf 5.1.3.1). Obě hodnoty trvale převyšují přípustnou ekvivalentní hladinu hluku 85 dB pro osmihodinovou pracovní dobu. Jelikož se v této místnosti podobu činnosti stroje nepohybují zaměstnanci, nemá žádný negativní hluk dopad na zdraví člověka. V případě kontroly činnosti stroje jsou zaměstnanci vybaveni náhlavním chráničem sluchu.

Čtvrté měření proběhlo v místnosti pro manuální probírku hlíz, kde byla dosažena maximální imisní hodnota hluku 87,1 dB, přičemž ekvivalentní trvalá hladina hluku byla 80,705dB (Graf 5.1.4.1). V tom to případě nepřekračuje nejvyšší přípustnou ekvivalentní hladinu hluku 85 dB pro osmihodinovou pracovní dobu. Pouze maximální imisní hodnota přesáhla v jednom bodě 85 dB.

Pátým měřením v místnosti pro pásové dopravníky byla dosažena maximální imisní hodnota hluku 85 dB, zatím co ekvivalentní trvalá hladina hluku byla 76,432 dB (Graf 5.1.5.1.). Žádná z těchto hodnot nepřekračuje nejvyšší přípustnou ekvivalentní hladinu hluku 85 dB pro osmihodinovou pracovní dobu, i když maximální imisní hodnota se ustálila na přesných 85 dB.

Šesté měření proběhlo u pytlovacího zařízení, kde byla dosažena maximální imisní hodnota hluku 87,4 dB, přičemž ekvivalentní trvalá hladina hluku byla 75,04 dB (Graf 5.1.6.1.). V tom to případě nepřekračuje nejvyšší přípustnou ekvivalentní hladinu hluku 85 dB pro osmihodinovou pracovní dobu. Pouze maximální imisní hodnota přesáhla hodnotu o 2,4 dB.

Sedmým měřením v místnosti pro sklad konzumních hlíz byla dosažena maximální imisní hodnota hluku 70,4 dB, zatím co ekvivalentní trvalá hladina hluku byla 61,159 dB (Graf 5.1.7.1). Tyto hodnoty nepřekračují nejvyšší přípustnou ekvivalentní hladinu hluku 85 dB pro osmihodinovou pracovní dobu, tudíž nemají nepříznivý vliv na organismus pracovníka.

## 7. Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval problematikou „Hlukové zátěže ve skladech a třídírnách brambor“. Z dosažených výsledků se dají konstatovat tyto závěry.

Při měření mimo halu třídírny nebyla překročena nejvyšší přípustná ekvivalentní trvalá hladina hluku pro venkovní prostory 65 dB [5] a ani maximální hodnota nepřekročila tuto hodnotu. Z toho usuzuji, že hluková zátěž v okolí haly splňuje všechny hygienické normy a nemá žádný negativní vliv na zdraví zaměstnanců.

Druhé měření u příjmu hlíz opět prokázalo, že nebyla překročena nejvyšší přípustná ekvivalentní trvalá hladina hluku pro osmi hodinovou pracovní dobu 85 dB [5]. Nejvyšší maximální naměřená hodnota též nepřesáhla danou hranici a není zapotřebí žádného opatření k snížení hluku.

Měřením na třetím stanovišti u automatické třídičky byla prokazatelně překročena nejvyšší přípustná ekvivalentní trvalá hladina hluku pro osmi hodinovou pracovní dobu 85 dB [5] a tím pádem i maximální naměřené hodnoty, které dosahovaly 90 dB. Vzhledem k tomu, že v místnosti se trvale nevyskytují zaměstnanci, není potřeba žádného hlukového opatření, pouze v případě kontroly funkčnosti stroje jsou osoby vybaveny chrániči sluchu splňující požadavky EN 352-1.

Čtvrtým měřením na stanovišti pro manuální přebírku hlíz nebyla překročena nejvyšší přípustná ekvivalentní trvalá hladina hluku pro osmi hodinovou pracovní dobu 85 dB [5]. Maximální naměřená hodnota překročila pouze danou mez v jednu bodě a to v případě, kdy byly zabouchnuty dveře od místnosti. Na tomto stanovišti není zapotřebí žádného opatření k snížení hlukové zátěže.

Při pátém a šestém měření v hale pro pytlovací a pásové zařízení nebyly překročeny nejvyšší přípustné ekvivalentní trvalé hladiny hluku pro osmi hodinovou pracovní dobu 85 dB [5]. Pouze u pytlovacího zařízení bylo dosaženo maximální hodnoty 87,4 dB, což mohlo být zapříčiněno pojížděcím vysokozdvíhacím vozíkem. U pytlovacího zařízení bych i tak doporučil chrániče sluchu, jelikož trvalá hladina hluku byla na rozmezí 85 dB.

Závěrečné měření ve skladu konzumních hlíz opět prokázalo, že nebyla překročena nejvyšší přípustná ekvivalentní trvalá hladina hluku pro osmi hodinovou pracovní dobu 85 dB [5] a nejvyšší maximální naměřená hodnota též nepřesáhla danou hranici a není zapotřebí žádného opatření k snížení hluku.

Z dlouhodobého hlediska se dá konstatovat, že třídírna nemá negativní dopad na zdraví zaměstnanců.

## 8. Přílohy

### 8.1. Fotodokumentace



Pramen: (Vávra, 06. 11. 2008)

*Obrázek 1 – Hala třídírny hlíz*



Pramen: (Vávra, 06. 11. 2008)

*Obrázek 2 – Příjem hlíz*



Pramen: (Vávra, 06. 11. 2008)

***Obrázek 3 – Automatická třídícíka hlíz***



Pramen: (Vávra, 06. 11. 2008)

***Obrázek 4 – Ruční třídírna hlíz***



Pramen: (Vávra, 06. 11. 2008)

*Obrázek 5 – Zásobníky na roztríděné hlízy*



Pramen: (Vávra, 06. 11. 2008)

*Obrázek 6 – Pytlovací zařízení*



Pramen: (Vávra, 06. 11. 2008)

***Obrázek 7 – Skald konzumních hlíz***



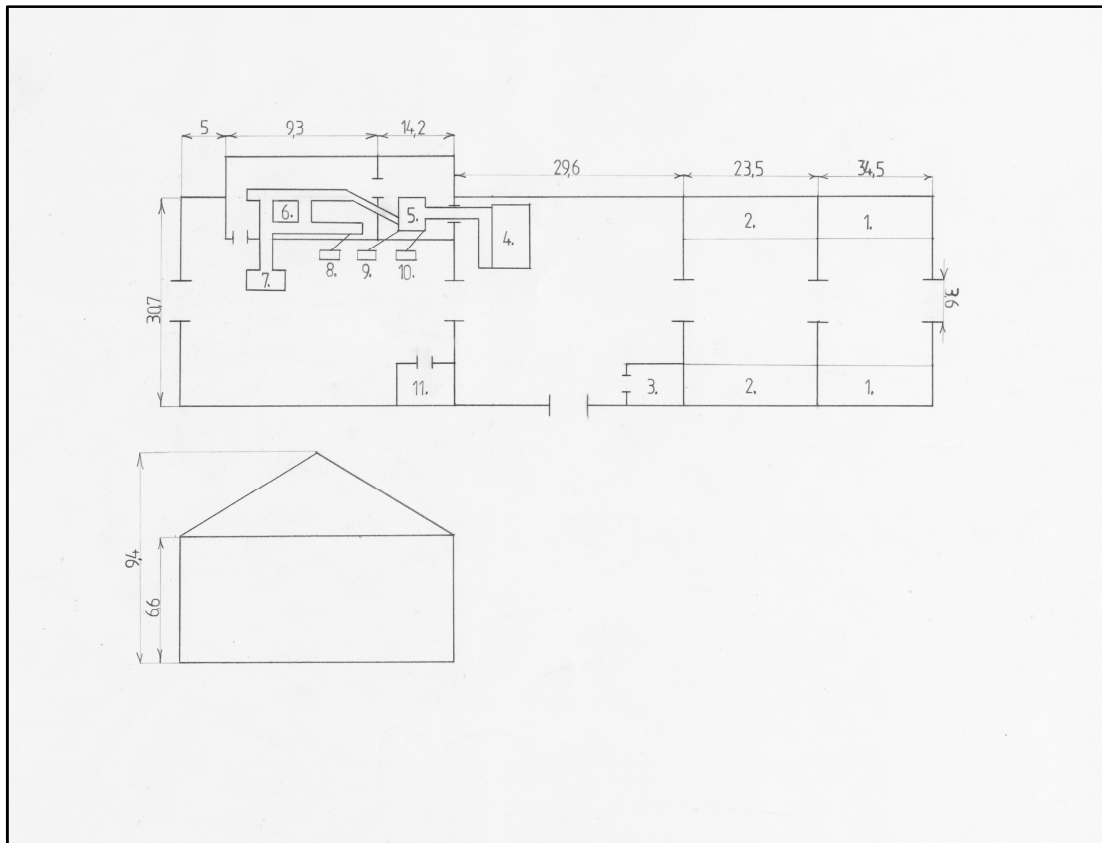
Pramen: (Vávra, 06. 11. 2008)

***Obrázek 8 – Sklad osiv***



## 8.2. Bloková schémata

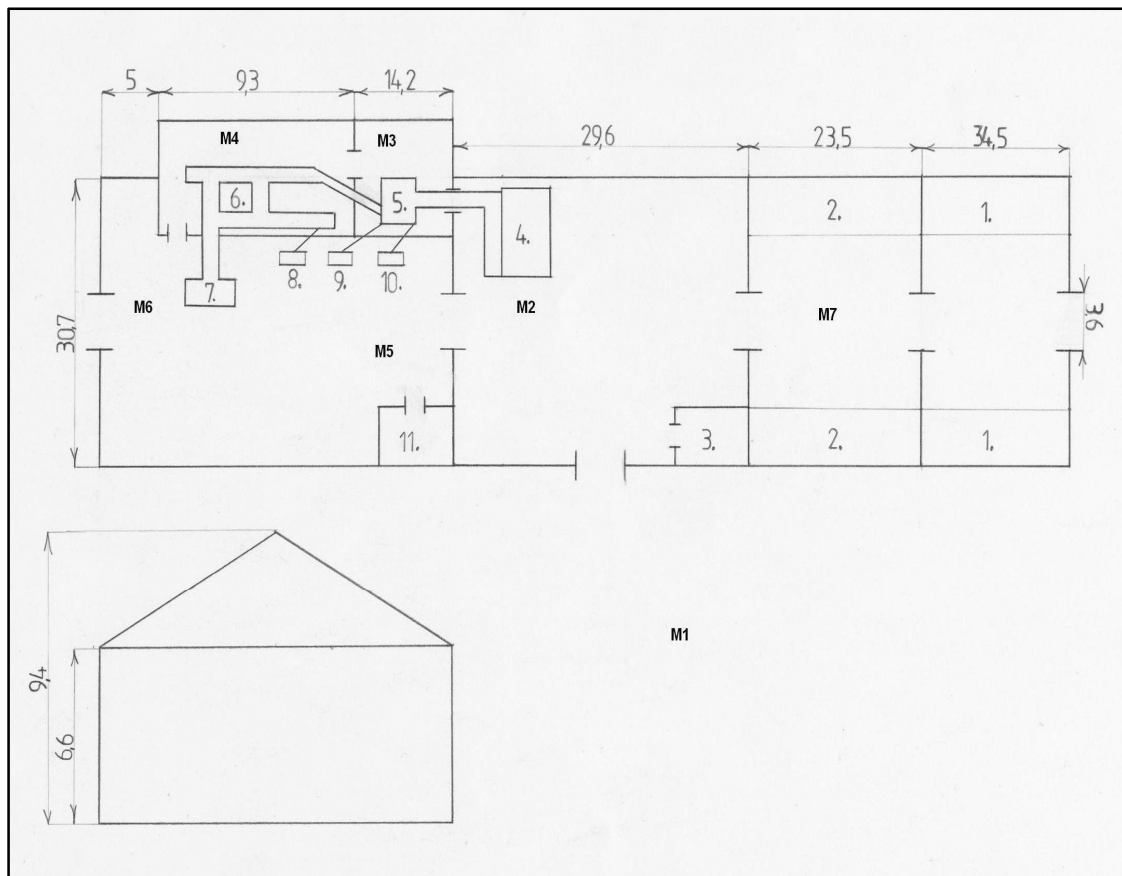
Nákres 8.2.1. Blokové schéma třídírny hlíz



Pramen: (Vávra, 23. 03. 2009)

- |                                |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1. Sklad osiv                  | 7. Pytlovací zařízení        |
| 2. Sklad konzumních hlíz       | 8. Zásobník poškozených hlíz |
| 3. Garáž - vysokozdvizný vozík | 9. Zásobník sadbových hlíz   |
| 4. Příjem hlíz                 | 10. Zásobník kamení          |
| 5. Automatická třídíčka        | 11. Místnost pro údržbu      |
| 6. Manuální třídírna           |                              |

Nákres 8.2.2. Vytyčení měřicích míst



Pramen: (Vávra, 23. 03. 2009)

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| M1 – Stanoviště č. 1 | M5 – Stanoviště č. 5 |
| M2 – Stanoviště č. 2 | M6 – Stanoviště č. 6 |
| M3 – Stanoviště č. 3 | M7 – Stanoviště č. 7 |
| M4 – Stanoviště č. 4 |                      |

## 9. Seznam použité literatury

- [1] Havránek, J. a kol.: *Hluk a zdraví.*, Praha : Avicenum, zdravotnické nakladatelství, 1990, 280 s., ISBN 80-201-0020-2.
- [2] Smetana, C. a kol.: *Hluk a vibrace, měření a hodnocení.*, Praha : Zlom a tisk: MTT, 1998, 188 s., ISBN 80-901936-2-5.
- [3] Valešová, Kateřina. Škodlivý vliv hluku na lidský organismus. *Praktický lékař.* 1.1.2006, roč. 86, č. 6, s. 310-311.
- [4] ČSN ISO 9612 Akustika – Směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí: Praha 2000.
- [5] Sbírka zákonů č.148/2006 – Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ze dne 15. Března 2006.
- [6] *Decibel* [online]. c2009 , 14 March 2009 [cit. 2009-03-14]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Decibel#History>>.
- [7] Klabzuba , Jiří, Kožnarová , Věra. *Biometereologické prostředí : Hluk v pracovním a životním prostředí* [online]. [2003] [cit. 2009-03-12]. Dostupný z WWW: <[http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul\\_key=64&idkapitola=160](http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=64&idkapitola=160)>.
- [8] Vandasová, Zdeňka. *Prevence a ochrana před hlukem* [online]. 2007 [cit. 2009-03-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/prevence-a-ochrana-pred-hlukem>>.